

**METODE PENGUKURAN ARAH KIBLAT
DENGAN SEGITIGA SIKU-SIKU DARI BAYANGAN BULAN**



TESIS

Dibuat guna memenuhi salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Magister Studi Islam

Oleh:

MUHAMAD ZAINAL MAWAHIB

NIM : 1400028010

**PROGRAM MAGISTER ILMU FALAK
PASCASARJANA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
SEMARANG
2016**

**METODE PENGUKURAN ARAH KIBLAT
DENGAN SEGITIGA SIKU-SIKU DARI BAYANGAN BULAN**



TESIS

Dibuat guna memenuhi salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Magister Studi Islam

Oleh:

MUHAMAD ZAINAL MAWAHIB

NIM : 1400028010

**PROGRAM MAGISTER ILMU FALAK
PASCASARJANA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
SEMARANG
2016**



KEMENTERIAN AGAMA RI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG
PASCASARJANA

Jl. Walisongo 3-5, Semarang. Telp/Fax. (024) 7614454, 70774414 Semarang
50185

PENGESAHAN MAJELIS PENGUJI UJIAN TESIS

Yang bertandatangan di bawah ini menyatakan bahwa tesis mahasiswa:

Nama : Muhamad Zainal Mawahib
NIM : 1400028010
Program Studi : Ilmu Falak
Judul : Metode Pengukuran Arah Kiblat dengan Segitiga Sikusiku dari Bayangan Bulan

Telah diujikan pada tanggal **23 Juni 2016** dan dinyatakan **LULUS** dalam Ujian Tesis Program Magister.

Nama	Tanggal	Tandatangan
<u>Dr. H. A. Hasan Asy'ari Ulama'i, M.Ag.</u> Ketua/Penguji	<u>27-7-2016</u>	
<u>Dr. H. Abdul Ghofur, M.Ag.</u> Sekretaris/Penguji	<u>25-7-2016</u>	
<u>Drs. KH. Slamet Hambali, M.S.I.</u> Pembimbing/Penguji	<u>22-7-2016</u>	
<u>Prof. Dr. H. Muslih Shabir, M.A.</u> Penguji 1	<u>22-7-2016</u>	
<u>Dr. H. Ahmad Izzuddin, M.Ag.</u> Penguji 2	<u>22 Juli 2016</u>	

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Dengan penuh kejujuran dan tanggung jawab, saya Muhamad Zainal Mawahib, NIM: 1400028010, menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tesis ini:

1. Seluruhnya merupakan karya saya sendiri dan belum pernah diterbitkan dalam bentuk dan untuk keperluan apapun
2. Tidak berisi materi yang pernah ditulis oleh orang lain, kecuali informasi yang terdapat dalam referensi yang dijadikan rujukan dalam penulisan penelitian ini.

Saya bersedia menerima sanksi dari Program Pascasarjana apabila dikemudian hari ditemukan ketidakbenaran dari pernyataan saya ini.

Semarang, 07 Juni 2016



Penulis,



Muhamad Zainal Mawahib

ABSTRAK

Metode penentuan arah kiblat dari masa ke masa mengalami perkembangan yang signifikan. Mulai dari metode yang tradisional, hingga metode yang modern. Pada sekarang ini, metode yang memiliki hasil akurat dan sering digunakan dalam pengukuran arah kiblat adalah metode azimuth kiblat dan *rasyd al-qiblah*. Kedua metode tersebut dalam implementasinya memanfaatkan Matahari. Manakala tidak ada Matahari, misalnya kondisi alam mendung atau pengukuran dilakukan malam hari, maka kedua metode ini tidak dapat digunakan.

Pengukuran arah kiblat pada malam hari dapat menggunakan azimuth Bulan sebagai acuan. Agar memperoleh hasil akurat, pengukuran arah kiblat ini harus menggunakan alat Teodolit, akan tetapi metode ini menjadi problem manakala tidak ada alat modern ini, sebab alat Teodolit ini hanya dimiliki oleh kalangan atau institusi tertentu. Melihat kelemahan ini, penulis mengajukan alternatif pengukuran arah kiblat dengan memanfaatkan bayangan Bulan pada malam hari dengan alat sederhana yang berupa segitiga siku-siku.

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan tersebut, penulis akan mengkaji tentang pengukuran arah kiblat dengan segitiga siku-siku dari bayangan Bulan, dengan rumusan masalah, 1) Bagaimana langkah-langkah yang dilakukan dalam melakukan pengukuran arah kiblat dengan segitiga siku-siku dari Bayangan Bulan, 2) Bagaimana akurasi pengukuran arah kiblat dengan segitiga siku-siku dari bayangan Bulan, 3) Mengapa pengukuran arah kiblat dengan segitiga siku-siku dari bayangan Bulan dapat menghasilkan arah kiblat yang akurat?

Penelitian ini termasuk penelitian lapangan (*field research*) yang menggunakan metode penelitian kualitatif dengan pendekatan aritmatik. Teknik pengumpulan data menggunakan teknik observasi dan teknik dokumentasi. Dalam melakukan analisis penulis menggunakan metode analisis deskriptif, eksperimen dan verifikatif. Metode deskriptif ini digunakan untuk menggambarkan dan menganalisis ketentuan dalam penentuan arah kiblat dan komponen-komponen perhitungannya. Metode eksperimen digunakan untuk mengaplikasikan di lapangan. Analisis verifikatif digunakan untuk mengetahui hasil akurasi metode segitiga siku-siku dari bayangan Bulan dengan membandingkan hasil pengukuran arah kiblat segitiga siku-siku dari bayangan Matahari.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode pengukuran arah kiblat dengan segitiga siku-siku dari bayangan Bulan mengacu pada bayangan Bulan dari suatu benda yang tegak lurus. Selisih dari azimuth kiblat dengan azimuth Bulan merupakan sudut kiblat. Sudut kiblat ini diupayakan agar tidak lebih dari 90° untuk mengetahui arah kiblat dengan segitiga siku-siku. Pengukuran metode ini menghasilkan pengukuran yang akurat. Hal ini berdasarkan uji verifikasi yang dilakukan sebanyak 10 (sepuluh) kali pengukuran dengan segitiga siku-siku dari bayangan Bulan pada tanggal 14, 15 dan 16 Rajab 1437 H. terhadap metode segitiga siku-siku dari bayangan Matahari. Adapun faktor-faktor yang menjadikan metode ini menghasilkan pengukuran arah kiblat yang akurat, yaitu 1) bayangan Bulan sebagai acuan, 2) trigonometri bola sebagai kerangka teoritik, 3) data-data perhitungan yang akurat, 4) proses perhitungan arah kiblat yang cermat, dan 5) praktik pengukuran arah kiblat yang tepat.

Kata Kunci: Arah Kiblat, Segitiga Siku-siku, Bayangan Bulan, Akurasi.

PEDOMAN TRANSLITERASI
HURUF ARAB KE DALAM HURUF LATIN

Pedoman transliterasi Arab-Latin berdasarkan SKB Menteri Agama dan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan nomor: 158/1987 dan nomor: 0543 b/U/1987, tertanggal 22 Januari 1988:

I. Konsonan tunggal

Huruf Arab	Nama	Huruf Latin	Keterangan
ا	alif	-	Tidak dilambangkan
ب	bā'	Bb	-
ت	tā'	Tt	-
ث	sā'	Šš	s dengan satu titik di atas
ج	jīm	Jj	-
ح	ḥā'	Hḥ	h dengan satu titik di bawah
خ	khā'	Khkh	-
د	dāl	Dd	-
ذ	zāl	Žž	z dengan satu titik di atas
ر	rā'	Rr	-
ز	zāi	Zz	-
س	sīn	Ss	-
ش	syīn	Ssysy	-
ص	ṣād	Şş	s dengan satu titik di bawah

Huruf Arab	Nama	Huruf Latin	Keterangan
ض	ḍād	Ḍḍ	d dengan satu titik di bawah
ط	ṭā'	Ṭṭ	t dengan satu titik di bawah
ظ	ẓā'	Ẓẓ	z dengan satu titik di bawah
ع	'ain	‘	Koma terbalik
غ	gāin	Gg	-
ف	fā'	Ff	-
ق	qāf	Qq	-
ك	kāf	Kk	-
ل	lām	Ll	-
م	mīm	Mm	-
ن	nūn	Nn	-
ه	hā'	Hh	-
و	wāwu	Ww	-
ء	Hamzah	Tidak dilambangkan atau '	apostrof, tetapi lambang ini tidak dipergunakan untuk hamzah di awal kata
ي	yā'	Yy	-

II. Konsonan Rangkap

Konsonan rangkap, termasuk tanda *syaddah*, ditulis rangkap.

Contoh : رَبَّكَ ditulis *rabbaka*

الْحَدُّ ditulis *al-ḥaddu*

III. Vokal

1. Vokal Pendek

Vokal atau *harakat fathah* ditulis *a*, *kasrah* ditulis *i* dan *damamah* ditulis *u*.

Contoh: يَضْرِبُ ditulis *yaḍribu*

سُئِلَ ditulis *su'ila*

2. Vokal Panjang

Vokal panjang (*māddah*), yang dalam tulisan Arab menggunakan harakat dan huruf, ditulis dengan huruf dan tanda caron (-) di atasnya: *ā*, *ī*, *ū*.

Contoh: قَالَ ditulis *qāla*

قِيلَ ditulis *qīla*

يَقُولُ ditulis *yaqūlu*

3. Vokal Rangkap

a. *Fathah* + *yā* ' mati ditulis *ai* (أي).

Contoh: كَيْفَ ditulis *kaifa*

b. *Fathah* + *wāwu* mati ditulis *au* (او).

Contoh: حَوْلَ ditulis *ḥaula*

IV. Tā' marbūṭah (ة) di akhir kata

1. *Tā' marbūṭah* (ة) yang dibaca mati (*sukūn*) ditulis *h*, kecuali kata Arab yang sudah terserap menjadi bahasa Indonesia, seperti *salat*, *zakat*, *tobat*, dan sebagainya.

Contoh : طَلْحَةَ ditulis *ṭalḥah*

التَّوْبَةَ ditulis *at-taubah*

فَاتِمَةَ ditulis *Fātimah*

2. *Tā' marbūṭah* (ة) yang diikuti kata sandang *al* (ال), jika dibaca terpisah atau dimatikan, ditulis *h*.

Contoh : رَوْضَةُ الْأَطْفَالِ ditulis *rauḍah al-aṭfāl*

Jika dibaca menjadi satu dan dihidupkan ditulis *t*.

Contoh : رَوْضَةُ الْأَطْفَالِ ditulis *rauḍatul aṭfāl*

V. Kata Sandang Alif + Lam (ال)

1. Kata sandang (ال) yang diikuti huruf *syamsiah* ditulis sesuai dengan bunyinya (sama dengan huruf yang mengikutinya dan dipisahkan dengan tanda [-]).

Contoh : الرَّحِيمُ ditulis *ar-Raḥīmu*

السَّيِّدُ ditulis *as-sayyidu*

السَّمْسُ ditulis *asy-syamsu*

2. Kata sandang (ال) yang diikuti huruf *qamariah* ditulis *al-* dan dipisahkan tanda [-] dengan huruf berikutnya.

Contoh : الْمَلِكُ ditulis *al-Maliku*

الْكَافُرُونَ ditulis *al-kāfirūn*.

الْقَلَمُ ditulis *al-qalamu*

VI. Kata dalam Rangkaian Frasa atau Kalimat

1. Jika rangkaian kata tidak mengubah bacaan, ditulis terpisah/kata per-kata, atau
2. Jika rangkaian kata mengubah bacaan menjadi satu, ditulis menurut bunyi/pengucapannya, atau dipisah dalam rangkaian tersebut.

Contoh: خَيْرُ الرَّازِقِينَ ditulis *Khair ar-rāziqīn*, atau

Khairurrāziqīn

MOTO

هُوَ الَّذِي جَعَلَ الشَّمْسَ ضِيَاءً وَالْقَمَرَ نُورًا وَقَدَرَهُ مَنَازِلَ لِتَعْلَمُوا عَدَدَ السِّنِّينَ

وَالْحِسَابَ ۗ مَا خَلَقَ اللَّهُ تِلْكَ إِلَّا بِالْحَقِّ ۗ يُفَصِّلُ الْآيَاتِ لِقَوْمٍ يَعْلَمُونَ (٥)

“Dialah yang menjadikan matahari bersinar dan bulan bercahaya dan ditetapkannya manzilah-manzilah (tempat-tempat) bagi perjalanan bulan itu, supaya kamu mengetahui bilangan tahun dan perhitungan (waktu). Allah tidak menciptakan yang demikian itu melainkan dengan hak. Dia menjelaskan tanda-tanda (kebesaran-Nya) kepada orang-orang yang mengetahui.” (QS. Yunus: 5)

PERSEMBAHAN

Karya ini Penulis persembahkan kepada:

Bapak Rasiman dan Ibu Marsinah
(Orang Tua Penulis)

Muhamad Rouf (Kakak Kandung) dan Kistiyatul Abidah (Kakak Ipar)

Muhamad Nizar Kurnia dan Raisya Iqfi Wilda Hammada
(Keponakan)

Para Guru Penulis selama menempuh pendidikan di TK Mawar Budi Demak,
SDN Harjowinangun I Demak, MTs Qodiriyah Demak, MA NU TBS Kudus,
Madrasah Diniyah Hidayatul Muta'allimin Demak, PP. Ath-Thullab Kudus, PP.
Darun Najah Semarang.

Keluarga EXACTLY
(CSS MoRA IAIN Waliosongo Semarang Angkatan 2009)

Keluarga Besar Lembaga Penerbitan Mahasiswa (LPM) JUSTISIA

Seluruh Staf Lembaga Studi Sosial dan Agama (eLSA) Semarang

Sahabat-Sahabati PMII Cabang Semarang

Almamater UIN Walisongo Semarang

Para Pegiat Ilmu Falak

KATA PENGANTAR



Puji syukur atas kehadiran Allah *subhānahu wa ta'ālā* yang telah melimpahkan rahmat, taufiq dan hidayah-Nya kepada penulis, sehingga penulis dengan segala keadaan yang telah dialami dapat menyelesaikan penelitian ini.

Shalawat dan salam semoga senantiasa tercurahkan kepada Nabi Agung Muhammad *shallallāhu 'alaihi wa sallam* yang telah memberikan keteladanan kepada seluruh manusia, sehingga manusia dapat membedakan mana yang hak dan mana yang batil dan mampu melaksanakan risalah Islam yang sesuai dengan agama yang telah digariskan oleh Allah dan Rasul-Nya, sebagai agama yang *rahmatan lil 'ālamīn*.

Penelitian ini merupakan upaya untuk memberikan alternatif dalam pengukuran arah kiblat. Sebagaimana yang telah diketahui bahwa metode pengukuran arah kiblat dari masa ke masa mengalami perkembangan yang signifikan. Mulai dari metode yang tradisional hingga metode yang modern.

Pada sekarang ini, metode yang memiliki hasil akurat dan sering digunakan dalam pengukuran arah kiblat adalah metode azimuth kiblat dan *rasyd al-qiblah*. Kedua metode tersebut dalam implementasinya memanfaatkan Matahari. Kelemahan dari kedua metode tersebut manakala tidak ada Matahari, misalnya ketika kondisi alam mendung atau pengukuran arah kiblat dilakukan pada malam hari.

Dalam pengukuran pada malam hari dapat menggunakan metode azimuth kiblat dengan menggunakan azimuth Bulan. Agar memperoleh hasil akurat maka harus pula menggunakan alat Teodolit, akan tetapi metode ini menjadi problem bagi yang tidak memiliki alat yang tidak murah bagi kalangan tertentu. Sebab alat ini hanya dimiliki oleh kalangan atau institusi tertentu. Melihat kelemahan tersebut, peneliti mengajukan langkah alternatif dengan menggunakan azimuth kiblat yang memanfaatkan bayangan Bulan pada malam hari dengan alat sederhana yang berupa segitiga siku-siku.

Berdasarkan kelemahan dari metode penentuan arah kiblat di atas, maka dalam penelitian Tesis ini akan mengkaji tentang pengukuran arah kiblat dengan menggunakan segitiga siku-siku dari bayangan Bulan pada malam hari. Pengukuran arah kiblat ini merupakan pengukuran yang sederhana, sebab hanya dengan menggunakan alat bantu penggaris segitiga siku-siku untuk mengukur arah kiblat. Walaupun demikian pengukuran arah kiblat ini dapat menghasilkan pengukuran yang akurat.

Dalam menyelesaikan penelitian ini, penulis merasa banyak berhutang budi dan jasa kepada semua pihak yang telah memberi bantuan, baik secara langsung maupun tidak langsung, sehingga penelitian ini dapat terselesaikan. Oleh karena itu, izinkan penulis menghaturkan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah terlibat dalam penelitian ini, khususnya kepada:

1. Rektor Universitas Islam Negeri (UIN) Walisongo Semarang, Prof. Dr. H. Muhibbin, M.Ag., yang telah berkenan memberikan izin untuk mengikuti kegiatan pembelajaran di bangku Pascasarjana hingga selesai. Semoga

semakin tambah maju dan selalu mewarnai iklim intelektual yang bermartabat di bumi nusantara ini.

2. Direktur Pascasarjana UIN Walisongo Semarang, Prof. Dr. H. Ahmad Rofiq, MA., yang telah menyelenggarakan kegiatan pembelajaran yang berkualitas selama penulis mengikuti kuliah di Pascasarjana hingga selesai.
3. Wakil Direktur Pascasarjana UIN Walisongo Semarang, Dr. H. A. Hasan Asy'ari Ulama'i, M.Ag, yang telah ikut serta mengatur dan menyelenggarakan kegiatan pembelajaran yang berkualitas dengan segala fasilitas yang ada selama penulis mengikuti kuliah di Pascasarjana hingga selesai.
4. Ketua dan Wakil Program Studi Ilmu Falak Pascasarjana UIN Walisongo Semarang, Dr. H. Ahmad Izzuddin, M.Ag. dan Dr. H. Mashudi, M.Ag yang telah memberikan semangat dan dorongan untuk selalu berusaha mendalami keilmuan ini kepada penulis.
5. Drs. KH. Slamet Hambali, M.S.I, selaku dosen pembimbing yang telah berkenan dengan penuh kesabaran memberikan bimbingan dan mengarahkan kepada penulis di setiap penulis mengalami kesulitan dalam proses penyelesaian penelitian ini.
6. Para dosen di lingkungan Pascasarjana UIN Walisongo Semarang yang telah berkenan membagi dan membekali berbagai ilmu kepada penulis selama mengikuti perkuliahan hingga selesai.
7. Seluruh pegawai kemahasiswaan di lingkungan Pascasarjana UIN Walisongo Semarang yang telah memberikan pelayanan yang prima dan fasilitas yang

baik, sehingga penulis merasakan kenyamanan selama mengenyam pendidikan di bangku kuliah hingga selesai.

8. Segenap sivitas akademika Program Pascasarjana UIN Walisongo Semarang yang telah memberikan warna selama menempuh kuliah dan terlibat dalam penyelesaian penelitian ini, baik yang terlibat secara langsung maupun yang tidak langsung.
9. Kedua orang tua penulis, Bapak Rasiman dan Ibu Marsinah, kedua orang tua penulis yang telah berkorban segala-galanya demi masa depan putranya ini, hanya bakti dan doa yang selalu penulis panjatkan untuk kebahagiaan tanpa akhir bagi keduanya, di dunia dan akhirat.
10. Staf Lembaga Studi Sosial dan Agama, Mas Tedi, Mas Iman, Mba' Rofi, Mas Bums, Mas Yayan, Mas Ubed, Mas Cecep, Mas Nazar, Mas Salam, Kang Awang, Cahyono, Anis dan Putri, yang telah memberikan ruang untuk meningkatkan kualitas intelektual, melalui diskusi, menulis dan menyediakan fasilitas membaca, serta tempat tinggal dengan seluruh fasilitas yang lengkap dan tentunya fasilitas tersebut penulis nikmati dengan gratis.
11. Seseorang yang selalu menemani, di setiap penulis membutuhkan seseorang yang mau mendengarkan keluhan penulis, meski keluhan itu tidak berarti baginya, namun mau mendengarkan saja itu sudah memberikan rasa tenang bagi penulis. Penulis ucapkan terima kasih kepada Fakhrun Nisa', engkaulah perempuan yang selama ini mendampingi dan mensupport penulis untuk segera menyelesaikan penelitian tesis ini.
12. Semua guru penulis yang telah memberikan banyak ilmu, baik ketika di TK Mawar Budi, SDN Harjowinangun I, Madrasah Tsanawiyah (MTs) Qodiriyah

Demak, Madrasah Aliyah NU Tasywiquth Thullab Salafiyah (TBS) Kudus, Madrasah Diniyah Hidayatul Muttaqin, Pondok Pesantren Ath-Thullab maupun ketika di pondok pesantren Daarun Najaah Semarang. Terima kasih banyak atas ilmu dan pengetahuan yang telah diberikan kepada penulis sehingga penulis mampu melanjutkan pendidikan hingga sekarang ini.

13. Seluruh pihak yang telah membantu dan berpartisipasi dalam berbagai hal, penulis mengucapkan banyak terima kasih. Penulis minta maaf apabila tidak dapat menyebutkan nama satu per satu dan juga penulis minta maaf atas kesalahan yang telah penulis lakukan selama ini. Atas perhatian dan partisipasinya penulis ucapkan banyak terima kasih.

Atas semua kebaikan yang telah diberikan kepada penulis, baik secara langsung dan tidak langsung, penulis hanya mampu berdoa semoga Allah menerima sebagai amal kebaikan dan membalasnya dengan balasan yang lebih baik, *jazākum Allahu ahsana al-jaza'*.

Penulis menyadari bahwa penelitian ini masih jauh dari kesempurnaan. Semua itu karena keterbatasan kemampuan penulis. Oleh karena itu, penulis mengharap saran dan kritik dari para pembaca demi sempurnanya penelitian ini. Penulis berharap semoga penelitian ini dapat memberikan bermanfaat bagi penulis khususnya dan para pembaca umumnya.

Semoga Allah *subhānahu wa ta'ālā* senantiasa meridai dan memberikan petunjuk kepada seluruh hamba-Nya yang senantiasa berusaha dan melakukan kebaikan kepada seluruh makhluk hidup di dunia ini.

Semarang, 07 Juni 2016

Muhamad Zainal Mawahib
NIM: 1400028010

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN MAJELIS PENGUJI TESIS	ii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TESIS	iii
HALAMAN ABSTRAK	iv
HALAMAN PEDOMAN TRANSLITERASI LATIN-ARAB	v
HALAMAN MOTTO	ix
HALAMAN PERSEMBAHAN	x
HALAMAN KATA PENGANTAR	xi
HALAMAN DAFTAR ISI	xvi
HALAMAN DAFTAR GAMBAR	xx
HALAMAN DAFTAR TABEL	xxv
BAB I : PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	10
C. Tujuan Penelitian.....	10
D. Signifikansi Penelitian	11
E. Telaah Pustaka.....	12
F. Kerangka Teoritik	15
G. Metode Penelitian	20
H. Sistematika Penulisan	24
BAB II : TINJAUAN UMUM ARAH KIBLAT	
A. Fikih Menghadap Arah Kiblat.....	26
1. Pengertian Arah Kiblat.....	26
2. Dasar Hukum Menghadap Kiblat	29
3. Menghadap Kiblat dalam Kajian Fikih	41
B. Konsep Dasar Penentuan Arah Kiblat	49
1. Lingkaran Bola	49

2.	Arah Kiblat dan Azimut Kiblat	57
C.	Perhitungan Arah Kiblat	59
1.	Menghitung Arah Kiblat	59
2.	Menghitung Azimut Kiblat	61
3.	Perhitungan Arah Kiblat dan Azimut Kiblat	62
D.	Metode Pengukuran Arah Kiblat	63
1.	Pengukuran Arah Kiblat dengan Kompas	64
2.	Pengukuran Arah Kiblat dengan Tongkat <i>Istiwa'</i>	67
3.	Pengukuran Arah Kiblat dengan <i>Rasyd al-Qiblah</i> Global	72
4.	Pengukuran Arah Kiblat dengan <i>Rasyd al-Qiblah</i> Lokal	76
5.	Pengukuran Arah Kiblat dengan Segitiga Siku-siku dari Bayangan Matahari	84
6.	Pengukuran Arah Kiblat dengan Teodolit dari Posisi Matahari	92
7.	Pengukuran Arah Kiblat dengan Azimut Bulan	99
 BAB III : PENGUKURAN ARAH KIBLAT DENGAN SEGITIGA SIKU-SIKU DARI BAYANGAN BULAN		
A.	Bulan sebagai Acuan Pengukuran Arah Kiblat	108
1.	Karakteristik Bulan	108
2.	Peredaran Bulan	113
a.	Gerak Hakiki Bulan	113
1)	Gerak Rotasi Bulan	114
2)	Gerak Revolusi Bulan	115
3)	Gerak Bulan bersama-sama Bumi Mengelilingi Matahari	119
b.	Gerak Semu Bulan	120
1)	Gerak Harian Bulan	121
2)	Fase-fase Bulan	121
3)	Gerak Librasi Bulan	130
4)	Periode Sideris dan Sinodis	130
5)	Kalender Hijriah	132
3.	Cahaya Bulan pada Malam Hari	133

B. Pengukuran Arah Kiblat dengan Segitiga siku-siku dari Bayangan Bulan	134
1. Menghitung Arah Kiblat	134
2. Menghitung Azimut Kiblat	136
3. Menghitung Sudut Waktu Matahari	137
4. Menghitung Sudut Waktu Bulan	139
5. Menghitung Arah Bulan	140
6. Menghitung Azimut Bulan	141
7. Menghitung Sudut Kiblat dari Bayangan Bulan	142
8. Membuat Segitiga Siku-siku dari Bayangan Bulan	143
C. Pengujian terhadap Pengukuran Arah Kiblat dengan Segitiga Siku-siku dari Bayangan Bulan	145
1. Pengujian Pertama Pada Pukul 18:50:49 WIB Tanggal 21 April 2016 M/14 Rajab 1437 H	146
2. Pengujian Kedua Pada Pukul 19:29:11 WIB Tanggal 21 April 2016 M/14 Rajab 1437 H	152
3. Pengujian Ketiga Pada Pukul 20:08:35 WIB Tanggal 21 April 2016 M/14 Rajab 1437 H	158
4. Pengujian Keempat Pada Pukul 02:57:32 WIB Tanggal 22 April 2016 M/14 Rajab 1437 H	164
5. Pengujian Kelima Pada Pukul 20:03:27 WIB Tanggal 22 April 2016 M/15 Rajab 1437 H	170
6. Pengujian Keenam Pada Pukul 20:51:04 WIB Tanggal 22 April 2016 M/15 Rajab 1437 H	176
7. Pengujian Ketujuh Pada Pukul 03:47:25 WIB Tanggal 23 April 2016 M/15 Rajab 1437 H	182
8. Pengujian Kedelapan Pada Pukul 04:04:53 WIB Tanggal 23 April 2016 M/15 Rajab 1437 H	188
9. Pengujian Kesembilan Pada Pukul 20:23:28 WIB Tanggal 23 April 2016 M/16 Rajab 1437 H	195
10. Pengujian Kesepuluh Pada Pukul 21:07:23 WIB Tanggal 23 April 2016 M/16 Rajab 1437 H	201

BAB IV : ANALISIS PENGUKURAN ARAH KIBLAT DENGAN SEGITIGA SIKU-SIKU DARI BAYANGAN BULAN	
A. Analisis Pengukuran Arah Kiblat dengan Segitiga Siku-siku dari Bayangan Bulan	207
B. Analisis Akurasi Hasil Pengukuran Arah Kiblat dengan Segitiga Siku-siku dari Bayangan Bulan	228
C. Analisis Faktor-faktor Akurasi Pengukuran Arah Kiblat dengan Segitiga Siku-siku dari Bayangan Bulan	245
BAB V : PENUTUP	
A. Kesimpulan	262
B. Saran	264
C. Penutup	265
DAFTAR PUSTAKA	266
INDEKS	273
GLOSARI	280
LAMPIRAN-LAMPIRAN	284
Lampiran 1 : Data Deklinasi Magnetik di Lintang Tempat (ϕ^x) $-6^{\circ} 59' 14,88''$ LS dan Bujur Tempat (λ^x) $110^{\circ} 21' 17,52''$ BT pada tanggal 26 Maret 2016	285
Lampiran 2 : Data Ephemeris Tanggal 22 Maret 2016	286
Lampiran 3 : Data Ephemeris Tanggal 27 Maret 2016	287
Lampiran 4 : Data Ephemeris Tanggal 28 Maret 2016	288
Lampiran 5 : Data Ephemeris Tanggal 20 April 2016	289
Lampiran 6 : Data Ephemeris Tanggal 21 April 2016	290
Lampiran 7 : Data Ephemeris Tanggal 22 April 2016	291
Lampiran 8 : Data Ephemeris Tanggal 23 April 2016	292
Lampiran 9 : Data Ephemeris Tanggal 27 Mei 2016	293
Lampiran 10 : Peta <i>International Date Line, Greenwich</i> dan <i>Time Zone</i>	294
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	295

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. : Bayangan Bulan terlihat dari sebuah Bolpen yang tegak lurus, gambar ini diambil dengan Kamera Canon EOS 1200D pada tanggal 30 September 2015 bertepatan dengan tanggal 16 Zulijah 1436 H di Perum Bukit Walisongo Permai No. 11.	9
Gambar 2.1. : Lingkaran yang di tengahnya terdapat titik P disebut sebagai titik pusat dan garis r yang disebut sebagai jari-jari lingkaran.	50
Gambar 2.2. : Lingkaran bola yang di dalamnya terdapat lingkaran besar dan lingkaran kecil.	53
Gambar 2.3. : Lingkaran bola bumi.	56
Gambar 2.4. : Arah kiblat yang diukur dari titik utara dan azimuth kiblat yang diukur dari titik utara ke timur, selatan dan barat (UTSB).	59
Gambar 2.5. : Arah kiblat kompas di koordinat lintang: $-6^{\circ} 59' 14,88''$ (LS) dan bujur: $110^{\circ} 21' 17,52''$ (BT) pada tanggal 26 Maret 2016.	67
Gambar 2.6. : Sebuah Tongkat <i>Istiwa'</i> yang menjadi titik pusat sebuah lingkaran berdiri tegak lurus dengan bidang datar.	70
Gambar 2.7. : Tongkat <i>Istiwa'</i> dengan memanfaatkan bayangan matahari untuk menentukan arah utara, timur, selatan dan barat.	71
Gambar 2.8. : Arah Kiblat Masjis Kampus I UIN Walisongo Semarang yang diukur dengan alat bantu penggaris busur.	71
Gambar 2.9. : Arah kiblat Masjid Kampus I UIN Walisongo diukur dengan menggunakan rumus segitiga siku-siku dari garis utara selatan.	72
Gambar 2.10.: Posisi Matahari pada tanggal 27 Mei 2016 Pukul 16 : 17 : 53,71 WIB berada di atas Kakbah, maka pada itu bayangan setiap benda yang tegak lurus adalah mengarah ke arah kiblat.	76
Gambar 2.11.: <i>Rasyd al-qiblah</i> lokal di Masjid Kampus III UIN Walisongo	83

Semarang pada tanggal 27 Maret 2016 pukul 13:07:06.40 WIB.

Gambar 2.12.: Segitiga siku-siku dari bayangan Matahari di Masjid Ngaliyan Semarang tanggal 27 Maret 2016 pukul 09:10:54 WIB.	91
Gambar 3.1. : Gerak rotasi dan revolusi Bulan dari barat ke timur yang mengitari Bumi.	114
Gambar 3.2. : Permukaan Bulan sisi dekat (<i>nearside</i>) dan sisi jauh (<i>farside</i>).	115
Gambar 3.3. : Posisi pergerakan Bulan untuk menempuh periode waktu sideris dan sinodis.	116
Gambar 3.4. : Posisi Matahari, Bumi dan Bulan bergerak pada peredarannya masing-masing, dimana Bumi dan Bulan sama-sama bergerak mengelilingi Matahari.	120
Gambar 3.5. : Posisi Matahari, Bumi dan Bulan dalam empat fase utama.	122
Gambar 3.6. : Bentuk Bulan yang terlihat dari Bumi pada saat berada pada posisi empat fase utama Bulan.	123
Gambar 3.7. : Fase-fase Bulan.	124
Gambar 3.8. : Bentuk Bulan yang terlihat pada fase-fase Bulan.	130
Gambar 3.9. : Arah kiblat segitiga siku-siku dari bayangan Bulan	145
Gambar 3.10.: Bayangan Bulan pada pengujian pertama yang dilakukan pada pukul 18:50:49 WIB tanggal 21 April 2016 bertepatan dengan tanggal 14 Rajab 1437 H yang diambil dengan Kamera Nikon D3200.	146
Gambar 3.11.: Hasil pengujian pertama pada pukul 18:50:49 WIB tanggal 21 April 2016 bertepatan dengan tanggal 14 Rajab 1437 H.	151
Gambar 3.12.: Ilustrasi hasil pengujian pertama pada pukul 18:50:49 WIB tanggal 21 April 2016 bertepatan dengan tanggal 14 Rajab 1437 H.	151
Gambar 3.13.: Bayangan Bulan pada pengujian kedua yang dilakukan pada pukul 19:29:11 WIB tanggal 21 April 2016 bertepatan dengan tanggal 14 Rajab 1437 H yang diambil dengan Kamera Nikon D3200.	152

Gambar 3.14.: Hasil pengujian kedua pada pukul 18:50:49 WIB tanggal 21 April 2016 bertepatan dengan tanggal 14 Rajab 1437 H.	157
Gambar 3.15.: Ilustrasi hasil pengujian kedua pada pukul 18:50:49 WIB tanggal 21 April 2016 bertepatan dengan tanggal 14 Rajab 1437 H.	157
Gambar 3.16.: Bayangan Bulan pada pengujian ketiga yang dilakukan pada pukul 20:08:35 WIB tanggal 21 April 2016 bertepatan dengan tanggal 14 Rajab 1437 H yang diambil dengan Kamera Nikon D3200.	158
Gambar 3.17.: Hasil pengujian ketiga pada pukul 20:08:35 WIB tanggal 21 April 2016 bertepatan dengan tanggal 14 Rajab 1437 H.	163
Gambar 3.18.: Ilustrasi hasil pengujian ketiga pada pukul 20:08:35 WIB tanggal 21 April 2016 bertepatan dengan tanggal 14 Rajab 1437 H.	163
Gambar 3.19.: Bayangan Bulan pada pengujian keempat yang dilakukan pada pukul 02:57:32 WIB tanggal 22 April 2016 bertepatan dengan tanggal 14 Rajab 1437 H yang diambil dengan Kamera Nikon D3200.	164
Gambar 3.20.: Hasil pengujian keempat pada pukul 02:57:32 WIB tanggal 22 April 2016 bertepatan dengan tanggal 14 Rajab 1437 H.	169
Gambar 3.21.: Ilustrasi hasil pengujian keempat pada pukul 02:57:32 WIB tanggal 22 April 2016 bertepatan dengan tanggal 14 Rajab 1437 H.	170
Gambar 3.22.: Bayangan Bulan pada pengujian kelima yang dilakukan pada pukul 20:03:27 WIB tanggal 22 April 2016 bertepatan dengan tanggal 15 Rajab 1437 H yang diambil dengan Kamera Nikon D3200.	170
Gambar 3.23.: Hasil pengujian kelima pada pukul 20:03:27 WIB tanggal 22 April 2016 bertepatan dengan tanggal 15 Rajab 1437 H.	175
Gambar 3.24.: Ilustrasi hasil pengujian kelima pada pukul 20:03:27 WIB tanggal 22 April 2016 bertepatan dengan tanggal 15 Rajab 1437 H.	176
Gambar 3.25.: Bayangan Bulan pada pengujian keenam yang dilakukan pada pukul 20:51:04 WIB tanggal 22 April 2016 bertepatan dengan tanggal 15 Rajab 1437 H yang diambil dengan Kamera Nikon D3200.	176

Gambar 3.26.: Hasil pengujian keenam pada pukul 20:51:04 WIB tanggal 22 April 2016 bertepatan dengan tanggal 15 Rajab 1437 H.	181
Gambar 3.27.: Ilustrasi hasil pengujian keenam pada pukul 20:51:04 WIB tanggal 22 April 2016 bertepatan dengan tanggal 15 Rajab 1437 H.	182
Gambar 3.28.: Bayangan Bulan pada pengujian ketujuh yang dilakukan pada pukul 03:47:25 WIB tanggal 23 April 2016 bertepatan dengan tanggal 15 Rajab 1437 H yang diambil dengan Kamera Nikon D3200.	182
Gambar 3.29.: Hasil pengujian ketujuh pada pukul 03:47:25 WIB tanggal 23 April 2016 bertepatan dengan tanggal 15 Rajab 1437 H.	188
Gambar 3.30.: Ilustrasi hasil pengujian ketujuh pada pukul 03:47:25 WIB tanggal 23 April 2016 bertepatan dengan tanggal 15 Rajab 1437 H.	188
Gambar 3.31.: Bayangan Bulan pada pengujian kedelapan yang dilakukan pada pukul 04:04:53 WIB tanggal 23 April 2016 bertepatan dengan tanggal 15 Rajab 1437 H yang diambil dengan Kamera Nikon D3200.	189
Gambar 3.32.: Hasil pengujian kedelapan pada pukul 04:04:53 WIB tanggal 23 April 2016 bertepatan dengan tanggal 15 Rajab 1437 H.	194
Gambar 3.33.: Ilustrasi hasil pengujian kedelapan pada pukul 04:04:53 WIB tanggal 23 April 2016 bertepatan dengan tanggal 15 Rajab 1437 H.	194
Gambar 3.34.: Bayangan Bulan pada pengujian kesembilan yang dilakukan pada pukul 20:32:28 WIB tanggal 23 April 2016 bertepatan dengan tanggal 16 Rajab 1437 H yang diambil dengan Kamera Nikon D3200.	195
Gambar 3.35.: Hasil pengujian kesembilan pada pukul 20:32:28 WIB tanggal 23 April 2016 bertepatan dengan tanggal 16 Rajab 1437 H.	200
Gambar 3.36.: Ilustrasi hasil pengujian kesembilan pada pukul 20:32:28 WIB tanggal 23 April 2016 bertepatan dengan tanggal 16 Rajab 1437 H.	200
Gambar 3.37.: Bayangan Bulan pada pengujian kesepuluh yang dilakukan pada pukul 21:07:23 WIB tanggal 23 April 2016 bertepatan dengan tanggal 16 Rajab 1437 H yang diambil dengan	201

Kamera Nikon D3200.

- Gambar 3.38.: Hasil pengujian kesepuluh pada pukul 21:07:23 WIB tanggal 23 April 2016 bertepatan dengan tanggal 16 Rajab 1437 H. 206
- Gambar 3.39.: Ilustrasi hasil pengujian kesepuluh pada pukul 21:07:23 WIB tanggal 23 April 2016 bertepatan dengan tanggal 16 Rajab 1437 H. 206
- Gambar 4.1. : Bayangan Matahari pada pukul 08:30:15 WIB tanggal 20 April 2016 M di tegak lurus dengan tempat datar yang dibuktikan dengan waterpass. 230
- Gambar 4.2. : Hasil pengukuran dengan bayangan Matahari pada pukul 08:30:15 WIB tanggal 20 April 2016 M 233
- Gambar 4.3. : Ilustrasi hasil pengukuran dengan bayangan Matahari pada pukul 08:30:15 WIB tanggal 20 April 2016 M 234
- Gambar 4.4. : Bayangan Bulan pada tanggal 8 Rajab 1437 H yang diambil dengan Kamera Nikon D3200, pada gambar ini telah dilakukan edit kontras cahaya agar lebih jelas. 249

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1.	: Data Statistika Bulan.	112
Tabel 3.2.	: Rasi bintang yang dilewati oleh Bulan.	118
Tabel 3.3.	: Posisi Bulan terhadap Matahari pada saat terjadi delapan fase yang dialami oleh Bulan.	129

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Umat Islam telah sepakat bahwa menghadap ke kiblat merupakan salah satu syarat sah dalam melaksanakan ibadah salat, baik salat fardu maupun salat sunah.¹ Seseorang yang akan mengerjakan salat (*muṣalli*) harus memalingkan seluruh badannya menghadap ke arah kiblat. Menghadap ke arah kiblat dilakukan ketika mengerjakan salat, mulai dari *takbirah al-iḥram* hingga *salam*, dan selama gerakan salat, baik ketika posisi berdiri, rukuk maupun sujud harus selalu berhimpit dengan arah yang menuju ke kiblat (Izzuddin, 2012:159).

Masalah mengetahui arah kiblat, bagi orang yang bisa melihat secara langsung ke Kakbah, tentu perintah menghadap kiblat ini menjadi hal yang tidak masalah dan mudah untuk dilakukan untuk menentukan arah menuju ke Kakbah. Kondisi yang demikian menjadikan orang yang ingin melakukan salat dapat langsung menghadap ke Kakbah secara jelas dan pasti, tanpa terlebih dahulu melakukan perhitungan maupun pengukuran arah kiblat. Kondisi ini tidak dapat diterapkan bagi orang yang tidak dapat melihat Kakbah, baik orang tersebut di dalam kota Mekah maupun di luar kota

¹ Menurut Ibnu Rusyd (1982: 106) umat Islam telah sepakat bahwa menghadap ke baitullah (kiblat) merupakan salah satu syarat sah salat, dengan berdasarkan dalil firman Allah Swt. Sebagai berikut:

وَمِنْ حَيْثُ خَرَجْتَ فَوَلِّ وَجْهَكَ شَطْرَ الْمَسْجِدِ الْحَرَامِ وَإِنَّهُ لَلْحَقُّ مِنْ رَبِّكَ وَمَا اللَّهُ بِرَعَّافٍ عَمَّا تَعْمَلُونَ (١٤٩)

Artinya: “Dan dari mana saja kamu keluar (datang), Maka palingkanlah wajahmu ke arah Masjidil Haram, Sesungguhnya ketentuan itu benar-benar sesuatu yang hak dari Tuhanmu. dan Allah sekali-kali tidak lengah dari apa yang kamu kerjakan.” (QS. al-Baqarah: 149) (Departemen Agama, 2005: 23).

Mekah, sehingga yang demikian menjadi suatu masalah dan terdapat perbedaan pendapat di kalangan ulama fikih (*fuqahā'*) dalam menyikapi masalah menghadap ke arah kiblat ini.

Permasalahan menghadap kiblat bagi orang yang tidak dapat melihat Kakbah secara langsung para ulama berbeda pendapat. Menurut Ibnu Rusyd (1982: 111) ada yang berpendapat *ain al-ka'bah* dan ada yang berpendapat *jihah al-ka'bah*. Pemetaan yang dilakukan oleh Ibnu Rusyd ini merupakan kesimpulan dari pendapat para imam mazhab dalam menyikapi perbedaan para ulama (*ikhtilaf al-'ulama'*) dalam persoalan menghadap kiblat bagi orang yang tidak dapat melihat Kakbah secara langsung.

Sebagaimana yang dijelaskan oleh Imam Syafi'i menyatakan bahwa bagi orang yang jauh dan tidak bisa melihat Kakbah secara langsung, maka bagi dia harus berusaha dengan bersungguh-sungguh (*al-ijtihad*) untuk mengetahui arah kiblat yang benar (*ṣawāb istiḡbal al-bait*) dengan menggunakan petunjuk-petunjuk alam semesta (asy-Syafi'i, 2001: 211). Pendapat Imam Syafi'i ini menunjukkan bahwa *muṣalli* harus berusaha menghadap ke '*ain al-ka'bah* dengan sebuah ijtihad, walaupun hasil usahanya tersebut pada hakikatnya *jihah al-ka'bah*.

Menurut Imam Hanafi bagi yang tidak dapat menghadap ke Kakbah cukup dengan *jihat al-ka'bah* yang diperkirakan (al-Baghdadi, 1997: 26). Pendapat ini senada dengan pendapat Imam Maliki, bahwa bagi yang di luar Mekah atau jauh sehingga tidak mampu menentukan arah kiblat dengan pasti (*'ain al-ka'bah*), maka ia cukup dengan *jihah al-ka'bah*. Dalam hal ini orang tersebut cukup berijtihad dengan mengetahui tanda-tanda alam semesta yang

menunjukkan arah (*jihah*) kiblat, misal cahaya *syafaq*,² Matahari (*al-syams*), bintang kutub (*al-qut*)³ dan planet-planet (Tahir, 1998: 191). Pendapat Imam Maliki ini juga sama dengan pendapat Imam Hanbali, bahwa bagi yang jauh maka menghadap ke kiblat dengan *jihah al-ka'bah* (al-Maqdisi, 2003: 23).

Memperhatikan dari pendapat ulama mazhab, meskipun terdapat perbedaan dalam menyikapi masalah menghadap kiblat bagi seseorang yang tidak bisa melihat Kakbah secara langsung atau yang di luar Mekah ini, namun apabila diperhatikan para ulama mazhab sepakat bahwa sebelum *muṣalli* melakukan salat, terlebih dahulu ia berusaha untuk mencari tahu arah kiblat. Hal ini dapat dipahami, ketika orang yang jauh dari Kakbah dan tidak dapat melihat Kakbah secara langsung, maka susah untuk memastikan mengarah ke Kakbah dengan tepat dan pasti.

Adanya usaha yang demikian ini, walaupun terjadi kesalahan paling tidak *muṣalli* masih dalam ruang lingkup *jihah al-ka'bah* dan menambah keyakinan dalam menghadap ke arah kiblat. Mengingat dalam melakukan ibadah akan merasa semakin yakin dan lebih mantap, manakala dibangun atas dasar keilmuan yang dapat mengarahkan ke arah yang lebih tepat, dalam hal ini menghadap ke arah kiblat (Izzuddin, 2011: 6).

Wacana menghadap ke arah kiblat dalam kajian Ilmu Falak tidak lain merupakan masalah tentang arah, yakni arah yang menuju ke Kakbah di

² Kata *al-syafaq* dapat diartikan sebagai cahaya atau sinar merah yang akan terlihat setelah Matahari terbenam (Munawwir, 2002: 730).

³ Kata *al-qut* dapat diartikan sebagai nama dari sebuah bintang yaitu bintang kutub dan juga bisa diartikan sebagai kutub bumi, baik kutub utara maupun kutub selatan (Munawwir, 2002: 730). Di Timur Tengah, bintang yang dijadikan rujukan utama untuk menentukan arah adalah bintang polaris (*the pole star* atau *al-qut*), yang merupakan satu-satunya bintang yang menunjukkan arah utara Bumi. Dengan berpedoman tanda arah utara yang diperoleh dari bintang polaris ini maka dapat digunakan untuk mengetahui arah kiblat (King, 1993: 18).

Mekah. Arah menuju ke Kakbah dapat ditentukan dari setiap titik atau suatu tempat yang bersangkutan di permukaan Bumi dengan melakukan perhitungan dan pengukuran (Khazin, 2004: 47). Sementara yang dimaksudkan arah kiblat menurut Slamet Hambali (2011a: 179) adalah arah atau jarak terdekat sepanjang lingkaran besar (*great circle*) dalam bola bumi yang melewati Kakbah di Mekah dengan tempat yang bersangkutan.

Melakukan perhitungan arah kiblat pada dasarnya adalah kegiatan menghitung untuk mengetahui arah yang menunjukkan ke arah Kakbah guna sebagai dasar untuk menetapkan ke arah mana Kakbah di Mekah itu apabila dilihat dari suatu tempat di permukaan bumi. Upaya ini dilakukan agar orang yang akan melakukan salat dalam semua gerakan salatnya dapat mengarah ke Kakbah yang ada di Mekah.

Upaya untuk menentukan arah kiblat yang benar (*ṣawāb istiḡbal al-bait*) yang dilakukan *muṣolli* sebelum melakukan ibadah salat menurut Imam Syafi'i (2001: II/212) dapat menggunakan petunjuk-petunjuk alam semesta. Petunjuk-petunjuk alam dapat dijadikan acuan dalam menentukan arah kiblat menurut Imam Syafi'i di antaranya bintang (*al-nujūm*), Matahari (*al-syams*), Bulan (*al-qamar*), gunung (*al-jabal*), hembusan angin (*mahabb al-rīḥ*) dan sebagainya.⁴

⁴ Petunjuk-petunjuk ini menurut Imam Syafi'i (2001: 211) sebagaimana yang difirmankan Allah Swt:

وَهُوَ الَّذِي جَعَلَ لَكُمُ اللَّجُومَ لِتَهْتَدُوا بِهَا فِي ظُلُمَاتِ الْبَرِّ وَالْبَحْرِ قَدْ فَصَّلْنَا الْآيَاتِ لِقَوْمٍ يَعْلَمُونَ (٩٧)

Artinya: “Dan Dialah yang menjadikan bintang-bintang bagimu, agar kamu menjadikannya petunjuk dalam kegelapan di darat dan di laut. Sesungguhnya Kami telah menjelaskan tanda-tanda kebesaran (Kami) kepada orang-orang yang mengetahui” (QS. al-An‘am: 97) (Departemen Agama, 2005: 140).

وَعَلَامَاتٍ وَبِالنَّجْمِ هُمْ يَهْتَدُونَ (١٦)

Artinya: “Dan (Dia ciptakan) tanda-tanda (penunjuk jalan). Dan dengan bintang-bintang itulah mereka mendapat petunjuk” (QS. al-Nahl: 16) (Departemen Agama, 2005: 269).

Pemikiran tentang penentuan arah kiblat terdahulu yang disampaikan oleh Imam Syafi'i ini dengan didukung teknologi di era perkembangan ilmu pengetahuan pada sekarang ini, secara tidak langsung memberikan kontribusi dalam perkembangan Ilmu Falak pada era sekarang ini, khususnya dalam bidang metode penentuan arah kiblat.

Metode penentuan arah kiblat dari masa ke masa mengalami perkembangan, dari metode tradisional hingga metode modern. Perkembangan metode penentuan arah kiblat ini dapat dilihat dari sistem pengukuran yang digunakan untuk mengukur, seperti Tongkat *Istiwa'*, *Rubu' Mujaiyab*, Kompas, *Mizwala* dan Teodolit. Selain itu, metode penentuan arah kiblat apabila dilihat dari sistem perhitungan yang digunakan juga mengalami perkembangan, baik mengenai data koordinat maupun alat hitung (Izzuddin, 2012a: 29). Keberadaan alat bantu hitung ini sangat membantu dan faktor penentu dalam nilai akurasi dalam proses penentuan arah kiblat. Alat-alat tersebut seperti *Rubu' Mujaiyab*, daftar logaritma, *calculator scientific*, GPS (*Global Positioning System*) dan software-software, di antaranya *Qibla Locator*, *Google Earth*, *Mawaaqit 2001*, *al-Miqat* dan sebagainya.

Pada sekarang ini, menurut Ahmad Izzuddin (2012a: 29) metode yang sering digunakan untuk menentukan arah kiblat ada dua macam, yaitu azimuth kiblat dan *rasyd al-qiblah* atau disebut juga dengan istilah teori sudut atau teori bayangan. Metode azimuth kiblat adalah busur atau lingkaran horizon atau ufuk dihitung dari titik utara ke arah timur (searah dengan jarum jam) sampai dengan titik kiblat (Hambali, 2011a: 183).

Metode azimut kiblat apabila dilihat dari praktiknya dapat dibedakan menjadi dua, yaitu azimut kiblat dengan Teodolit dan azimut kiblat dengan bayangan Matahari.⁵ Implementasi dari kedua metode ini dengan memanfaatkan Matahari sebagai pedoman dalam menentukan arah utara sejati (*true north*). Pemanfaatan Matahari sebagai acuan dalam metode ini, pada perjalanannya kemudian metode azimut kiblat ini juga disebut dengan istilah metode azimut Matahari.

Metode *rasyd al-qiblah* yang semakna dengan jalan ke kiblat, karena pada waktu itu bayang-bayang benda yang mengenai suatu tempat menunjukkan ke arah kiblat.⁶ *Rasyd al-qiblah* ini ada dua jenis, yaitu *rasyd al-qiblah* tahunan dan *rasyd al-qiblah* harian.⁷ Kedua metode ini juga tidak akan menghasilkan pengukuran yang akurat, apabila dalam perhitungan dan pengukurannya tidak didukung dengan data-data astronomis yang terbaru dan menggunakan rumus telah teruji akurasinya serta menggunakan alat hitung dan alat ukur yang modern.

Metode azimut kiblat dan metode *rasyd al-kiblah* ini dalam praktiknya juga memanfaatkan Matahari sebagai acuan untuk menentukan arah utara sejati (*true north*), bukan arah utara magnetik. Dengan demikian kedua

⁵ Metode azimut kiblat ini yang membedakan adalah alat bantu yang digunakan untuk menentukan arah utara sejati (*true north*). Dalam metode azimut kiblat ini disebut juga sebagai metode penentuan arah kiblat dengan Teodolit. Sedangkan metode azimut kiblat dengan bayangan Matahari ini dikembangkan oleh Slamet Hambali (2013:156) dengan istilah metode pengukuran arah kiblat dengan segitiga siku-siku dari bayangan Matahari yang hasilnya akurat dan sama dengan hasil pengukuran menggunakan alat Teodolit.

⁶Metode *rasyd al-qiblah* yang dimaksudkan adalah dengan memanfaatkan bayang-bayang Matahari yang mengarah ke kiblat adalah bayangan benda yang tegak lurus dan di tempat datar pada saat tertentu sesuai dengan hasil perhitungan yang menunjukkan ke arah kiblat (Hambali, 2011: 192).

⁷ Menurut Slamet Hambali (2011: 192) yang dimaksudkan dengan *rasyd al-qiblah* tahunan ditetapkan tanggal 27/28 Mei dan tanggal 15/26 Juli tiap-tiap tahun sebagai *yaum al-rasyd al-qiblah*. Sedangkan *rasyd al-qiblah* harian dapat dicari dengan melakukan perhitungan terlebih dahulu.

metode ini hanya dapat dilakukan dengan bantuan Matahari dan harus dilakukan pada siang hari. Manakala kondisi alam tidak mendukung, misalnya cuaca mendung atau malam hari, tentu kedua metode ini tidak dapat diterapkan dalam menentukan arah kiblat.

Sebagai alternatif untuk dapat melakukan penentuan arah kiblat pada malam hari, maka terdapat metode pengukuran arah kiblat khusus yang hanya dapat digunakan pada malam hari. Metode ini adalah metode azimut Bulan sebagai acuan dalam penentuan arah kiblat yang diformulasikan oleh Alvian Meydiananda dalam penelitiannya.⁸

Metode azimut Bulan sebenarnya seperti metode azimut kiblat hanya saja yang dijadikan rujukan untuk menentukan arah utara sejatinya yang berbeda. Dimana metode azimut kiblat atau azimut Matahari berpatokan pada Matahari, sedangkan azimut Bulan berpatokan pada Bulan. Kedua metode tersebut, dalam praktiknya harus didukung dengan data-data astronomis terbaru dan alat pengukuran yang canggih, seperti GPS dan Teodolit. Tentunya alat-alat yang demikian tidak dimiliki oleh setiap orang, sebab alat-alat ini termasuk alat yang bisa dibilang mahal bagi kalangan tertentu.

Melihat adanya kelemahan dari metode-metode di atas, maka ada alternatif lain yang belum dikembangkan selama ini, yaitu pemanfaatan bayangan Bulan sebagai acuan penentuan arah kiblat pada malam hari. Alternatif ini mengacu pada Bulan yang merupakan salah satu benda langit yang memiliki gerak yang beraturan dalam mengelilingi Bumi. Hal ini

⁸ Metode azimut Bulan sebagai acuan penentuan arah kiblat ini merupakan metode yang dikembangkan oleh Alvian Meydiananda. Berdasarkan hasil penelitian yang merupakan uji akurasi dari metode yang relatif baru ini menghasilkan pengukuran yang akurat dan hasilnya sama dengan hasil metode azimut kiblat atau azimut Matahari (Meydiananda, 2012: 84).

dibuktikan dengan adanya perubahan penampakan bentuk Bulan yang tetap. Perubahan penampakan Bulan yang terlihat dari Bumi ini yang kemudian dikenal dengan istilah fase bulan.

Proses ini sangat penting bagi peradaban manusia karena perubahan demi perubahan ini secara berlangsung secara berkesinambungan, sehingga memperlihatkan pola keteraturan tersendiri. Fenomena ini dimanfaatkan sebagai petunjuk sistem organisasi waktu atau lebih dikenal sebagai sistem kalender. Sistem kalender seperti ini dikenal sebagai kalender bulan atau kalender lunar (Sudibyo, 2012: 239).

Selain itu juga, menurut Muh. Ma'rufin Sudibyo (2012: 241) Bulan memiliki kesamaan dengan Matahari,⁹ yaitu keduanya bercahaya cukup terang. Bedanya, Matahari menerangi langit pada siang dengan terang benderang, sementara Bulan, khususnya ketika bulan purnama membuat temeram langit malam. Apabila dibandingkan, Matahari 400.000 kali lipat lebih terang dibandingkan dengan Bulan Purnama dan intensitas cahaya Bulan Purnama sebenarnya hanya 0,001 % cahaya Matahari.

⁹ Berkaitan tentang fenomena cahaya Mahatari dan cahaya Bulan ini, al-Qur'an membedakan antara kedua benda langit tersebut. Dalam hal ini al-Qur'an menjelaskan bahwa Matahari benda langit yang bersinar, sedangkan Bulan benda langit yang bercahaya. Sebagaimana yang telah dijelaskan di al-Qur'an dalam Surat Yunus ayat 5:

هُوَ الَّذِي جَعَلَ الشَّمْسَ ضِيَاءً وَالْقَمَرَ نُورًا وَقَدَرَهُ مَنَازِلَ لِتَعْلَمُوا عَدَدَ السِّنِينَ وَالْحِسَابَ مَا خَلَقَ اللَّهُ تِلْكَ إِلَّا بِالْحَقِّ يُفَصِّلُ الْآيَاتِ لِقَوْمٍ يَعْلَمُونَ (٥)

Artinya : “Dialah yang menjadikan matahari bersinar dan bulan bercahaya dan ditetapkan-Nya manzilah-manzilah (tempat-tempat) bagi perjalanan bulan itu, supaya kamu mengetahui bilangan tahun dan perhitungan (waktu). Allah tidak menciptakan yang demikian itu melainkan dengan hak. Dia menjelaskan tanda-tanda (kebesaran-Nya) kepada orang-orang yang mengetahui.” (QS. Yunus: 5) (Departemen Agama, 2005: 208).

Memperhatikan fenomena tersebut, walaupun cahaya Matahari jauh lebih terang apabila dibandingkan dengan cahaya Bulan,¹⁰ namun bukan berarti cahaya Bulan ketika malam hari yang sampai ke Bumi tidak memiliki bayangan. Cahaya dari Bulan pada malam hari tetap menghasilkan bayangan, meskipun tidak seperti bayangan yang dihasilkan oleh cahaya Matahari yang sangat terang pada siang hari. Hal ini dapat diperhatikan pada gambar berikut:

Gambar 1.1.: Bayangan Bulan terlihat dari sebuah Bolpen yang tegak lurus, gambar ini diambil dengan Kamera Canon EOS 1200D pada tanggal 30 September 2015 bertepatan dengan tanggal 16 Zulijah 1436 H di Perum Bukit Walisongo Permai No. 11.



Berangkat dari latar belakang di atas, maka peneliti melakukan sebuah penelitian tentang pemanfaatan bayangan Bulan ketika malam hari sebagai acuan dalam pengukuran arah arah kiblat. Penelitian ini akan peneliti angkat dalam tesis dengan judul “Metode Penentuan Arah Kiblat dengan Segitiga Siku-siku dari Bayangan Bulan”. Besar harapan dari penelitian ini dapat

¹⁰ Pada dasarnya Bulan tidak memiliki sinar seperti Matahari, apabila bulan kelihatan bersinar pada lama hari, sebetulnya sinar tersebut adalah pantulan dari sinar Matahari yang mengenai bulan. Dalam pemahaman ini Tono Saksono (2007: 31) menggambarkannya seperti di suatu kegelapan ketika menggunakan baterai (*flash light*) untuk menyinari batu, maka bati tersebut memantulkn sinar cahaya dan nampak seolah-olah bercahaya dan kemudian ditangkap oleh kornea mata.

memberikan kontribusi dalam khazanah ilmu falak, khusus dalam bidang penentuan arah kiblat.

B. Rumusan Masalah

Agar menjadi lebih spesifik dan sesuai dengan titik tekan kajian dalam penelitian ini, maka harus ada sebuah rumusan masalah yang fokus. Hal ini dimaksudkan agar dalam penelitian ini tidak melebar dari apa yang dikehendaki. Merujuk pada latar belakang permasalahan di atas, maka dapat dikemukakan bahwa pokok-pokok permasalahan dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana langkah-langkah yang dilakukan dalam pengukuran arah kiblat dengan segitiga siku-siku dari bayangan bulan?
2. Bagaimana akurasi pengukuran arah kiblat dengan segitiga siku-siku dari bayangan bulan?
3. Mengapa pengukuran arah kiblat dengan segitiga siku-siku dari bayangan Bulan dapat menghasilkan arah kiblat yang akurat?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini sebenarnya untuk menjawab apa yang telah dirumuskan dalam rumusan masalah di atas. Berkaitan dengan pokok-pokok permasalahan sudah dipaparkan, maka tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui langkah-langkah yang dilakukan dalam pengukuran arah kiblat dengan segitiga siku-siku dari bayangan bulan.

2. Mengetahui akurasi pengukuran dalam pengukuran arah kiblat dengan segitiga siku-siku dari bayangan bulan.
3. Mengetahui alasan yang menjadikan pengukuran arah kiblat dengan segitiga siku-siku dari bayangan Bulan dapat menghasilkan arah kiblat yang akurat.

D. Signifikansi Penelitian

Penelitian ini diharapkan mempunyai signifikan yang besar dalam khazanah keilmuan, khususnya dalam diskursus Ilmu Falak. Adapun signifikansi dari penelitian ini adalah:

1. Secara teoritis, melalui deskripsi yang komprehensif dalam proses pengukuran arah kiblat dengan menggunakan segitiga siku-siku dari bayangan Bulan ini, diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, khususnya dalam khazanah Ilmu Falak tentang arah kiblat, sehingga menjadi pedoman baru dalam pengukuran arah kiblat, serta pemanfaatan teknologi yang sederhana dalam melakukan pengukuran arah kiblat.
2. Secara praktis, hasil pengujian metode pengukuran arah kiblat dengan segitiga siku-siku dari bayangan Bulan ini, diharapkan dapat memberikan alternatif bagi umat Islam dalam pengukuran dan/atau meluruskan arah kiblat yang dilakukan pada malam hari dengan menggunakan teknologi yang sederhana, namun menghasilkan arah kiblat yang akurat.

E. Telaah Pustaka

Sejauh penelusuran peneliti, belum diketahui adanya penelitian atau tulisan yang mendetail yang membahas tentang pengukuran arah kiblat dari bayangan Bulan, akan tetapi ada penelitian-penelitian yang sangat terkait dengan penelitian ini. Sebelumnya ada penelitian yang berhasil memformulasikan langkah-langkah pengukuran arah kiblat dengan azimut Bulan dengan menggunakan alat bantu Teodolit. Penelitian yang pernah dilakukan oleh Alvian Meydiananda, *Uji Akuarasi Azimuth Bulan Sebagai Acuan Penentuan Arah Kiblat* (2012: 84) ini berkesimpulan bahwa pengukuran arah kiblat menggunakan metode azimut Bulan dengan menggunakan alat Teodolit dapat menghasilkan pengukuran kiblat yang akurat.

Selanjutnya penelitian yang sangat terkait dengan penelitian ini adalah penelitian yang dilakukan oleh Slamet Hambali (2010) tentang *Metode Pengukuran Arah Kiblat dengan Segitiga Siku-siku dari Bayangan Matahari Setiap Saat*. Penelitian ini berkesimpulan bahwa pengukuran dengan alat sederhana ini dapat menghasilkan hasil yang akurat, dengan catatan harus didukung dengan data-data astronomis yang terbaru dan ketentuan yang benar. Pemikiran original Slamet Hambali ini juga dapat dijumpai dalam buku *Ilmu Falak 1: Penentuan Awal Waktu Salat dan Arah Kiblat Seluruh Dunia* (Hambali, 2011a) dan *Ilmu Falak: Arah Kiblat Setiap Saat* (Hambali, 2013).

Pemikiran Slamet Hambali yang original ini diteliti yang kemudian dijadikan sebuah tema penelitian yang dilakukan oleh Barokatul Laili,

Analisis Metode Pengukuran Arah Kiblat Slamet Hambali, 2013. Penelitian ini berkesimpulan bahwa konsep pemikiran Slamet Hambali merupakan konsep yang murni lahir dari pemikirannya. Sulitnya masyarakat umum untuk memiliki alat Teodolit sebagai metode penentuan arah kiblat merupakan alasan utamanya dalam membangun metode tersebut.

Penelitian ini juga memperoleh kesimpulan bahwa konsep fikih arah kiblat, Slamet Hambali sependapat dengan Imam Syafi'i yang mengatakan wajib bagi orang yang berada jauh dari Kakbah untuk berijtihad semaksimal mungkin dalam menghadap Kakbah. Konsep perhitungan yang digunakan yaitu konsep trigonometri bola (*spherical trigonometry*) yang mengasumsikan Bumi bulat, bukan bidang datar. Di mana metode ini menghasilkan hasil pengukuran yang akurat.

Berdasarkan penelitian-penelitian tersebut yang membedakan dengan penelitian ini adalah obyek penelitian dan alat yang digunakan dalam proses pengukuran arah kiblat. Dimana dalam penelitian ini akan memanfaatkan bayangan Bulan pada malam hari dengan menggunakan alat yang sederhana, yaitu dengan menggunakan segitiga siku-siku.

Diskursus tentang penentuan arah kiblat secara umum sudah banyak dikaji oleh para peneliti. Di antaranya adalah penelitian yang dilakukan oleh Ahmad Izzuddin, *Kajian Terhadap Metode-metode Penentuan Arah Kiblat dan Akuranya*, 2011. Penelitian yang merupakan disertasi ini berkesimpulan bahwa menghadap ke arah kiblat memiliki makna arah menghadap, bukan arah perjalanan sebagaimana yang dijelaskan dalam teori navigasi. Dalam perhitungannya untuk mengetahui arah menghadap dapat dilakukan dengan

menggunakan teori trigonometri dan teori geodesi. Adapun yang paling akurat adalah menggunakan teori geodesi.

Selanjutnya ada penelitian yang dilakukan oleh Iwan Kuswidi (2003) yang merupakan bahan untuk menyelesaikan Strata 1 di Fakultas Syari'ah Universitas Islam Negeri (UIN) Sunan Kalijaga Yogyakarta yang berjudul *Aplikasi Trigonometri dalam Penentuan Arah Kiblat*. Skripsi ini menjelaskan tentang perhitungan arah kiblat dilakukan di atas permukaan Bumi yang berbentuk mendekati bola, dengan menggunakan ilmu ukur segitiga bola. Rumus-rumus trigonometri tersebut kemudian diaplikasikan untuk menentukan arah kiblat.

Selain itu ada penelitian yang dilakukan oleh Ila Nurmila, *Aplikasi Metode Azimuth Kiblat dan Rashdul Kiblat dengan Penggunaan Rubu' Mujayyab*, 2012. Penelitian tesis ini memformulasikan metode azimuth kiblat dan *rasyd al-qiblah* dengan menggunakan alat *Rubu' Mujaiyab*. Ada juga penelitian Farid Wadji, *Penerapan Algoritma Jean Meeus dalam Pengukuran Arah Kiblat dengan Theodolite*, 2012. Penelitian ini mendeskripsikan pengukuran arah kiblat dengan menggunakan data-data dari Algoritma Jean Meeus kemudian diaplikasikan dalam pengukuran arah kiblat menggunakan alat bantu Teodolit.

Di samping itu, ada juga penelitian yang dilakukan oleh Ahmad Syaikhu, *Perhitungan Arah Kiblat dengan Faktor Koreksi Elipsoid Bumi*, 2011. Penelitian Tesis ini membahas perhitungan arah kiblat dengan sudut pandang koreksi elipsoid, membahas perhitungan arah kiblat dengan sudut pandang koreksi elipsoid, yang menjadi titik fokus dalam penelitian ini faktor

elipsoid bumi terhadap arah kiblat itu sendiri. Hasil dari penelitian tersebut mengungkapkan bahwa faktor elipsoid bumi memiliki tingkat deviasi yang cukup signifikan terhadap perhitungan arah kiblat.

Ada juga penelitian yang dilakukan oleh Ismail Khudhori yang merupakan Skripsi di Fakultas Syari'ah IAIN Walisongo Semarang, *Studi tentang Pengecekan Arah Kiblat Masjid Agung Surakarta* (2005). Secara garis besar dalam melakukan pengecekan arah kiblat masjid Agung Surakarta dengan metode azimuth kiblat dan *rasyd al-qiblah*, karena dua metode ini dianggap sesuai dengan perkembangan ilmu teknologi. Akan tetapi dalam skripsi ini tidak membahas bagaimana metode arah kiblat yang digunakan pada waktu pendirian masjid yang menjadi obyek penelitian.

Berdasarkan tinjauan pustaka di atas, belum ada penelitian atau tulisan yang membahas tentang pengukuran arah kiblat dengan menggunakan segitiga siku-siku dari bayangan Bulan. Dengan demikian penelitian ini berbeda dengan kajian-kajian sebelumnya, yang mayoritas dalam penelitian-penelitian tersebut menjelaskan tentang pengukuran arah kiblat dengan menggunakan metode azimuth kiblat dan *rasyd al-qiblah* dengan memanfaatkan Matahari sebagai acuan untuk menentukan arah utara sejati.

F. Kerangka Teoritik

Teks perintah menghadap ke kiblat yang berbunyi *fawalli*,¹¹ yang memiliki makna “maka palingkanlah”, menurut Ahmad Izzuddin (2011)

¹¹ Kata *fawalli* dalam al-Qur'an terulang 3 kali yang semuanya menerangkan tentang arah kiblat. Kata *fawalli* terdapat di Surat al-Baqarah ayat 144, 149 dan 150:

memiliki arti seluruh badan dan semua gerakan orang yang sedang melaksanakan salat harus menghadap kiblat, baik ketika berdiri, rukuk maupun sujud mengarah pada arah menuju Kakbah. Arah menghadap ke Kakbah atau kiblat dalam konteks ini memiliki makna arah menghadap, bukan arah perjalanan. Dimana arah menghadap ini menunjukkan arti menghadap dengan arah yang terdekat (Hambali, 2010: 1), dalam hal ini arah terdekat menghadap menuju ke Kakbah.

Menurut Ahmad Izzuddin (2011) ada tiga teori dasar yang digunakan dalam menentukan arah menghadap ke kiblat suatu tempat di permukaan bumi, yaitu teori trigonometri bola, teori geodesi dan teori navigasi. Dalam teori trigonometri bola dan teori geodesi menggunakan acuan arah yang mengikuti garis dengan sudut arah kiblat yang sesuai (*orthodrom*). Sedangkan

قَدْ نَرَى تَقَلُّبَ وَجْهِكَ فِي السَّمَاءِ فَلَا نُؤَلِّدُكَ قِبْلَةً تَرْضَاهَا فَوَلِّ وَجْهَكَ شَطْرَ الْمَسْجِدِ الْحَرَامِ وَحَيْثُ مَا كُنْتُمْ فَوَلُّوا
وُجُوهَكُمْ شَطْرَهُ وَإِنَّ الْأُنثَىٰ أَضْيَقَ لِیَعْلَمُونَ أَنَّهُ الْحَقُّ مِنْ رَبِّهِمْ وَمَا اللَّهُ بِغَافِلٍ عَمَّا یَعْمَلُونَ (١٤٤)

Artinya: “Sesungguhnya Kami melihat muka engkau (Muhammad) menengadah-nengadah ke langit, maka Kami palingkanlah engkau kepada kiblat yang engkau ingini. Sebab itu palingkanlah muka engkau ke pihak Masjidil Haram. Dan di mana saja kamu semua berada palingkanlah mukamu ke pihaknya. Dan sesungguhnya orang-orang yang diberi kitab mengetahui bahwa-sanya itu adalah kebenaran dari Tuhan mereka. Dan tidaklah Allah lengah dari apapun yang kamu amalkan.” (QS. al-Baqarah: 149) (Departemen Agama, 2005: 22)

وَمِنْ حَيْثُ خَرَجْتَ فَوَلِّ وَجْهَكَ شَطْرَ الْمَسْجِدِ الْحَرَامِ وَإِنَّهُ لَلْحَقُّ مِنْ رَبِّكَ وَمَا اللَّهُ غَافِلٌ عَمَّا تَعْمَلُونَ (١٤٩)

Artinya: “Dan dari mana saja kamu keluar (datang), Maka palingkanlah wajahmu ke arah Masjidil Haram, Sesungguhnya ketentuan itu benar-benar sesuatu yang hak dari Tuhanmu. dan Allah sekali-kali tidak lengah dari apa yang kamu kerjakan.” (QS. al-Baqarah: 149) (Departemen Agama, 2005: 23).

وَمِنْ حَيْثُ خَرَجْتَ فَوَلِّ وَجْهَكَ شَطْرَ الْمَسْجِدِ الْحَرَامِ وَحَيْثُ مَا كُنْتُمْ فَوَلُّوا وُجُوهَكُمْ شَطْرَهُ لِئَلَّا یَكُونَ لِلنَّاسِ
عَلَيْكُمْ حُجَّةٌ إِلَّا لَأَنْ یُرِیَظِلْمُوا مِنْهُمْ قَبْلَ أَنْ یَحْسَبُوا أَنَّهُمْ مُنْعَمُونَ وَإِنَّمَا نِعْمَتُنَا بِكُمْ لَعَلَّكُمْ تَهْتَدُونَ (١٥٠)

Artinya: “Dan dari mana sajabun kamu keluar, maka hadapkanlah muka engkau ke pihak Masjidil Haram, dan di mana sajabun kamu ber-ada, hendaklah kamu hadapkan muka kamu ke pihaknya. Supaya jangan ada alasan bagi manusia hendak mencela kamu. Kecuali orang-orang yang aniaya di antara mereka, maka janganlah kamu takut kepada mereka, dan takutlah kepada Aku. Dan Aku sempurnakan nikmatKu kepada kamu, dan supaya kamu men-dapat petunjuk.” (QS. al-Baqarah: 149) (Departemen Agama, 2005: 23)

teori navigasi menggunakan acuan arah yang mengikuti garis dengan sudut arah tetap (*loxodrom*).

Pengaplikasian teori perhitungan arah kiblat yang sesuai dengan makna arah menghadap kiblat dalam istilah fikih adalah menggunakan teori trigonometri bola dan teori geodesi. Konsep arah dalam kedua teori tersebut menggunakan acuan lingkaran besar yang berpusat pada titik pusat bumi. Dengan demikian kedua teori ini menggunakan makna arah menghadap, bukan arah perjalanan sebagaimana yang digunakan dalam teori navigasi (Izzuddin, 2011: 213).

Teori trigonometri bola dan teori geodesi, walaupun sama-sama menggunakan acuan lingkaran besar, namun keduanya memiliki perbedaan yang mendasar yang berimplikasi pada hasil perhitungan dan pengukuran. Menurut Ahmad Izzuddin (2011) teori trigonometri menggunakan pendekatan bumi dalam bentuk bola, sedangkan teori geodesi lebih melihat dan mempertimbangkan bentuk bumi sebenarnya atau pendekatan elipsoid. Keduanya menghasilkan arah kiblat yang berbeda dengan selisih 8 menit. Adapun yang paling akurat dalam aplikasi penentuan arah kiblat adalah teori geodesi.

Temuan Izzuddin tersebut terlihat lebih mendetail dalam memperlihatkan tingkat akurasi yang dihasilkan oleh teori trigonometri dan teori geodesi. Walaupun demikian menurut Slamet Hambali (2014: 10) di lapangan hasil perhitungan dan pengukuran dari teori trigonometri bola juga sangat akurat. Pembuktian ini Slamet Hambali mencontohkan hasil

pengukuran arah kiblat di Masjid Agung Jawa Tengah (MAJT).¹² Melalui *google earth* akurasi arah kiblat Masjid Agung Jawa Tengah tidak diragukan lagi dan dapat dibuktikan semua orang dari berbagai belahan dunia.

Menentukan arah kiblat ada dua metode, yaitu menghitung azimuth kiblat dan *rasyd al-qiblah*. Metode azimuth kiblat ini memanfaatkan Matahari sebagai penentu untuk menentukan arah utara sejati (*true north*), bukan arah utara magnetik. Pengimplementasian dari metode azimuth kiblat ini ada yang menggunakan alat Teodolit dan segitiga siku-siku dari bayangan Matahari. Sedangkan dalam metode *rasyd al-qiblah* atau semakna dengan jalan ke kiblat, karena pada waktu tertentu bayang-bayang benda yang ada di suatu tempat tertentu menunjukkan ke arah kiblat. Adapun *rasyd al-qiblah* ini ada dua jenis, yaitu *rasyd al-qiblah* tahunan dan *rasyd al-qiblah* harian (Hambali, 2011a: 192).

Kedua metode ini hanya dapat dilakukan dengan bantuan Matahari dan harus dilakukan pada siang hari. Oleh karena itu ketika kondisi alam yang mendung atau pengukuran dilakukan pada malam hari, tentu kedua metode ini tidak dapat diterapkan untuk menentukan arah kiblat. Berangkat dari kelemahan tersebut, agar pengukuran arah kiblat dapat dilakukan pada malam hari dapat memanfaatkan Bulan dengan menggunakan metode azimuth

¹² Pengukuran arah kiblat Masjid Agung Jawa Tengah dilakukan pada hari Senin Wage, 26 Agustus 2002 M, pada saat itu bertepatan tanggal 17 Jumadal Akhirah 1423 H. Dalam pengukuran tersebut disaksikan oleh Kepala Kantor Wilayah (Kakanwil) Departemen Agama (sekarang Kementerian Agama) Jawa Tengah, Drs. H.M. Chabib Thoha, M.A. Wakil Ketua NU Jawa Tengah, KH Masjkuri, Kepala Wilayah V Jawa Tengah dan Kalimantan PT. Utama Karya Heru Djatmiko, Ir Sigit Krida Hariono M.Si., Staf Subdin Bangunan dan Jasa Konstruksi Diskimtaru Jawa Tengah dan beberapa dosen dari Jurusan Geodesi Fakultas Teknik Universitas Diponegoro (Undip). Alat bantu yang dipakai dalam pengukuran arah kiblat Masjid Agung Jawa Tengah pada saat itu menggunakan Teodolit, *Global Positioning System* (GPS), *Scientific Calculator* dan data ephemeris 26 Agustus 2002. *Teodolit* dan GPS adalah kepunyaan Jurusan Geodesi Undip, sedangkan *scientific calculator* dan data ephemeris adalah dari Slamet Hambali (Hambali, 2014: 46).

Bulan. Data azimut Bulan ini yang kemudian dijadikan data untuk mengetahui azimut kiblat.

Dengan demikian untuk menentukan arah menghadap kiblat dapat dilakukan dengan berbagai metode, salah satunya dapat menggunakan metode yang memanfaatkan bayangan Bulan pada malam hari. Metode ini dapat dilakukan dengan menggunakan segitiga siku-siku dari bayangan Bulan. Karena metode ini berdasarkan pada posisi Bulan yang akurat, maka hasil pengukuran dengan segitiga siku-siku dari bayangan Bulan dapat menghasilkan pengukuran yang akurat pula.

Metode ini berbeda dengan metode segitiga siku-siku dari bayangan Matahari yang dikembangkan oleh Slamet Hambali, yang membedakan adalah benda langit yang digunakan untuk mengetahui azimut kiblat. Adapun cara penentuan arah kiblat dengan segitiga siku-siku dari bayangan Bulan, *pertama*, menentukan azimut kiblat. Menentukan azimut kiblat ini diperlukan beberapa data, antara lain: lintang tempat, bujur tempat, lintang Kakbah, bujur Kakbah. Setelah data semua diperoleh dan diolah kemudian dihitung dalam rumus cosinus.

Kedua, menentukan azimut bulan¹³. Untuk menentukan azimut Bulan ini diperlukan data-data sebagai berikut: waktu membidik atau mengambil bayangan Bulan, lintang tempat, bujur tempat, bujur waktu daerah, *equation of time*, *deklinasi* Bulan, *apparent right ascension* Matahari dan *apparent right ascension* Bulan. Setelah data diperoleh kemudian dihitung ke dalam rumus cosinus. *Ketiga*, Menentukan sudut kiblat dari bayangan Bulan. Pada

¹³ Azimut Bulan adalah arah sudut Bulan pada lingkaran horizon diukur mulai dari titik utara ke arah timur atau searah dengan jarum jam sampai ke perpotongan antara lingkaran horizon dengan lingkaran vertikal yang melalui Bulan (Azhari, 2007: 38)

dasarnya sudut kiblat dari bayangan Bulan adalah jarak antara azimut kiblat dengan azimut Bulan. Namun dalam hal ini perlu diupayakan agar sudut kiblat dari bayangan Bulan, besarnya tidak lebih dari 90° agar dapat membentuk segitiga siku-siku.

G. Metode Penelitian

Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan metode penelitian sebagai berikut:

1. Jenis dan Pendekatan Penelitian

Penelitian ini termasuk penelitian lapangan (*field research*). Penelitian ini menggunakan metode penelitian yang bersifat kualitatif¹⁴ dengan pendekatan *arithmetic* (ilmu hitung). Penelitian kualitatif ini merupakan suatu penelitian yang ditujukan untuk mendeskripsikan dan menganalisa fenomena, peristiwa, aktifitas sosial, sikap, kepercayaan, persepsi dan pemikiran orang secara individu maupun kelompok. (Sukmadinata, 2012: 60). Dalam hal ini peneliti mencoba menafsirkan fenomena alam, yakni gerak dan posisi Bulan yang dijadikan sebagai acuan dalam penentuan arah kiblat. Langkahnya dengan memanfaatkan bayangan dari sebuah benda yang tegak lurus yang dibentuk oleh cahaya Bulan pada malam hari.

¹⁴ Menurut Hadawi dan Mimi Martin (1996: 174) penelitian kualitatif adalah penelitian yang bersifat atau memiliki karakteristik bahwa datanya dinyatakan dalam keadaan sewajarnya atau sebagaimana aslinya (*natural setting*) dengan tidak dirubah dalam bentuk simbol-simbol atau bilangan.

2. Sumber Data

Dalam penelitian ini, sumber data digolongkan menjadi dua, yakni data primer¹⁵ dan data sekunder.¹⁶ Dalam hal ini data primer yang digunakan dalam penelitian ini adalah hasil data-data perhitungan dan pengukuran di lapangan dengan menggunakan segitiga siku-siku dari bayangan Bulan pada malam hari.

Penelitian ini juga menggunakan data sekunder yang dijadikan sebagai data pendukung dalam penelitian ini. Data sekunder ini meliputi data-data diperoleh dari hasil dokumentasi yang berupa hasil penelitian, buku, makalah, artikel, ensiklopedi, kamus dan sebagainya. Tentunya data-data sekunder tersebut yang berkaitan dengan tema dalam penelitian ini. Data-data sekunder ini sebagai data tambahan atau pelengkap yang akan menunjang dan membantu peneliti untuk menganalisis dan memahami secara komprehensif dalam penelitian ini.

3. Teknik Pengumpulan Data

Menurut Ratna (2010: 187) merupakan salah satu hal yang terpenting dalam sebuah penelitian adalah data yang valid dan berkualitas. Untuk mendapatkan data-data tersebut itu, maka perlu dilakukan pengumpulan data dengan teknik, metode dan instrumen tertentu. Dalam teknik pengumpulan data ini agar memperoleh data-data

¹⁵ Menurut Ahmad Tanzeh (2011: 80) data primer yang dimaksud merupakan data yang langsung dikumpulkan oleh orang yang berkepentingan atau yang memakai data tersebut.

¹⁶ Data sekunder merupakan data yang tidak secara langsung dikumpulkan oleh orang yang berkepentingan dengan data tersebut. (Tanzeh, 2011: 80).

yang diperlukan dalam penelitian ini, maka dalam penelitian ini menggunakan teknik pengumpulan data sebagai berikut:

a. Teknik Observasi

Metode observasi¹⁷ ini digunakan untuk pengamatan dan pengecekan secara langsung dengan melakukan pengukuran arah kiblat dengan menggunakan segitiga siku-siku dari bayangan Bulan yang dilakukan pada malam hari.

b. Teknik Dokumentasi

Teknik dokumentasi ini bisa diartikan sebagai pengumpulan data dengan melihat atau mencatat suatu laporan yang sudah tersedia, seperti melihat dokumen-dokumen resmi, catatan-catatan, tulisan-tulisan serta buku-buku yang terkait dengan objek yang akan diteliti (Tanzeh, 2012: 92). Dalam penelitian ini, teknik dokumentasi digunakan untuk mengabadikan hasil perhitungan, pengamatan dan pengukuran, baik dalam bentuk naskah, maupun gambar yang berkaitan selama melakukan penelitian ini. Selain itu juga, teknik dokumentasi digunakan untuk mengumpulkan beberapa informasi pengetahuan, fakta dan data yang berkaitan dalam penelitian ini.

4. Metode Analisis Data

Tahapan selanjutnya, setelah semua data yang diperlukan dalam penelitian ini terkumpul, selanjutnya data-data tersebut dipelajari, diolah dan dianalisis dengan teknik tertentu secara kritis. Analisis data ini

¹⁷ Menurut Nana Syaodih Sukmadinata (2012: 220) observasi atau pengamatan merupakan suatu teknik atau cara mengumpulkan data dengan jalan mengadakan pengamatan terhadap kegiatan yang sedang berlangsung.

bertujuan untuk memberikan arti (*meaning*) dan membantu untuk memecahkan masalah dalam penelitian. Pada tahap ini, semua data yang sudah dikumpulkan disaring seketat mungkin sehingga peneliti dapat mengenali data yang telah sesuai dengan desain konseptual yang telah direncanakan dalam penelitian (Soehadha, 2012: 130).

Metode analisis dalam penelitian ini menggunakan metode deskriptif, eksperimen dan verifikatif. Metode deskriptif ini digunakan untuk menggambarkan dan menganalisis data mengenai ketentuan dalam penentuan arah kiblat dan komponen-komponen perhitungannya. Sedangkan metode eksperimen Metode eksperimen adalah metode penelitian yang dilakukan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap yang lain dalam kondisi yang terkendalikan dan dilakukan di laboratorium (Sugiyono, 2009 : 72)

Adapun metode verifikatif yakni cara mengoleksi data, mengumpulkan data-data baik dari hasil wawancara dan dokumentasi kemudian melakukan reduksi data¹⁸ dan display data¹⁹ (Suwandi dan Basrowi, 2008: 209). Melalui metode ini akan didapat gambaran data yang sistematis dan dimungkinkan untuk diambil kesimpulan. Tahapan penarikan kesimpulan berkelanjutan sampai kepada tahapan verifikasi selama penelitian berlangsung. Tahapan-tahapan tersebut akan terus dilakukan sampai diperoleh hasil penelitian yang valid. Dalam mengukur

¹⁸ Reduksi data merupakan proses pemilihan, pemusatan perhatian, pengabstraksian dan pentransformasian data kasar dari lapangan. Proses ini berlangsung dari awal sampai akhir penelitian (Suwandi dan Basrowi, 2008: 209).

¹⁹ Display data atau penyajian data secara sistematis agar lebih mudah untuk difahami interaksi antar bagian-bagiannya dalam konteks yang utuh bukan segmental atau fragmental terlepas satu dengan lainnya (Suwandi dan Basrowi, 2008: 209).

tingkat akurasi metode pengukuran arah kiblat menggunakan segitiga siku-siku dari bayangan Bulan ini, peneliti menggunakan teori trigonometri bola dan melakukan verifikasi hasil pengukuran arah kiblat ini dengan mengkomparasi hasil pengukuran metode segitiga siku-siku dari bayangan Matahari. Pada akhirnya akan dapat diketahui hasil akurasi pengukuran arah kiblat dengan menggunakan segitiga siku-siku dari bayangan Bulan.

H. Sistematika Penulisan

Bertujuan untuk memperoleh gambaran yang jelas serta mempermudah dalam pembahasan, maka dalam sistematika penulisan penelitian tesis ini secara garis besar terbagi menjadi lima bab, di mana dalam setiap bab terdapat sub-sub bab yang mana memiliki keterkaitan antara satu dengan yang lain. Secara umum gambaran sistematik penulisan dalam tesis ini adalah sebagai berikut:

Bab Pertama merupakan pendahuluan yang meliputi latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, signifikansi penelitian, telaah pustaka, kerangka teoritik, metodologi penelitian dan sistematika penulisan.

Pada Bab Kedua akan menguraikan tentang tinjauan umum arah, meliputi fikih menghadap arah kiblat, perhitungan dan pengukuran arah kiblat. Adapun sub-sub pembahasan dalam bab ini meliputi: fikih menghadap arah kiblat, pengertian arah kiblat, azimuth kiblat, perhitungan arah kiblat, perhitungan azimuth kiblat, serta macam-macam metode pengukuran arah kiblat.

Sedangkan pada Bab Ketiga merupakan data-data yang dijadikan sebagai bahan untuk menjawab atas masalah yang diajukan dalam penelitian yang di dalamnya akan menjelaskan tentang pengertian dan ruang lingkup Bulan, langkah-langkah yang dilakukan dalam metode pengukuran arah kiblat dengan segitiga siku-siku dari bayangan Bulan meliputi: menghitung arah kiblat dan azimut kiblat, menghitung sudut waktu Matahari, menghitung sudut waktu Bulan, menghitung arah Bulan dan Azimut Bulan, menghitung sudut kiblat dari bayangan Bulan dan membuat segitiga siku-siku dari bayangan Bulan.

Selanjutnya, Bab Keempat akan mengurai data kualitatif hasil perhitungan dan pengukuran dari metode pengukuran arah kiblat dengan segitiga siku-siku dari bayangan Bulan kemudian melakukan analisis akurasi hasil pengukuran arah kiblat dengan segitiga siku-siku dari bayangan Bulan ini dengan cara membandingkan dengan hasil metode segitiga siku-siku dari bayangan Matahari. Serta memaparkan faktor-faktor yang menyebabkan pengukuran arah kiblat dengan segitiga siku-siku dari bayangan Bulan ini dapat menghasikan pengukuran arah kiblat yang akurat.

Pada bagian akhir, Bab Kelima merupakan bagian akhir dalam penelitian ini. Pada bagian ini berisi kesimpulan dari pembahasan dalam penelitian ini, saran dan penutup.

BAB II

TINJAUAN UMUM ARAH KIBLAT

A. Fikih Menghadap Arah Kiblat

1. Pengertian Kiblat

Memahami arti kiblat sebagai sebuah kata yang memiliki arti tertentu, dalam konteks ini kata kiblat yang digunakan dalam diskursus Ilmu Falak, menjadi penting untuk ditelusuri arti secara etimologi dan terminologi. Penelurusan ini bertujuan untuk mengetahui arti kata itu sendiri secara komprehensif, sehingga dapat memahami arti kiblat dalam konteks Ilmu Falak.

Secara etimologi, kata *kiblat* berasal dari bahasa Arab *al-qiblah*. Kata *al-qiblah* dalam *Lisan al-‘Arab*, karya Ibn Manẓur (t.t: 3517) memiliki arti *al-jihah* (arah), dalam ungkapan Arab dikatakan مَا لِكَلَامِهِ قِبْلَةٌ أَى جِهَةٌ, ungkapan ini memiliki arti: *ucapannya tidak punya kiblat, artinya tidak punya arah*.

Kata *al-qiblah* yang berarti *al-jihah* merupakan bentuk *maṣḍar* yang mengikuti kata *al-fi’lah* dari kata *al-muqābalah*, yang berarti *keadaan menghadap sesuatu*, dikatakan *al-qiblah* sebab *muṣḥalli* mengarah ke sesuatu (بِقَابِلِهَا) dan sesuatu tersebut mengarah pada *muṣḥalli* (تَقَابِلُهُ) (al-Nawawī, t.t.: 79). Menurut al-Manāwī (t.t.: 713.) menyatakan bahwa kiblat adalah segala sesuatu yang ditempatkan di muka, dalam kata lain sesuatu yang kita menghadap kepadanya.

Menurut Rahi Baalbaki (1995: 849) dalam *al-Maurid*, kata *al-qiblah* memiliki arti kiblat, arah bagi orang muslim (*kiblah, direction to which*

moslems), arah berdoa (menuju Kakbah) di Mekah (*turn in prayer, toward the Kaaba Mecca*) dan pusat perhatian (*center of attraction, attention*). Sedangkan menurut Munawwir (2002: 1087) kata *al-qiblah* memiliki arti kiblat, hadapan, Kakbah dan pusat perhatian.

Kata kiblat juga memiliki arti yang sama dengan kata *al-jihah*, *al-syaṭrah* dan *al-simt*, yang memiliki arti arah menghadap. Kata kiblat juga sering disandarkan dengan kata-kata tersebut, seperti *jihah al-qiblat*, *simt al-qiblat*, *syāṭrah al-masjid al-haram* dan sebagainya yang memiliki arti yang sama, yaitu memiliki arti arah menghadap kiblat (Dahlan, et.al., 1996: 944).

Dalam al-Qur'an, kata *al-qiblah* terulang sebanyak 5 kali. Menurut Susiknan Azhari (2007: 40) kata *al-qiblah* dalam al-Qur'an memiliki dua arti, yaitu *al-qiblah* yang memiliki arti arah (kiblat)¹ dan *al-qiblah* yang memiliki arti tempat ibadah.² Arti kata *al-qiblah* yang terdapat pada Surat Yunus ayat 87³ yang diartikan sebagai tempat ibadah ini berbeda dengan yang dinyatakan oleh Munawwir (2002: 1088), yang mengartikan bahwa kata *al-qiblah* dalam ayat tersebut memiliki arti *berhadap-hadapan*. Pendapat yang dinyatakan oleh Munawwir ini sama dengan pendapat al-Fairūzābādī (2005: 1046)

¹ Kata *al-qiblah* yang memiliki arti arah (kiblat) sebagaimana firman Allah Swt. yang terdapat di dalam al-Qur'an dalam Surat al-Baqarah pada ayat 142, 143, 144 dan 145 (Departemen Agama, 2005: 218).

² Kata *al-qiblah* yang memiliki arti tempat salat sebagaimana firman Allah Swt. yang terdapat di dalam al-Qur'an pada Surat Yūnus ayat 87 (Departemen Agama, 2005: 218).

³ Surat Yunus ayat 87 berbunyi:

وَأَوْحَيْنَا إِلَىٰ هُوَاسِجِيهِ أَنْ تَبَوَّأَ لِقَوْمِكُمَا بِمِصْرَ بَيْوتًا وَأَجْعَلُوا بُيُوتَكُمْ قِبْلَةً وَأَقِيمُوا الصَّلَاةَ وَبَشِّرِ الْمُؤْمِنِينَ
(٨٧)

Artinya: “Dan Kami wahyukan kepada Musa dan saudaranya, “Ambillah beberapa rumah di Mesir untuk (tempat tinggal) kaummu dan jadikanlah rumah-rumah itu tempat salat, dan laksanakanlah salat serta gembirakanlah orang-orang mukmin.”” (QS. Yūnus: 87) (Departemen Agama, 2005: 218)

terdapat dalam *al-qāmūs al-muhīt*, kata *al-qiblah* pada Surat Yūnus diartikan *mutaqābalah* (berhadap-hadapan).

Memperhatikan pemaparan tentang arti harfiah dari kata kiblat di atas, maka dapat dipahami bahwa secara etimologi kata kiblat memiliki pengertian arah ke mana orang menghadap. Dalam konteks ini, Kakbah sebagai kiblat, karena Kakbah menjadi arah yang kepadanya orang harus menghadap ketika mengerjakan salat.

Kiblat secara terminologi banyak yang memberikan definisi. Di antaranya definisi yang diberikan oleh Muh. Ma'rufin Sudibyo (2011: 87) secara terminologi kiblat memiliki makna sebagai arah menuju ke Kakbah. Susiknan Azhari (2008: 174-175) memberikan definisi kiblat adalah arah yang dihadap oleh orang muslim ketika melaksanakan salat, yakni arah menuju ke Kakbah di Mekah. Majelis Tarjih dan Tajdid Pimpinan Pusat Muhammadiyah (2009: 26) mengartikan arah kiblat adalah arah yang ditunjukkan oleh busur lingkaran besar pada permukaan bumi yang menghubungkan tempat salat dengan Kakbah.

Ahmad Izzuddin (2012a: 20) memberikan definisi bahwa kiblat adalah arah terdekat dari seseorang menuju Kakbah dan setiap muslim wajib menghadap ke arahnya saat mengerjakan salat. Muhyiddin Khazin (2005: 67) mendefinisikan kiblat sebagai arah Kakbah di Mekah yang harus dituju oleh orang yang sedang melakukan ibadah salat, sehingga semua gerakan salat, baik ketika berdiri, rukuk, maupun sujud senantiasa berhimpit dengan arah itu.

Menurut Slamet Hambali (2011a: 167) kiblat adalah arah menuju Kakbah (*Baitullah*) melalui jalur paling dekat dan menjadi keharusan bagi setiap orang muslim untuk menghadap ke arah tersebut pada saat melaksanakan ibadah salat, di manapun berada di belahan dunia ini. Maskufa (2010: 125) arah kiblat adalah arah terpendek antara suatu tempat dengan Kakbah, yaitu suatu arah yang wajib dituju oleh umat Islam ketika melakukan salat.

Memperhatikan dari berbagai definisi yang disampaikan oleh para pakar tentang kiblat yang telah dipaparkan di atas, tidak lain membicarakan tentang arah menuju ke Kakbah yang ada di Mekah. Apabila diperhatikan maka para ulama bervariasi dalam memberikan definisi tentang kiblat itu sendiri, walaupun demikian pada dasarnya definisi yang diberikan oleh para ulama berpangkal pada satu obyek kajian, yaitu Kakbah sebagai kiblat.

Berangkat dari definisi tersebut, maka dapat dipahami bahwa kiblat adalah arah terdekat atau jarak terdekat bagi seseorang menuju ke Kakbah sepanjang lingkaran besar yang melewati seseorang tersebut dengan Kakbah yang ada di Mekah yang digunakan sebagai arah menghadap yang harus dituju oleh setiap umat Islam pada saat melaksanakan ibadah salat.

2. Dasar Hukum Menghadap Kiblat

Para ulama telah sepakat bahwa Kakbah ditetapkan sebagai arah kiblat bagi seluruh umat Islam dalam melaksanakan ritual ibadah salat. Landasan hukum menghadap ke arah kiblat ini berdasarkan pada ayat-ayat al-Qur'an, hadis Nabi Muhammad Saw. dan pendapat-pendapat ulama.

Ayat-ayat di dalam al-Qur'an yang membahas tentang arah kiblat saling berkaitan antara satu ayat dengan ayat yang lain. Dalam ayat-ayat al-Qur'an yang menjelaskan tentang kiblat juga membicarakan tentang perpindahan arah kiblat dari Masjid al-Aqsā ke Masjid al-Harām. Sedangkan beberapa riwayat hadis Nabi Muhammad Saw. yang merupakan *asbāb al-nuzūl* dari ayat-ayat yang membahas tentang perpindahan arah kiblat. Ada juga hadis-hadis lain yang menjelaskan tentang makna kiblat itu sendiri dan juga arah kiblat dari suatu tempat.

Para ulama terdahulu telah memberikan perhatian yang serius tentang arah kiblat ini, sebab masalah arah kiblat ini erat kaitannya dengan ibadah salat dan juga ibadah-ibadah yang lain. Berbagai karya ulama menjelaskan mengenai kewajiban menghadap ke kiblat bagi orang yang mengerjakan ibadah salat, baik orang tersebut dekat dengan Kakbah maupun orang yang jauh dari Kakbah.

Berkaitan dengan masalah kiblat ini, khususnya ulama mazhab, bagi orang yang dapat melihat Kakbah secara langsung para ulama tidak ada perbedaan. Akan tetapi ada perbedaan pendapat dalam menyikapi arah kiblat bagi orang yang tidak dapat melihat Kakbah secara langsung atau seseorang yang jauh dengan Kakbah sehingga seseorang tersebut tidak bisa melihat secara langsung.

Berikut ini dalil-dalil yang menjelaskan tentang dasar hukum menghadap ke arah kiblat, baik dari ayat-ayat al-Qur'an, hadis Nabi Muhammad Saw. maupun pendapat para ulama dalam memahami teks-teks agama yang menjelaskan tentang arah kiblat.

a. Dasar Hukum Menghadap Kiblat dalam al-Qur'an

Banyak ayat-ayat al-Qur'an yang menerangkan tentang menghadap kiblat, antara lain al-Baqarah ayat 142-145 sebagai berikut:

سَيَقُولُ السُّفَهَاءُ مِنَ النَّاسِ مَا وَلَا هُمْ عَنْ قِبَلَتِهِمْ لَاتِي كَانُوا عَلَيْهِمْ قُلْ لِلَّهِ الْمَشْرِقُ وَالْمَغْرِبُ
يَهْدِي مَنْ يَشَاءُ إِلَى صِرَاطٍ مُسْتَقِيمٍ (١٤٢)

Artinya: “Orang-orang yang kurang akal di antara manusia akan berkata: “Apakah yang memalingkan mereka (umat Islam) dari kiblat (Baitul Maqdis) yang dahulu mereka berkiblat kepadanya?”. Katakanlah, “Milik Allah lah timur dan barat, Dia memberi petunjuk kepada siapa yang Dia kehendaki ke jalan yang lurus” (QS. al-Baqarah: 142)

وَكَذَلِكَ جَعَلْنَاكُمْ أُمَّةً وَسَطًا لَتَكُونُوا شُهَدَاءَ عَلَى النَّاسِ وَيَكُونَ الرَّسُولُ عَلَيْكُمْ شَهِيدًا وَمَا
جَعَلْنَا الْقِبْلَةَ الَّتِي كُنْتَ عَلَيْهَا إِلَّا لِنُعَلِّمَ مَنِ يَتَّبِعُ الرَّسُولَ مِمَّنْ يَنْقَلِبُ عَلَى عَقْبَيْهِ وَإِنْ كَانَتْ
لَكَبِيرَةً إِلَّا عَلَى الَّذِينَ هَدَى اللَّهُ وَمَا كَانَ اللَّهُ لِيُضَيِّعَ إِيمَانَكُمْ إِنَّ اللَّهَ النَّبِيَّ لَرَوْفٌ رَحِيمٌ
(١٤٣)

Artinya: “Dan demikian (pula) Kami telah menjadikan kamu (umat Islam); umat pertengahan (yang adil dan pilihan) agar kamu menjadi saksi atas (perbuatan) manusia dan agar Rasul (Muhammad) menjadi saksi atas (perbuatan) kamu. Kami tidak menjadikan kiblat yang (dahulu) kamu berkiblat kepadanya melainkan agar Kami mengetahui siapa yang mengikuti Rasul dan siapa yang berbalik ke belakang. Sungguh, (pemindahan kiblat) itu sangat berat, kecuali bagi orang yang telah diberi petunjuk oleh Allah, dan Allah tidak akan menyia-nyikan imanmu. Sesungguhnya Allah Maha Pengasih lagi Maha Penyayang kepada manusia.” (QS. al-Baqarah: 143)

قَدْ نَرَى تَقَلُّبَ وَجْهِكَ فِي السَّمَاءِ فَلَنُوَلِّيَنَّكَ قِبْلَةً تَرْضَاهَا فَوَلِّ وَجْهَكَ شَطْرَ الْمَسْجِدِ الْحَرَامِ
وَإِذْ يُكَلِّمُ هُنَّ قَوْلًا وَأُوجُّهُكُمْ شَطْرَهُ وَإِنَّ الَّذِينَ أُوتُوا الْكِتَابَ لَيَعْلَمُونَ أَنَّهُ الْحَقُّ مِنْ رَبِّهِمْ
وَمَا اللَّهُ بِغَافِلٍ عَمَّا يَعْمَلُونَ (١٤٤)

Artinya: “Sesungguhnya Kami melihat muka engkau (Muhammad) menengadah-nengadah ke langit, maka Kami palingkanlah engkau kepada kiblat yang engkau ingini. Sebab itu palingkanlah muka engkau ke pihak Masjidil Haram. Dan di mana saja kamu semua

berada palingkanlah mukamu ke pihaknya. Dan sesungguhnya orang-orang yang diberi kitab mengetahui bahwa itu adalah kebenaran dari Tuhan mereka. Dan tidaklah Allah lengah dari apapun yang kamu amalkan.” (QS. al-Baqarah: 144) (Departemen Agama, 2005: 22)

وَلَدُنْ أُنْتِ الذِّنُّوْا ۗ الْكِتَابَ بِرُكْلِ آيَةٍ مَّتَّبِعُوْا قِبْلَتَكَ وَمَا أُنْتِ قِبْلَتُهُمْ وَمَا بَعْضُهُمْ

بِرِّيَابِعٍ قِبْلَةٌ بَعْضٌ وَلَدُنْ اتَّبَعَتْ أَهْوَاءَهُمْ مِّنْ بَعْدِ مَا جَاءَكَ مِنَ الْعِلْمِ إِنَّكَ إِدَا لَمِنَ الظَّالِمِيْنَ

(١٤٥)

Artinya: “Dan sesungguhnya jika kamu mendatangi kepada orang-orang yang diberi Alkitab (Yahudi dan Nasrani) semua ayat (keterangan dan bukti), mereka tidak akan mengikuti kiblatmu, dan kamu pun tidak akan mengikuti kiblat mereka. Sebagian mereka pun tidak akan mengikuti kiblat sebagian yang lain. Sesungguhnya jika kamu mengikuti keinginan mereka setelah sampai ilmu kepadamu, niscaya kamu termasuk orang-orang yang zalim.” (QS. al-Baqarah: 145)

Ayat-ayat yang menjelaskan tentang arah kiblat yang terdapat di atas tersebut memiliki kesinambungan dan ketersambungan dengan ayat-ayat tentang kiblat lainnya (*munāsabah al-āyāt*). Artinya antara satu ayat dengan ayat yang lain saling berkaitan. Oleh karena itu dalam memahaminya, tidak dapat dipisahkan antara satu ayat dengan ayat yang lain. Selain itu, dalam memahami ayat-ayat tentang kiblat, penting untuk melihat sebab turun ayat-ayat tersebut (*asbāb al-nuzūl*).

Pada awalnya, sebagaimana yang dijelaskan Ibn Kasir (2000: II/6-7) bahwa Rasulullah Saw. salat menghadap ke Baitul Maqdis. Nabi ketika di Mekah selalu salat di antara 2 (dua) rukun yang menghadap ke arah Baitul Maqdis. Dengan demikian, di hadapannya ada Kakbah, sedangkan Nabi menghadap ke arah *ṣakhrāh* di Baitul Maqdis (Yerusalem). Pada saat Nabi

hijrah ke Madinah, Nabi tidak dapat menghimpun kedua kiblat itu, maka Allah memerintahkan agar langsung menghadap ke arah Baitul Maqdis.⁴

Diriwayatkan dari Imam Bukhari dari al-Barrā' bin Azib, bahwa pertama kali Nabi Muhammad Saw. datang ke Madinah, Nabi bertempat tinggal di rumah kakek-kakeknya -atau al-Barrā' mengatakan paman-pamannya dari golongan Anshar-, ketika itu Nabi salat menghadap ke Baitul Maqdis selama lebih kurang enam belas atau tujuh belas bulan.⁵ Sebenarnya Nabi lebih suka Baitullah, yaitu Kakbah di Mekah menjadi kiblat.

Nabi Muhammad Saw. salat yang pertama kali dilaksanakan dengan menghadap ke Kakbah adalah salat Ashar,⁶ dan saat itu beberapa orang ikut

⁴ Para ulama berbeda pendapat mengenai perintah Allah kepada Nabi untuk menghadap ke arah Baitul Maqdis. Menurut Imam Qurtubi yang dinukil oleh Ibn Kasir (2000: II/7) meriwayatkan dari Ikrimah Abd al-Aliyyah dan al-Hasan al-Basrī bahwa menghadap ke Baitul Maqdis adalah ijtihad Nabi Saw. Sedangkan al-'Asqalāni (2003: 103) yang menukil dari penjelasan ath-Thabari melalui jalur periwayatan Ali bin Abu Talhah dari Ibnu Abbas, dia berkata. "Ketika Nabi Saw. hijrah ke Madinah -dan mayoritas penduduknya adalah Yahudi- mereka menghadap ke Baitul Maqdis, maka Allah Swt. memerintahkan Nabi Saw. untuk menghadap Baitul Maqdis. Orang-orang Yahudi pun merasa gembira. Nabi Saw. menghadapnya selama tujuh belas bulan. Rasulullah Saw. suka untuk menghadap kiblat Nabi Ibrahim. Beliau Saw. senantiasa berdoa dan menengadah ke langit, akhirnya turunlah ayat al-Baqarah ayat 142.

⁵ Menurut al-'Asqalāni (2002: 172) sebenarnya kedua pernyataan tersebut dapat dipadukan dengan mudah, yaitu bahwa enam belas (16) bulan itu diperoleh dengan menghitung bulan kedatangan Rasulullah di Madinah dan bulan perpindahan kiblat, satu bulan dengan menghilangkan tambahannya. Adapun tujuh belas (17) bulan diperoleh dengan menghitung kedua bulan tersebut menjadi dua bulan. Sedangkan orang yang ragu-ragu, ia berada di antara kedua hal tersebut. Karena telah disepakati bahwa bulan kedatangan Rasulullah Saw. di Madinah adalah bulan Rabi'ul Awal, sedangkan bulan perpindahan kiblat terjadi pada pertengahan bulan Rajab di tahun kedua hijriah. Pendapat ini didukung oleh mayoritas ulama dan diriwayatkan oleh Hakim dengan sanad yang *sahih* dari Ibnu Abbas.

⁶ Riwayat-riwayat yang ada berbeda mengenai salat yang sedang dilakukan saat terjadi pergantian arah kiblat, antara salat zuhur dan ashar, demikian pula dengan masjid. Dalam riwayat dari al-Barrā' di atas mengatakan salat ashar, sedangkan Muhammad bin Sa'ad yang dinukil al-'Asqalāni, (2003: 104) yang menyebutkan dalam kitab *ath-Thabaqat*, dia berkata, "Dikatakan bahwa Nabi salat dua rakaat dari salat Zuhur di masjid Nabi Saw. dengan mengimami kaum muslimin. Kemudian diperintahkan untuk menghadap ke Masjidil Haram, maka Nabi Saw. berbalik ke arah itu dan kaum muslimin pun berbalik bersama Nabi." Riwayat yang lain dikatakan Nabi Saw. mengunjungi Ummu Bisyr bin al-Barrā' bin Ma'rur di Bani Salamah. Lalu Ummu Bisyr membuatkan makanan untuk Nabi Saw. dan masuklah waktu Zuhur, maka Nabi Saw. salat mengimami para sahabatnya sebanyak dua rakaat. Kemudian beliau diperintahkan untuk berbalik ke arah Kakbah seraya menghadap ke al-Mizab. Akhirnya dinamakan masjid *Qiblatain* (dua kiblat). Ibnu Sa'ad berkata. "al-Waqidi berkata: ini adalah riwayat paling akurat yang ada pada kami".

salat bersama. Kemudian salah seorang⁷ yang ikut salat keluar dan melewati sebuah masjid -milik golongan Anshar yang sedang melaksanakan salat Ashar dengan menghadap Baitul Maqdis- pada saat itu mereka sedang rukuk. Orang itu berkata, “Demi Allah, baru saja aku salat bersama Rasulullah Saw. menghadap ke arah Kakbah.”. Maka dengan segera mereka merubah arah dengan menghadap ke Baitullah.

Pada mulanya, kaum Yahudi sangat bangga ketika Nabi dan pengikutnya salat menghadap Baitul Maqdis, begitu pula Ahli Kitab. Akan tetapi setelah Nabi berubah kiblat ke Baitullah, mereka mencela perubahan itu. Maka turunlah ayat: *“Sungguh Kami (sering) melihat mukamu menengadah ke langit.”* (QS. al-Baqarah: 144). Lalu Nabi pun menghadap ke Kakbah. Orang-orang yang kurang akal, yakni kaum Yahudi, berkata sebagaimana disebutkan dalam al-Qur’an pada al-Baqarah ayat 142: *“Apakah yang memalingkan mereka (umat Islam) dari kiblatnya (Baitul Maqdis) yang dahulu mereka telah berkiblat kepadanya?”*. Katakanlah, *“Kepunyaan Allah lah Timur dan Barat, Dia memberi petunjuk kepada siapa yang dikehendakinya ke jalan yang lurus”*.

Selanjutnya, al-Barrā’ menyebutkan dalam hadis ini, “Banyak orang yang telah meninggal di masa kiblat masih ke Baitul Maqdis dan banyak juga yang terbunuh setelah kiblat menghadap ke Baitullah. Kami tidak mengerti bagaimana hukum salat itu”. Lalu turunlah al-Baqarah ayat 143: “Allah tidak akan menyianyiakan imanmu.” (al-Albani, : 36-37, al-‘Asqalāni, 2002: I/171-172, al-‘Asqalāni, 2003: III/101-102).

⁷ Sebagaimana penjelasan al-‘Asqalāni (2003: 103) bahwa orang laku-laki tersebut adalah Ibad bin Bisyr.

Ibn Ishāq dari Ismā'īl bin Abī Khālid, dari Abī Ishāq yang bersumber dari al-Barrā' meriwayatkan bahwa Rasulullah Saw. salat menghadap ke Baitul Maqdis dan sering menunggu perintah Allah, mengharapakan kiblat diarahkan ke Kakbah atau Masjidil Haram. Pada kemudian hari turunlah Surat al-Baqarah ayat 144 yang menunjukkan kiblat ke Masjidil Haram.

Sebagian kaum muslimin berkata: “Inginlah kami ketahui tentang orang-orang yang telah meninggal sebelum pemindahan kiblat, dari Baitul Maqdis ke Ka’bah, dan bagaimana pula tentang salat kami sebelum ini, ketika kami menghadap ke Baitul Maqdis?”. Maka kemudian turunlah ayat 143 yang menegaskan bahwa Allah tidak akan menyia-nyiakan iman mereka yang beribadah menurut ketentuan pada waktu itu. Orang-orang yang berpikiran kerdil di masa itu berkata: “Apa pula yang memalingkan mereka kaum muslimin dari kiblat yang mereka hadapi selama ini?”. Maka turunlah Surat al-Baqarah ayat 142 sebagai penegasan bahwa Allah lah yang menetapkan arah kiblat ini (Shaleh, 1996: 47).

Selain itu juga ayat yang menjelaskan tentang arah kiblat terdapat di dalam Surat al-Baqarah ayat 149 dan ayat 150, sebagai berikut:

وَمِنْ حَيْثُ خَرَجْتَ فَوَلِّ وَجْهَكَ شَطْرَ الْمَسْجِدِ الْحَرَامِ وَإِنَّهُ لَلْحَقُّ مِنْ رَبِّكَ وَمَا اللَّهُ بِغَافِلٍ عَمَّا تَعْمَلُونَ (١٤٩)

Artinya: “Dan dari mana saja kamu keluar (datang), Maka palingkanlah wajahmu ke arah Masjidil Haram, Sesungguhnya ketentuan itu benar-benar sesuatu yang hak dari Tuhanmu. dan Allah sekali-kali tidak lengah dari apa yang kamu kerjakan.”(QS. al-Baqarah: 149) (Departemen Agama, 2005: 23).

وَمَنْ حَيْثُ خَرَجْتَ فَوَلِّ وَجْهَكَ شَطْرَ الْمَسْجِدِ الْحَرَامِ وَإِنَّهُ لَلْحَقُّ مِنْ رَبِّكَ وَمَا اللَّهُ بِغَافِلٍ عَمَّا تَعْمَلُونَ (١٥٠)

Artinya: “Dan dari mana sajakapun kamu keluar, maka hadapkanlah muka engkau ke pihak Masjidil Haram, dan di mana sajakapun kamu ber-ada, hendaklah kamu hadapkan muka kamu ke pihaknya. Supaya jangan ada alasan bagi manusia hendak mencela kamu. Kecuali orang-orang yang aniaya di antara mereka, maka janganlah kamu takut kepada mereka, dan takutlah kepada Aku. Dan Aku sempurnakan nikmat-Ku kepada kamu, dan supaya kamu men-dapat petunjuk.” (QS. al-Baqarah: 150) (Departemen Agama, 2005: 23)

Suatu riwayat dari Ibnu Jarīr yang bersumber dari as-Suddi melalui sanad-sanadnya mengemukakan bahwa turunnya ayat tersebut di atas, al-Baqarah ayat 150 sehubungan dengan peristiwa perpindahan kiblat, yaitu ketika Nabi Muhammad Saw. memindahkan arah kiblat dari Baitul Maqdis ke Kakbah, kaum musyrikin Mekah berkata: “Muhammad telah dibingungkan oleh agamanya, ia memindahkan arah kiblatnya ke arah kiblat kita. Ia mengetahui bahwa jalan kita lebih benar dari pada jalannya dan ia sudah hampir masuk ke agama kita” (Shaleh, 1996: 48).

Secara keseluruhan perintah menghadap ke Kakbah sebagai kiblat telah ditegaskan hingga tiga kali, yaitu pada Surat al-Baqarah ayat 144, 149 dan 150. Menurut Ibnu Abbas pengulangan tiga kali ini sebagai *taukid* (penegasan) perintah menghadap ke Kakbah (al-Qurtubi, 2006: II/454, Katsir, 2003: 37).

Penegasan ini sebagai dasar bahwa kiblat sejak saat itu adalah Kakbah, sekaligus sebagai petunjuk bahwa Nabi Muhammad Saw. pernah merubah arah kiblat dari Baitul Maqdis ke Kakbah di Mekah secara fisik, bukan secara batin semata. Perintah menghadap kiblat dalam ayat tersebut menurut Ibnu Rusyd (1971: 106) sebagai dasar hukum menghadap ke kiblat dan merupakan salah satu syarat sah salat.

b. Dasar Hukum Menghadap Kiblat dalam Hadis Nabi Muhammad Saw.

Hadis yang menjelaskan tentang perintah menghadap ke arah kiblat banyak diriwayatkan oleh para ulama hadis, di antaranya:

1) Hadis Riwayat al-Bukhāri

حَدَّثَنَا إِسْحَاقُ بْنُ نَصْرٍ قَالَ حَدَّثَنَا عَبْدُ الرَّزَّاقِ أَخْبَرَنَا ابْنُ جُرَيْجٍ عَنْ عَطَاءٍ قَالَ سَمِعْتُ ابْنَ عَبَّاسٍ قَالَ لَمَخَلِ النَّبِيُّ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ الْبَيْتَ دَعَا فِي نَوَاحِيهِ كُلِّهَا وَلَمْ يُصَلِّ حَتَّى خَرَجَ مِنْهُ فَلَمَّا خَرَجَ رَكَعَ رَكَعَتَيْنِ فِي قُبُلِ الْكَعْبَةِ وَقَالَ هَذِهِ الْقِبْلَةُ (رواه البخاري)

Artinya: “Telah menceritakan kepada kami Ishāq bin Nashr berkata, telah menceritakan kepada kami Abd ar-Razzāq telah mengabarkan kepada kami Ibnu Juraij dari ‘Athā’ berkata, aku mendengar Ibnu ‘Abbās berkata: “Ketika Nabi Saw. masuk ke dalam Kakbah, Nabi berdoa di seluruh sisinya dan tidak melakukan salat hingga beliau keluar darinya. Nabi kemudian salat dua rakaat dengan memandang Kakbah lalu bersabda: “Inilah kiblat” (HR. al-Bukhāri) (al-Bukhāri, 2002: 110)

قَالَ أَبُو هُرَيْرَةَ قَالَ النَّبِيُّ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ اسْتَقْبَلِ الْقِبْلَةَ وَكَبِّرْ (رواه البخاري)

Artinya: “Abū Hurairah telah berkata, Nabi Saw. berkata: menghadaplah ke kiblah dan kemudian takbirlah” (HR. al-Bukhāri) (al-Bukhāri, 2002: 110)

حَدَّثَنَا مُحَمَّدُ بْنُ الْمُثَنَّى حَدَّثَنَا يَحْيَى عَنْ سُفْيَانَ حَدَّثَنِي أَبُو إِسْحَاقَ قَالَ سَمِعْتُ الْبَرَاءَ رَضِيَ اللَّهُ عَنْهُ قَالَ صَلَّى نَبِيُّنَا صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ نَحْوَ بَيْتِ الْمُقَدَّسِ سِتَّةَ عَشَرَ أَوْ سَبْعَةَ عَشَرَ شَهْرًا ثُمَّ صَرَفَهُ نَحْوَ الْقِبْلَةِ (رواه البخاري)

Artinya: “Telah menceritakan kepada kami Muhammad bin al-Mutsannā Telah menceritakan kepada kami Yahyā dari Sufyān Telah menceritakan kepadaku Abu Ishāq dia berkata: Aku mendengar al-Barra’ Ra. berkata: “Kami salat bersama Rasulullah Saw. dengan menghadap ke Baitul Maqdis selama enam belas atau tujuh belas bulan. Lalu Nabi merubahnya dengan menghadap kiblat.” (HR. al-Bukhāri) (al-Bukhāri, 2002: 1101)

حَدَّثَنَا قُتَيْبَةُ بْنُ سَعِيدٍ عَنْ مَالِكٍ عَنْ عَبْدِ اللَّهِ بْنِ دِينَارٍ عَنْ ابْنِ عُمَرَ قَالَ بَيْنَمَا النَّاسُ فِي صَلَاةٍ الصُّبْحِ إِذْ جَاءَهُمْ آتٍ فَقَالَ إِنَّ رَسُولَ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ قَدْ أُتِيَ بِاللَّيْلَةِ وَقَدْ أُقْبِلَ الْكَعْبَةَ فَاسْتَقْبَلُوهَا وَكَانَتْ وُجُوهُهُمْ إِلَى الشَّامِ فَاسْتَدَارُوا إِلَيَّ الْقِبْلَةَ (رواه البخاري)

Artinya: “Telah menceritakan kepada kami Qutaibah bin Sa’id dari Mālik dari Abdullāh bin Dīnār dari Ibnu Umar dia berkata: “Tatkala orang-orang sedang salat subuh di Qubā’, datang seseorang lalu berkata: “Rasulullah Saw. pada malam ini mendapat wahyu, Nabi diperintahkan menghadap ke Kakbah. Maka menghadaplah ke sana”. Mereka pun segera beralih ke Kakbah, padahal sebelumnya wajah-wajah mereka menghadap ke Syam (Baitul Maqdis).” (HR. al-Bukhāri) (al-Bukhāri, 2002: 1101)

حَدَّثَنَا إِسْحَاقُ بْنُ مَعْمُورٍ أَخْبَرَنَا عَبْدُ اللَّهِ بْنُ نُمَيْرٍ حَدَّثَنَا عَبْدُ اللَّهِ عَنْ سَعِيدِ بْنِ أَبِي سَعِيدٍ الْمَقْبُرِيِّ عَنْ أَبِي هُرَيْرَةَ رَضِيَ اللَّهُ عَنْهُ أَنَّ رَجُلًا دَخَلَ الْمَسْجِدَ وَرَسُولُ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ لَمَّا جَاءَ فَسَلَّمَ عَلَيْهِ فَقَالَ لَهُ رَسُولُ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ عَلَیْكَ وَالسَّلَامُ ارْجِعْ فَصَلِّ فَإِنَّكَ لَمْ تُصَلِّ فَرَجَعْ فَصَلَّى ثُمَّ جَاءَ فَسَلَّمَ فَقَالَ وَعَلَيْكَ وَالسَّلَامُ فَصَلِّ فَإِنَّكَ لَمْ تُصَلِّ فَقَالَ فِي الدَّائِمَةِ أَوْ فِي الْآتِي بَعْدَهَا عَلَّمَنِي يَا رَسُولَ اللَّهِ فَقَالَ إِذَا قُمْتَ إِلَى الصَّلَاةِ فَاسْبِغِ الوُضُوءَ ثُمَّ اسْتَقْبِلِ الْقِبْلَةَ فَكَبِّرْ ثُمَّ اقْرَأْ بِمَا تَيَسَّرَ مَعَكَ مِنْ الْقُرْآنِ ثُمَّ ارْكَعْ حَتَّى تَطْمَئِنَّ رَاكِعًا ثُمَّ ارْفَعْ حَتَّى تَسْتَوِيَ قَائِمًا ثُمَّ اسْجُدْ حَتَّى تَطْمَئِنَّ سَاجِدًا ثُمَّ ارْفَعْ حَتَّى تَطْمَئِنَّ جَالِسًا ثُمَّ اسْجُدْ حَتَّى تَطْمَئِنَّ سَاجِدًا ثُمَّ ارْفَعْ حَتَّى تَطْمَئِنَّ جَالِسًا ثُمَّ افْعَلْ ذَلِكَ فِي صَلَاتِكَ كُلِّهَا (رواه البخاري)

Artinya: “Telah menceritakan kepada kami Ishāq bin Mansūr telah mengabarkan kepada kami Abdullāh bin Numair telah menceritakan kepada kami ‘Ubaidillāh dari Sa’id bin Abū Sa’id al-Maqbūrī dari Abū Hurairah Ra. bahwa seorang laki-laki memasuki masjid, sementara Rasulullah Saw. tengah duduk di pojok masjid, kemudian laki-laki itu mengerjakan salat. Seusai salat ia datang menemui beliau sambil mengucapkan salam, dan Rasulullah Saw. bersabda kepadanya: “*Wa’alikas salam*, Kembalilah dan ulangi salatmu karena kamu belum mengerjakan salat!” lalu ia kembali lagi dan

mengulangi shalatnya. Seusai salat ia datang lagi sambil mengucapkan salam dan beliau bersabda: “*Wa’alaikas-salam*. Kembali dan ulangi lagi salatmu karena kamu belum mengerjakan salat!’ Lalu orang tersebut berkata ketika disuruh mengulangi yang kedua kali atau setelahnya; “Ajarilah aku wahai Rasulullah” Selanjutnya beliau bersabda: ‘Jika kamu hendak mengerjakan salat, maka sempurnakanlah wudu, lalu menghadap ke arah Kiblat, setelah itu bertakbirlah, kemudian bacalah al-Qur’an yang mudah bagimu. Kemudian rukuklah hingga kamu benar-benar rukuk dan bangkitlah dari rukuk hingga kamu berdiri tegak. Lalu sujudlah kamu hingga kamu benar-benar sujud, dan bangkitlah hingga kamu benar-benar duduk, setelah itu sujudlah hingga kamu benar-benar sujud, lalu bangkitlah hingga kamu benar-benar duduk, dan Kerjakanlah semua hal tersebut pada setiap salatmu.” Abū Usāmah mengatakan di akhir hadisnya; “Sehingga kamu benar-benar berdiri.” Telah menceritakan kepada kami Ibnu Basyar dia berkata; telah menceritakan kepadaku Yahyā dari ‘Ubaidillāh telah menceritakan kepadaku Sa’id dari Ayahnya dari Abū Hurairah dia berkata; Nabi bersabda: “Kemudian bangkitlah (dari sujud) hingga kamu benar-benar duduk.” (HR. al-Bukhāri) (al-Bukhāri, 2002: 1560)

2) Hadis Riwayat Muslim

حَدَّثَنَا أَبُو بَكْرِ بْنُ أَبِي شَيْبَةَ حَدَّثَنَا أَبُو أُسَامَةَ وَعَبْدُ اللَّهِ بْنُ نُمَيْرٍ ح وَحَدَّثَنَا ابْنُ نُمَيْرٍ حَدَّثَنَا أَبِي قَالَ حَدَّثَنَا عَبْدُ اللَّهِ عَنْ سَعِيدِ بْنِ أَبِي سَعِيدٍ عَنْ أَبِي هُرَيْرَةَ أَنَّ رَجُلًا دَخَلَ الْمَسْجِدَ فَصَلَّى وَرَسُولُ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ فِي نَاحِيَةِ وَسَاقِ الْحَدِيثِ بِمِثْلِ هَذِهِ الْقِصَّةِ وَزَادَ فِيهِ إِذَا قُمْتَ إِلَى الصَّلَاةِ فَأَسْبِغِ الوُضُوءَ ثُمَّ اسْتَقْبِلِ الْقِبْلَةَ فَكَبِّرْ (رواه مسلم)

Artinya: “Telah menceritakan kepada kami Abū Bakar bin Abī Syaibah telah menceritakan kepada kami Abū Usāmah dan Abdullāh bin Numair - lewat jalur periwayatan lain- dan telah menceritakan kepada kami Ibnu Numair telah menceritakan kepada kami bapakku dia berkata, telah menceritakan kepada kami ‘Ubaidullāh dari Sa’id bin Abī Sa’id dari Abū Hurairah ‘bahwa seorang laki-laki masuk masjid, lalu mendirikan salat sedangkan Rasulullah Saw. di suatu sudut masjid,’ lalu dia membawakan hadis seperti kisah ini, dan dia menambahkan, ‘Apabila kamu mendirikan salat, maka sempurnakanlah wudu, kemudian menghadaplah kiblat, lalu bertakbirlah” (HR. Muslim) (an-Naisābūri, 1998: 210)

حَدَّثَنَا أَبُو هُرَيْرَةَ حَدَّثَنَا عَفَّانُ حَدَّثَنَا حَمَّادُ بْنُ سَلَمَةَ عَنْ ثَابِتٍ عَنْ أَنَسِ أَنَّ رَسُولَ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ كَانَ يُصَلِّي نَحْوَ بَيْتِ الْمُعَيْسِ فَنَزَلَتْ {قَدْ نَرَى تَقَلُّبَ

وَجِئْنَا فِي السَّمَاءِ فَلَدُنُودِيَدُكَ قِبْلَةً تَرْضَاهَا فَوَلَّ وَجْهَكَ شَطْرَ الْمَسْجِدِ الْحَرَامِ { فَمَرَّ رَجُلٌ
 مِنْ بَنِي سَلَمَةَ وَهُمْ رُكُوعٌ فِي صَلَاةِ الْفَجْرِ صَلَّوْا رُكْعَةً فَتَنَادَى أَلَا إِنَّ الْقِبْلَةَ قَدْ حَوَّلَتْ
 فَمَالُوا كَمَا هُمْ نَحْوَ الْقِبْلَةِ (رواه مسلم)

Artinya: “Telah menceritakan kepada kami Abū Bakar bin Abī Syaibah telah menceritakan kepada kami Affān telah menceritakan kepada kami Hammād bin Salamah dari Sābit dari Anas “Bahwa Rasulullah Saw. dahulu salat menghadap Baitul Maqdis, lalu turunlah ayat, ‘Sungguh kami telah melihat wajahmu menengadah ke langit, maka sungguh kami palingkan wajahmu ke kiblat yang kamu ridai, maka palingkanlah wajahmu ke arah Masjidil Haram’. (QS. al-Baqarah: 144), Lalu seorang laki-laki dari Bani Salimah berjalan, sedangkan mereka dalam keadaan rukuk dalam salat subuh, dan mereka telah melakukan salat satu rakaat, lalu dia memanggil, “Ketahuilah, sesungguhnya kiblat telah diganti, maka mereka berpaling sebagaimana mereka menghadap kiblat” (HR. Muslim) (an-Naisābūri, 1998: 268)

حَدَّثَنَا إِسْحَاقُ بْنُ إِبْرَاهِيمَ وَعَبْدُ بْنُ حُمَيْدٍ جَمِيعًا عَنْ ابْنِ بَكْرٍ قَالَ قَالَ عَبْدُ أَخْبَرَنَا مُحَمَّدُ بْنُ بَكْرٍ
 أَخْبَرَنَا ابْنُ جُرَيْجٍ قَالَ قُلْتُ لِعَطَاءٍ أَسَمِعْتَ ابْنَ عَبَّاسٍ يَقُولُ لَمَّا أُمرْتُمْ بِالطَّوَافِ وَلَمْ
 تُؤْمَرُوا بِالْحَوْلِيِّهِ قَالَ لَمْ يَكُنْ يَنْهَى عَنْ دُخُولِهِ وَلَا كَيْ سَمِعْتُهُ يَقُولُ أَخْبَرَنِي أُسَامَةُ بْنُ زَيْدٍ
 أَنَّ الدَّبِيحِيَّ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ لَمَّا دَخَلَ الْبَيْتَ دَعَا فِي نَوَاحِيهِ كُلِّهَا وَلَمْ يُصَلِّ فِيهِ حَتَّى
 خَرَجَ لَمَّا خَرَجَ رَكَعَ فِي قُبُلِ الْبَيْتِ رَكَعَتَيْنِ وَقَالَ هَذِهِ الْقِبْلَةُ قُلْتُ لَهُ مَا وَاحِيهَا أَفِي
 زَوَايَاهَا قَالَ بَلْ فِي كُلِّ قِبْلَةٍ مِنَ الْبَيْتِ (رواه مسلم)

Artinya: “Telah menceritakan kepada kami Ishāq bin Ibrāhīm dan Abd bin Humaid semuanya dari Ibn Bakr -Abd berkata- telah mengabarkan kepada kami Muhammad bin Bakr telah mengabarkan kepada kami Ibnu Juraij ia berkata; Aku bertanya kepada Aṭā’, “Apakah Anda pernah mendengar Ibnu Abbās berkata, ‘Kalian diperintahkan untuk melakukan tawaf, dan kalian tidak diperintahkan untuk memasuki Kakbah?’”, Aṭā’ menjawab, “Ia tidaklah melarang untuk memasukinya. Tetapi saya mendengarnya berkata; Usāmah bin Zaid mengabarkan kepadaku, bahwa Nabi Saw. masuk ke dalam Baitullah kemudian Nabi berdoa di setiap sudutnya, dan beliau tidak salat di dalam sampai beliau keluar kembali. setelah di luar, beliau salat dua raka’at di hadapannya. Kemudian beliau bersabda: ‘Inilah kiblat.’

Aku bertanya, ‘Salah satu sisinya, ataukah seluruh sisinya?’ beliau menjawab: ‘Bahkan setiap sisinya.’. (HR. Muslim) (an-Naisābūrī, 1998: 691)

Dari sebagian hadis yang telah dikutip di atas yang menjadikan dasar para ulama sepakat bahwa menghadap ke kiblat, yaitu ke Kakbah yang ada di Mekah merupakan salah satu syarat sah salat. Dengan demikian, seseorang yang dapat melihat Kakbah, maka ia wajib menghadap ke Kakbah, namun apabila tidak dapat melihat Kakbah orang tersebut wajib menghadap ke arah menuju Kakbah dengan melakukan upaya menentukan arah tersebut.

Hal ini berarti bahwa kiblat menjadi kewajiban yang harus dilakukan bagi orang yang mengerjakan salat, baik salat fardu maupun salat sunah, kecuali dalam beberapa situasi yang dikecualikan seperti ketakutan (*khauf*) dan salat sunah pada waktu bepergian (al-‘Asqalāni, 2003: 2). Dalam hal ini al-Jazīrī (2003: 185) juga menjelaskan bahwa orang yang wajib menghadap ke kiblat dengan dua syarat, yaitu mampu (*al-qudrah*) dan aman (*al-aman*). Apabila dia tidak memenuhi syarat tersebut, maka dia wajib menghadap kiblat.

3. Menghadap Kiblat dalam Kajian Fikih

Diskursus tentang arah kiblat sudah menjadi kajian sejak dahulu. Berbagai karya ulama klasik telah banyak yang membahas tentang menghadap arah kiblat. Pembahasan ini dimasukkan dalam bab syarat sah salat. Para ulama sepakat bahwa menghadap ke arah kiblat merupakan salah satu syarat sah salat dengan dasar hukum al-Qur’an dan hadis Nabi Muhammad Saw (al-Andalusy, 1982: 106).

Pembahasan mengenai kewajiban menghadap kiblat, para ulama memetakan menjadi dua keadaan, yaitu kewajiban menghadap kiblat bagi orang yang dapat melihat Kakbah secara langsung dan kewajiban menghadap kiblat bagi orang yang tidak dapat melihat Kakbah secara langsung.

a. Arah Kiblat Bagi Orang yang Melihat Kakbah

Orang yang berada di depan Kakbah dan mampu melihat Kakbah secara langsung, para ulama bersepakat bahwa bagi mereka wajib menghadap ke bangunan Kakbah (*'ain al-ka'bah*). Dalam kondisi demikian, mereka tidak boleh melakukan ijtihad untuk menghadap ke arah lain, selain ke arah ke Kakbah.

Penjelasan lebih lanjut berkaitan dengan arah kiblat bagi orang yang melihat Kakbah, menurut Imam Hanafi bagi orang yang di Mekah dan melihat langsung dengan Kakbah, maka baginya harus menghadap ke Kakbah dengan tepat (*iṣabah 'ain al-ka'bah*). Sedangkan bagi yang tidak melihat Kakbah dan berada di Mekah sebab tertutup sesuatu seperti bangunan, maka wajib menghadap ke arah Kakbah yang tepat (*iṣabah jihah al-ka'bah*), karena pentaklifan dengan mempertimbangkan kemampuan (al-Midānī, 2003: 68). Menurut Imam Malik bahwa orang yang berada di Mekah yang dapat melihat Kakbah wajib menghadap ke bangunan kiblat (*binā' al-ka'bah*) dengan tepat (*qath'ī*) (al-Gharayānī, 2002: I/298, al-Qarāfī, 1994: II/117, Ṭahir, 1998: I/191).

Menurut Imam Syafi'i (2001: II/211) bagi orang yang melihat Kakbah dan berada di Mekah maka orang tersebut harus menghadap ke Kakbah dengan tepat (*iṣabah istiḡbal al-bait*). Sedangkan bagi orang yang

berada di Mekah dan tidak melihat Kakbah maka orang tersebut harus melakukan upaya agar dapat menghadap ke arah Kakbah dengan tepat (*ṣawāb al-ka'bah*). Adapun Imam Hanbali memberikan ketentuan bahwa bagi yang dekat wajib menghadap ke bangunan Kakbah, sedangkan bagi orang yang jauh menghadap ke arah kiblat dengan melakukan ijtihad (al-Maqdisī, 2003: 23, al-Kalwanānī, 2004: 80-81).

Berkaitan dengan ketentuan mengharap arah kiblat bagi orang yang dapat melihat Kakbah, al-Jazīrī (2003: I/177) menjelaskan bahwa barang siapa yang bermukim di Mekah atau dekat dengan Kakbah, maka shalatnya tidak sah kecuali ia menghadap ke *'ain al-ka'bah* dengan yakin, dengan catatan hal itu memungkinkan baginya. Namun apabila tidak memungkinkan, maka ia wajib berijtihad untuk mengetahui arah menghadap ke *'ain al-ka'bah*.

Menurut al-Jazīrī, bagi orang yang di Mekah, maka baginya tidak cukup hanya menghadap ke arah Kakbah (*jihat al-ka'bah*). Sedangkan bagi orang yang di Mekah, namun berada di gunung yang lebih tinggi dari Kakbah atau berada di sebuah bangunan yang tinggi dan tidak mudah baginya menghadap ke *ain al-ka'bah*, maka sah baginya dengan cukup menghadap ke arah yang menunjukkan letak Kakbah kepadanya (*hawa' al-ka'bah*). Demikian pula apabila seseorang berada di daerah yang lebih rendah dari Kakbah.

b. Arah Kiblat Bagi Orang yang Tidak Melihat Kakbah

Menghadap kiblat bagi orang yang tidak dapat melihat ke Kakbah secara langsung, baik karena berada jauh atau di luar Mekah, dalam hal ini para ulama berbeda pendapat. Perbedaan pendapat ini karena

memperselisihkan apakah orang yang tidak melihat Kakbah secara langsung wajib menghadap ke kiblat (*'ain al-ka'bah*) ataukah menghadap ke arahnya (*jihat al-ka'bah*). Dalam hal ini ada beberapa pendapat, sebagai berikut:

1) Mazhab Hanafi

Pendapat mazhab Hanafi, bagi orang yang tidak melihat Kakbah maka wajib menghadap ke arah Kakbah dengan tepat (*iṣabah jihat al-ka'bah*). Kondisi bagi orang yang tidak dapat melihat ini, baik dia berada di Mekah namun tertutup suatu penghalang seperti bangunan, atau berada di luar Mekah. Argumentasi pendapat ini menyatakan bahwa pembebanan kepada orang muslim mempertimbangkan kemampuan orang yang dimiliki tersebut, dalam konteks ini kemampuan menghadap kiblat (al-Midani, 2003: 68).

Menghadap ke arah kiblat dalam kondisi demikian, sebab orang tersebut tidak mampu menghadap ke bangunan Kakbah (*'ain al-ka'bah*). Oleh karena itu, tidak diwajibkan baginya untuk menghadap ke bangunan Kakbah, namun yang diwajibkan adalah menghadap ke arah menuju ke Kakbah. Dalam hal ini at-Timirtasyi (t.t.: II/108-109) menyatakan bahwa bagi penduduk Mekah kiblatnya adalah bangunan Kakbah (*'ain al-ka'bah*), sedangkan bagi penduduk di luar Mekah kiblatnya arah Kakbah (*jihat al-ka'bah*).

Menurut al-Kāsānī (1986: I/118) orang yang salat tidak lepas dari keadaan, yaitu keadaan mampu untuk melakukan salat dengan menghadap kiblat dan keadaan melakukan salat tetapi tidak mampu untuk menghadap kiblat. Apabila ia mampu menghadap kiblat maka ia wajib salat menghadap kiblat, seperti orang yang dapat melihat Kakbah, maka kiblatnya adalah

bangunan Kakbah (*'ain al-ka'bah*). Apabila ia tidak mampu melihat Kakbah, maka ia wajib menghadap ke arah Kakbah (*jihat al-ka'bah*).

Sebagian ulama Hanafiyah ada yang berpendapat bahwa diwajibkan untuk menghadap ke bangunan Kakbah (*'ain al-ka'bah*) dengan melakukan ijtihad dan menelitinya. Pendapat yang demikian merupakan pendapat Abi Abdillah al-Bashri. Bahkan pendapat ini juga mengatakan bahwa niat menghadap bangunan Kakbah merupakan syarat sahnya salat (al-Kāsānī, 1986: I/118).

Secara ringkas mayoritas ulama mazhab Hanafi berpendapat bahwa kiblat salat bagi orang yang tidak dapat melihat Kakbah adalah menghadap ke arah Kakbah (*jihat al-ka'bah*). Ada sebagian ulama Hanafi lainnya yang berpendapat bahwa wajib menghadap bangunan Kakbah (*'ain al-ka'bah*).

2) Mazhab Maliki

Dalam masalah arah kiblat bagi orang yang tidak melihat Kakbah, al-Gharayānī (2002: I/299) berpendapat bahwa wajib baginya menghadap ke arah Kakbah (*jihat al-ka'bah*), sebab menghadap ke bangunan Kakbah bagi orang yang tidak melihat itu merupakan sesuatu yang mustahil. Walaupun demikian baginya tetap mencari arah menuju ke Kakbah dengan upaya yang dapat dilakukan olehnya, dengan petunjuk yang dapat mengarah ke *jihat al-ka'bah*, seperti matahari (*asy-syams*), bintang-bintang (*an-nujum*) dan gunung (*al-jabal*).

Upaya untuk mengetahui arah kiblat ini Menurut Ṭahir (1998: I/192) untuk mengetahui arah kiblat dapat dilakukan dengan ijtihad dengan mengetahui petunjuk-petunjuk alam yang menunjukkan ke arah kiblat, seperti

cahaya fajar (*al-fajr*), awan merah (*asy-syafaq*), matahari (*al-syams*), bintang utara (*al-quthb*), planet-planet (*al-kawākib*), angin (*al-rīh*) dan sebagainya.

Menurut Ibnu Rusyd (1982: 112) menyatakan bahwa seandainya menghadap ke bangunan Kakbah (*'ain al-ka'bah*) itu suatu kewajiban, maka ini akan menyulitkan. Sebab menghadap pada bangunan fisik Kakbah hanya dapat diketahui dengan pengukuran dan teknologi dalam menentukannya. Bagaimana mungkin hal ini dapat diketahui dengan berijtihad selain dengan cara tersebut. Sedangkan kita tidak diperintahkan untuk berijtihad dalam masalah ini dengan upaya pengukuran yang menghasilkan perhitungan panjang dan lebar suatu negeri.

Dalam kitab *al-Jami' li ahkam al-Qur'an*, al-Qurtubī (2006: 444) ketika menafsirkan al-Baqarah ayat 144, menjelaskan bahwa para ulama berbeda pendapat, apakah orang yang tidak melihat Kakbah diwajibkan untuk menghadap ke bangunan Kakbah atau ke arah Kakbah. Di antara mereka ada yang mengatakan wajib menghadap ke bangunan ke Kakbah. Pendapat ini menurut Ibn al-Arabi pendapat yang lemah, karena hal itu merupakan perintah (*taklīf*) yang tidak dapat dilakukan.

Sementara itu, para ulama lainnya mengatakan bahwa kiblat untuk orang tersebut adalah arah Kakbah (*jihat al-ka'bah*). Pendapat ini merupakan pendapat yang benar (*as-ṣahīh*) berdasarkan tiga alasan. *Pertama*, menghadap ke arah Kakbah adalah perintah (*taqlīf*) yang dapat dilaksanakan. *Kedua*, hal ini merupakan implementasi dari perintah dalam al-Qur'an. *Ketiga*, para ulama berargumentasi dengan sahnya barisan salat (*ṣaf*) yang memanjang

dalam salat berjamaah, yang dipastikan melebihi beberapa kali lipat dari lebar Kakbah.

Berdasarkan penjelasan tersebut maka dapat dipahami mayoritas ulama Maliki berpendapat bahwa bagi orang yang tidak dapat melihat Kakbah, maka dalam salatnya wajib menghadap ke arah ke Kakbah (*jihat al-ka'bah*) dengan tetap melakukan ijtihad untuk menghadap ke Kakbah.

3) Mazhab Syafi'i

Imam Syafi'i (2001: II/212) mengatakan bahwa orang yang berada di Mekah yang tidak dapat melihat Kakbah atau dia berada di luar Mekah, maka baginya harus melakukan ijtihad untuk mengetahui arah Kakbah yang benar (*ṣawāb al-ka'bah*) dengan memahami petunjuk-petunjuk alam seperti bintang (*an-nujum*), Matahari (*asy-syams*), Bulan (*al-qamar*), gunung (*al-jabal*), hembusan angin (*mahabb ar-rīh*) dan petunjuk-petunjuk lain yang dapat menunjukkan ke kiblat.

Berkaitan dengan kewajiban sebagaimana yang diungkap oleh Imam Syafi'i dalam kitab *al-Umm*, asy-Syīrazī dalam kitab *al-Majmu' Syarah al-Muḥaẓẓab* mengatakan bahwa dalam kitab *al-Umm* ada dua pendapat. *Pertama*, kewajiban menghadap kiblat bagi yang tidak melihat Kakbah adalah menghadap secara tepat ke bangun Kakbah (*iṣbah al-'ain*), karena seseorang diwajibkan menghadap ke kiblat adalah kewajiban menghadap secara tepat ke bangunan Kakbah seperti orang yang berada di Mekah. *Kedua*, teks yang jelas yang dinukil oleh al-Muzannī bahwa yang wajib adalah menghadap ke arah Kakbah. Hal ini dengan alasan seandainya yang wajib adalah menghadap ke bangunan Kakbah, maka salat jamaah yang *ṣaf-*

nya memanjang adalah tidak sah, karena di antara mereka terdapat orang yang menghadap ke arah di luar bangunan Kakbah (an-Nawawī, t.t.: III/202).

Mengenai hal ini, an-Nawawī (t.t.: III/202) menyatakan bahwa pendapat yang benar (*aṣ-ṣahīh*) dalam madzab kami adalah wajib menghadap ke bangunan Kakbah (*iṣabah ‘ain al-ka’bah*). Dalam kitab *al-Fiqh ‘ala al-Mazhab al-Arba’ah*, al-Jazīrī (2003: I/178) mengatakan bahwa mazhab Syafi’iyah mewajibkan bagi orang yang dekat dengan Kakbah atau jauh dengan Kakbah menghadap ke *‘ain al-ka’bah*.

4) Mazhab Hanbali

Ibnu Qudamah al-Maqdisī (2003: 23) menjelaskan bahwa bagi yang dekat dengan Kakbah, maka wajib salat menghadap ke *‘ain al-ka’bah*, sedangkan apabila jauh dari Kakbah, maka cukup dengan menghadap ke arah Kakbah. Demikian halnya pendapat al-Kalwanānī (2004:80) berpendapat bahwa yang wajib menghadap ke bangunan Kakbah dengan tepat bagi orang yang dekat dengan Kakbah, sedangkan bagi yang jauh melakukan ijtihad untuk mengetahui arah ke Kakbah (*jihat al-ka’ah*). Lebih rinci lagi al-Maqdisī dalam kitab *al-Mughni* menjelaskan bahwa bagi orang yang melihat Kakbah, maka baginya wajib menghadap ke *‘ain al-ka’bah* (al-Maqdisī, t.t.: II/100).

Dalam kitab *al-Mughni*, menurut al-Maqdisī (t.t.: II/100-101) sebagian mazhab Hanbali yang berpendapat bahwa keada orang menghadap ke Kakbah ada empat. *Pertama*, orang yang sangat yakin, yaitu orang yang melihat langsung bangunan Kakbah, atau ia termasuk penduduk Mekah, atau ia tinggal di Mekah tetapi berada di belakang suatu penghalang seperti pagar.

Maka baginya adalah menghadap ke bangunan Kakbah secara yakin. Demikian pula ketika ia salat di Masjid Nabawi, ia harus yakin bahwa kiblatnya adalah ke bangunan Kakbah. *Kedua*, orang yang mengetahui arah kiblat melalui orang lain, baik dia berada di Mekah atau di luar Mekkah. Demikian pula apabila seseorang berada di suatu kota. Maka ia wajib menghadap ke mihrab dan kiblat mereka yang sudah dipasang. Sebab mihrab dan kiblat tersebut dibuat oleh orang yang ahli dan mengetahui arah kiblat. Oleh karena itu ia tidak perlu lagi berijtihad.

Selanjutnya, *ketiga*, orang yang harus melakukan ijtihad dalam menentukan kiblat. Ia adalah orang yang tidak sama kondisinya dengan dua keadaan tersebut. Sementara ia memiliki beberapa tanda-tanda untuk mengetahui kiblat. *Keempat*, orang yang wajib bertaklid. Ia adalah orang buta dan orang yang tidak memiliki kemampuan untuk berijtihad.

Dari keempat keadaan tersebut, bagi yang ketiga dan keempat wajib mencari tahu arah kiblat, bukan bangunan Kakbah. Dengan demikian, ulama-ulama mazhab Hanbali berpendapat bahwa yang wajib bagi yang tidak melihat ke Kakbah atau jauh dari Kakbah adalah menghadap arah kiblat (*jihat al-ka'bah*).

B. Konsep Dasar Penentuan Arah Kiblat

1. Lingkaran Bola

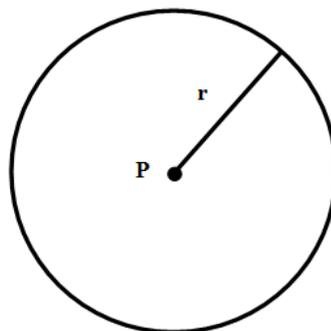
Istilah lingkaran dalam *Kamus Matematika* didefinisikan sebagai tempat kedudukan titik-titik yang berjarak sama r (disebut jari-jari) terhadap suatu titik tetap r (disebut pusat) (Kerami, 2003: 146). Pengertian ini sedikit

sulit untuk dipahami namun dapat disederhanakan dengan pemahaman bahwa lingkaran merupakan himpunan semua titik di bidang datar yang berjarak sama dari suatu titik tetap di bidang tersebut. Titik tetap lingkaran itu dinamakan pusat lingkaran, sedangkan jarak dari suatu titik pada lingkaran ke titik pusat dinamakan jari-jari lingkaran. Lingkaran dalam *Kamus Besar Bahasa Indonesia* (2008: 831) diartikan sebagai garis lengkung yang kedua ujungnya bertemu pada jarak yang sama dari titik pusat.

Pengertian yang lain, dapat dinyatakan bahwa lingkaran adalah sebuah garis lengkung yang bertemu kedua ujungnya, sedangkan semua titik sama jauh letaknya dari sebuah titik tertentu. Titik ini dinamakan pusat lingkaran, jarak dari suatu titik pada lingkaran ke titik pusat dinamakan jari-jari lingkaran dan garis lengkung yang bertemu kedua ujungnya itu dinamakan keliling lingkaran. Sedangkan daerah yang dibatasi oleh lingkaran disebut bidang lingkaran.

Sehingga istilah antara lingkaran dan bidang lingkaran berbeda. Dengan benang kita dapat mengkontekstualkan lingkaran, sedangkan dengan tripleks atau karton dapat mengkontekstualkan bidang lingkaran. Dengan demikian sangat terlihat perbedaan lingkaran dengan bidang lingkaran.

Gambar 2.1.: Lingkaran yang di tengahnya terdapat titik P disebut sebagai titik pusat dan garis r yang disebut sebagai jari-jari lingkaran.



Keterangan:

P : Pusat lingkaran

r : Jari-jari lingkaran

Lingkaran dalam konteks geometri yang dikenal dengan istilah bola merupakan bangun ruang tiga dimensi yang dibentuk oleh tak hingga lingkaran berjari-jari sama panjang dan berpusat pada satu titik yang sama, sehingga bola hanya memiliki 1 sisi saja (Nugraha dan Wibowo, 2014: 20). Dengan demikian yang dimaksudkan di sini dengan istilah lingkaran bola adalah lingkaran yang terdapat di dalam bangun ruang tiga dimensi yang dibentuk oleh tak hingga lingkaran berjari-jari sama panjang dan berpusat pada satu titik yang sama.

Di dalam lingkaran bola terdapat lingkaran besar dan lingkaran kecil. Salah satu lingkaran di dalam lingkaran tersebut dinamakan lingkaran dasar utama yaitu lingkaran besar yang posisinya horisontal. Semua lingkaran besar titik pusatnya adalah titik pusat bola, sedangkan lingkaran kecil titik pusatnya bukan titik pusat bola, akan tetapi pada garis tengah pada lingkaran besar (Hambali, 2011a: 31).

Berangkat dari penjelasan di atas, maka lingkaran besar merupakan lingkaran yang terbentuk dari perpotongan bola dengan bidang yang melalui pusat bola, jari-jari dan garis tengah lingkaran sama dengan jari-jari dan garis tengah bola tersebut.

Definisi yang lain, Djati Kerami (2003: 146) dinyatakan bahwa lingkaran besar merupakan lingkaran yang terbentuk dari perpotongan bola dengan bidang yang melalui pusat bola, jari-jari lingkaran tersebut sama

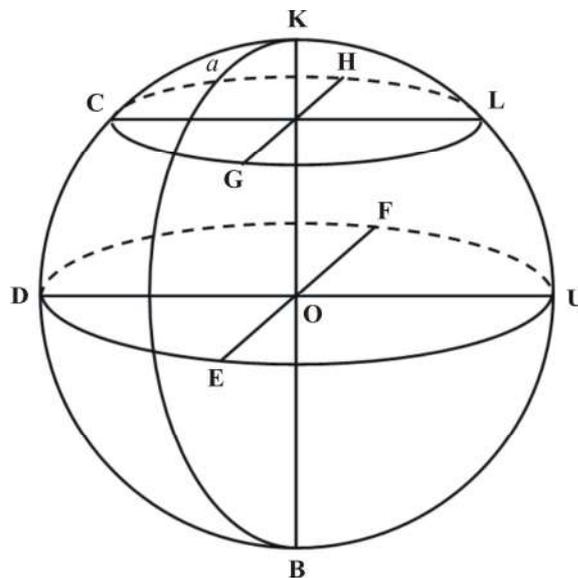
dengan jari-jari bola. Atau perpotongan bola dengan bidang yang melalui titik pusatnya, bisa juga diartikan lingkaran pada bola dengan garis tengah yang sama dengan garis tengah bola.

Dengan demikian, lingkaran besar merupakan lingkaran pada permukaan sebuah bola yang memiliki keliling yang sama dengan keliling bola tersebut. Oleh karena itu keberadaan lingkaran besar pada bola pasti akan memotong bola tersebut menjadi dua bagian besar yang sama, sedangkan lingkaran apapun pada permukaan bola yang tidak memotong bola menjadi dua bagian sama besar disebut sebagai lingkaran kecil.

Begitu juga dalam bola bumi, pada dasarnya terbentuk oleh dua macam lingkaran, yaitu lingkaran besar (*great circle*) dan lingkaran kecil (*small circle*). Lingkaran besar merupakan lingkaran bola yang mana titik pusatnya sama dengan titik pusat bola dan garis tengahnya sama dengan garis tengah bola.

Sedangkan lingkaran kecil bukanlah merupakan lingkaran bola, melainkan lingkaran yang sejajar dengan salah satu lingkaran besar atau lingkaran bola. Dengan kata lain, semua lingkaran lintang, selain lintang 0° adalah lingkaran kecil. Titik pusat lingkaran kecil bukanlah titik pusat bola melainkan berada pada garis tengah bola dan garis tengah lingkaran kecil bukanlah merupakan garis tengah bola melainkan memotong garis tengah bola.

Gambar 2.2.: Lingkaran bola yang di dalamnya terdapat lingkaran besar dan lingkaran kecil.



Keterangan:

K : Kutub bola

B : Kutub bola

KB : Garis tengah lingkaran besar, sehingga lingkaran bola yang melewati KB di sebut lingkaran besar. Kemudian sudut yang dibentuk oleh dua lingkaran besar disebut dengan sudut bola (a)

DU : Garis tengah lingkaran besar utama

EF : Garis tengah lingkaran besar utama

CL : Garis tengah lingkaran kecil

GH : Garis tengah lingkaran kecil

DFUE : Lingkaran yang melalui DFUE disebut lingkaran kecil

Bola bumi mempunyai banyak lingkaran besar, di antaranya adalah meridian bumi, lingkaran-lingkaran garis bujur, lingkaran khatulistiwa atau equator bumi. Sedangkan lingkaran kecil yang ada di bola bumi hanyalah lingkaran garis lintang (Hambali, 2013: 12). Meridian bumi adalah lingkaran

bola bumi yang melalui sumbu atau poros (kutub utara dan kutub selatan) bumi dan membelah bumi menjadi dua bagian, yakni bagian barat dan bagian timur.

Lingkaran garis bujur adalah lingkaran bola bumi yang melalui sumbu atau poros bumi (kutub utara dan kutub selatan). Meridian bumi dan lingkaran garis bujur adalah sama. Setengah lingkaran garis bujur yang melalui Greenwich dinamakan Meridian Utama (*Prime Meridian*) dan setengah lingkaran garis bujur yang melalui kebalikan Greenwich (180° dari Greenwich) dinamakan *International Date Line* (Garis Tanggal Internasional).

Lingkaran garis bujur yang berada di sebelah barat Greenwich dinamakan bujur barat dan lingkaran garis bujur yang berada di sebelah timur Greenwich dinamakan bujur timur. Lingkaran garis bujur dapat dijadikan petunjuk untuk mendapatkan arah utara dan selatan. Dimana arah utara adalah arah yang menuju ke kutub utara, sedangkan arah selatan adalah arah yang menuju ke kutub selatan.

Bilamana peninjau atau observer berdiri di kutub utara, maka arah yang ada di kutub utara hanyalah arah selatan, tidak ada arah utara, barat dan timur. Demikian juga ketika peninjau atau observer berdiri di kutub selatan, maka arah yang ada di kutub selatan hanyalah arah utara, tidak ada arah selatan, barat dan timur.

Lingkaran khatulistiwa atau equator bumi sering juga disebut dengan istilah garis khatulistiwa atau equator adalah lingkaran bola bumi yang posisinya tepat di tengah-tengah antara kutub utara dan kutub selatan bumi

dan perpotongan tegak lurus dengan lingkaran garis bujur. Lingkaran khatulistiwa atau equator membelah bumi menjadi dua bagian, yakni bagian utara dan bagian selatan. Lingkaran khatulistiwa atau equator dapat dijadikan sebagai petunjuk untuk mendapatkan arah barat timur. Arah yang searah dengan lintasan Matahari semu adalah arah barat, sedangkan kebalikannya adalah arah timur.

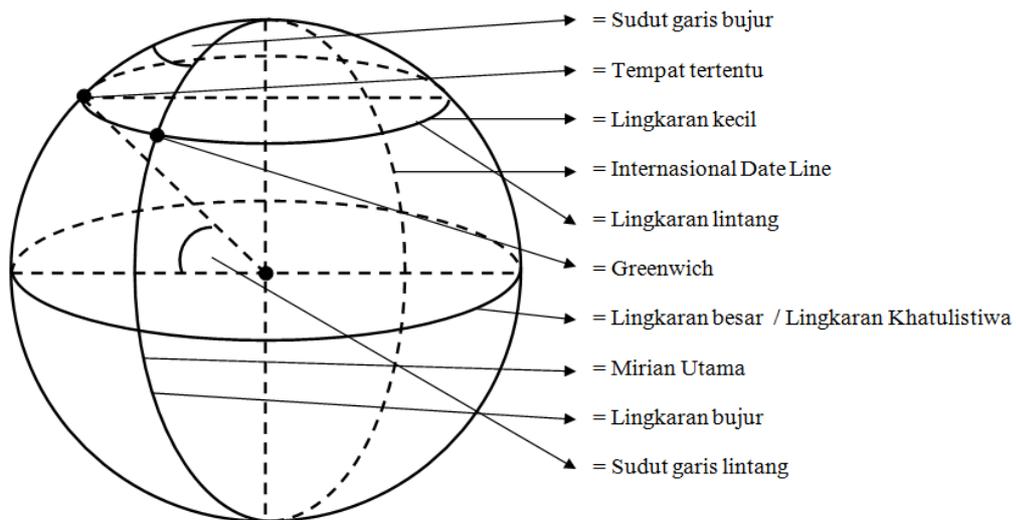
Lingkaran garis lintang adalah lingkaran kecil pada bola bumi yang sejajar dengan khatulistiwa atau equator bumi. Lingkaran garis lintang juga berpotongan tegak lurus dengan lingkaran garis bujur. Sebagaimana lingkaran khatulistiwa atau equator, lingkaran lintang juga dapat dijadikan petunjuk untuk mengetahui arah barat timur. Arah barat dan arah timur adalah arah yang tidak berujung, tidak seperti arah utara dan arah selatan. Arah barat adalah arah yang searah dengan gerak harian semu Matahari, sedangkan arah timur adalah arah yang berlawanan dengan gerak harian semu Matahari. Arah barat-timur merupakan arah yang tegak lurus dengan arah utara-selatan.

Sudut garis bujur atau sering dinamakan dengan istilah garis bujur biasanya diberi lambang (l) adalah sudut yang dibentuk oleh lingkaran garis bujur yang melalui Greenwich dengan lingkaran garis bujur yang melalui suatu tempat. Definisi yang lain sudut garis bujur adalah busur atau jarak yang dihitung dari Greenwich sampai suatu tempat melalui lingkaran garis lintang.

Sudut garis lintang yang sering dinamakan garis lintang biasanya diberi lambang (Φ) adalah sudut yang dibentuk oleh garis yang menghubungkan titik pusat bumi ke suatu tempat dengan garis yang

menghubungkan titik pusat bumi ke khatulistiwa atau equator bumi. Definisi yang lain, sudut garis lintang adalah busur atau jarak yang dihitung dari suatu tempat sampai dengan khatulistiwa atau equator bumi melalui lingkaran garis bujur (Hambali, 2013: 12-14).

Gambar 2.3.: Lingkaran bola bumi



Adapun dalam konteks bola langit, pada dasarnya bola langit merupakan proyeksi dari bola bumi ke langit. Lintang dan bujur pada bola bumi diproyeksikan ke langit menjadi lintang dan bujur langit, dan equator bumi menjadi equator langit.

Dengan demikian berlaku sama penjelasan tentang lingkaran besar dan lingkaran kecil. Dimana lingkaran besar adalah lingkaran pada permukaan bola langit yang dibuat melalui pasangan titik-titik pada permukaan bola langit yang berlawanan dan bertitik pusat pada titik pusat bola langit. Dengan demikian bidang lingkaran besar tersebut senantiasa menyinggung titik pusat bola langit. Lingkaran besar ini dapat dibuat sebanyak mungkin (tak terhingga) dan setiap lingkaran besar membagi bola

langit menjadi dua bagian sama besar. Dalam bahasa Inggris disebut dengan istilah *Great Circle*, sedangkan dalam bahasa Arab disebut *Dāirah Aẓīmah* atau *Dāirah Kābirah*.

Sedangkan lingkaran kecil adalah lingkaran pada permukaan bola langit yang titik pusatnya tidak berimpit dengan titik pusat bola langit. Oleh karenanya, bidang lingkaran kecil ini tidak menyinggung titik pusat bola langit dan tidak membagi bola langit menjadi dua bagian yang sama besarnya. Dalam bahasa Inggris dikenal dengan istilah *Small Circle*, sedangkan dalam istilah bahasa Arab disebut *Dāirah Ṣāghirah* (Azhari, 2008: 132).

2. Arah Kiblat dan Azimut Kiblat

Arah kiblat merupakan arah terdekat menuju Kakbah melalui lingkaran besar (*great circle*) bola bumi. Dimana dalam konteks ini dapat dikatakan bahwa lingkaran bola bumi yang dilalui oleh arah kiblat dapat disebut sebagai lingkaran kiblat.⁸ Dengan demikian lingkaran kiblat dapat didefinisikan sebagai lingkaran bola bumi yang memalui sumbu atau poros kiblat (Hambali, 2010: 11). Dalam kata lain, arah kiblat adalah arah terdekat atau bidang lengkung terdekat pada bola bumi terhadap Kakbah (Sarif, 2013: 44)

Sumbu atau poros kiblat yang dimaksudkan adalah garis tengah bola bumi yang menghubungkan Kakbah dengan kebalikan dari Kakbah melalui titik pusat bumi. Dimana Ka'bah tengah-tengahnya, menurut Slamet Hambali (2013: 14) terletak di Bujur Timur (BT^k) $39^{\circ} 49' 34,33''$ dan di Lintang Utara

⁸ Semua lingkaran besar titik pusatnya adalah titik pusat bola, sedangkan lingkaran kecil titik pusatnya bukan titik pusat bola, akan tetapi pada garis tengah pada lingkaran besar (Hambali, 2011a: 31).

(φ^k) $+21^\circ 25' 21,04''$. Dengan demikian kebalikannya Ka'bah berada di Bujur Barat (BB^x) $140^\circ 10' 25,67''$ dan di Lintang Selatan (φ^o) $-21^\circ 25' 21,04''$.⁹

Berdasarkan penjelasan tersebut maka arah kiblat seseorang yang ada di dalam bangunan Ka'bah adalah menghadap ke dinding Ka'bah, boleh ke semua arah yang diinginkan, boleh ke barat, timur, selatan, utara dan sebagainya. Demikian pula, arah kiblat di tempat kebalikan Ka'bah,¹⁰ di mana dapat menghadap ke arah mana saja (Hambali, 2013:14-15). Hal ini karena menghadap ke arah manapun jaraknya dari titik tersebut sampai Ka'bah jaraknya sama.

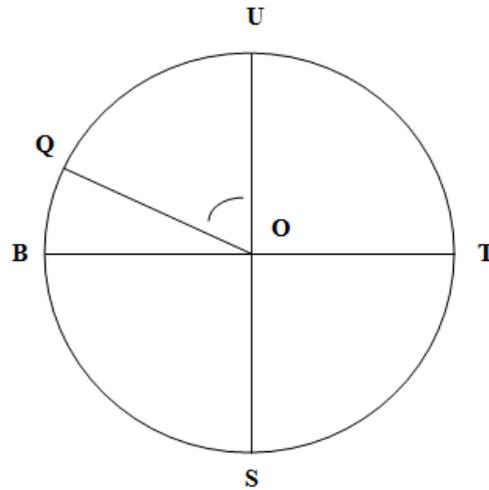
Pada bola bumi, sudut arah kiblat adalah sudut yang dibentuk oleh lingkaran meridian Bumi suatu tempat dengan lingkaran kiblat yang melalui suatu tempat tersebut. Pada bola langit, sudut arah kiblat dapat didefinisikan sebagai sudut yang dibentuk oleh garis yang menghubungkan titik pusat (tempat yang diukur arah kiblatnya) dan titik utara dengan garis yang menghubungkan titik pusat dan proyeksi kiblat di lingkaran horizon. Dengan kata lain juga dapat disebut sebagai busur yang dihitung dari titik utara atau selatan sampai dengan proyeksi Kakbah melalui horizon.

⁹ Data lintang dan bujur Kakbah ini yang akan digunakan di dalam penelitian ini. Data ini merupakan data yang digunakan oleh Slamet Hambali (2013: 14) dalam perhitungan yang diperoleh dari *google earth*. Mengenai data koordinat lintang dan bujur Kakbah ada banyak ragam. Menurut Ahmad Izzuddin lintang Kakbah: $21^\circ 25' 21,27''$ dan bujur Kakbah: $39^\circ 49' 34,56''$, data ini diperoleh dengan menggunakan GPS (*Global Positioning System*) Garmin 76CS pada tahun 2007. Menurut Hasanuddin Z. Abidin yang mengukur dengan Garmin E-MAP mendapatkan hasil lintang Kakbah: $21^\circ 25' 21,5''$ dan bujur Kakbah: $39^\circ 49' 43,5''$. Hasil penelitian Nabhan Maspotera tahun 1994 menggunakan GPS menyebutkan lintang Kakbah $21^\circ 25' 14,7''$ dan bujur Kakbah $39^\circ 49' 40''$. Menurut informasi dari Boscha bahwa Ibrahim juga mengadakan penelitian dengan menggunakan GPS diperoleh lintang Kakbah: $21^\circ 25' 25''$ dan bujur Kakbah: $39^\circ 49' 39''$ (Izzuddin, 2012a: 30, Hambali: 2011a: 181). Selain itu, menurut Moedji Raharto dan Dede Jaenal Arifin Surya (2011: 24) lintang Kakbah: $21^\circ 25' 21''$ LU dan bujur Kakbah: $39^\circ 50' 34''$ BT.

¹⁰ Titik kebalikannya Ka'bah berada di Bujur Barat (BB^x) $140^\circ 10' 25,67''$ dan di Lintang Selatan (φ^o) $-21^\circ 25' 21,04''$ lokasi ini berada di lautan kawasan Samudra Pasifik bagian selatan (*South Pacific Ocean*).

Azimut kiblat menurut Slamet Hambali (2013: 16) adalah sudut yang dihitung dari titik utara ke arah timur (searah dengan perputaran jarum jam) melalui lingkaran horizon sampai proyeksi Kakbah.

Gambar 2.4.: Arah kiblat yang diukur dari titik utara dan azimuth kiblat yang diukur dari titik utara ke timur, selatan dan barat (UTSB).



Berdasarkan gambar tersebut bahwa lingkaran UTSB adalah horizon atau ufuk, garis OQ adalah arah kiblat atau arah menuju ke Kakbah, UOQ adalah sudut arah kiblat, busur UQ = sudut UOQ adalah sudut arah kiblat arah kiblat dihitung dari titik utara, sedangkan UTSBQ adalah azimuth kiblat.

C. Perhitungan Arah Kiblat

Pengukuran arah kiblat dengan menggunakan segitiga siku-siku dari bayangan Bulan pada malam hari harus diawali dengan melakukan menghitung arah kiblat dan azimuth kiblat di tempat yang akan diukur arah kiblatnya.

1. Menghitung Arah Kiblat

Menghitung arah kiblat, menurut Slamet Hambali (2013: 80) dapat dilakukan dengan menggunakan rumus:

$$\text{Cotan B} = \tan \varphi^k \cos \varphi^x : \sin C - \sin \varphi^x : \tan C.$$

Keterangan:

B : adalah arah kiblat yang dihitung dari titik utara atau selatan, jika hasil perhitungan positif (+) maka arah kiblat dihitung dari titik utara (U), dan jika hasil perhitungan negatif maka arah kiblat dihitung dari titik selatan (S). B juga dapat disebut sebagai busur arah kiblat atau sudut arah kiblat.

φ^k : adalah lintang Kakbah = +21° 25' 21,04" LU (Lintang Utara)

φ^x : adalah lintang tempat yang akan dihitung arah kiblatnya

C : adalah jarak bujur terdekat dari Kakbah ke timur atau ke barat sampai dengan bujur tempat yang akan diukur arah kiblatnya. Untuk mendapat nilai C dapat digunakan dengan rumus sebagai berikut ini:

a) $BT^x > BT^k$, maka $C = BT^x - BT^k$, maksudnya jika BT^x lebih besar dari BT Ka'bah, maka untuk mendapatkan C adalah $BT^x - BT$ Ka'bah (BT Ka'bah = 39° 49' 34,33")

b) $BT^x < BT^k$, maka $C = BT^k - BT^x$, maksudnya, jika BT^x lebih kecil dari BT Ka'bah, maka untuk mendapatkan C adalah BT Ka'bah - BT^x

c) $BB 0^\circ - BB 140^\circ 10' 25,67''$, maka $C = BB^x + BT^k$, maksudnya, jika X (tempat yang akan dicari arah kiblatnya) terletak pada bujur barart antara $BB 0^\circ$ sampai dengan $BB 140^\circ 10' 25,67''$, maka untuk mendapatkan C adalah $BB^x + BT^k$

- d) $BB\ 140^{\circ}\ 10'\ 25,67'' - BB\ 180^{\circ}$, maka $C = 360^{\circ} - BB^x - BT^k$, maksudnya, jika X terletak pada bujur antara $BB\ 140^{\circ}\ 10'\ 25,67''$ sampai dengan $BB\ 180^{\circ}$, maka $C = 360^{\circ} - BB^x - BT$ Ka'bah.

Ketentuan tersebut harus memperhatikan BT atau BB, yang meliputi kelompok (a), (b), (c) dan (d). Dimana BT (Bujur Timur) terbagi menjadi kelompok (a) dan (b). Kelompok (a) kiblatnya condong ke barat, dan kelompok (b) kiblatnya condong ke timur. Sedangkan BB (Bujur Barat) terbagi menjadi kelompok (c) dan (d). Kelompok (c) kiblatnya condong ke timur dan kelompok (d) kiblatnya condong ke barat.

2. Menghitung Azimut Kiblat

Sebagaimana penjelasan sebelumnya bahwa azimut kiblat merupakan sudut yang dihitung dari titik utara ke arah timur (searah dengan perputaran jarum jam) melalui lingkaran horizon sampai proyeksi Kakbah. Pengertian ini dapat diperjelas dengan definisi bahwa azimut kiblat adalah sudut yang dibentuk oleh garis yang menghubungkan titik pusat (titik yang diukur arah kiblatnya) dan titik utara dengan garis yang menghubungkan titik pusat (titik yang diukur arah kiblatnya) dengan proyeksi Kakbah melalui horizon ke arah timur (searah perputaran jarum jam).

Berdasarkan penjelasan tersebut, untuk mendapatkan azimut kiblat setelah mendapatkan nilai arah kiblat sebagaimana hasil dari perhitungan mencari nilai arah kiblat di atas, menurut Slamet Hambali (2013: 22-23) dapat dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

- a) Apabila B (arah kiblat) = UT (utara timur), maka azimuth kiblatnya adalah tetap. Misalnya $B = 58^{\circ} 30' 56, 27''$ (UT), maka azimuth kiblatnya $= 58^{\circ} 30' 56, 27''$.
- b) Apabila B (arah kiblat) = ST (selatan timur), maka azimuth kiblatnya adalah $180^{\circ} + B$. Misalnya $B = -65^{\circ} 10' 00''$ (ST), maka azimuth kiblatnya $= 180^{\circ} + (-65^{\circ} 10' 00'') = 114^{\circ} 50' 00''$
- c) Apabila B (arah kiblat) = SB (selatan barat), maka azimuth kiblatnya adalah $180^{\circ} - B$. Misalnya $B = -65^{\circ} 10' 00''$ (SB), maka azimuth kiblatnya $= 180^{\circ} - (-65^{\circ} 10' 00'') = 245^{\circ} 10' 00''$.
- d) Apabila B (arah kiblat) = UB (utara barat), maka azimuth kiblatnya adalah $360^{\circ} - B$. Misalnya $B = 67^{\circ} 50' 09,53''$ UB, maka azimuth kiblatnya $= 360^{\circ} - 67^{\circ} 50' 09,53'' = 292^{\circ} 09' 50,47''$.

3. Perhitungan Arah Kiblat dan Azimut Kiblat

Menghitung arah kiblat dan azimuth kiblat di suatu tempat, sebagai contoh di koordinat Bujur Timur (BT^x) = $110^{\circ} 21' 17,52''$ dan Lintang Selatan (φ^x) = $-6^{\circ} 59' 14,88''$.¹¹ Sedangkan untuk data Kakbah pada koordinat Bujur Timur (BT^k) = $39^{\circ} 49' 34,33''$ dan di Lintang Utara (φ^k) = $+21^{\circ} 25' 21,04''$. Adapun perhitungannya sebagai berikut:

- a) Menghitung arah kiblat di lokasi yang akan diukur arah kiblatnya dengan menggunakan rumus:

$$\text{Cotan B} = \tan \varphi^k \cos \varphi^x : \sin C - \sin \varphi^x : \tan C.$$

¹¹ Lokasi ini berada di Perum Bukit Walisongo Permai No. 11 Blok V Tambakaji Ngaliyan Kota Semarang. Data ini diperoleh dari *Google Eart* 2016 yang diambil pada tanggal 26 Maret 2016

Data:

$$\varphi^k = +21^\circ 25' 21,04''$$

$$\varphi^x = -6^\circ 59' 14,88''$$

$$C = 110^\circ 21' 17,52'' - 39^\circ 49' 34,33'' \text{ (C kelompok 1, kiblatnya condong ke barat).}$$

$$C = 70^\circ 31' 43,19''$$

Maka:

$$\text{Cotan B} = \tan +21^\circ 25' 21,04'' \cos -6^\circ 59' 14,88'' : \sin 70^\circ 31' 43,19'' - \sin -6^\circ 59' 14,88'' : \tan 70^\circ 31' 43,19''.$$

$$B = 65^\circ 29' 1.42'' \text{ UB (utara barat)}$$

- b) Menghitung azimut kiblat di lokasi yang diukur arah kiblatnya.

Karena hasil perhitungan arah kiblat UB (utara barat), maka untuk mendapatkan azimut kiblat menggunakan rumus:

$$\begin{aligned} \text{Az Kiblat} &= 360^\circ - B \\ &= 360^\circ - 65^\circ 29' 1.42'' \\ &= 294^\circ 30' 58,5'' \end{aligned}$$

D. Metode Pengukuran Arah Kiblat

Seiring dengan perkembangan Ilmu Falak yang signifikan, secara tidak langsung juga memberikan perkembangan dalam metode perhitungan dan pengukuran arah kiblat. Di antara metode pengukuran arah kiblat yang selama ini berkembang dan digunakan sebagai berikut:

1. Pengukuran Arah Kiblat dengan Kompas

Pengukuran arah kiblat dengan menggunakan kompas ini dalam praktiknya terlebih dahulu melakukan perhitungan untuk mengetahui arah dan azimut kiblat di tempat tersebut.¹² Dalam hal ini Kompas dijadikan sebagai sebuah alat bantu yang menggunakan jarum magnet untuk mendapatkan arah utara dan selatan. Akan tetapi arah utara dan selatan yang ditunjukkan oleh magnet adalah arah utara dan selatan bumi, bukan utara dan selatan sejati. Bahkan arah magnet setiap tahun berubah-ubah, hal ini akibat dari berubahnya posisi magnet bumi (Kresnadjaja dan Muttaqien, 2012: 32).

Oleh karena itu, perlu adanya koreksi deklinasi magnetik agar mendapatkan arah utara dan selatan sejati. Setelah mengetahui arah utara dan selatan, maka dengan mudah akan diketahui arah barat dan timur dengan membuat garis lurus yang tegak lurus dengan garis yang menunjukkan arah utara dan selatan. Adapun langkah-langkah dilakukan dalam pengukuran arah kiblat dengan kompas sebagai berikut:

- a. Mempersiapkan data koordinat bujur dan lintang tempat yang akan diukur kiblatnya serta data koordinat bujur dan lintang Kakbah.
- b. Mempersiapkan data deklinasi magnetik di tempat yang akan dilakukan pengukuran arah kiblat. Data deklinasi magnet dapat diakses di Website *National Centers for Environmental Information* (NOAA) di <http://www.ngdc.noaa.gov/geomag-web/#declination>.
- c. Melakukan perhitungan untuk mengetahui arah kiblat dan azimut kiblat di tempat yang akan diukur arah kiblatnya.

¹² Metode pengukuran arah kiblat dengan kompas ini banyak digunakan oleh masyarakat seperti di Kota Mataram. Menurut Salimul Jihad (2012: 107) sebagian besar masjid-masjid kota Mataram dalam pengukuran arah kiblat menggunakan alat bantu Kompas.

- d. Perlu diperhatikan berkaitan dengan data deklinasi magnetik, apabila deklinasi magnetik negatif (E), maka untuk mendapatkan azimuth kiblat dengan menggunakan kompas adalah kiblat dari azimuth kiblat sebenarnya (berdasarkan perhitungan azimuth kiblat) dikurangi deklinasi magnetik. Sebaliknya, apabila deklinasi magnetik positif (W), maka untuk mendapatkan azimuth kiblat dengan menggunakan kompas adalah kiblat dari azimuth kiblat sebenarnya (berdasarkan perhitungan azimuth kiblat) ditambah deklinasi magnetik.
- e. Mempersiapkan kompas yang akan digunakan sebagai alat bantu pengukuran arah kiblat.

Contoh pengukuran arah kiblat dengan menggunakan alat bantu

Kompas sebagai berikut:

- a) Diketahui data sebagai berikut ini:

Lintang Tempat (ϕ^x)	= $-6^\circ 59' 14,88''$ LS (Lintang Selatan)
Bujur Tempat (λ^x)	= $110^\circ 21' 17,52''$ BT (Bujur Timur)
Lintang Kakbah (ϕ^k)	= $+21^\circ 25' 21,04''$ LU (Lintang Utara)
Bujur Kakbah (λ^k)	= $39^\circ 49' 34,33''$ BT (Bujur Timur)
Deklinasi magnetik	= $0,94^\circ$ E atau $0^\circ 56' 24''$ E ¹³

- b) Menghitung arah kiblat di lokasi yang akan diukur arah kiblatnya dengan menggunakan rumus:

$$\text{Cotan B} = \tan \phi^k \cos \phi^x : \sin C - \sin \phi^x : \tan C.$$

¹³ Data ini merupakan data deklinasi magnetik yang didapat di Website National Centers for Environmental Information (NOAA) di <http://www.ngdc.noaa.gov/geomag-web/#declination>., caranya dengan memasukkan data lintang dan bujur tempat yang dikehendaki, maka kemudian akan muncul nilai deklinasi magnetik di tempat tersebut. Data yang deklinasi magnetik yang muncul merupakan data yang sesuai pada tanggal, bulan dan tahun tersebut.

Data:

$$\phi^k = +21^\circ 25' 21,04''$$

$$\phi^x = -6^\circ 59' 14,88''$$

$$C = 110^\circ 21' 17,52'' - 39^\circ 49' 34,33'' \text{ (C kelompok 1, kibatnya condong ke barat).}$$

$$C = 70^\circ 31' 43,19''$$

Maka:

$$\text{Cotan B} = \tan +21^\circ 25' 21,04'' \cos -6^\circ 59' 14,88'' : \sin 70^\circ 31' 43,19'' - \sin -6^\circ 59' 14,88'' : \tan 70^\circ 31' 43,19''.$$

$$B = 65^\circ 29' 1.42'' \text{ UB (utara barat)}$$

- c) Menghitung azimut kiblat di lokasi yang akan diukur arah kiblatnya.

Karena hasil perhitungan arah kiblat UB (utara barat), maka untuk mendapatkan azimut kiblat menggunakan rumus:

$$\begin{aligned} \text{Az Kiblat} &= 360^\circ - B \\ &= 360^\circ - 65^\circ 29' 1.42'' \\ &= 294^\circ 30' 58,5'' \text{ (UTSB)} \end{aligned}$$

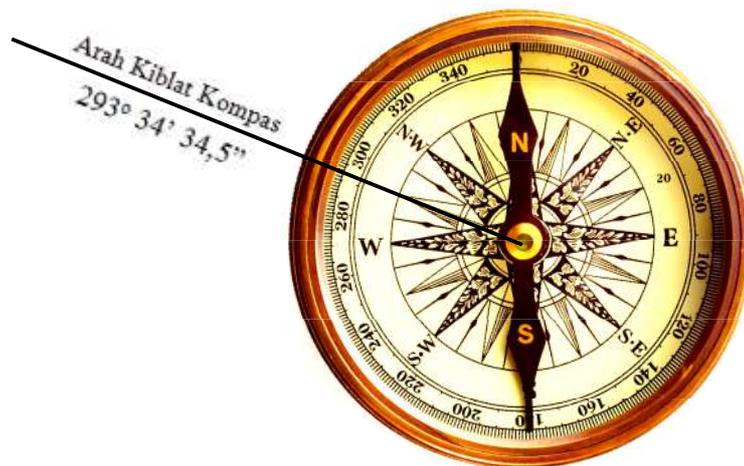
- d) Deklinasi magnetik untuk tempat tersebut pada tanggal 26 Maret 2016 adalah $0^\circ 56' 24''$ E, maka untuk mendapatkan nilai azimut kiblat Kompas di tempat tersebut dengan cara azimut kiblat hasil perhitungan dikurangi deklinasi magnetik:

$$294^\circ 30' 58,5'' - 0^\circ 56' 24'' = 293^\circ 34' 34,5'' \text{ (UTSB)}$$

- e) Mempersiapkan Kompas yang menggunakan lingkaran 360 dengan menempati jarum utara kompas berhimpit dengan bilangan 0 (utara magnet), kemudian titik pusat Kompas ditarik garis ke arah bilangan

$293^{\circ} 34' 34,5''$, maka garis lurus yang didapat ini merupakan arah kiblat tempat tersebut.

Gambar 2.5: Pengukuran arah kiblat dengan menggunakan alat bantu Kompas di koordinat lintang: $-6^{\circ} 59' 14,88''$ (LS) dan bujur: $110^{\circ} 21' 17,52''$ (BT) pada tanggal 26 Maret 2016.



2. Pengukuran Arah Kiblat dengan Tongkat *Istiwa'*

Tongkat *Istiwa'* yang dimaksudkan di sini adalah sebuah alat bantu yang terbuat dari kayu atau besi yang berdiri tegak lurus dengan bidang datar yang dikelilingi lingkaran, sedangkan benda yang tegak lurus tersebut sebagai titik pusatnya. Tongkat *Istiwa'* ini nantinya digunakan sebagai alat bantu untuk mencari arah utara (*true north*) dan selatan sejati (*true south*) dengan bantuan bayangan Matahari pada siang hari.

Adapun langkah-langkah yang ditempuh dalam pengukuran arah kiblat dengan bantuan Tongkat *Istiwa'* sebagai sebagai berikut:

- a) Mempersiapkan data koordinat bujur dan lintang tempat yang akan diukur kiblatnya, serta data koordinat bujur dan lintang Kakbah.
- b) Melakukan perhitungan untuk mengetahui arah kiblat suatu tempat yang akan diukur arah kiblatnya.

- c) Mempersiapkan dan memastikan sebuah tongkat yang digunakan sebagai Tongkat *Istiwa'* berdiri tegak lurus di tempat yang datar serta membuat lingkaran yang melingkari Tongkat *Istiwa'* tersebut. Untuk mengecek kondisi Tongkat *Istiwa'* berdiri tegak lurus dapat menggunakan alat bantu Bandul Lot¹⁴ dan Waterpass.¹⁵
- d) Memperhatikan gerak bayangan ujung tongkat sejak sebelum zawal sampai sesudah zawal. Pada saat sebelum zawal bayangan ujung tongkat melintasi lingkaran, pada bagian lingkaran yang dilintasi ujung bayangan tersebut diberi tanda titik. Demikian juga pada saat setelah zawal ujung bayangan tongkat melintasi lingkaran, pada bagian lingkaran yang dilintasi oleh ujung bayangan tersebut diberi tanda titik. Kedua titik tersebut kemudian dihubungkan, garis yang menghubungkan kedua titik tersebut adalah arah barat dan arah timur. Dari garis yang mengarah ke arah barat dan timur ini kemudian dibuat garis yang tegak lurus dengan garis tersebut, maka diperoleh garis yang menunjukkan arah utara dan arah selatan.
- e) Dari arah utara, timur, selatan dan barat yang sudah diketahui, maka untuk mendapatkan arah kiblat dapat menggunakan alat penggaris busur 180°, dengan menyesuaikan dengan hasil perhitungan arah kiblat.
- f) Selain itu juga, setelah arah utara, timur, selatan dan barat yang sudah diketahui, untuk mendapatkan arah kiblat dapat menggunakan rumus

¹⁴ Bandul Lot adalah salah satu alat dipergunakan untuk mengukur ketegakan suatu benda atau bidang.

¹⁵ Waterpass adalah alat yang digunakan untuk mengukur atau menentukan sebuah benda atau garis dalam posisi rata baik pengukuran secara vertikal maupun horizontal.

segitiga linier, yaitu membuat garis atau selatan dengan ukuran tertentu. Kemudian dibuat garis tegak lurus dengan garis utara selatan yang panjangnya (Hambali, 2013: 24) menggunakan rumus:

$$q = \tan Q \cdot b$$

Keterangan:

q = Garis yang tegak lurus dengan garis utara selatan.

Q = Sudut arah kiblat

b = Garis utara selatan yang dipanjangnya sudah ditentukan.

Dalam hal ini, ada beberapa ketentuan:

- a. Apabila arah kiblatnya UB (Utara Barat), maka q ditarik dari ujung utara ke arah barat.
- b. Apabila arah kiblatnya UT (Utara Barat), maka q ditarik dari ujung utara ke arah timur.
- c. Apabila arah kiblatnya ST (Selatan Timur), maka q ditarik dari ujung selatan ke arah timur.
- d. Apabila arah kiblatnya SB (Selatan Barat), maka q ditarik dari ujung selatan ke arah barat.

Contoh pengukuran arah kiblat dengan menggunakan alat bantu Tongkat *Istiwa'* di lokasi Kampus 1 UIN Walisongo Semarang dengan koordinat lintang: $-6^{\circ} 59' 13,09''$ (LS) dan bujur: $110^{\circ} 21' 34,38''$ (BT)¹⁶, sebagai berikut:

- 1) Diketahui data-data yang diperlukan sebagai berikut:

Lintang Tempat = $-6^{\circ} 59' 13,09''$ LS (Lintang Selatan)

¹⁶ Data lintang tempat dan bujur tempat Masjid Kampus I UIN Walisongo ini diperoleh dari *Google Eart* yang diambil pada tanggal 26 Maret 2016.

Bujur Tempat	= 110° 21' 34,38" BT (Bujur Timur)
Lintang Kakbah	= +21° 25' 21,04" LU (Lintang Selatan)
Bujur Kakbah	= 39° 49' 34,33" BT (Bujur Timur)

- 2) Menghitung arah kiblat Masjid Kampus 1 UIN Walisongo Semarang dengan rumus berikut:

$$\text{Cotan } B = \tan \varphi^k \cos \varphi^x : \sin C - \sin \varphi^x : \tan C.$$

Data:

$$\text{Lintang Kakbah } \varphi^k = +21^\circ 25' 21,04''$$

$$\text{Lintang tempat } \varphi^x = -6^\circ 59' 13,09''$$

$$C = 110^\circ 21' 34,38'' - 39^\circ 49' 34,33''$$

(C kelompok 1, maka arah kiblatnya condong ke barat).

$$C = 70^\circ 32' 00,05''$$

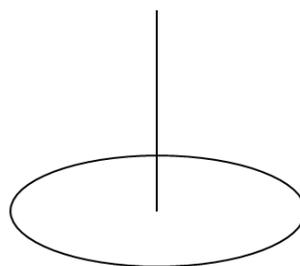
Maka:

$$\begin{aligned} \text{Cotan } B &= \tan +21^\circ 25' 21,04'' \cos -6^\circ 59' 13,09'' : \sin 70^\circ 32' \\ &\quad 00,05'' - \sin -6^\circ 59' 13,09'' : \tan 70^\circ 32' 00,05''. \end{aligned}$$

$$B = 65^\circ 29' 5,81'' \text{ UB (utara barat)}$$

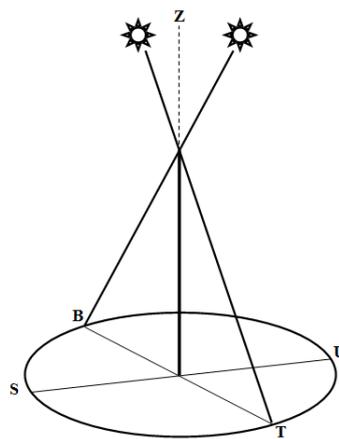
- 3) Mempersiapkan Tongkat *Istiwa*' sebagai titik tengah sebuah lingkaran yang berdiri tegak dengan bidang datar, yang dicek dengan menggunakan alat bantu Lot dan Waterpass.

Gambar 2.6.: Sebuah Tongkat *Istiwa*' yang menjadi titik pusat sebuah lingkaran berdiri tegak lurus dengan bidang datar.



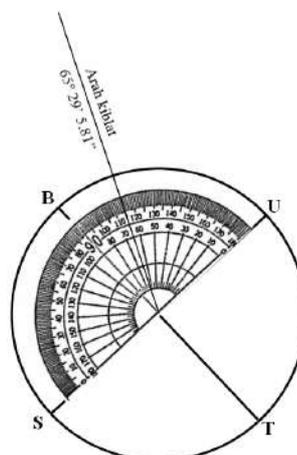
- 4) Memberikan tanda titik pada bayangan ujung Tongkat *Istiwa'* yang sampai pada lingkaran di bagian barat (sebelum zawal) dan di bagian timur (setelah zawal). Kemudian dua titik tersebut dibuat garis lurus yang mengarah pada timur barat, selanjutnya dibuat garis yang tegak lurus dengan garis tersebut, garis tersebut mengarah ke utara selatan.

Gambar 2.7.: Tongkat *Istiwa'* dengan memanfaatkan bayangan Matahari untuk menentukan arah utara, timur, selatan dan barat.



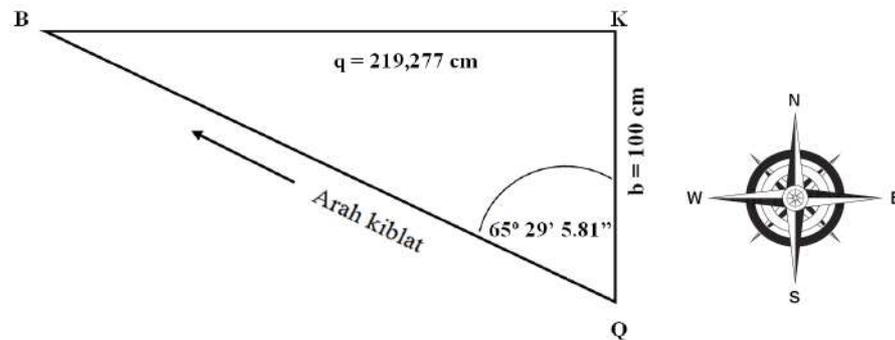
- 5) Setelah arah utara, timur, selatan dan barat diketahui, maka dengan mudah dapat menentukan arah kiblat dengan bantuan penggaris busur, kemudian membuat garis lurus yang menghubungkan titik pusat dengan busur $65^{\circ} 29' 5.81''$ (utara ke barat)

Gambar 2.8.: Arah Kiblat Masjid Kampus I UIN Walisongo Semarang yang diukur dengan alat bantu penggaris busur.



- 6) Selain itu dapat juga dengan cara lain, setelah diperoleh arah utara, timur, selatan dan barat dengan Tongkat *Istiwa'*, kemudian garis utara selatan diambil 100 cm diberi nama sisi b digunakan untuk mencari panjang q . Nilai $q = 219,277$ cm diperoleh dari rumus: $q = \tan Q \cdot b$ ($\tan 65^\circ 29' 5.81'' \times 100$ cm). Garis yang menghubungkan titik B dengan Q itu adalah arah kiblat.

Gambar 2.9.: Arah kiblat Masjid Kampus I UIN Walisongo diukur dengan menggunakan rumus segitiga siku-siku dari garis utara selatan.



3. Pengukuran Arah Kiblat dengan *Rasyd al-Qiblah* Global

Rasyd al-qiblah global ialah petunjuk arah kiblat yang diambil dari posisi matahari ketika sedang berkulminasi di titik zenit Kakbah. Peristiwa ini akan terjadi dua kali dalam setahun, antara tanggal 27 Mei atau 28 Mei pada pukul 09.18 GMT (16.18 WIB) dan 15 Juli atau 16 Juli pada pukul 09.27 GMT (16.27 WIB) (Hambali, 2013: 38, Syarif, 2012: 263)

Metode pengukuran arah kiblat dengan *rasyd al-qiblah* global dapat dilakukan dengan langkah-langkah berikut ini:

- a) Mempersiapkan data yang diperlukan dalam perhitungan, yang berupa data bujur Kakbah dan lintang Kakbah, bujur dan lintang tempat yang akan diukur arah kiblatnya, serta bujur daerah atau bujur *local mean*

time (LMT), baik untuk Kakbah maupun tempat yang akan diukur arah kiblatnya.

- b) Menghitung *time zone* tempat yang akan diukur arah kiblatnya.
- c) Menghitung kapan terjadinya Matahari zawal (*mer pass*) berimpit dengan titik zenit Kakbah (setidak-tidaknya terdekat dengan titik zenit Kakbah), yaitu ketika zawal deklinasi matahari (δ^m) sama dengan lintang Kakbah. Sedangkan lintang Kakbah (ϕ^k) adalah $21^\circ 25' 21.04''$. ketika matahari zawal di atas Kakbah, maka pada saat itu merupakan *rasyd al-qiblah* global bagi daerah lain yang dapat melihat matahari pada saat itu (setengah permukaan bumi).
- d) Menghitung saat terjadinya *rasyd al-qiblah* global di tempat yang akan diukur arah kiblatnya. Adapun yang dilakukan adalah merubah waktu zawal di atas Kakbah ke waktu daerah setempat atau *local mean time* (LMT), dengan cara waktu ketika di atas Kakbah ditambah atau dikurangi *time zonenya* antara Kakbah dengan tempat yang akan diukur arah kiblatnya. Waktu zawal Kakbah dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{Zawal} = \text{pkl. } 12 - e + (45^\circ - 39^\circ 49' 34,33'') : 15$$

- e) Selain itu, dapat pula dilakukan dengan langsung berdasar pada waktu pertengahan setempat (*local mean time*) yang akan diukur arah kiblatnya. Rumusnya:

$$\text{WD} = \text{WH} - e + (\text{BT}^d - \text{BT}^k) : 15$$

- f) Mempersiapkan benda apapun yang berdiri tegak lurus di tempat yang datar. Bayangan benda tersebut pada saat terjadi *rasyd al-qiblah* global adalah arah kiblat (arah menuju Matahari).
- g) Mempersiapkan jam (waktu) yang akurat. Untuk mendapatkan waktu yang akurat dapat menggunakan GPS (*Global Positioning System*),¹⁷ dapat menggunakan telepon duduk (telkom) dengan nomor 103 dan dapat juga menggunakan internet.¹⁸

Adapun contoh pengukuran arah kiblat dengan menggunakan *rasyd al-qiblah* global di Masjid Kampus II UIN Walisongo¹⁹ pada 27 Mei 2016 M, sebagai berikut:

- 1) Diketahui data-data yang diperlukan sebagai berikut:

Lintang Tempat	= -6° 59' 13,09" LS (Lintang Selatan)
Bujur Tempat	= 110° 21' 34,38" BT (Bujur Timur)
Bujur Daerah setempat	= 105°
Lintang Kakbah	= +21° 25' 21,04" LU (Lintang Utara)
Bujur Kakbah	= 39° 49' 34,33" BT (Bujur Timur)
Bujur Daerah Kakbah	= 45°

¹⁷ *Global Positioning System* (GPS) adalah suatu sistem radio navigasi penentuan posisi dengan menggunakan satelit. GPS dapat memberikan posisi suatu objek di muka bumi dengan akurat dan cepat (tiga dimensi koordinat x, y, z) dan memberikan informasi waktu serta kecepatan bergerak secara kontinu di seluruh dunia. Dengan menggunakan GPS ini seseorang dapat menentukan posisi lintang dan bujur suatu tempat di permukaan Bumi. Informasi lainnya yang didapat dari GPS selain posisi adalah kecepatan, arah, jarak, waktu dan sebagainya. Bahkan GPS ini satu-satunya sistem navigasi satelit yang berfungsi dengan baik (Hidayat dan Suadi, 2012: 37-38, Singgih, 2013: 80). Tipe GPS ada dua, tipe navigasi dan tipe geodetik (Nugroho, 2013: 1). Sistem yang serupa dengan GPS antara lain GLONASS Rusia, Galileo Uni Eropa dan IRNSS India (Wahyudi, 2015: 79).

¹⁸ Untuk mendapatkan waktu yang akurat dengan menggunakan internet dapat juga mengunjungi website 1) <http://wwp.greenwichmeantime.com/>, 2) <http://www.timeanddate.com/>, 3) <http://time.is/> dan website lainnya.

¹⁹ Data lintang tempat dan bujur tempat Masjid Kampus II UIN Walisongo ini diperoleh dari *Google Earth* yang diambil pada tanggal 26 Maret 2016.

- 2) *Time zone* Masjid Kampus II UIN Walisongo dari Kakbah adalah $(105^\circ - 45^\circ) : 15 = + 4$ jam. Ini artinya *local mean time* Kakbah + 4 jam menjadi *local mean time* Masjid Kampus II UIN Walisongo.
- 3) Pada Mei 2016, deklinasi Matahari (δ°) sama dengan lintang Kakbah atau paling tidak mendekati lintang Kakbah adalah terjadi pada tanggal 27 Mei 2016, yaitu $+21^\circ 23' 31,16''$ (deklinasi pada saat Mahatari zawal di atas Kakbah).²⁰ Sedangkan *equation of time* (e) pada saat zawal = $0^j 2^m 48^d$.²¹

Matahari zawal di atas Kakbah:

$$\text{Zawal} = \text{pukul. } 12 - e + (45^\circ - 39^\circ 49' 34,33'') : 15$$

$$\text{Zawal} = \text{pukul. } 12 - 0^j 2^m 48^d + ((45^\circ - 39^\circ 49' 34,33'') : 15)$$

$$\text{Zawal} = \text{pukul. } 12:17:53,71 \text{ LMT Kakbah (Mekah)}$$

- 4) Waktu *rasyd al-qiblah* global di Masjid Kampus II UIN Walisongo Semarang
- $$= \text{LMT Kakbah (Mekah)} + \textit{time zone}$$

²⁰ Pada tanggal 27 Mei 2016 ini ketika matahari zawal, posisi matahari tidak tepat di atas Kakbah, namun mendekati. Hal ini dapat dilihat dari selisih lintang Kakbah dengan deklinasi Matahari ketika zawal. $+21^\circ 25' 21,04'' - +21^\circ 23' 31,16'' = 00^\circ 01' 49,88''$

²¹ Data ini diperoleh dari Software Winhisab 2.0 Badan Hisab Rukyat Departemen Agama (sekarang Kementerian Agama) Republik Indonesia.

Zawal di atas Kakbah terjadi pada Pukul 12:17:53,71 LMT Kakbah atau Mekah (09:17:53,71 GMT), untuk mendapatkan nilai deklinasi matahari dan *equation of time* (e) yang akurat sesuai dengan waktu tersebut maka dapat dilakukan interpolasi:

Deklinasi Matahari (δ°) dengan menginterpolasi, rumus: $A - (A - B) \times C/1$

$$\delta^\circ \text{ jam } 09 = 21^\circ 23' 24'' \rightarrow A$$

$$\delta^\circ \text{ jam } 10 = 21^\circ 23' 48'' \rightarrow B$$

$$= 0^\circ 17' 53,71'' \rightarrow C$$

$$\delta^\circ \text{ jam } 09^j 17^m 53,71^d = A - (A - B) \times C/1$$

$$= 21^\circ 23' 31,16''$$

Equation of Time (e°) dengan menginterpolasi, rumus: $A - (A - B) \times C/1$

$$e^\circ \text{ jam } 09 = 00^\circ 02' 48'' \rightarrow A$$

$$e^\circ \text{ jam } 10 = 00^\circ 02' 48'' \rightarrow B$$

$$= 0^\circ 17' 53,71'' \rightarrow C$$

$$e^\circ \text{ jam } 09^j 17^m 53,71^d = A - (A - B) \times C/1$$

$$= 00^\circ 02' 31,16''$$

= pukul 12:17:53,71 + 4 jam

= pukul 16:17:53,71 WIB

- 5) Selain itu, dapat juga dilakukan perhitungan langsung berdasarkan waktu pertengahan setempat atau *local mean time* (LMT).

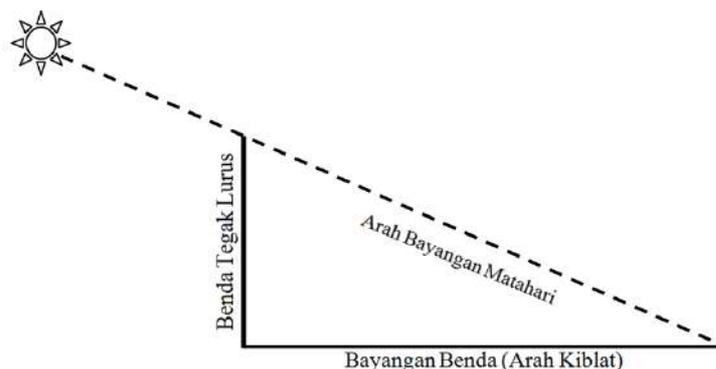
= pukul 12 – (e) + $((105^{\circ} - 39^{\circ} 49' 34,33'') : 15)$

= pukul 12 – (0ⁱ 2^m 48^d) + $((105^{\circ} - 39^{\circ} 49' 34,33'') : 15)$

= pukul 16:17:53,71 WIB

- 6) Mempersiapkan benda yang berdiri tegak lurus yang bisa memperoleh sinar Matahari pada tanggal 27 Mei 2016 pada pukul 16:17:53,71 WIB di Masjid Kampus II UIN Walisongo
- 7) Mempersiapkan jam yang akurat untuk mendapatkan bayangan Matahari pada pukul 16:17:53,71 WIB di Masjid Kampus II UIN Walisongo.

Gambar 2.10.: Posisi Matahari pada tanggal 27 Mei 2016 Pukul 16:17:53,71 WIB berada di atas Kakbah, maka pada itu bayangan setiap benda yang tegak lurus adalah mengarah ke arah kiblat.



4. Pengukuran Arah Kiblat dengan *Rasyd al-Qiblah* Lokal

Pengukuran arah kiblat dengan *rasyd al-qiblah* lokal merupakan metode pengukuran yang memanfaatkan posisi Matahari pada saat memotong

lingkaran kiblatnya suatu tempat. Dengan demikian, bayangan setiap benda yang tegak lurus pada saat itu di tempat tersebut adalah menunjukkan arah kiblat (Hambali, 2013: 45, Jayusman, 2014: 75).

Adapun langkah-langkah untuk mengetahui *rasyd al-qiblah* lokal di suatu tempat tertentu sebagai berikut:

- a) Menghitung arah kiblat tempat yang akan diukur arah kiblatnya.
- b) Menghitung sudut pembantu (U), rumus: **$\text{Cotan } U = \tan B \sin \varphi^x$**

Keterangan:

U = Sudut Pembantu

B = Arah kiblat, dari titik utara (+) atau dari titik selatan (-)

φ^x = Lintang tempat yang akan diukur arah kiblatnya

- c) Menghitung sudut waktu matahari (t^m), dengan rumus:

$$\text{Cos } (t^m - U) = \tan \delta^m \cos U : \tan \varphi^x, \text{ kemudian } t = t - U + U$$

Keterangan:

t^m = Sudut waktu Matahari

δ^m = Deklinasi Matahari

t-U = Apabila U negatif, maka t-U tetap positif, sedangkan apabila U positif, maka t-U menjadi negatif.

- d) Menghitung terjadinya *rasyd al-qiblah* lokal dengan menggunakan waktu hakiki atau *istiwa'* (WH) ada 2 ketentuan:

Apabila arah kiblat (B) condong ke barat, maka **WH = pkl. 12 + t**

Apabila arah kiblat (B) condong ke timur, maka **WH = pkl 12 - t**

- e) Mengubah waktu, dari waktu hakiki (WH) ke waktu daerah (WD) atau *local mean time* (LMT), ada 2 ketentuan:

Jika lokasi yang diukur arah kiblatnya di wilayah bujur timur, maka

$$\mathbf{WD} = \mathbf{WH} - e + ((\mathbf{BT}^d - \mathbf{BT}^x) : 15)$$

Keterangan:

e = *Equation of time*

\mathbf{BT}^d = Bujur Timur untuk waktu daerah

\mathbf{BT}^x = Bujur timur tempat yang akan diukur arah kiblatnya

Jika lokasi yang diukur arah kiblatnya di wilayah bujur timur, maka

$$\mathbf{WD} = \mathbf{WH} - e - ((\mathbf{BT}^d - \mathbf{BT}^x) : 15)$$

Keterangan:

e = *Equation of time*

\mathbf{BB}^d = Bujur Barat untuk waktu daerah

\mathbf{BB}^x = Bujur Barat tempat yang akan diukur arah kiblatnya

Untuk mendapatkan hasil perhitungan arah kiblat dengan *rasyd al-qiblah* lokal yang akurat, maka diperlukan perhitungan dua kali:

- 1) Menggunakan data deklinasi Matahari (δ°) dan *equation of time* (e) Matahari sekitar zawal yang terjadi sekitar pukul 12 WD, yang menghasilkan *rasyd al-qiblah* lokal *taqribi*.
- 2) Menggunakan data deklinasi Matahari (δ°) dan *equation of time* (e) Matahari yang didasari pada jam terjadinya *rasyd al-qiblah* lokal *taqribi*. Hasil perhitungan dengan langkah kedua ini, akan menghasilkan *rasyd al-qiblah* lokal *tahqiqi*.

Contoh pengukuran arah kiblat dengan *rasyd al-qiblah* lokal di Masjid Kampus III UIN Walisongo pada tanggal 27 Maret 2016, dengan lintang

tempat: $-6^{\circ} 59' 30.95''$ (LS), bujur tempat: $110^{\circ} 21' 01.90''$ (BT)²², dan lintang Kakbah: $+21^{\circ} 25' 21,04''$ (LU), bujur Kakbah: $39^{\circ} 49' 34,33''$ (BT).

- 1) Menghitung arah kiblat Masjid Kampus III UIN Walisongo Semarang dengan rumus berikut:

$$\mathbf{Cotan\ B = \tan\ \phi^k\ \cos\ \phi^x : \sin\ C - \sin\ \phi^x : \tan\ C.}$$

Data:

$$\phi^k = +21^{\circ} 25' 21,04''$$

$$\phi^x = -6^{\circ} 59' 30.95''$$

$$C = 110^{\circ} 21' 01.90'' - 39^{\circ} 49' 34,33''$$

(C kelompok 1, maka arah kiblatnya condong ke barat).

$$= 70^{\circ} 31' 27,57''$$

Maka:

$$\begin{aligned} \mathbf{Cotan\ B} &= \tan\ +21^{\circ} 25' 21,04'' \cos\ -6^{\circ} 59' 30.95'' : \sin\ 70^{\circ} 31' \\ &\quad 27,57'' - \sin\ -6^{\circ} 59' 30.95'' : \tan\ 70^{\circ} 31' 27,57''. \end{aligned}$$

$$\mathbf{B} = 65^{\circ} 28' 53.77'' \text{ UB (utara barat)}$$

- 2) Menghitung sudut pembantu (U)

$$\mathbf{Cotan\ U = \tan\ B\ \sin\ \phi^x}$$

$$\mathbf{B} = 65^{\circ} 28' 53.77''$$

$$\phi^x = -6^{\circ} 59' 30.95''$$

$$\mathbf{Cotan\ U} = \tan\ 65^{\circ} 28' 53.77'' \sin\ -6^{\circ} 59' 30.95''$$

$$\mathbf{U} = -75^{\circ} 03' 25.05''$$

- 3) Menghitung sudut waktu Matahari (t^m)

$$\mathbf{Cos\ (t^m-U) = \tan\ \delta^m\ \cos\ U : \tan\ \phi^x}$$

²² Data lintang tempat dan bujur tempat Masjid Kampus I UIN Walisongo ini diperoleh dari *Google Eart* yang diambil pada tanggal 26 Maret 2016.

$$U = -75^{\circ} 03' 25.05''$$

$$\phi^x = -6^{\circ} 59' 30.95''$$

$$\delta^m = 2^{\circ} 45' 42''^{23}$$

$$\text{Cos}(t-U) = \tan 2^{\circ} 45' 42'' \cos -75^{\circ} 03' 25.05'' : \tan -6^{\circ} 59' 30.95''$$

$$t-U = 95^{\circ} 49' 15,67''$$

kemudian, $t = t-U + U$

$$t = 95^{\circ} 49' 15,67'' + (-75^{\circ} 03' 25.05'')$$

$$t = 20^{\circ} 45' 50.62'' : 15$$

$$= 1^j 23^m 03.37^d$$

- 4) Menghitung terjadinya *rasyd al-qiblah* lokal dengan waktu hakiki (WH), karena arah kiblat tempat tersebut condong ke barat maka menggunakan rumus:

$$\mathbf{WH = pukul 12 + t}$$

$$\text{WH} = \text{pukul 12} + 1^j 23^m 03.37^d$$

$$= \text{Pukul 13 : 23 : 03,37 WH}$$

- 5) Merubah waktu terjadinya *rasyd al-qiblah* lokal dari waktu hakiki (WH) ke waktu daerah (WD), karena berada di wilayah bujur timur maka menggunakan rumus:

$$\mathbf{WD = WH - e ((BT^d - BT^x) : 15)}$$

Keterangan:

$$\text{WH} = 13^j 23^m 03.37^d$$

$$e = -0^{\circ} 05' 18''^{24}$$

²³ Karena belum diketahui waktu terjadinya *rasyd al-qiblah* lokal di Masjid Kampus 3 UIN Walisongo pada tanggal 27 Maret 2016, maka data deklinasi matahari mengambil data di Winhisab 0.2 pada pukul 12.00 WD atau LMT (pukul 04.00 GMT), yaitu pada saat zawal matahari pada waktu itu (pertengahan hari). Namun hasil perhitungan ini nanti masih tergolong *taqribi*, belum masuk kategori *haqiqi*.

$$BT^d = 105^\circ$$

$$BT^x = 110^\circ 21' 01.90''$$

Maka, WH

$$WH = 13^j 23^m 03.37^d - 0^\circ 05' 18'' + ((105^\circ - 110^\circ 21' 01.90'') : 15)$$

$$WH = 13^j 06^m 57.24^d \text{ WIB (rasyd al-qiblah lokal taqribi)}$$

- 6) Menghitung waktu *rasyd al-qiblah* lokal *taqribi* ke *rasyd al-qiblah* lokal *taḥqiqi* dengan menggunakan data deklinasi Matahari (δ°) dan *equation of time* (e) pada pukul $13^j 06^m 57.24^d$ WIB. Untuk mendapatkan data deklinasi Matahari (δ°) dan *equation of time* (e) pada pukul $13^j 06^m 57.24^d$ WIB ($6^j 06^m 57.24^d$ GMT), maka perlu dilakukan interpolasi (*ta'dīl*).

Interpolasi Deklinasi Matahari (δ°), rumus: $A - (A - B) \times C/1$

$$\delta^\circ \text{ jam } 06 = 2^\circ 46' 40'' \rightarrow A$$

$$\delta^\circ \text{ jam } 07 = 2^\circ 47' 39'' \rightarrow B$$

$$= 0^\circ 06' 57,24'' \rightarrow C$$

$$\begin{aligned} \delta^\circ \text{ jam } 06^j 06^m 57,24^d &= A - (A - B) \times C/1 \\ &= 2^\circ 46' 46,84'' \text{ (Hasil Interpolasi)} \end{aligned}$$

Interpolasi *Equation of Time* (e°), rumus: $A - (A - B) \times C/1$

$$e^\circ \text{ jam } 06 = -00^\circ 05' 17'' \rightarrow A$$

$$e^\circ \text{ jam } 07 = -00^\circ 05' 16'' \rightarrow B$$

$$= 0^\circ 06' 57,24'' \rightarrow C$$

²⁴ Data *equation of time* (e) ini diambil pada waktu zawal yaitu pada pukul pukul 12.00 WD atau LMT (pukul 04.00 GMT), yaitu pada saat zawal matahari pada waktu itu (pertengahan hari) pada tanggal 27 Maret 2016 (Winhisab 2.0), karena belum diketahui waktu terjadinya *rasyd al-qiblah* lokal di Masjid Kampus 3 UIN Walisongo pada waktu tanggal tersebut. Sehingga hasil perhitungan ini nanti masih tergolong *taqribi*, belum masuk kategori *ḥaqiqi*.

$$e^{\circ} \text{ jam } 06^j 06^m 57,24^d = A - (A - B) \times C/1$$

$$= -00^{\circ} 05' 16,88'' \text{ (Hasil Interpolasi)}$$

7) Menghitung sudut waktu Matahari (t^m)

$$\mathbf{\cos (t^m - U)} = \mathbf{\tan \delta^m \cos U : \tan \phi^x}$$

$$U = -75^{\circ} 03' 25.05''$$

$$\phi^x = -6^{\circ} 59' 30.95''$$

$$\delta^m = 2^{\circ} 46' 46,84'' \text{ (Hasil Interpolasi)}$$

$$\cos (t-U) = \tan 2^{\circ} 46' 46,84'' \cos -75^{\circ} 03' 25.05'' : \tan -6^{\circ} 59' 30.95''$$

$$t-U = 95^{\circ} 51' 33,03''$$

kemudian, $t = t-U + U$

$$t = 95^{\circ} 51' 33,03'' + (-75^{\circ} 03' 25.05'')$$

$$t = 20^{\circ} 48' 07.98''$$

$$= 1^j 23^m 12.53^d$$

8) Menghitung terjadinya *rasyd al-qiblah* lokal *taqiqi* dengan waktu hakiki (WH), karena arah kiblat tempat tersebut condong ke barat maka menggunakan rumus:

$$\mathbf{WH = pukul 12 + t}$$

$$WH = \text{pukul 12} + 1^j 23^m 12.53^d$$

$$= \text{Pukul 13 : 23 : 12,53 WH}$$

9) Merubah waktu terjadinya *rasyd al-qiblah* lokal *tahqiqi* dari waktu hakiki (WH) ke waktu daerah (WD), karena berada di wilayah bujur timur maka menggunakan rumus:

$$\mathbf{WD = WH - e ((BT^d - BT^x) : 15)}$$

Keterangan:

$$\text{WH} = 13^{\text{j}} 23^{\text{m}} 12.53^{\text{d}}$$

$$e = -00^{\circ} 05' 16,88'' \text{ (Hasil Interpolasi)}$$

$$\text{BT}^{\text{d}} = 105^{\circ}$$

$$\text{BT}^{\text{x}} = 110^{\circ} 21' 01.90''$$

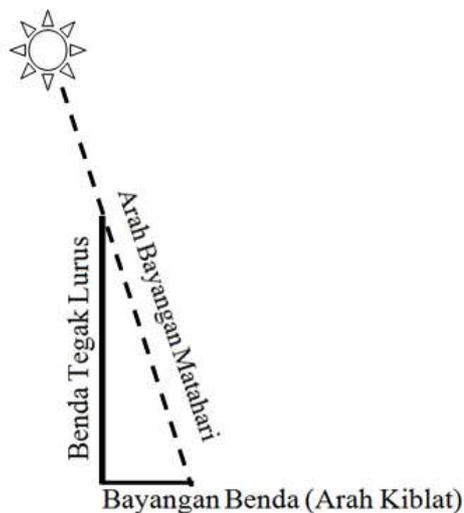
Maka, WH

$$\text{WH} = 13^{\text{j}} 23^{\text{m}} 12.53^{\text{d}} - 00^{\circ} 05' 18'' + ((105^{\circ} - 110^{\circ} 21' 01.90'') : 15)$$

$$\text{WH} = 13^{\text{j}} 07^{\text{m}} 06.40^{\text{d}} \text{ WIB (} rasyd \text{ al-qiblah lokal tahqiqi)}$$

Dengan demikian, pada tanggal 27 Maret 2016 pada pukul 13:07:06.40 WIB arah menuju matahari di Masjid Kampus III UIN Walisongo adalah merupakan arah kiblat. Oleh karena itu, bayangan setiap benda yang berdiri tegak lurus di tempat yang datar adalah arah kiblat.

Gambar 2.11.: *Rasyd al-qiblah lokal tahqiqi* di Masjid Kampus III UIN Walisongo Semarang pada tanggal 27 Maret 2016 pukul 13:07:06.40 WIB



5. Pengukuran Arah Kiblat dengan Segitiga Siku-siku dari Bayangan Matahari

Pengukuran arah kiblat dengan segitiga siku-siku dari bayangan Matahari ini merupakan metode pengukuran kiblat yang ditemukan oleh Slamet Hambali. Metode pengukuran kiblat ini menggunakan segitiga siku-siku sebagai sudut bantu untuk mengetahui arah kiblat dengan memanfaatkan bayangan Matahari yang dibentuk oleh sebuah tongkat yang berdiri tegak di tempat yang datar. Metode ini dapat dipakai kapanpun dan dimanapun selama ada Matahari.

Adapun langkah-langkah dalam pengukuran arah kiblat dengan segitiga siku-siku dari bayangan Matahari (Hambali, 2013: 80) sebagai berikut:

- a) Menghitung arah kiblat dan azimuth kiblat di tempat yang akan diukur arah kiblatnya.
- b) Menghitung sudut waktu Matahari, dengan rumus:

$$t = (LMT + e - (BT^L - BT^x) / 15 - 12) \times 15, \text{ atau}$$

$$t = (LMT + e - (BB^L - BB^x) / 15 - 12) \times 15,$$

Keterangan:

t adalah sudut waktu Matahari dihitung dari lingkaran meridian atas. Jika hasil perhitungan negatif (-) posisi Matahari berada di sebelah timur meridian atas (belum *mer pass* atau sebelum zawal). Jika hasil perhitungan positif (+) posisi Matahari berada di sebelah barat lingkaran meridian atas (sudah *mer pass* atau setelah zawal).

LMT adalah singkatan dari *local mean time* (LMT), untuk di Indonesia sama dengan waktu daerah (WD) yang meliputi Waktu Indonesia Barat (WIB), Waktu Indonesia Tengah (WITA) dan Waktu Indonesia Timur (WIT)

e adalah singkatan dari *equation of time* (perata waktu)

BT^L adalah bujur timur *local mean time* (LMT), yaitu $BT 0^\circ, 15^\circ, 30^\circ$ dan seterusnya kelipatan dari 15° .

BT^x adalah bujur timur lokasi yang akan diukur arah kiblatnya

BB^L adalah bujur barat *local mean time* (LMT), yaitu $BB 0^\circ, 15^\circ, 30^\circ$ dan seterusnya kelipatan dari 15° .

BB^x adalah bujur barat lokasi yang akan diukur arah kiblatnya

Dalam perhitungan selanjutnya jika sudut waktu (t) negatif, maka harus dirubah menjadi positif.

c) Menghitung Arah Matahari, dengan rumus:

$$\text{Cotan } A = \tan \delta^m \cos \varphi^x : \sin t - \sin \varphi^x : \tan t.$$

Keterangan:

A adalah arah Matahari dihitung dari titik utara atau titik selatan. Apabila hasil perhitungan positif (+) maka arah Matahari dihitung dari titik utara, apabila negatif (-) maka arah Matahari dihitung dari titik selatan.

δ^m adalah deklinasi Matahari

φ^x adalah lintang tempat yang akan diukur arah kiblatnya

t adalah sudut waktu Matahari, Jika hasil perhitungan negatif (-) posisi Matahari berada di sebelah timur meridian atas (belum

mer pass atau sebelum zawal). Jika hasil perhitungan positif (+) posisi Matahari berada di sebelah barat lingkaran meridian atas (sudah *mer pass* atau setelah zawal).

- d) Menghitung Azimut Matahari, dengan rumus:
- Jika A (arah Matahari) = UT, maka azimuth Matahari = tetap.
 - Jika A (arah Matahari) = ST, maka azimuth Matahari = $180^\circ + A$.
 - Jika A (arah Matahari) = SB, maka azimuth Matahari = $180^\circ - A$.
 - Jika A (arah Matahari) = UB, maka azimuth Matahari = $360^\circ - A$.
- e) Menghitung sudut kiblat dari bayangan Matahari, Pada dasarnya sudut kiblat dari bayangan Matahari adalah jarak antara azimuth kiblat dengan azimuth Matahari. Namun dalam hal ini perlu diupayakan agar sudut kiblat dari bayangan Matahari, besarnya tidak lebih dari 90° . dengan ketentuan (Hambali, 2013: 86-90) sebagai berikut:
- 1) Jika azimuth kiblat dikurangi azimuth Matahari sisanya positif tidak lebih dari 90° , maka sisa tersebut langsung ditetapkan sebagai sudut kiblat dari bayangan Matahari, dan posisi arah kiblat berada di sebelah kanan bayangan Matahari.
 - 2) Jika azimuth kiblat dikurangi azimuth Matahari sisanya negatif tidak lebih dari 90° , maka sisa tersebut langsung ditetapkan sebagai sudut kiblat dari bayangan Matahari, dan posisi arah kiblat berada di sebelah kiri bayangan Matahari.
 - 3) Jika azimuth kiblat dikurangi (azimuth Matahari + 180°) sisanya positif tidak lebih dari 90° , maka sisa tersebut langsung ditetapkan

sebagai sudut kiblat dari bayangan Matahari, dan posisi arah kiblat berada di sebelah kanan bayangan Matahari.

- 4) Jika azimuth kiblat dikurangi (azimuth Matahari + 180°) sisanya negatif tidak lebih dari 90° , maka sisa tersebut langsung ditetapkan sebagai sudut kiblat dari bayangan Matahari, dan posisi arah kiblat berada di sebelah kiri bayangan Matahari.
 - 5) Jika azimuth kiblat dikurangi (azimuth Matahari - 180°) sisanya positif tidak lebih dari 90° , maka sisa tersebut langsung ditetapkan sebagai sudut kiblat dari bayangan Matahari, dan posisi arah kiblat berada di sebelah kanan bayangan Matahari.
 - 6) Jika azimuth kiblat dikurangi (azimuth Matahari - 180°) sisanya negatif tidak lebih dari 90° , maka sisa tersebut langsung ditetapkan sebagai sudut kiblat dari bayangan Matahari, dan posisi arah kiblat berada di sebelah kiri bayangan Matahari.
 - 7) Jika ($360^\circ +$ azimuth kiblat) dikurangi azimuth Matahari sisanya positif tidak lebih dari 90° , maka sisa tersebut langsung ditetapkan sebagai sudut kiblat dari bayangan Matahari, dan posisi arah kiblat berada di sebelah kanan bayangan Matahari.
 - 8) Jika ($360^\circ +$ azimuth kiblat) dikurangi (azimuth Matahari + 180°) sisanya positif tidak lebih dari 90° , maka sisa tersebut langsung ditetapkan sebagai sudut kiblat dari bayangan Matahari, dan posisi arah kiblat berada di sebelah kanan bayangan Matahari.
- f) Membuat segitiga siku-siku dari bayangan Matahari, dengan rumus:

$$q (M Q) = \tan Q \cdot g$$

Keterangan:

q (M Q) adalah sisi segitiga siku-siku yang tegak lurus dengan bayangan Matahari.

Q adalah sudut kiblat dari bayangan Matahari.

g (Q M) adalah bayangan Matahari yang diambil dari benda yang berdiri tegak lurus, yang panjangnya sudah ditentukan sebelumnya dengan ketentuan semakin panjang akan menghasilkan akurasi yang semakin tinggi.

Contoh pengukuran arah kiblat dengan menggunakan segitiga siku-siku dari bayangan Matahari di Masjid Ngaliyan dengan lintang tempat: $-6^{\circ} 59' 40.90''$ (LS), bujur tempat: $110^{\circ} 20' 48.73''$ (BT) dan lintang Kakbah: $+21^{\circ} 25' 21,04''$ (LU), bujur Kakbah: $39^{\circ} 49' 34,33''$ (BT), pada tanggal 27 Maret 2016 pukul 09:10:54 WIB.

1) Menghitung arah kiblat dan azimuth kiblat

$$\text{Cotan B} = \tan \varphi^k \cos \varphi^x : \sin C - \sin \varphi^x : \tan C.$$

Data:

$$\varphi^k = +21^{\circ} 25' 21,04''$$

$$\varphi^x = -6^{\circ} 59' 40.90''$$

$$C = 110^{\circ} 20' 48.73'' - 39^{\circ} 49' 34,33'' \text{ (C kelompok 1,}$$

kiblatnya condong ke barat)

$$= 70^{\circ} 31' 14,40''$$

Maka:

$$\text{Cotan B} = \tan +21^{\circ} 25' 21,04'' \cos -6^{\circ} 59' 40.90'' : \sin 70^{\circ} 31'$$

$$14,44'' - \sin -6^{\circ} 59' 40.90'' : \tan 70^{\circ} 31' 14,44''.$$

$$B = 65^{\circ} 28' 48.21'' \text{ UB (utara barat)}$$

Karena hasil perhitungan arah kiblat UB (Utara Barat), maka untuk mendapatkan azimut kiblat menggunakan rumus:

$$\begin{aligned} \text{Azimut Kiblat} &= 360^{\circ} - B \\ &= 360^{\circ} - 65^{\circ} 28' 48.21'' \\ &= 294^{\circ} 31' 11,70'' \end{aligned}$$

2) Menghitung sudut waktu Matahari

$$t = (\text{LMT} + e - (\text{BT}^L - \text{BT}^x) : 15 - 12) \times 15$$

$$\text{LMT} = 09^j 10^m 54^d$$

$$e = \text{pada pukul } 09^j 10^m 54^d \text{ Tanggal 27 Maret 2016.}$$

$$= \text{pk. 09.00 WIB (pk. 02.00 GMT)} = -00^j 05^m 20^d \text{ (A)}$$

$$= \text{pk. 10.00 WIB (pk. 03.00 GMT)} = -00^j 05^m 19^d \text{ (B)}^{25}$$

$$= 00^j 10^m 54^d \text{ (C)}$$

$$= A - (A - B) \times C/1$$

$$e = -00^j 05^m 19,82^d$$

$$\text{BT}^L = 105^{\circ}$$

$$\text{BT}^x = 110^{\circ} 20' 48.73''$$

Maka, nilai sudut waktu Matahari (t):

$$\begin{aligned} t &= (09^j 10^m 54^d + -00^j 05^m 19,82^d - (105^{\circ} - 110^{\circ} 20' 48.73'')) \\ &\quad : 15 - 12) \times 15 \end{aligned}$$

$$t = -38^{\circ} 15' 38,57'' \text{ (T)}$$

$$t = 38^{\circ} 15' 38,57'' \text{ (T)}$$

²⁵ Data *equation of time* (e) ini diambil dari data Winhisab 2.0 Badan Hidab dan Rukyat Departemen Agama RI.

3) Menghitung Arah Matahari

$$\text{Cotan A} = \tan \delta^m \cos \varphi^x : \sin t - \sin \varphi^x : \tan t.$$

$$\delta^m = \text{pada pukul } 09^j 10^m 54^d \text{ Tanggal } 27 \text{ Maret } 2016.$$

$$= \text{pk. } 09.00 \text{ WIB (pk. } 02.00 \text{ GMT)} = 2^\circ 42' 46'' \text{ (A)}$$

$$= \text{pk. } 10.00 \text{ WIB (pk. } 03.00 \text{ GMT)} = 2^\circ 43' 44'' \text{ (B)}^{26}$$

$$= 00^j 10^m 54^d \text{ (C)}$$

$$= A - (A - B) \times C/1$$

$$\delta^m = 2^\circ 42' 56.54''$$

$$\varphi^x = -6^\circ 59' 14,88''$$

$$t = 38^\circ 15' 38,57''$$

Maka, nilai arah Matahari (A):

$$\text{Cotan A} = \tan \delta^m \cos \varphi^x : \sin t - \sin \varphi^x : \tan t.$$

$$\text{Cotan A} = \tan 2^\circ 42' 56.54'' \cos -6^\circ 59' 14,88'' : \sin 38^\circ 15' 38,57'' - \sin -6^\circ 59' 14,88'' : \tan 38^\circ 15' 38,57''.$$

$$A = 77^\circ 01'' 53,96'' \text{ UT}$$

4) Menghitung Azimut Mahatari

Karena arah Matahari di lokasi praktik adalah UT (utara timur), maka azimut Matahari di lokasi praktik adalah sama dengan arah Matahari, yaitu $77^\circ 01'' 53,96''$ UT (utara timur)

5) Menghitung sudut kiblat dari bayangan Matahari

$$Q = \text{Az Kiblat} - (180^\circ + \text{Az Matahari}), \text{ (ketentuan ketiga)}$$

$$Q = 294^\circ 31' 11,70'' - (180^\circ + 77^\circ 01'' 53,96'')$$

²⁶ Data deklinasi Matahari (δ^m) ini diambil dari data Winhisab 2.0 Badan Hidab dan Rukyat Departemen Agama RI.

= $37^{\circ} 29' 17.74''$ (arah kiblat di sebelah kanan bayangan Matahari)

6) Membuat segitiga siku-siku dari bayangan Matahari, dengan rumus:

$$q = \tan Q \cdot g$$

$$Q = 37^{\circ} 29' 17.74''$$

$$g = 25 \text{ cm}$$

Maka,

$$q = \tan Q \cdot g$$

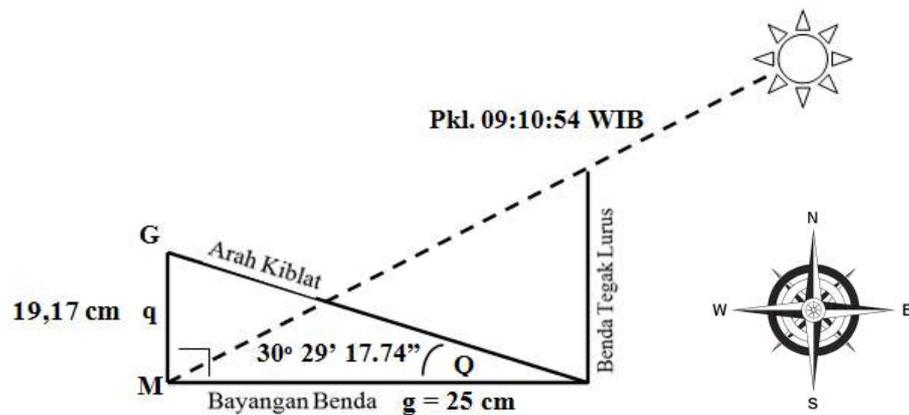
$$= \tan 37^{\circ} 29' 17.74'' \times 25$$

$$= 19,1750381 \text{ cm}$$

$$= 19,17 \text{ cm (pembulatan)}$$

Ujung sisi q (G) ditarik garis lurus (m) dipertemukan dengan ujung bayangan yang menjauh dari azimuth kiblat (Q). Sisi m dari titik Q ke arah titik G adalah sisi miring yang merupakan arah kiblat di tempat tersebut.

Gambar 2.12.: Segitiga siku-siku dari bayangan Matahari di Masjid Ngaliyan Semarang tanggal 27 Maret 2016 pukul 09:10:54 WIB.



6. Pengukuran Arah Kiblat dengan Teodolit dari Posisi Matahari

Teodolit merupakan alat ukur yang digunakan untuk mengukur sudut tengah dan mendatar dalam menentukan jarak dan tinggi sesuatu. Dalam penentuan arah kiblat ini, Teodolit digunakan sebagai alat bantu untuk mengukur arah kiblat dengan bantuan posisi Matahari di tempat yang diukur arah kiblatnya. Menurut Mashunah H., A. Syaikhu dan Budi R. Hakim (2013: 86) merupakan metode pengukuran arah kiblat yang terbaik.

Langkah-langkah yang dilakukan dalam pengukuran arah kiblat dengan Teodolit dari posisi Matahari sebagai berikut:

- a) Menghitung arah kiblat dan azimuth kiblat tempat yang diukur arah kiblatnya.
- b) Menghitung sudut waktu Matahari, dengan rumus:

$$t = (\text{LMT} + e - (\text{BT}^L - \text{BT}^x) / 15 - 12) \times 15, \text{ atau}$$

$$t = (\text{LMT} + e - (\text{BB}^L - \text{BB}^x) / 15 - 12) \times 15,$$

Keterangan:

t adalah sudut waktu Matahari dihitung dari lingkaran meridian atas, jika hasil perhitungan negatif (-) posisi Matahari berada di sebelah timur meridian atas (belum *mer pass* atau sebelum zawal). Jika hasil perhitungan positif (+) posisi Matahari berada di sebelah barat lingkaran meridian atas (sudah *mer pass* atau setelah zawal).

LMT adalah singkatan dari *local mean time* (LMT), untuk di Indonesia sama dengan waktu daerah (WD) yang meliputi

Waktu Indonesia Barat (WIB), Waktu Indonesia Tengah (WITA) dan Waktu Indonesia Timur (WIT)

e adalah singkatan dari *equation of time* (perata waktu)

BT^L adalah bujur timur *local mean time* (LMT), yaitu $BT\ 0^\circ, 15^\circ, 30^\circ$ dan seterusnya kelipatan dari 15° .

BT^x adalah bujur timur lokasi yang akan diukur arah kiblatnya

BB^L adalah bujur barat *local mean time* (LMT), yaitu $BB\ 0^\circ, 15^\circ, 30^\circ$ dan seterusnya kelipatan dari 15° .

BB^x adalah bujur barat lokasi yang akan diukur arah kiblatnya

Dalam perhitungan selanjutnya jika sudut waktu (t) negatif, maka harus dirubah menjadi positif.

c) Menghitung tinggi Matahari dan jarak zenit, dengan rumus:

$$\sin h = \sin \varphi^x \sin \delta^m + \cos \varphi^x \cos \delta^m \cos t^m$$

Keterangan:

δ^m adalah deklinasi Matahari

φ^x adalah lintang tempat yang akan diukur arah kiblatnya

t adalah sudut waktu Matahari, Jika hasil perhitungan negatif (-) posisi Matahari berada di sebelah timur meridian atas (belum *mer pass* atau sebelum zawal). Jika hasil perhitungan positif (+) posisi Matahari berada di sebelah barat lingkaran meridian atas (sudah *mer pass* atau setelah zawal).

Sedangkan rumus untuk mengetahui jarak zenit dapat dilakukan dengan rumus: $90^\circ -$ tinggi Matahari (h), atau dengan rumus:

$$\cos h = \sin \varphi^x \sin \delta^m + \cos \varphi^x \cos \delta^m \cos t^m$$

Keterangan:

δ^m adalah deklinasi Matahari

φ^x adalah lintang tempat yang akan diukur arah kiblatnya

t adalah sudut waktu Matahari, jika hasil perhitungan negatif (-) posisi Matahari berada di sebelah timur meridian atas (belum *mer pass* atau sebelum zawal). Jika hasil perhitungan positif (+) posisi Matahari berada di sebelah barat lingkaran meridian atas (sudah *mer pass* atau setelah zawal).

d) Menghitung Arah Matahari, dengan rumus:

$$\text{Cotan } A = \tan \delta^m \cos \varphi^x : \sin t - \sin \varphi^x : \tan t.$$

Keterangan:

A adalah arah Matahari dihitung dari titik utara atau titik selatan. Apabila hasil perhitungan positif (+) maka arah Matahari dihitung dari titik utara, apabila negatif (-) maka arah Matahari dihitung dari titik selatan.

δ^m adalah deklinasi Matahari

φ^x adalah lintang tempat yang akan diukur arah kiblatnya

t adalah sudut waktu Matahari, jika hasil perhitungan negatif (-) posisi Matahari berada di sebelah timur meridian atas (belum *mer pass* atau sebelum zawal). Jika hasil perhitungan positif (+) posisi Matahari berada di sebelah barat lingkaran meridian atas (sudah *mer pass* atau setelah zawal).

e) Menghitung Azimut Matahari, dengan rumus:

- Jika A (arah Matahari) = UT, maka azimut Matahari = tetap.

- Jika A (arah Matahari) = ST, maka azimut Matahari = $180^\circ + A$.
 - Jika A (arah Matahari) = SB, maka azimut Matahari = $180^\circ - A$.
 - Jika A (arah Matahari) = UB, maka azimut Matahari = $360^\circ - A$.
- f) Mengoperasikan alat Teodolit untuk mengukur arah kiblat sesuai hasil perhitungan.

Contoh menghitung arah kiblat dengan menggunakan alat bantu Teodolit dari Posisi Matahari di Masjid Agung Jawa Tengah dengan lintang tempat: $-6^\circ 59' 01.57''$ (LS), bujur tempat: $110^\circ 26' 45.34''$ (BT), dan lintang Kakbah: $+21^\circ 25' 21,04''$ (LU), bujur Kakbah: $39^\circ 49' 34,33''$ (BT), pada tanggal 28 Maret 2016 pukul 09:30 WIB.

- 1) Menghitung arah kiblat dan azimut kiblat

$$\text{Cotan B} = \tan \varphi^k \cos \varphi^x : \sin C - \sin \varphi^x : \tan C.$$

Data:

$$\varphi^k = +21^\circ 25' 21,04''$$

$$\varphi^x = -6^\circ 59' 01.57''$$

$$C = 110^\circ 26' 45.34'' - 39^\circ 49' 34,33'' \text{ (C kelompok 1, kiblatnya condong ke barat)}$$

$$= 70^\circ 37' 11,01''$$

Maka:

$$\text{Cotan B} = \tan +21^\circ 25' 21,04'' \cos -6^\circ 59' 01.57'' : \sin 70^\circ 37' 11,01'' - \sin -6^\circ 59' 01.57'' : \tan 70^\circ 37' 11,01''.$$

$$B = 65^\circ 30' 21.32'' \text{ UB (utara barat)}$$

Karena hasil perhitungan arah kiblat UB (utara barat), maka untuk mendapatkan azimut kiblat menggunakan rumus:

$$\begin{aligned}
 \text{Az Kiblat} &= 360^\circ - B \\
 &= 360^\circ - 65^\circ 30' 21.32'' \\
 &= 294^\circ 29' 38,60'' \text{ UTSB}
 \end{aligned}$$

2) Menghitung sudut waktu Matahari

$$t = (\text{LMT} + e - (\text{BT}^L - \text{BT}^X) : 15 - 12) \times 15$$

$$\text{LMT} = 09^j 30^m 00^d$$

$$e = \text{pada pukul } 09^j 30^m 00^d \text{ Tanggal 28 Maret 2016.}$$

$$= \text{pk. } 09.00 \text{ WIB (pk. } 02.00 \text{ GMT)} = -00^j 05^m 02^d \text{ (A)}$$

$$= \text{pk. } 10.00 \text{ WIB (pk. } 03.00 \text{ GMT)} = -00^j 05^m 01^d \text{ (B)}^{27}$$

$$= 00^j 30^m 00^d \text{ (C)}$$

$$= A - (A - B) \times C/1$$

$$e = -00^j 05^m 01,50^d$$

$$\text{BT}^L = 105^\circ$$

$$\text{BT}^X = 110^\circ 26' 45.34''$$

Maka, nilai sudut waktu Matahari (t):

$$\begin{aligned}
 t &= (09^j 30^m 00^d + -00^j 05^m 01,50^d - (105^\circ - 110^\circ 26' 45.34'')) \\
 &\quad : 15 - 12) \times 15
 \end{aligned}$$

$$= -38^\circ 18' 37,16'' \text{ (T)}$$

$$= 33^\circ 18' 37,16'' \text{ (T)}$$

3) Menghitung tinggi Matahari (h) dan jarak zenit Matahari (z)

$$\sin h = \sin \varphi^x \sin \delta^m + \cos \varphi^x \cos \delta^m \cos t^m$$

Data:

$$\delta^m = \text{pada pukul } 09^j 30^m 00^d \text{ Tanggal 28 Maret 2016.}$$

²⁷ Data *equation of time* (e) ini diambil dari data Winhisab 2.0 Badan Hidab dan Rukyat Departemen Agama RI.

$$\begin{aligned}
&= \text{pk. 09.00 WIB (pk. 02.00 GMT)} = 3^{\circ} 06' 12'' \text{ (A)} \\
&= \text{pk. 10.00 WIB (pk. 03.00 GMT)} = 3^{\circ} 07' 11'' \text{ (B)}^{28} \\
&= 00^{\text{j}} 30^{\text{m}} 00^{\text{d}} \text{ (C)} \\
&= A - (A - B) \times C/1
\end{aligned}$$

$$\delta^{\text{m}} = 2^{\circ} 06' 41.50'' \text{ (hasil interpolasi)}$$

$$\varphi^{\text{x}} = -6^{\circ} 59' 01.57''$$

$$t = 38^{\circ} 18' 37,16''$$

Maka, nilai tinggi Matahari (h)

$$\begin{aligned}
\sin h &= \sin -6^{\circ} 59' 01.57'' \sin 2^{\circ} 06' 41.50'' + \cos -6^{\circ} 59' 01.57'' \\
&\quad \cos 2^{\circ} 06' 41.50'' \cos 33^{\circ} 18' 37,16''
\end{aligned}$$

$$h = 55^{\circ} 32' 03,40''$$

Mencari nilai jarak zenit Matahari, dapat menggunakan rumus:

$$\begin{aligned}
z &= 90^{\circ} - h \\
&= 90^{\circ} - 55^{\circ} 32' 03,40'' \\
&= 34^{\circ} 27' 56,60''
\end{aligned}$$

Atau dapat menggunakan rumus:

$$\cos z = \sin \varphi^{\text{x}} \sin \delta^{\text{m}} + \cos \varphi^{\text{x}} \cos \delta^{\text{m}} \cos t^{\text{m}}$$

$$\delta^{\text{m}} = 2^{\circ} 06' 41.50'' \text{ (hasil interpolasi)}$$

$$\varphi^{\text{x}} = -6^{\circ} 59' 01.57''$$

$$t = 33^{\circ} 18' 37,16''$$

Maka, nilai jarak zenit Matahari (z)

$$\begin{aligned}
\cos z &= \sin -6^{\circ} 59' 01.57'' \sin 2^{\circ} 06' 41.50'' + \cos -6^{\circ} 59' 01.57'' \\
&\quad \cos 2^{\circ} 06' 41.50'' \cos 33^{\circ} 18' 37,16''
\end{aligned}$$

²⁸ Data deklinasi Matahari (δ^{m}) ini diambil dari data Winhisab 2.0 Badan Hidab dan Rukyat Departemen Agama RI.

$$z = 34^{\circ} 27' 56,60''$$

4) Menghitung Arah Matahari

$$\text{Cotan A} = \tan \delta^m \cos \varphi^x : \sin t - \sin \varphi^x : \tan t.$$

$$\delta^m = 2^{\circ} 06' 41.50'' \text{ (hasil interpolasi)}$$

$$\varphi^x = -6^{\circ} 59' 01.57''$$

$$t = 33^{\circ} 18' 37,16''$$

$$\text{Cotan A} = \tan \delta^m \cos \varphi^x : \sin t - \sin \varphi^x : \tan t.$$

$$\begin{aligned} \text{Cotan A} &= \tan 2^{\circ} 06' 41.50'' \cos -6^{\circ} 59' 01.57'' : \sin 33^{\circ} 18' 37,16'' - \\ &\quad \sin -6^{\circ} 59' 01.57'' : \tan 33^{\circ} 18' 37,16''. \end{aligned}$$

$$A = 75^{\circ} 52' 26,14'' \text{ UT (utara timur)}$$

5) Menghitung Azimut Matahari

Karena arah Matahari di lokasi praktik adalah UT (utara timur), maka azimut Matahari di lokasi praktik adalah sama dengan arah Matahari, yaitu $75^{\circ} 52' 26,14''$ UT (utara timur).

Hasil perhitungan di atas digunakan sebagai dasar pengoperasian alat bantu Teodolit dalam pengukuran arah kiblat ini. Adapun yang pengoperasian alat teodolit sebagai berikut:

- 1) Memasang Teodolit dalam posisi yang tegak lurus ke segala arah dengan memperhatikan water pass yang ada pada Teodolit, kemudian teodolit dihidupkan.
- 2) Membidik posisi Matahari pada pukul 09:30 WIB dengan berdasar pada jarak zenit Matahari ($z = 34^{\circ} 27' 56,60''$). Setelah terbidik, secepatnya gerak horizontal dikunci dan lensa diturunkan, kemudian dinolkan.

- 3) Menghitung jarak azimuth kiblat dengan azimuth Matahari = $294^{\circ} 29' 38,60'' - 75^{\circ} 52' 26,14'' = 218^{\circ} 37' 12,46''$.
- 4) Melepaskan kunci horizontal Teodolit, kemudian memutar searah jarum jam sampai pada nilai $218^{\circ} 37' 12,46''$ dan dikunci. Dengan demikian, Teodolit sudah mengarah ke arah kiblat.
- 5) Selanjutnya membuat dua titik dengan menggunakan lensa yang ada di Teodolit ke arah yang sudah ditentukan oleh Teodolit, kemudian menghubungkan dua titik tersebut. garis tersebut adalah garis menuju ke arah kiblat.

7. Pengukuran Arah Kiblat dengan Azimut Bulan

Metode pengukuran ini merupakan pengukuran arah kiblat dengan menggunakan azimuth Bulan pada saat malam hari (Meydiananda, 2012: 83). Dalam praktiknya juga menggunakan alat bantu Teodolit sebagai alat untuk mengukur arah kiblat setelah membidik posisi bulan.

Langkah-langkah yang dilakukan dalam pengukuran arah kiblat dengan Teodolit dari posisi Bulan sebagai berikut:

- a) Menghitung arah kiblat dan azimuth kiblat tempat yang diukur arah kiblatnya.
- b) Menghitung sudut waktu Matahari (t^m), dengan rumus:

$$t^m = (\text{LMT} + e - (\text{BT}^L - \text{BT}^X) / 15 - 12) \times 15, \text{ atau}$$

$$t^m = (\text{LMT} + e - (\text{BB}^L - \text{BB}^X) / 15 - 12) \times 15,$$

Keterangan:

t^m adalah sudut waktu Matahari dihitung dari lingkaran meridian atas, jika hasil perhitungan negatif (-) posisi Matahari berada di sebelah timur meridian atas (belum *mer pass* atau sebelum zawal). Jika hasil perhitungan positif (+) posisi Matahari berada di sebelah barat lingkaran meridian atas (sudah *mer pass* atau setelah zawal).

LMT adalah singkatan dari *local mean time* (LMT), untuk di Indonesia sama dengan waktu daerah (WD) yang meliputi Waktu Indonesia Barat (WIB), Waktu Indonesia Tengah (WITA) dan Waktu Indonesia Timur (WIT)

e adalah singkatan dari *equation of time* (perata waktu)

BT^L adalah bujur timur *local mean time* (LMT), yaitu $BT\ 0^\circ, 15^\circ, 30^\circ$ dan seterusnya kelipatan dari 15° .

BT^x adalah bujur timur lokasi yang akan diukur arah kiblatnya

BB^L adalah bujur barat *local mean time* (LMT), yaitu $BB\ 0^\circ, 15^\circ, 30^\circ$ dan seterusnya kelipatan dari 15° .

BB^x adalah bujur barat lokasi yang akan diukur arah kiblatnya

Dalam perhitungan selanjutnya jika sudut waktu (t) negatif, maka harus dirubah menjadi positif.

c) Menghitung sudu waktu Bulan (t^b) dengan menggunakan rumus:

$$t^b = AR^m - AR^b + t^m$$

Keterangan:

AR^m = *Apparent right ascension* Matahari

AR^b = *Apparent right ascension* Bulan

t^m = sudut waktu Matahari

d) Menghitung tinggi Bulan dan jarak zenit Bulan, dengan rumus:

$$\sin h = \sin \varphi^x \sin \delta^m + \cos \varphi^x \cos \delta^m \cos t^m$$

Keterangan:

δ^m adalah deklinasi Bulan

φ^x adalah lintang tempat yang akan diukur arah kiblatnya

t^b adalah sudut waktu Bulan, jika hasil perhitungan negatif (-) posisi Bulan berada di sebelah timur meridian atas (belum *mer pass* atau sebelum zawal). Jika hasil perhitungan positif (+) posisi Bulan berada di sebelah barat lingkaran meridian atas (sudah *mer pass* atau setelah zawal).

Sedangkan rumus untuk mengetahui jarak zenit dapat dilakukan dengan rumus: $90^\circ - \text{tinggi Bulan } (h^b)$, atau dengan rumus:

$$\cos h = \sin \varphi^x \sin \delta^m + \cos \varphi^x \cos \delta^m \cos t^m$$

Keterangan:

δ^m adalah deklinasi Bulan

φ^x adalah lintang tempat yang akan diukur arah kiblatnya

t^b adalah sudut waktu Bulan, jika hasil perhitungan negatif (-) posisi Bulan berada di sebelah timur meridian atas (belum *mer pass* atau sebelum zawal). Jika hasil perhitungan positif (+) posisi Bulan berada di sebelah barat lingkaran meridian atas (sudah *mer pass* atau setelah zawal).

e) Menghitung Arah Bulan, dengan rumus:

$$\text{Cotan } A = \tan \delta^b \cos \varphi^x : \sin t^b - \sin \varphi^x : \tan t^b.$$

Keterangan:

A adalah arah Bulan dihitung dari titik utara atau titik selatan. Apabila hasil perhitungan positif (+) maka arah Bulan dihitung dari titik utara, apabila negatif (-) maka arah bulan dihitung dari titik selatan.

δ^b adalah deklinasi Bulan

φ^x adalah lintang tempat yang akan diukur arah kiblatnya

t^b adalah sudut waktu Bulan, jika hasil perhitungan negatif (-) posisi Bulan berada di sebelah timur meridian atas (belum *mer pass* atau sebelum zawal). Jika hasil perhitungan positif (+) posisi Bulan berada di sebelah barat lingkaran meridian atas (sudah *mer pass* atau setelah zawal).

f) Menghitung Azimut Matahari, dengan rumus:

- Jika A (arah Bulan) = UT, maka azimut Bulan = tetap.
- Jika A (arah Bulan) = ST, maka azimut Bulan = $180^\circ + A$.
- Jika A (arah Bulan) = SB, maka azimut Bulan = $180^\circ - A$.
- Jika A (arah Bulan) = UB, maka azimut Bulan = $360^\circ - A$.

g) Mengoperasikan alat Teodolit untuk mengukur arah kiblat sesuai hasil perhitungan.

Contoh menghitung arah kiblat dengan menggunakan alat bantu Teodolit dari posisi Bulan di Demak Masjid Demak dengan lintang tempat: $6^\circ 53' 40.91''$ (LS), bujur tempat: $110^\circ 38' 15.04''$ (BT) dan lintang Kakbah:

+21° 25' 21,04" (LU), bujur Kakbah: 39° 49' 34,33" (BT), pada tanggal 22 Maret 2016 pukul 19:30 WIB.

- 1) Menghitung arah kiblat dan azimut kiblat

$$\text{Cotan B} = \tan \varphi^k \cos \varphi^x : \sin C - \sin \varphi^x : \tan C.$$

Data:

$$\varphi^k = +21^\circ 25' 21,04''$$

$$\varphi^x = -6^\circ 53' 40,91''$$

$$\begin{aligned} C &= 110^\circ 38' 15,04'' - 39^\circ 49' 34,33'' \text{ (C kelompok 1,} \\ &\quad \text{kiblatnya condong ke barat)} \\ &= 70^\circ 48' 40,71'' \end{aligned}$$

Maka:

$$\begin{aligned} \text{Cotan B} &= \tan +21^\circ 25' 21,04'' \cos -6^\circ 53' 40,91'' : \sin 70^\circ 48' \\ &\quad 40,71'' - \sin -6^\circ 53' 40,91'' : \tan 70^\circ 48' 40,71''. \end{aligned}$$

$$B = 65^\circ 34' 20,30'' \text{ UB (utara barat)}$$

Karena hasil perhitungan arah kiblat UB (Utara Barat), maka untuk mendapatkan azimut kiblat menggunakan rumus:

$$\begin{aligned} \text{Az Kiblat} &= 360^\circ - B \\ &= 360^\circ - 65^\circ 34' 20,30'' \\ &= 294^\circ 25' 39,70'' \text{ UTSB} \end{aligned}$$

- 2) Menghitung sudut waktu Matahari (t^m)

$$t^m = (\text{LMT} + e - (\text{BT}^L - \text{BT}^X) : 15 - 12) \times 15$$

$$\text{LMT} = 19^j 30^m 00^d$$

$$e = \text{pada pukul } 19^j 30^m 00^d \text{ Tanggal 22 Maret 2016.}$$

$$= \text{pk. } 19.00 \text{ WIB (pk. } 12.00 \text{ GMT)} = -00^j 06^m 43^d \text{ (A)}$$

$$= \text{pk. 20.00 WIB (pk. 13.00 GMT)} = -00^{\text{j}} 06^{\text{m}} 42^{\text{d}} (\text{B})^{29}$$

$$= 00^{\text{j}} 30^{\text{m}} 00^{\text{d}} (\text{C})$$

$$= A - (A - B) \times C/1$$

$$e = -00^{\text{j}} 06^{\text{m}} 42,50^{\text{d}}$$

$$\text{BT}^{\text{L}} = 105^{\circ}$$

$$\text{BT}^{\text{x}} = 110^{\circ} 38' 15.04''$$

Maka, nilai sudut waktu Matahari (t^{m}):

$$t^{\text{m}} = (19^{\text{j}} 30^{\text{m}} 00^{\text{d}} + -00^{\text{j}} 06^{\text{m}} 42,50^{\text{d}} - (105^{\circ} - 110^{\circ} 38' 15.04''))$$

$$: 15 - 12) \times 15$$

$$t^{\text{m}} = 116^{\circ} 27' 37,50'' (\text{B})$$

$$t^{\text{m}} = 116^{\circ} 27' 37,50'' (\text{B})$$

3) Menghitung sudut waktu Bulan

$$t^{\text{b}} = \text{AR}^{\text{m}} - \text{AR}^{\text{b}} + t^{\text{m}}$$

$$\text{AR}^{\text{m}} = \text{Pada pukul } 19^{\text{j}} 30^{\text{m}} 00^{\text{d}}, \text{ tanggal 22 Maret 2016}$$

$$= \text{pk. 19.00 WIB (pk. 12.00 GMT)} = 2^{\circ} 06' 18'' (\text{A})$$

$$= \text{pk. 20.00 WIB (pk. 13.00 GMT)} = 2^{\circ} 08' 35'' (\text{B})^{30}$$

$$= 00^{\text{j}} 30^{\text{m}} 00^{\text{d}} (\text{C})$$

$$= A - (A - B) \times C/1$$

$$\text{AR}^{\text{m}} = 2^{\circ} 07' 25,50'' (\text{hasil interpolasi})$$

$$\text{AR}^{\text{m}} = \text{Pada pukul } 19^{\text{j}} 30^{\text{m}} 00^{\text{d}}, \text{ tanggal 22 Maret 2016}$$

$$= \text{pk. 19.00 WIB (pk. 12.00 GMT)} = 172^{\circ} 01' 01'' (\text{A})$$

$$= \text{pk. 20.00 WIB (pk. 13.00 GMT)} = 172^{\circ} 29' 41'' (\text{B})^{31}$$

²⁹ Data *equation of time* (e) ini diambil dari data Winhisab 2.0 Badan Hidab dan Rukyat Departemen Agama RI.

³⁰ Data *Apparent Right Ascension* (AR^{m}) ini diambil dari data Winhisab 2.0 Badan Hidab dan Rukyat Departemen Agama RI.

$$= 00^j 30^m 00^d (C)$$

$$= A - (A - B) \times C/1$$

$$AR^m = 172^\circ 15' 21'' \text{ (hasil interpolasi)}$$

$$t^m = 116^\circ 27' 37,50''$$

$$t^b = 2^\circ 07' 25,50'' - 172^\circ 15' 21'' + 116^\circ 27' 37,50''$$

$$= -35^\circ 40' 18'' (T)$$

$$= 35^\circ 40' 18'' (T)$$

- 4) Menghitung tinggi Bulan (h^b) dan jarak zenit Bulan (z^b)

$$\sin h^b = \sin \varphi^x \sin \delta^b + \cos \varphi^x \cos \delta^b \cos t^b$$

Data:

$$\delta^b = \text{pada pukul } 19^j 30^m 00^d \text{ Tanggal 22 Maret 2016.}$$

$$= \text{pk. 19.00 WIB (pk. 12.00 GMT)} = 3^\circ 23' 44'' (A)$$

$$= \text{pk. 20.00 WIB (pk. 13.00 GMT)} = 3^\circ 14' 29'' (B)^{32}$$

$$= 00^j 30^m 00^d (C)$$

$$= A - (A - B) \times C/1$$

$$\delta^b = 3^\circ 19' 06,50'' \text{ (hasil interpolasi)}$$

$$\varphi^x = -6^\circ 53' 40,91''$$

$$t^b = 35^\circ 40' 18''$$

Maka, nilai tinggi Bulan (h^b)

$$\sin h^b = \sin -6^\circ 53' 40,91'' \sin 3^\circ 19' 06,50'' + \cos -6^\circ 53' 40,91'' \cos 3^\circ 19' 06,50'' \cos 35^\circ 40' 18''$$

$$h^b = 52^\circ 57' 29,45''$$

³¹ Data *Apparent Right Ascension* (AR^b) ini diambil dari data Winhisab 2.0 Badan Hidab dan Rukyat Departemen Agama RI.

³² Data deklinasi Bulan (δ^b) ini diambil dari data Winhisab 2.0 Badan Hidab dan Rukyat Departemen Agama RI.

Mencari nilai jarak zenit matahari, dapat menggunakan rumus:

$$\begin{aligned} z^b &= 90^\circ - h^b \\ &= 90^\circ - 52^\circ 57' 29,45'' \\ &= 37^\circ 02' 30,55'' \end{aligned}$$

Atau dapat menggunakan rumus:

$$\begin{aligned} \cos z^b &= \sin \varphi^x \sin \delta^b + \cos \varphi^x \cos \delta^b \cos t^b \\ \delta^m &= 3^\circ 19' 06.50'' \text{ (hasil interpolasi)} \\ \varphi^x &= -6^\circ 53' 40.91'' \\ t^b &= 35^\circ 40' 18'' \end{aligned}$$

Maka, nilai jarak zenit bulan (z^b)

$$\begin{aligned} \cos z^b &= \sin -6^\circ 53' 40.91'' \sin 3^\circ 19' 06.50'' + \cos -6^\circ 53' 40.91'' \\ &\quad \cos 3^\circ 19' 06.50'' \cos 35^\circ 40' 18'' \\ z^b &= 37^\circ 02' 30,55'' \end{aligned}$$

5) Menghitung Arah Bulan

$$\text{Cotan A} = \tan \delta^b \cos \varphi^x : \sin t^b - \sin \varphi^x : \tan t^b.$$

$$\begin{aligned} \delta^m &= 3^\circ 19' 06.50'' \text{ (hasil interpolasi)} \\ \varphi^x &= -6^\circ 53' 40.91'' \\ t^b &= 35^\circ 40' 18'' \end{aligned}$$

$$\text{Cotan A} = \tan \delta^b \cos \varphi^x : \sin t^b - \sin \varphi^x : \tan t^b.$$

$$\begin{aligned} \text{Cotan A} &= \tan 3^\circ 19' 06.50'' \cos -6^\circ 53' 40.91'' : \sin 35^\circ 40' 18'' - \sin \\ &\quad -6^\circ 53' 40.91'' : \tan 35^\circ 40' 18''. \end{aligned}$$

$$A = 75^\circ 06'' 25,26'' \text{ UT (utara timur)}$$

6) Menghitung Azimut Bulan

Karena arah Bulan di lokasi tempat tersebut adalah UT (utara timur), maka azimut bulan di tempat tersebut adalah sama dengan arah Bulan, yaitu $75^{\circ} 06' 25,26''$ UT.

Hasil perhitungan di atas digunakan sebagai dasar pengoperasian alat bantu Teodolit dalam pengukuran arah kiblat ini. Adapun yang pengoperasian alat teodolit sebagai berikut:

- 1) Memasang Teodolit dalam posisi yang tegak lurus ke segala arah dengan memperhatikan water pass yang ada pada Teodolit, kemudian teodolit dihidupkan.
- 2) Membidik posisi bulan pada pukul 19:30 WIB dengan berdasar pada jarak zenit bulan ($z^b = 37^{\circ} 02' 30,55''$). Setelah terbidik, secepatnya gerak horizontal dikunci dan lensa diturunkan, kemudian dinolkan.
- 3) Menghitung jarak azimut kiblat dengan azimut bulan = $294^{\circ} 25' 39,70'' - 75^{\circ} 06' 25,26'' = 219^{\circ} 19' 14,40''$.
- 4) Melepaskan kunci horizontal Teodolit, kemudian memutar searah jarum jam sampai pada nilai $219^{\circ} 19' 14,40''$ dan dikunci. Dengan demikian, Teodolit sudah mengarah ke arah kiblat.
- 5) Selanjutnya membuat dua titik dengan menggunakan lensa yang ada di Teodolit ke arah yang sudah ditentukan oleh Teodolit, kemudian menghubungkan dua titik tersebut. garis tersebut adalah garis menuju ke arah kiblat.

BAB III
PENGUKURAN ARAH KIBLAT
DENGAN SEGITIGA SIKU-SIKU DARI BAYANGAN BULAN

A. Bulan sebagai Acuan Pengukuran Arah Kiblat

1. Karakteristik Bulan

Bulan merupakan benda langit permanen terdekat dengan planet Bumi¹ dan merupakan satu-satunya satelit alami bagi planet Bumi. Selain itu, kecermelangan Bulan hanya dikalahkan oleh Matahari (Admiranto, 2009: 199). Meskipun Bulan bukan satelit alami terbesar, karena garis tengah Bulan kalah besar dibandingkan dengan Io, Ganymede dan Calisto (satelit alami Yupiter), serta Titan (satelit alami Saturnus), namun garis tengah Bulan cukup besar terhadap Bumi, 27 % dibandingkan dengan diameter Bumi (Sudiby, 2012: 251).

Menurut M. Ma'rufin Sudiby (2012: 251-252) model pembentukan tata surya pada masa sekarang ini menunjukkan bahwa Bulan lahir melalui peristiwa yang dramatis pada masa awal pembentukan tata surya. Tatkala proto-Matahari telah terbentuk, mulailah terbentuk pula planetesimal yang terus berkembang dan membesar sehingga saling bergabung satu sama lainnya membentuk proto planet.

Pada orbit Bumi, terbentuk sedikitnya dua proto planet, yaitu proto-Bumi dan proto-Theia. Ukuran proto-Theia adalah setengah proto-Bumi dengan massa antara 10 % hingga 15 % proto-Bumi. Proto-Theia dan proto-

¹ Secara temporer ada benda langit yang bisa jauh lebih dekat dengan Bumi dibanding Bulan, misalnya asteroid-asteroid dekat Bumi. Namun kedekatan tersebut hanya pada saat tertentu yang tentu saja dengan karakter orbitnya.

Bumi terpisah jauh sekitar 60° , apabila dilihat dari proto-Matahari sehingga memiliki konfigurasi orbit Lagrangian, yang sebenarnya menjanjikan stabilitas bagi obyek-obyek yang terlihat di dalamnya. Namun, stabilitas itu hanya berlaku apabila salah satu obyek tersebut berukuran cukup kecil dibanding lainnya.

Kondisi demikian, stabilitas tidak pernah terjadi antara proto-Bumi dengan proto-Theia. Akibat pengaruh gravitasi proto-planet raksasa, yaitu proto-Yupiter, proto-Theia bergerak maju mundur di dalamnya dan akhirnya bertabrakan dengan proto-Bumi, dalam posisi miring (*grazing impact*). Tabrakan inilah yang kemudian membuat sumbu rotasi Bumi miring.

Tabrakan tersebut satu sisi, menyatukan inti kedua proto planet, namun pada sisi yang lain juga menghancurkan bagian-bagian lainnya ke antariksa di sekitar orbit Bumi sebagai debu. Lalu, mayoritas debu tersebut kembali mengendap ke proto-Bumi dan membentuk seperti sekarang ini. Adapun sisanya, sebagian lenyap di keluasaan antariksa dan sebagiannya lain kembali mengalami akresi, lalu membentuk dua gumpalan yang lama-lama kian membesar. Gumpalan tersebut membentuk dua proto-Bulan yang beredar mengelilingi Bumi, masing-masing proto-Bulan pertama dan proto-Bulan kedua salah satu diantara keduanya berukuran lebih kecil.

Seperti halnya peristiwa proto-Bumi dan proto-Theia, kedua proto-Bulan tersebut juga beredar pada orbit yang sama sehingga peristiwa tabrakan pun terjadi. Akan tetapi, pada kali ini berupa tabrakan tegak lurus (*head on impact*). Akibatnya terbentuklah proto-Bulan tunggal yang kemudian berkembang menjadi bulan pada masa sekarang ini. Proses pembentukan

Bulan yang demikian ini menyebabkan Bumi dan Bulan sering disebut sebagai planet kembar (Sudibyo, 2012: 253).

Bulan merupakan sebuah satelit alami² satu-satunya yang mengelilingi planet bumi (Ariastuti, 1995: 26) yang memiliki diameter 3.476 km dengan massa kurang dari 2 % massa Bumi (Morrison, 1940: 125). Literatur lain menyebutkan bahwa Bulan memiliki diameter 3.476 km atau kurang lebih $\frac{1}{4}$ besar Bumi dengan massa kurang lebih 1 % massa Bumi (Tyasyono, 2006: 39, Saksono, 2007: 27). Adapula yang menyebutkan bahwa diameter Bulan 3.480 km (Khazin, 2004: 131).

Lebih detail, menurut M. Ma'rufin Sudibyo (2012: 254) bahwa Bulan memiliki garis tengah rata-rata 3.474 km., dengan garis tengah di kutub 3.471 km dan garis tengah khatulistiwa 3.476 km. Ada perbedaan massa jenis di Bulan dan di Bumi, di Bulan massa jenisnya senilai 3.4 g/cm³, ini lebih ringan dibandingkan dengan massa jenis Bumi, yang nilainya 5.5 g/cm³, sedangkan massa Bulan hanya 0.012 dari massa Bumi (Hambali, 2012: 135).

Bulan beredar mengelilingi Bumi pada jarak rata-rata 384.421 km (Khazin, 2004: 131). Lebih detail, menurut Franklyn W. Cole (1974: 121) jarak terjauh Bulan ke Bumi (apoge) adalah 403.000 km., sedangkan jarak terdekat (perige) adalah 360.000 km., dengan jarak rata-rata 381.600 km. Menurut Tyasyono (2006: 39) bahwa jarak Bulan ke Bumi terjauh (apoge) 253.000 mil, sedangkan jarak terdekatnya (perige) 222.000 mil. Adapun jarak rata-rata antara Bulan ke Bumi adalah 238.860 mil, atau 384.330 km. Jarak

² Planet yang tidak memiliki satelit alam hanya Merkurius dan Venus. Tujuh planet lainnya, dalam Tata Surya memiliki satelit yang menyertai orbitnya mengelilingi Matahari, seperti Mars memiliki 2 satelit, Yupiter memiliki 63 satelit, Saturnus memiliki 34 satelit, Uranus memiliki 21 satelit, Neptunus memiliki 13 satelit dan Pluto memiliki 1 satelit (Saksono, 2007: 28-29).

Bulan dengan Matahari adalah 149.615.600 km dan umur Bulan 4.420.000.000 tahun (Hambali, 2012: 135).

Bulan mengorbit Bumi dengan kecepatan relatif rata-rata 1,02 km per detik, sedangkan kecepatan lepas landasnya 2,38 km per detik. Ketiadaan atmosfer membuat variasi suhu permukaan Bulan sangat besar. Suhu rata-rata -23°C , suhu terendah Bulan dapat mencapai -230°C , sementara suhu tertingginya sebesar 124°C (Sudiby, 2012: 254).

Menurut Slamet Hambali (2012: 133-134) temperatur Bulan terendah bisa mencapai 177 derajat di bawah nol dan suhu panas di Bulan ketika Matahari memancarkan pada sebagian daerahnya bisa mencapai 184 derajat di atas nol. Kondisi demikian menjadikan keadaan di Bulan bulan dingin dan kering. Perbedaan yang sangat ekstrim inilah sehingga secara lahiriah planet ini tidak dapat dihuni oleh makhluk hidup.

Bulan yang ditarik oleh gaya gravitasi Bumi tidak jatuh ke Bumi karena disebabkan oleh gaya sentrifugal³ yang timbul dari orbit Bulan yang mengelilingi Bumi (Hambali, 2012: 135). Menurut Sudiby (2012: 254) fungsi utama Bulan bagi Bumi adalah sebagai penjaga stabilitas kemiringan (inklinasi) sumbu rotasi Bumi dan periode rotasi Bumi sehingga menstabilkan iklim di Bumi.

Bulan memiliki pengaruh kekuatan magnetis yang menyebabkan air laut di Bumi mengalami dua kali pasang surut pada setiap harinya, yaitu enam jam terjadi air pasang dan enam jam mengalami surut. Bulan juga memiliki gaya sentrifugal lebih besar dari gaya tarik menarik antara gravitasi

³ Dalam *Kamus Besar Bahasa Indonesia* (2008: 1417) sentrafugal diartikan bergerak menjauhi pusat atau sumbu.

Bumi dan Bulan. Kejadian ini menyebabkan semakin menjauh dari Bumi dengan kecepatan sekitar 3.8 cm/tahun.

Orbit Bulan sama dengan Bumi, hal ini menyebabkan hanya satu sisi wajah Bulan yang dapat dilihat dari Bumi, sekitar 60% (Sudibyo, 2012: 255). Keadaan di Bulan tidak terdapat udara ataupun air. Banyak kawah-kawah yang terdapat di permukaan Bulan yang disebabkan oleh hantaman komet maupun asteroid. Tidak adanya udara dan air di Bulan menyebabkan tidak adanya pengikisan yang menyebabkan kawah di Bulan yang berusia jutaan tahun masih utuh. Di antara kawah terbesar adalah Clavius dengan diameter 230 km dan sedalam 3.5 km (Hambali, 2012: 136).

Data-data statistika yang dimiliki Bulan secara lengkap sebagaimana yang dikutip oleh Tono Saksono dari *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) sebagai berikut:

Tabel 3.1.: Data Statistika Bulan

Keterangan	Angka/Satuan
Diameter	3.476 km
Luas permukaan	37.960.000 ⁹ km ²
Keliling di equatornya	10.920 km
Rentangan topografi	16 km
Jarak rata-rata dari Bumi	384.400 km
Jarak dari Bumi pada apogee	406.700 km
Jarak dari Bumi pada perigee	356.400 km
Jarak cahaya dari Bumi	1.3 detik

Pertambahan jarak rata-rata dari Bumi	3.8 cm per tahun
<i>Magnitude</i> ⁴ saat kauartal 1	-10.20 mag
<i>Magnitude</i> saat kauartal 3	-10.05 mag
<i>Magnitude</i> saat purnama	-12.55 mag
<i>Sidereal month</i>	27 hr 7 jam 43 mnt
<i>Synodic month</i>	29 hr 12 jam 44 mnt
Kecepatan orbit rata-rata mengelilingi Bumi	3.681 km/jam
Kecepatan sudut rata-rata	33' per jam ⁵
Gerakan harian rata-rata terhadap Bintang	13.176 derajat
Kemiringan bidang orbit terhadap bidang ekliptika	5° 08' 43"
Penggepengan orbit Bulan terhadap Bumi	0.0549

2. Peredaran Bulan

Bulan sebagai satelit alam Bumi, memiliki dua jenis gerak yang dikenal dalam peredarannya, sebagaimana berikut:

a. Gerak Hakiki Bulan

Gerak hakiki Bulan merupakan gerak yang dialami oleh Bulan sebagai benda langit yang memiliki gerak sesuai dengan peredarannya. Ada tiga

⁴*Apparent magnitude* merupakan bilangan yang digunakan untuk menyatakan tingkat kecermelangan bintang, semakin kecil *apparent magnitude* berarti semakin cemerlang sinar sebuah bintang. Bintang yang paling redup dapat dilihat dengan teleskop raksasa memiliki *apparent magnitude* + 30. Teleskop portabel yang baik hanya mampu melihat bintang dengan *apparent magnitude* + 15, sementara mata telanjang hanya mampu sampai + 6. Benda bercahaya memiliki *apparent magnitude* negatif (Bintang: 1.4, Bulan purnama: -12.6, Matahari: -26.8) (Saksono, 2007: 28).

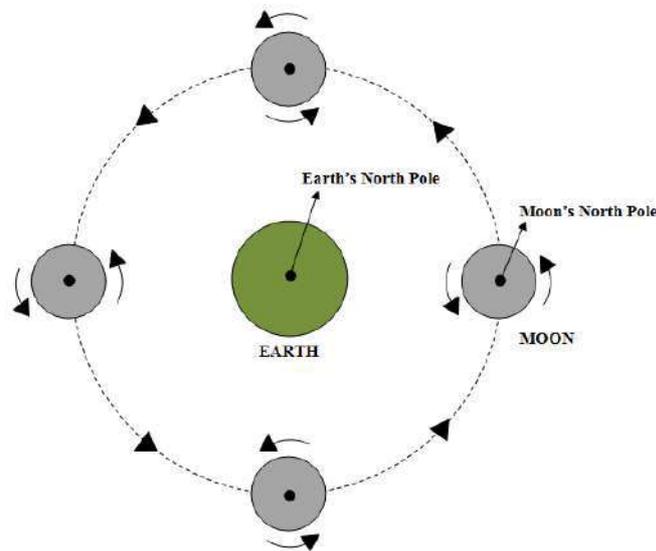
⁵ Sebagai perbandingan menurut Saksono (2007: 28) bahwa kecepatan sudut rotasi Bumi adalah 15° (derajat busur) per jam.

macam gerak hakiki Bulan, yaitu gerak rotasi Bulan, gerak revolusi Bulan, dan gerak Bulan bersama-sama dengan Bumi mengelilingi Matahari.

1) Gerak Rotasi Bulan

Sebagaimana yang telah dipapar di atas bahwa Bulan memiliki gerak rotasi. Adapun yang dimaksudkan gerak rotasi Bulan adalah gerak perputaran Bulan pada porosnya dari arah barat ke arah timur (Khazin, 2004: 131).

Gambar 3.1.: Gerak rotasi dan revolusi Bulan dari barat ke timur yang mengitari Bumi.



Bulan berotasi dengan periode rotasi 27 hari 7 jam 43 menit 12 detik. Periode ini tepat sama dengan gerak revolusi Bulan (periode sideris). Oleh karena itu, satu kali Bulan berotasi memakan waktu sama dengan satu kali revolusinya mengelilingi Bumi. Hal ini yang menjadikan permukaan Bulan yang menghadap ke Bumi relatif tetap.

Dengan demikian, Bulan mengalami rotasi sinkron, yang menghasilkan kunci gravitasi (*tidal locking*). Akibatnya 40% permukaan Bulan yang tidak terlihat dari Bumi selama ini, sehingga yang selama ini

terlihat hanya 60% dari keseluruhan permukaan Bulan. Sisi yang terlihat disebut sisi dekat (*near side*) dan yang tidak nampak sisi jauh⁶ (*farside*) (Sudibyo, 2012: 255). Admiranto (2009: 204) dan Jajak (2006: 67) menyebutkan bahwa permukaan Bulan yang selama ini terlihat 59%.

Gambar 3.2.: Permukaan Bulan sisi dekat (*nearside*) dan sisi jauh (*farside*)



Adanya sedikit perubahan permukaan Bulan yang menghadap ke Bumi diakibatkan adanya gerak angguk Bulan pada porosnya. Akan tetapi gerak angguk ini kecil sekali, sehingga dapat diabaikan (Khazin, 2004: 132). Gerak angguk atau gerak librasi ini yang menjadikan permukaan Bulan terlihat lebih dari setengah permukaan Bulan, yaitu 59% dari seluruh permukaan Bulan.

2) Gerak Revolusi Bulan

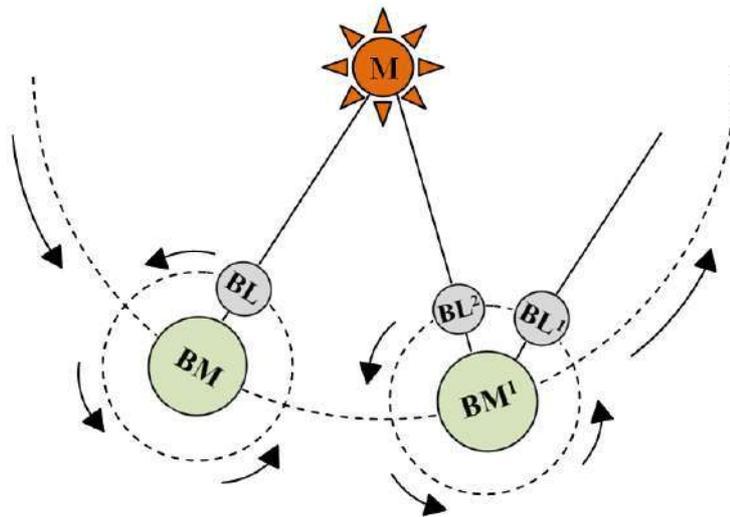
Gerak revolusi Bulan adalah peredaran Bulan mengelilingi Bumi dari arah barat ke timur. Satu kali berevolusi, Bulan memerlukan waktu rata-rata

⁶ Sisi jauh atau sisi belakang Bulan selama ini menjadi misteri bagi manusia, namun sejak tahun 1959 M., melalui pesawat ruang angkasa Rusia tanpa manusia, Lunik III mengelilingi Bulan dan mengirimkan gambar-gambarnya lewat televisi ke Bumi (Jajak, 2006: 67). Baru sejak itu, baru diketahui bahwa sisi jauh (*farside*) atau bagian belakang Bulan tidak seperti pada bagian yang menghadap ke Bumi, bagian ini ternyata tidak terlalu dipenuhi dengan kawah (Admiranto, 2009: 204).

27 hari 7 jam 43 menit 12 detik. Periode waktu ini disebut sebagai periode satu bulan sideris atau *syahr nujumi*.

Gerak revolusi Bulan ini yang dijadikan dasar perhitungan bulan kamariah. Akan tetapi waktu yang dipergunakan dalam perhitungan awal bulan kamariah bukan periode waktu sideris, melainkan periode waktu sinodis atau *syahr iqtironi* yang periode waktunya rata-rata adalah 29 hari 12 jam 44 menit 2,8 detik.⁷ Untuk memahami perbedaan periode waktu bulan sideris dan sinodis dapat diilustrasikan sebagai berikut:

Gambar 3.3.: Posisi pergerakan Bulan untuk menempuh periode waktu sideris dan sinodis.



Pada gambar di atas bahwa arah peredaran Bumi dan Bulan sebagaimana yang ditunjukkan oleh arah panah. Posisi M, BL dan BM adalah ketika ijtimak. Sekiranya Bumi dan Bulan tidak beredar bersama-sama mengelilingi Matahari maka dalam jangka waktu 27 hari 7 jam 43 menit 12 detik Bulan dapat menempuh jarak satu lingkaran penuh (360°), yaitu pada

⁷ Berkaitan dengan data lamanya periode sideris dan sinodis ini berbeda-beda, namun perbedaannya hanya menghilangkan nilai detiknya, misalnya yang disebutkan oleh Muhammad Ilyas (1984: 31) bahwa periode bulan sideris adalah 27 hari 7 jam 43 menit dan periode bulan sinodis adalah 29 hari. 12 jam 44 menit

posisi BL¹. Hanya saja waktu itu belum terjadi ijtimak, sehingga agar terjadi ijtimak berikutnya Bulan harus berada pada posisi antara M dan BM¹, sebagai posisi BL².

Hal demikian ini terjadi manakala Bulan bergerak lagi yang membutuhkan waktu selama 2 hari 5 jam 00 menit 50,8 detik. Oleh karena itu waktu yang diperlukan dari ijtimak ke ijtimak berikutnya selama 29 hari 12 jam 44 menit 2,8 detik. Periode waktu yang dibutuhkan bulan inilah yang disebut satu periode bulan sinodis (Khazin, 2004: 133).

Bidang yang dipakai Bulan dalam mengelilingi Bumi disebut *falak al-qamar* yang memotong bidang ekliptika sebesar 05° 08' 52" (Khazin, 2004: 133). Dengan demikian, bidang edar Bulan mengitari Bumi tidak berimpit dengan bidang edar Bumi mengitari Matahari (bidang ekliptika). Seandainya bidang edar bulan mengitari Bumi tersebut terletak tepat pada bidang ekliptika, maka setiap bulan baru (*new moon*) akan selalu terjadi gerhana Matahari dan setiap bulan purnama akan selalu terjadi gerhana Bulan.

Kendati demikian, menurut Rinto Anugraha (2012: 130) bahwa jumlah maksimum terjadi gerhana, baik gerhana Bulan maupun gerhana Matahari, dalam setahun adalah 7 kali. Sedangkan jumlah minimum dalam setahun 2 kali.

Gerak revolusi Bulan ini yang dijadikan perbandingan antara gerakan semua harian Matahari yang diakibatkan oleh gerakan revolusi Bumi dengan gerakan hakiki harian Bulan. Gerakan semu harian Matahari memakan waktu 0° 59' 5.83" perharinya, nilai ini diperoleh dari $360^{\circ} : 365.5$ hari, sedangkan gerakan hakiki harian Bulan adalah $360^{\circ} : 27.321661 = 13^{\circ} 10' 34.89''$.

dengan demikian gerakan hakiki Bulan lebih cepat $+12^\circ$ perharinya dari pada gerakan semu Matahari (Hambali, 2012: 219).

Pada saat Bulan memisahkan diri dari ijtimaknya dengan Matahari, Bumi juga melakukan gerak revolusi yang menimbulkan kesan seolah-olah Matahari juga bergerak ke timur di antara Bintang-bintang yang setiap hari menempuh jarak sejauh $0^\circ 59' 5.83''$, sehingga dalam waktu satu bulan, Matahari sudah terpisah dari bintang ke arah timur hampir sebanyak 30° . Bulan mengalami pergerakan pada lintasannya yang berbentuk lingkaran di bola langit menelusuri 28 bulan rasi, sebagai berikut:

Tabel 3.2: Rasi bintang yang dilewati oleh Bulan

NO	NAMA	NO	NAMA
1	asy-Sharothon	15	al-Qafru
2	az-Ziro	16	az-Zabbani
3	as-Suroyya	17	al-Iklil
4	ad-Dubron	18	al-Qolbu
5	al-Han'ah	19	asy-Syaulah
6	al-Batin	20	an-Na'aim
7	an-Nasyroh	21	al-Baladah
8	al-Torol	22	Sa'du Az-Zabih
9	al-Jabhan	23	Sa'du Bal'in
10	az-Zabroh	24	Sa'du Ukhbiah
11	as-Sorfah	25	al-Farqul Awal
12	al-Awwa	26	al-Muqoddamah

13	as-Samak ar-Rahim	27	al-Farqul al-Muakhor
14	as-Samak al-A'zal	28	Bathul Hut

Sebagaimana arah gerakan rotasinya, gerak revolusi Bulan juga merupakan *retrograde* (dari barat ke timur). Gerakan ini dapat kita saksikan bila dibandingkan dengan mengamati Bintang dan mengamati kedudukan Bulan pada saat terbenamnya Matahari pada suatu hari, bila kita bandingkan dengan kedudukannya pada saat terbenamnya Matahari pada hari berikutnya akan kelihatan jelas bahwa Bulan semakin tinggi, artinya Bulan itu bergerak ke timur.

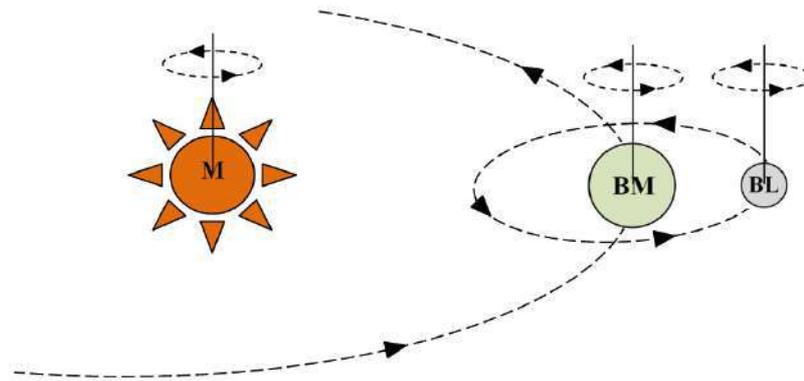
Bulan memiliki lintasan orbit revolusi dalam mengelilingi Bumi sama bentuknya dengan lintasan orbit revolusi Bumi mengelilingi Matahari, yaitu berbentuk elips. Jarak lintasan terjauhnya (*aphelium*) Bulan adalah 406.700 km, sedangkan jarak lintasan terdekatnya (*perihelium*) adalah 356.400 km, jadi jarak rata-ratanya 381.550 km (Hambali, 2012: 218).

3) Gerak Bulan bersama-sama Bumi Mengelilingi Matahari

Posisi Bulan pada saat mengelilingi Bumi tidak beredar dalam satu lingkaran penuh, akan tetapi lebih menyerupai lingkaran berpilin yang artinya titik awal pada saat Bulan bergerak mengitari Bumi tidak bertemu dengan titik akhirnya. Satu lingkaran berpilin ini ditempuh Bulan dalam waktu 29.5 hari, dan lingkaran berpilin penuh dengan waktu 365.5 hari, maka Bulan pun telah melakukan 12 kali lingkaran berpilin. Gerakan Bulan ini apabila dilihat dari arah Matahari, lintasan gerakan Bulan kelihatannya seperti berkelok-

kelok. Sekali waktu lebih dekat ke Matahari dan setengah bulan lagi lebih jauh ke Matahari dan Bumi (Hambali, 2012: 223)

Gambar 3.4.: Posisi Matahari, Bumi dan Bulan bergerak pada peredarannya masing-masing, dimana Bumi dan Bulan sama-sama bergerak mengelilingi Matahari.



b. Gerak Semu Bulan

Gerak semu yang dimaksudkan di sini adalah peredaan benda langit yang terlihat oleh mata pengamat yang ada di Bumi, sehingga benda langit yang dilihat beredar kebalikan dari sebenarnya. Sebagaimana Bumi dengan segala isinya termasuk manusia, berotasi dari barat ke timur dan ini tidak dirasakan oleh manusia. Bahkan yang terkesan oleh manusia adalah benda-benda langit tampak beredar dari timur ke barat.

Ilustrasi yang dimaksudkan gerak semu seperti pada waktu seseorang menaiki mobil yang berjalan dari barat ke timur, maka akan nampak pepohonan dan tiang listrik serta rumah-rumah yang di luar mobil seakan-akan berjalan dari timur ke barat. Begitu halnya manusia yang sedang menumpang di Bumi yang bergerak dari barat ke timur maka benda-benda langit seperti Matahari, Bulan dan bintang akan nampak bergerak dari timur ke barat. Rotasi Bumi dari barat ke timur inilah peredaran sebenarnya, akibat

rotasi ini maka nampak benda-benda langit melakukan pergerakan semu harian dari timur ke barat.

Keadaan demikian, maka ini menjadikan Bulan seakan memiliki gerak semu Bulan yang nampak dari Bumi. Gerak semu Bulan ada empat macam, yaitu gerak harian Bulan, fase-fase Bulan, periode sideris dan sinodis, dan kelender hijriah.

1) Gerak Harian Bulan

Gerak rotasi Bumi dari arah barat ke timur dan Bulan melakukan pergerakan revolusi mengitari Bumi yang arahnya dari barat ke timur, hal ini akibat dari pergerakan ini setiap harinya Bulan terlambat terbitnya dibandingkan dengan letak Bintang tertentu dibelakangnya sekitar 50 menit waktu atau 13 derajat busur. Sedangkan terhadap Matahari setiap hari Bulan terlambat melakukan gerak harian sekitar 12 derajat busur. Maka dari itu setiap jam Bulan ketinggalan oleh gerak harian Matahari sebesar $\frac{1}{2}$ derajat busur atau selebar piringan Matahari maupun selebar piringan Bulan (Hambali, 2012: 224).

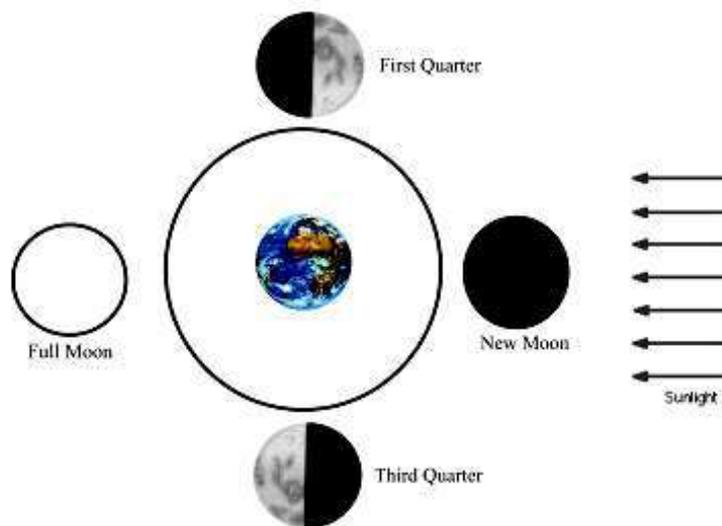
Fenomena keterlambatan ini terus berlangsung, sehingga apabila diamati dari Bumi, Bulan menunjukkan fase-fase penampakan. Fase-fase ini terjadi disebabkan oleh konfigurasi Bumi, Bulan dan Matahari.

2) Fase-fase Bulan

Sebagaimana yang dipahami bahwa Bulan tidak memiliki sinar seperti Matahari. Apabila Bulan kelihatan bersinar, sebetulnya sinar tersebut merupakan pantulan dari sinar Matahari yang mengenai Bulan. Fenomena ini persis seperti di sebuah kegelapan, ketika seseorang menggunakan baterai

(*flash light*) untuk menyinari batu, maka batu tersebut memantulkan sinar dan tanpa seolah-olah bercahaya dan ditangkap oleh kornea mata.

Gambar 3.5.: Posisi Matahari, Bumi dan Bulan dalam empat fase utama.
Bulan



Adanya gerak revolusi Bulan mengelilingi Bumi menyebabkan efek seolah-olah bentuk Bulan berubah-ubah. Sebetulnya fenomena ini merupakan akibat dari perubahan sudut dari mana seseorang melihat bagian Bulan yang terkena sinar Matahari. Fenomena ini dinamakan fase Bulan (*Moon's phase*) dan berulang setiap sekitar 29 hari 12 jam 44 menit 2,8 detik atau waktu yang diperlukan Bulan mengelilingi Bumi dalam periode sinodis. Ada empat fase utama yang penting bagi Bulan, yaitu:

- a) Bulan baru (*new moon*)
- b) Kuartal pertama (*1st quarter*)
- c) Bulan purnama (*full moon*)
- d) Kuartal ketiga atau terakhir (*3rd quarter* atau *last quarter*)

Kesempat fase tersebut merupakan fase utama yang dialami oleh Bulan. Tanggal dan waktu terjadinya kuartal telah dipublikasikan di dalam almanak dan kalender, karena memang fase-fase tersebut telah dapat diperhitungkan secara akurat. Dalam konteks ini perlu dipahami bahwa yang dinamakan Bulan baru (*new moon*) dalam terminologi Barat adalah keadaan tanpa Bulan atau Bulan mati, yaitu pada saat permukaan Bulan yang terkena sinar Matahari membelakangi tempat seseorang berada sehingga seseorang tersebut tidak melihat bulan sama sekali.

Gambar 3.6.: Bentuk Bulan yang terlihat dari Bumi pada saat berada pada posisi empat fase utama Bulan.

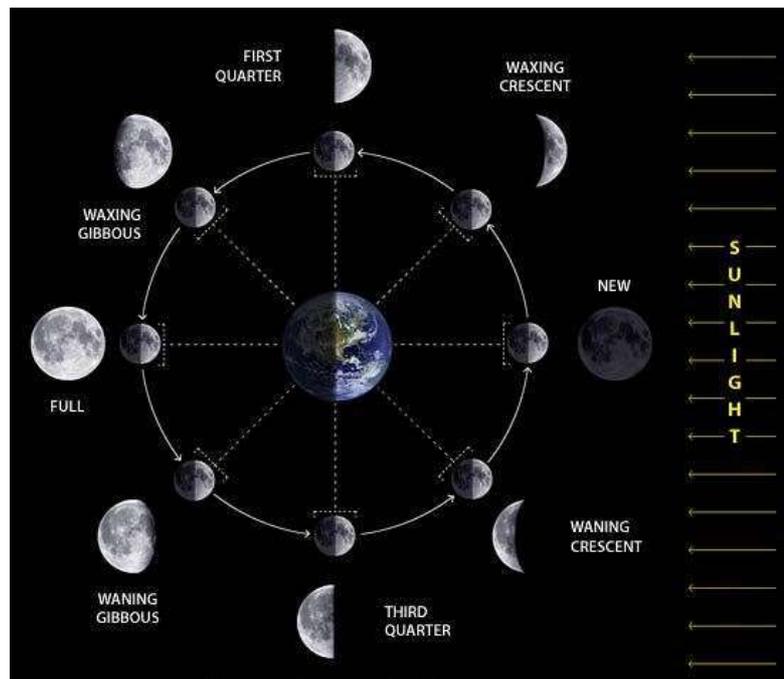


Selain empat fase utama bulan di atas, dikenal pula fase antara keempat fase utama tersebut, sehingga seluruhnya dikenal dengan delapan fase yang lebih detail. Delapan fase ini dapat dibedakan dalam prosesnya, sejak waktu Bulan tidak nampak, kemudian nampak hingga kemudian tidak nampak lagi.

Pada dasarnya delapan fase ini menunjukkan delapan tahapan bagian permukaan Bulan yang terkena sinar Matahari dan kenampakan geometris bagian yang tersinari ini yang dapat dilihat dari Bumi. Kondisi yang dijelaskan dalam tahapan detail fase Bulan ini berlaku di lokasi manapun di permukaan Bumi. Meskipun tahap satu dalam terminologi astronomi

biasanya fase di mana langit tanpa Bulan, dalam pemaparan ini disesuaikan dengan urutan pada kalender Islam, yang fase pertama adalah pada saat terlihat hilal.

Gambar 3.7.: Fase-fase Bulan



Penjelasan delapan fase Bulan ini sebagaimana yang dipaparkan oleh Tono Saksono (2007: 32-39), sebagai berikut:

a) Fase pertama

Keadaan posisi Matahari, Bumi dan Bulan bersamaan dengan gerakan Bulan yang mengelilingi Bumi, maka suatu ketika akan terlihat Bulan yang terkena sinar Matahari semula sangat kecil berbentuk sabit (*crescent*) yang semakin hari semakin membesar. Dalam hal ini perlu dipahami dan sudah menjadi anggapan umum yang salah adalah bagian Bulan yang gelap adalah semata-mata karena tidak terkena sinar Matahari dan bukan karena terhalang oleh Bumi (peristiwa Bulan yang tertutup oleh bayangan Bulan atau gerhana

Bulan). Sebenarnya tidak demikian, sebab tetap sama permukaan Bulan yang terkena sinar Matahari tetap setengah dari permukaan Bulan, namun karena perbedaan posisi Bulan maka mempengaruhi penampakan Bulan sebagaimana dalam Gambar 3.7.

Pada saat Bulan sabit pertama kali dapat dilihat inilah yang disebut dengan hilal yang menjadi penanda dimulainya bulan dalam kalender Islam atau kalender Hijriah. Dalam astronomi, proses bulan mati kemudian semakin besarnya bulan ini dinamakan *waxing crescent moon*.

Bulan baru sebetulnya terbit di sebelah timur hampir bersamaan dengan terbitnya Matahari, berada tepat di Tengah langit kita sekitar waktu Tengah hari dan tenggelam juga hampir sama dengan tenggelamnya Matahari di barat, namun sejak terbit sampai hampir tenggelam kita hampir tidak bisa melihat Bulan Sabit ini, karena intensitas cahaya Bulan kalah jauh dengan sinar yang dipancarkan oleh Matahari. Baru kemudian setelah Matahari berangsur tenggelam, intensitas cahaya Matahari mulai melemah, maka Bulan sabit atau hilal baru mulai kelihatan. Akan tetap, karena Bumi juga berotasi pada porosnya dan kecepatan sudut rotasi Bumi lebih besar dari pada kecepatan sudut gerakan revolusi Bulan, maka beberapa saat kemudian, hilal ini mulai hilang dari penghilangan karena tenggelam.

b) Fase ke dua

Fase kedua ini disebut juga fase kuartal pertama (*first quarter*) yaitu pada saat waktu maghrib (pada saat Matahari terbenam) pada hari-hari berikutnya, Bulan telah bergerak lebih jauh dari hari ke hari berikutnya posisi Bulan sabit terus semakin tinggi di atas horizon. Bagian Bulan yang terkena

pancaran sinar Matahari semakin bertambah besar sampai pada suatu posisi dimana Bulan kelihatan separuh lingkaran, lihat Gambar 3.7. Kejadian ini terjadi sekitar seminggu sejak awal bulan, atau Bulan telah melakukan rotasi seperempat putaran meskipun Bulan tampak separuh.

Pada fase ini, Bulan tenggelam di barat sekitar enam jam kemudian setelah Matahari tenggelam, atau sekitar tengah malam. Harus kita ketahui bahwa Bulan tenggelam adalah akibat gerakan Bumi yang berotasi pada porosnya selama sekitar 24 jam sekali putaran. Bulan pada fase ini lebih lambat 6 jam dari pada Matahari. Bulan terbit di sebelah timur sekitar tengah hari, Bulan berada tepat di tengah langit kita pada saat Matahari tenggelam, dan tenggelam sekitar tengah malam di ufuk barat.

c) Fase ke tiga

Pada hari berikutnya, Bulan akan tampak semakin besar, lihat Gambar 3.7, dalam istilah astronomi fase ini dinamakan *waxing gibbous moon*. Waktu terbit Bulan semakin terlambat dibandingkan dengan Matahari. Bulan terbit sekitar pukul 15.00, Bulan berada di tengah langit sekitar pukul 21.00 dan tenggelam pada sekitar pukul 03.00.

d) Fase ke empat

Hari berikutnya, sekitar 2 minggu sejak fase pertama, Bulan telah mengalami separuh perjalanannya mengelilingi Bumi dan bagian yang terkena sinar Matahari tepat menghadap ke Bumi, keadaan seperti ini dinamakan sebagai Bulan purnama (*full moon*), lihat Gambar 3.7. Pada keadaan purnama (*full moon*) ini Bulan mengalami keterlambatan sekitar 12 jam dari Matahari. Bulan akan terbit bersamaan dengan saat Matahari

tenggelam, berada tepat di tengah langit pada tengah malam dan Bulan tenggelam pada saat Matahari terbit. Apabila Bulan pada posisi yang segaris dengan Bumi dan Matahari, maka akan mengalami gerhana Bulan di tempat tersebut, sebab bayangan Bumi tepat menutupi permukaan Bulan.

e) Fase ke lima

Bulan purnama (*full moon*) merupakan puncak penampakan Bulan, kemudian bentuk penampakan Bulan kembali semakin mengecil, akan tetapi Bulan yang terlihat bagian sisi lain dari proses *waxing gibbous moon*. Fase Bulan yang demikian dalam astronomi dinamakan sebagai fase *waning gibbous moon*, lihat Gambar 3.7. Pada fase ini, Bulan sekitar 9 jam lebih awal atau 15 jam lebih lambat dari pada Matahari. Berarti Bulan terbit di timur pada sekitar pukul 21:00, berada tepat di tengah langit pada sekitar pukul 03:00 dan Bulan tenggelam pada saat pukul 09:00.

f) Fase ke enam

Pada hari berikutnya, sekitar 3 minggu setelah fase yang pertama, Bulan akan berbentuk separuh lagi, akan tetapi bagian Bulan yang terkena sinar Matahari pada bagian yang sebaliknya dengan keadaan kuartal pertama (*first quarter*). Fase bulan ini dinamakan kuartal terakhir (*last quarter* atau *third quarter*). Posisi Bulan pada fase ini lebih awal sekitar 6 jam dari pada Matahari. Dimana Bulan terbit di sebelah timur pada sekitar pukul 00:00 tengah malam, tepat berada di tengah langit pada sekitar pukul 06:00 ketika Matahari terbit dan Bulan tenggelam di ufuk barat pada sekitar tengah hari 12.00.

g) Fase ke tujuh

Bulan yang terlihat pada hari berikutnya semakin kecil, memasuki minggu ke 4 sejak fase pertama bentuk permukaan Bulan yang terkena pancaran sinar Matahari semakin mengecil sehingga membentuk Bulan sabit (*waning crescent*). Bentuk Bulan sabit tidak sama dengan bulan sabit pada fase pertama, namun kebalikan dari Bulan sabit fase pertama. Bulan terbit (*waning crescent*) ini mendahului Matahari sekitar 9 jam. Bulan terbit di ufuk timur pada sekitar pukul 03:00, berada tepat di tengah langit sekitar pukul 09:00 pagi dan Bulan tenggelam di ufuk Barat pada sekitar pukul 15: 00.

h) Fase ke delapan

Keadaan Bulan yang semakin mengecil dan pada akhirnya Bulan tidak terlihat. Pada fase ini, posisi Bulan berada pada arah yang sama terhadap Matahari dan bagian Bulan yang terkena sinar Matahari adalah permukaan Bulan yang membelakangi Bumi, dimana seseorang berada.

Oleh karena itu maka pada bagian Bulan menghadap kepada kita menjadi gelap dan inilah kondisi yang dinamakan tanpa Bulan, dalam astronomi dinamakan *new moon*. Dalam astronomi kejadian semacam ini dinamakan sebagai konjungsi. Apabila posisi Matahari, Bulan dan Matahari pada garis bujur yang lurus, maka pada saat itu terjadi fenomena gerhana Matahari, sebab Bulan menutupi pandangan kita terhadap Matahari.

Pada fase ini, keadaan Bulan dan Matahari terbit dan tenggelam hampir bersamaan. Bulan terbit di ufuk timur sekitar pukul 06:00, berada di tengah langit sekitar tengah hari dan tenggelam di ufuk barat sekitar pukul 18:00.

Berdasarkan dari penjelasan delapan fase Bulan di atas yang memiliki berbagai penampakan Bulan yang berbeda-beda karena posisi Bulan terhadap Matahari yang berbeda pula dapat diringkas sebagai berikut:

Tabel 3.3.: Posisi Bulan terhadap Matahari pada saat terjadi delapan fase yang dialami oleh Bulan

Fase	Mendahului atau di belakang Matahari	Waktu terbit di timur	Waktu saat tepat di tengah langit	Waktu tenggelam di barat
Fase 1 <i>waxing crescent</i>	Dalam beberapa menit	Matahari Terbit	Tengah Hari	Matahari tenggelam
Fase 2 <i>first quarter</i>	6 jam lebih lambat	Tengah Hari	Matahari Tenggelam	Tengah malam
Fase 3 <i>Waxing gibbous</i>	9 jam lebih lambat	Sekitar jam 15:00	Sekitar jam 21:00	Sekitar jam 3:00
Fase 4 <i>full moon</i>	12 jam lebih lambat	Matahari tenggelam	Tengah malam	Matahari terbit
Fase 5 <i>waning gibbous</i>	9 jam lebih awal	Sekitar jam 21:00	Sekitar jam 3:00	Sekitar jam 9:00
Fase 6 <i>third quarter</i>	6 jam lebih awal	Tengah Malam	Matahari Terbit	Tengah hari
Fase 7 <i>Waning crescent</i>	3 jam lebih awal	Sekitar jam 3:00	Sekitar jam 9:00	Sekitar jam 15:00
Fase 8 <i>new moon</i>	Bersamaan	Matahari Terbit	Tengah Hari	Matahari tenggelam

Adapun ilustrasi bentuk Bulan pada setiap fase Bulan yang nampak dari Bumi sebagaimana berikut ini:

Gambar 3.8.: Bentuk Bulan yang terlihat pada fase-fase Bulan



3) Gerak Librasi Bulan

Periode revolusi Bulan sama dengan periode rotasinya. Tentunya bagian permukaan Bulan yang bisa teramati dari Bumi hanya 50% dari seluruh permukaan Bulan. Namun dalam kenyataannya tidak demikian, permukaan Bulan yang bisa teramati dari Bumi adalah 59% dari seluruh permukaan Bulan. Hal ini disebabkan oleh adanya peristiwa yang dinamakan librasi (keseimbangan) atau gerak angguk. Gerak semu librasi merupakan goyangan semu Bulan terhadap Bumi. Dengan adanya gerakan ini menyebabkan lebih setengah permukaan Bulan dapat terlihat dari Bumi (Hambali, 2012: 226).

Eksentrisitas orbit Bulan mengelilingi Bumi tidak nol, akibatnya kecepatan Bulan dalam mengorbit Bumi tidak tetap. Hal ini menyebabkan rotasinya kelihatan bergerak mendahului atau ketinggalan terhadap

revolusinya. Efek ini disebut librasi dalam arah bujur atau membujur, yang membuat bagian-bagian bulan dalam arah bujur yang seharusnya tidak terlihat menjadi terlihat. Pemahaman lebih mudah sebagaimana yang digambarkan oleh Maskufa (2010: 52) bawah Bulan seakan-akan menggelengkan kepala ke kakan atau ke kiri, sekali waktu tampak telinga kanannya dan pada waktu yang lain telinga kirinya. Ini terjadi tidak lain karena lintasan Bulan mengelilingi Bumi berbentuk elips dan Bumi terletak pada salah satu titik fokus elipsnya.

Selain librasi dalam arah bujur atau membujur, ada juga librasi dalam arah lintang atau melintang. Ini karena rotasi Bulan yang miring terhadap revolusinya sehingga pada arah lintang, permukaan Bulan yang terlihat menjadi lebih banyak dari yang seharusnya. Maskufa (2010: 51) menggambarkan seakan-akan Bulan mengangguk sekali waktu tampak ubun-ubunnya dan pada waktu lainnya tampak dagunya. Sehingga yang tampak kutub Bulan utara dan kutub Bulan selatannya bergiliran menunggung ke Bumi. Kedua librasi ini mengakibatkan permukaan Bulan yang teramati dari Bumi menjadi 59% (Admiranto, 2009: 204-205, Jajak, 2006: 66-67).

Maskufa (2010: 51) menambahkan ada librasi paralaks, paralaks berarti beda lihat. Kesan beda lihat ini diperoleh manakala Bulan diamati dari dua tempat yang berbeda. Belahan Bulan yang terlihat pada orang yang ada di belahan Bumi utara akan berbeda dengan belahan Bulan yang tampak di belahan Bumi selatan.

4) Periode Sideris dan Sinodis

Bulan sekali berevolusi mengitari bumi satu kali putaran penuhnya (360°) memerlukan waktu $27 \frac{1}{3}$ hari. Hal ini ditandai dengan letaknya bentuk semu Bulan selama beredar pada Bumi dalam 1 bulan. Bola di tengah ialah Bumi, bola-bola di sekitarnya adalah bagian-bagian dari Bulan yang nampak putih mulai dari kelihatan seperti sabit dan membesar yang merupakan bagian dari Bulan yang disinari Matahari dengan latar belakang bintang yang berubah setiap harinya. Kemudian kembali ke tempat semula di latar belakang bintang-bintang yang sama.

Periode ini disebut satu periode Bulan sideris. Namun bentuk fase Bulan belum kembali ke bentuk semula, baru setelah $29 \frac{1}{2}$ hari Bulan kembali ke bentuk semula. Periode ini disebut satu Bulan sinodis. Adanya perbedaan ini terjadi akibat Bulan menyertai Bumi mengitari Matahari (Hambali, 2012: 227).

5) Kalender Hijriah

Sistem penanggalan yang berdasarkan peredaran Bulan disebut kalender hijriah atau kalender Bulan. Sistem penanggalan ini berdasarkan peredaran Bulan mengelilingi Bumi periode sinodis yang memakan waktu 29 hari 12 jam 44 menit 2,8 detik ($29,5305882$ hari) dan untuk satu tahunnya menjadi $354 \frac{11}{30}$ hari. Untuk memudahkan perhitungan, diambil satu siklus selama 30 tahun untuk mengambil 11 tahun menjadi tahun kabisat.

Jumlah bulan satu tahun hijriah sama dengan tahun masehi, yaitu 12 bulan. Dengan demikian, terdapat 6 bulan yang jumlah harinya 30 (diambil bulan-bulan ganjil) dan 6 bulan jumlah harinya 29 (diambil bulan-bulan

genap) sehingga dalam satu tahun jumlah harinya 354 hari. Sebagai kabihatnya (355 hari), mengingat siklusnya 30 tahunan, maka ditambahkan 1 hari pada bulan terakhir (Zulhijah) dengan ketentuan penambahan dilakukan pada tahun ke 2, 5, 7, 10, 13, 16, 18, 20, 24, 26 dan 29 pada siklus 30 tahun (Hambali, 2011b: 62-63).

3. Cahaya Bulan pada Malam Hari

Pada malam hari, Bulan terlihat bercahaya dan puncak kecermelangan Bulan akan kelihatan pada saat Bulan purnama. Kecermelangan Bulan hanya dikalahkan oleh Matahari (Admiranto, 2009: 199). Cahaya Bulan yang sampai ke Bumi merupakan pantulan dari cahaya Matahari. Hal ini dibuktikan dari fase-fase Bulan yang selalu berubah tergantung posisi ketiga benda langit, yaitu Bumi, Bulan dan Matahari.

Bulan pada malam hari memiliki cahaya yang cukup terang. Kesamaan inilah yang dimiliki oleh Bulan dengan Matahari. Keduanya bercahaya cukup terang. Hal yang membedakan adalah Matahari menerangi langit pada siang dengan terang benderang, sementara Bulan, khususnya ketika bulan purnama membuat temeram langit malam. Ini disebabkan karena Matahari 400.000 kali lipat lebih terang dibandingkan dengan Bulan Purnama dan intensitas cahaya Bulan Purnama sebenarnya hanya 0,001 % cahaya Matahari (Sudiby, 2012: 241).

Cahaya Bulan yang sampai ke Bumi pada fase-fase Bulan tertentu dapat membentuk sebuah bayangan dari benda yang terkena cahaya Bulan pada malam hari. Bayangan ini akan semakin jelas ketika Bulan berada pada

fase Bulan purnama. Sebab pada fase ini merupakan penampakan Bulan yang paling besar dan cahaya Bulan paling terang.

B. Pengukuran Arah Kiblat dengan Segitiga Siku-siku dari Bayangan Bulan

Setiap metode pengukuran arah kiblat, langkah pertama yang dilakukan terlebih dahulu sebelum melakukan pengukuran adalah menghitung arah kiblat. Kegiatan menghitung ini sebagai proses untuk mencari nilai arah kiblat, azimuth kiblat dan data-data yang lain, yang diperlukan dalam proses pengukuran arah kiblat. Oleh karena itu, dalam proses pengukuran arah kiblat dengan menggunakan metode segitiga siku-siku dari bayangan Bulan terlebih dahulu melakukan perhitungan.

Proses perhitungan dan pengukuran dari metode pengukuran arah kiblat dengan menggunakan segitiga siku-siku dari bayangan Bulan pada malam hari dapat dilakukan dengan beberapa tahap. Tahapan-tahapan yang dilakukan sebagaimana yang akan dijelaskan berikut ini:

1. Menghitung Arah Kiblat

Menghitung arah kiblat (Hambali, 2013: 80) dapat menggunakan rumus:

$$\mathbf{Cotan B = \tan \phi^k \cos \phi^x : \sin C - \sin \phi^x : \tan C.}$$

Keterangan:

B : Arah kiblat yang dihitung dari titik utara atau selatan, apabila hasil perhitungan menunjukkan nilai positif (+), maka arah kiblat dihitung dari titik utara (U), dan apabila hasil perhitungan menunjukkan negatif

(-), maka arah kiblat dihitung dari titik selatan (S). Nilai B ini juga dapat disebut sebagai busur arah kiblat atau sudut arah kiblat.

ϕ^k : Lintang Kakbah = $+21^\circ 25' 21,04''$ LU (Lintang Utara)

ϕ^x : Lintang tempat yang akan dihitung dan diukur arah kiblatnya

C : Jarak bujur terdekat dari Kakbah ke timur atau ke barat sampai dengan bujur tempat yang akan diukur arah kiblatnya. Untuk mendapat nilai C dapat digunakan dengan rumus sebagai berikut ini:

a) $BT^x > BT^k$, maka $C = BT^x - BT^k$, maksudnya jika BT^x lebih besar dari BT Ka'bah, maka untuk mendapatkan C adalah $BT^x - BT$ Ka'bah (BT Ka'bah = $39^\circ 49' 34,33''$)

b) $BT^x < BT^k$, maka $C = BT^k - BT^x$, maksudnya, jika BT^x lebih kecil dari BT Ka'bah, maka untuk mendapatkan C adalah BT Ka'bah - BT^x

c) $BB 0^\circ - BB 140^\circ 10' 25,67''$, maka $C = BB^x + BT^k$, maksudnya, jika X (tempat yang akan dicari arah kiblatnya) terletak pada bujur barat antara $BB 0^\circ$ sampai dengan $BB 140^\circ 10' 25,67''$, maka untuk mendapatkan C adalah $BB^x + BT^k$

d) $BB 140^\circ 10' 25,67'' - BB 180^\circ$, maka $C = 360^\circ - BB^x - BT^k$, maksudnya, jika X terletak pada bujur antara $BB 140^\circ 10' 25,67''$ sampai dengan $BB 180^\circ$, maka $C = 360^\circ - BB^x - BT$ Ka'bah.

Ketentuan tersebut harus memperhatikan bujur timur (BT) atau bujur barat (BB), yang meliputi kelompok (a), (b), (c) dan (d). Dimana BT (Bujur Timur) terbagi menjadi kelompok (a) dan (b). Kelompok (a) kiblatnya condong ke barat, kelompok (b) kiblatnya condong ke timur.

Sedangkan BB (Bujur Barat) terbagi menjadi kelompok (c) dan (d). Kelompok (c) kiblatnya condong ke timur dan kelompok (d) kiblatnya condong ke barat.

2. Menghitung Azimut Kiblat

Azimut kiblat adalah sudut yang dihitung dari titik utara ke arah timur (searah dengan perputaran jarum jam) melalui lingkaran horizon sampai proyeksi Kakbah. Menghitung azimut kiblat mengacu pada hasil perhitungan arah kiblat. Untuk mengetahui azimut kiblat (Hambali, 2013: 83) dapat menggunakan ketentuan berikut ini:

- a) Apabila B (arah kiblat) = utara timur (UT), maka azimut kiblatnya adalah tetap, yaitu $B = B$. Sebagai contoh $B = 57^{\circ} 25' 45,55''$ (UT), maka azimut kiblatnya $= 57^{\circ} 25' 45,55''$.
- b) Apabila B (arah kiblat) = selatan timur (ST), maka azimut kiblatnya adalah $180^{\circ} + B$. Sebagai contoh $B = -68^{\circ} 35' 25,45''$ (ST), maka azimut kiblatnya $= 180^{\circ} + -68^{\circ} 35' 25,45'' = 111^{\circ} 24' 34,55''$
- c) Apabila B (arah kiblat) = selatan barat (SB), maka azimut kiblatnya adalah $180^{\circ} - B$. Sebagai contoh $B = -68^{\circ} 35' 25,45''$ (SB), maka azimut kiblatnya $= 180^{\circ} - (-68^{\circ} 35' 25,45'') = 248^{\circ} 35' 25,45''$.
- d) Apabila B (arah kiblat) = utara barat (UB), maka azimut kiblatnya adalah $360^{\circ} - B$. Sebagai contoh $B = 65^{\circ} 44' 41,25''$ UB, maka azimut kiblatnya $= 360^{\circ} - 65^{\circ} 44' 41,25'' = 294^{\circ} 15' 18,75''$

3. Menghitung Sudut Waktu Matahari

Sudut waktu Matahari adalah sudut yang dibentuk oleh lingkaran meridian dengan lingkaran waktu⁸ Matahari. Perhitungan sudut waktu Matahari dimulai dari meridian atas dan berakhir pada meridian bawah. Dengan demikian, waktu terbagi menjadi dua bagian, yaitu di belahan langit barat dan di belahan langit timur. Di belahan barat sudut waktu bernilai positif (+), sedangkan di belahan timur sudut waktu bernilai negatif (-). Sudut waktu positif antara 0° sampai 180° dan sudut waktu negatif 0° sampai 180°. Sehingga jumlah sudut waktu seluruhnya 360°. (Hambali, 2011a: 63).

Menghitung sudut waktu Matahari ada dua rumus, hal berkaitan dengan bujur tempat yang diukur arah kiblatnya. Adapun rumus sudut waktu Matahari sebagai berikut:

$$t^m = (LMT + e - (BT^L - BT^x) / 15 - 12) \times 15, \text{ atau}$$

$$t^m = (LMT + e - (BB^L - BB^x) / 15 - 12) \times 15,$$

Keterangan:

t^m : Sudut waktu Matahari dihitung dari lingkaran meridian⁹ atas, apabila hasil perhitungan menunjukkan nilai negatif (-), maka posisi Matahari berada di sebelah timur meridian atas (belum *mer pass* atau sebelum zawal). Apabila hasil perhitungan menunjukkan nilai positif (+), posisi

⁸ Lingkaran waktu adalah lingkaran yang melewati kutub langit utara (KLU) dan kutub langit selatan (KLS) (Hambali, 2011: 63)

⁹ Lingkaran meridian ini juga disebut lingkaran waktu yang istimewa, dinamakan juga lingkaran meridian langit dan selanjutnya disebut lingkaran meridian (Hambali, 2011: 63). Lingkaran meridian adalah lingkaran besar yang melalui kutub langit utara (KLU), zenit, kutub langit selatan (KLS) dan nasir kembali ke kutub langit utara. Lingkaran ini membagi bola langit menjadi dua bagian sama besar, yaitu bola langit bagian timur dan bola langit bagian barat. Tepat di lingkaran inilah benda-benda langit dinyatakan berkulminasi disebut juga dengan istilah *mer pass* atau zawal (Khazin, 2005: 45).

Matahari berada di sebelah barat lingkaran meridian atas (sudah *mer pass* atau setelah zawal).

LMT : Singkatan dari *local mean time*, untuk di Indonesia sama dengan waktu daerah (WD) yang meliputi Waktu Indonesia Barat (WIB), Waktu Indonesia Tengah (WITA) dan Waktu Indonesia Timur (WIT). LMT ini merupakan waktu ketika mengambil bayangan Bulan suatu benda yang tegak lurus pada alas yang datar. Waktu yang dijadikan acuan adalah waktu yang tepat. Oleh karena itu, untuk mendapatkan waktu yang tepat dapat menggunakan *Global Positioning System* (GPS), dapat juga menggunakan layanan telepon duduk (telkom) dengan nomor 103 dan dapat juga memanfaatkan internet.¹⁰ Sedangkan untuk mendapatkan bayangan dari benda yang tegak lurus pada alas yang datar, dapat menggunakan alat bantu lot dan waterpass.

e : Singkatan dari *equation of time* (perata waktu) atau *ta'dīl al-waqt*, adalah selisih waktu antara waktu Matahari hakiki¹¹ dengan waktu Matahari rata-rata.¹²

BT^L : Bujur timur *local mean time* (LMT), yaitu BT 0°, 15°, 30° dan seterusnya kelipatan dari 15°.

BT^x : Bujur timur lokasi yang akan diukur arah kiblatnya

¹⁰ Untuk mendapatkan waktu yang akurat dengan memanfaatkan internet dapat juga mengunjungi website 1) <http://www.greenwichmeantime.com/>, 2) <http://www.timeanddate.com/>, 3) <http://time.is/> dan website lainnya.

¹¹ Waktu Matahari hakiki adalah waktu yang didasarkan pada peredaran semu Matahari yang sebenarnya. Ketika Matahari berkulminasi atas, pasti jam 12 siang di tempat tersebut. sehari semalam belum tentu 24 jam, adakalanya lebih dari dan adakalanya kurang dari 24. Terjadinya perubahan waktu di permukaan Bumi ini sebenarnya merupakan akibat dari perputaran Bumi pada porosnya. Waktu hakiki juga disebut *al-waqt al-istiwa'ī* atau *al-waqt al-syamsī*, dalam astronomi dikenal dengan *solar time* (Khazin, 2005: 90)

¹² Waktu Matahari rata-rata atau *al-waqt al-wasatī* adalah waktu yang didasarkan pada peredaran semu Matahari hayalan yang sehari semalam selalu 24 jam. Dalam astronomi dikenal dengan nama *solar mean time* (Khazin, 2005: 91).

BB^L : Bujur barat *local mean time* (LMT), yaitu $BB\ 0^\circ, 15^\circ, 30^\circ$ dan seterusnya kelipatan dari 15° .

BB^x : Bujur barat lokasi yang akan diukur arah kiblatnya

4. Menghitung Sudut Waktu Bulan

Pada dasarnya setiap benda langit memiliki sudut waktu masing-masing. Hal itu menyesuaikan pada pergerakan benda langit tersebut. Konsep tentang sudut waktu Bulan sama dengan sudut waktu Matahari. Oleh karena itu, sudut waktu Bulan adalah sudut sudut yang dibentuk oleh lingkaran meridian dengan lingkaran waktu Bulan.

Perhitungan sudut waktu Bulan dimulai dari meridian atas dan berakhir pada meridian bawah. Dengan demikian, waktu terbagi menjadi dua bagian, yaitu di belahan langit barat dan di belahan langit timur. Di belahan barat sudut waktu Bulan bernilai positif (+), sedangkan di belahan timur sudut waktu Bulan bernilai negatif (-). Sudut waktu positif antara 0° sampai 180° dan sudut waktu negatif 0° sampai 180° . Sehingga jumlah sudut waktu Bulan seluruhnya 360° .

Menghitung sudut waktu Bulan menggunakan rumus:

$$t^b = AR^m - AR^b + t^m$$

Keterangan:

AR^m : *Apparent right ascension*¹³ Matahari adalah busur sepanjang lingkaran equator langit yang dihitung dari titik aries (*haml*)¹⁴ ke

¹³ Asensio rekta diartikan dengan Panjang Tegak yang biasanya dilambangkan dengan α (*alpha*), dalam istilah Arab dinamakan *al-maṭāli'* *al-balādiyyah* atau *al-maṭāli'* *asy-syurūq* atau *al-su'ūd al-mustaqīm* (Khazin, 2005: 54)

arah timur (berlawanan dengan arah jarum jam) sampai ke titik perpotongan antara lingkaran equator langit dengan lingkaran waktu yang melewati benda langit tersebut (Matahari).

AR^b : *Apparent right ascension* Bulan adalah busur sepanjang lingkaran equator langit yang dihitung dari titik aries (*haml*) ke arah timur (berlawanan dengan arah jarum jam) sampai ke titik perpotongan antara lingkaran equator langit dengan lingkaran waktu yang melewati benda langit tersebut (Bulan).

t^m : Sudut waktu Matahari

Apabila sudut waktu Bulan (t^b) bernilai negatif lebih dari 180° , maka harus ditambah 360° , dan apabila bernilai negatif kurang dari 180° , maka hasilnya tetap dan dalam perhitungan selanjutnya tanda negatif (-) diubah menjadi positif.

5. Menghitung Arah Bulan

Menghitung arah Bulan menggunakan rumus:

$$\text{Cotan } A = \tan \delta^b \cos \varphi^x : \sin t^b - \sin \varphi^x : \tan t^b$$

Keterangan:

A : Arah Bulan dihitung dari titik utara atau titik selatan. Apabila hasil perhitungan menghasilkan nilai positif (+), maka arah Bulan dihitung dari titik utar dan apabila hasil perhitungan menghasilkan nilai negatif (-), maka arah Bulan dihitung dari titik selatan.

¹⁴ Titik aries atau *nuqtah al-haml* adalah titik perpotongan antara lingkaran ekliptika dengan lingkaran equator langit yang terjadi pada saat peredaran matahari selatan ke utara (Khazin, 2005: 61).

δ^b : Deklinasi (*mail*) Bulan adalah jarak Bulan sepanjang lingkaran waktu dihitung dari equator langit sampai ke Bulan tersebut. dalam istilah astronomi ialah *declination* yang lambangnya δ (delta). Deklinasi Bulan ketika berada di sebelah utara equator bernilai positif (+) dan bernilai negatif (-) ketika berada di sebelah selatan equator (Khazin, 2005: 51).

ϕ^x : Lintang tempat yang akan diukur arah kiblatnya

t^b : Sudut waktu Bulan, apabila hasil perhitungan menghasilkan nilai negatif (-), maka posisi Bulan berada di sebelah timur meridian atas (belum *mer pass* atau sebelum zawal). Sedangkan apabila hasil perhitungan menghasilkan nilai positif (+), maka posisi Bulan berada di sebelah barat lingkaran meridian atas (sudah *mer pass* atau setelah zawal).

6. Menghitung Azimut Bulan

Untuk mendapat nilai azimut Bulan, maka menggunakan hasil dari perhitungan arah Bulan, kemudian dimasukkan pada ketentuan (Hambali, 2013: 86) berikut ini:

- a. Jika A (arah Bulan) = UT, maka azimut Bulan = tetap.
- b. Jika A (arah Bulan) = ST, maka azimut Bulan = $180^\circ + A$.
- c. Jika A (arah Bulan) = SB, maka azimut Bulan = $180^\circ - A$.
- d. Jika A (arah Bulan) = UB, maka azimut Bulan = $360^\circ - A$.

7. Menghitung Sudut Kiblat dari Bayangan Bulan

Pengukuran arah kiblat dengan segitiga siku-siku dari bayangan Bulan pada dasarnya menghitung sudut kiblat dari bayangan Bulan dan besar sudut kiblat tersebut tidak lebih dari 90° . Adapun sudut kiblat dari bayangan Bulan ini merupakan jarak antara azimuth kiblat dengan azimuth Bulan. Untuk mendapatkan sudut kiblat dari bayangan Bulan maka memperhatikan ketentuan (Hambali, 2013: 86-90) berikut ini:

- a. Apabila azimuth kiblat dikurangi azimuth Bulan sisanya positif (+) tidak lebih dari 90° , maka sisanya adalah sudut kiblat dari bayangan Bulan dan posisi arah kiblat berada di sebelah kanan bayangan Bulan.
- b. Apabila azimuth kiblat dikurangi azimuth Bulan sisanya negatif (-) tidak lebih dari 90° , maka sisanya adalah sudut kiblat dari bayangan Bulan dan posisi arah kiblat berada di sebelah kiri bayangan Bulan.
- c. Apabila azimuth kiblat dikurangi (azimuth Bulan + 180°) sisanya positif (+) tidak lebih dari 90° , maka sisanya adalah sudut kiblat dari bayangan Bulan dan posisi arah kiblat berada di sebelah kanan bayangan Bulan.
- d. Apabila azimuth kiblat dikurangi (azimuth Bulan + 180°) sisanya negatif (-) tidak lebih dari 90° , maka sisanya adalah sudut kiblat dari bayangan Bulan dan posisi arah kiblat berada di sebelah kiri bayangan Bulan.
- e. Apabila azimuth kiblat dikurangi (azimuth Bulan - 180°) sisanya positif (+) tidak lebih dari 90° , maka sisanya adalah sudut kiblat dari

- bayangan Bulan dan posisi arah kiblat berada di sebelah kanan bayangan Bulan.
- f. Apabila azimut kiblat dikurangi ($\text{azimut Bulan} - 180^\circ$) sisanya negatif (-) tidak lebih dari 90° , maka sisanya adalah sudut kiblat dari bayangan Bulan dan posisi arah kiblat berada di sebelah kiri bayangan Bulan.
- g. Apabila ($360^\circ + \text{azimut kiblat}$) dikurangi azimut Bulan sisanya positif (+) tidak lebih dari 90° , maka sisanya adalah sudut kiblat dari bayangan Bulan dan posisi arah kiblat berada di sebelah kanan bayangan Bulan.
- h. Apabila ($360^\circ + \text{azimut kiblat}$) dikurangi ($\text{azimut Bulan} + 180^\circ$) sisanya positif (+) tidak lebih dari 90° , maka sisa tersebut langsung ditetapkan sebagai sudut kiblat dari bayangan Bulan dan posisi arah kiblat berada di sebelah kanan bayangan Bulan.

8. Membuat Segitiga Siku-siku dari Bayangan Bulan

Tahapan terakhir dalam pengukuran arah kiblat dengan segitiga siku-siku dari bayangan Bulan adalah membuat segitiga siku-siku. Dimana langkah ini dilakukan setelah melakukan semua perhitungan dan sudah mendapatkan bayangan yang dijadikan acuan dalam pengukuran arah kiblat.

Teknis membuat segitiga siku-siku dimulai dengan mengambil bayangan dari benda yang tegak lurus ditarik garis sesuai dengan yang ditunjukkan oleh bayangan benda tersebut dengan panjang tertentu. Dalam hal ini, semakin panjang garis yang dibuat, maka akan menghasilkan tingkat

akurasi yang semakin tinggi. Sedangkan hasil perhitungan sudut kiblat dari bayangan Bulan yang sudah diketahui sesuai dengan ketentuan pada tahapan ke tujuh, sehingga diketahui nilai sudut kiblat dari bayangan Bulan dan posisi arah kiblat, antara di sebelah kanan bayangan Bulan atau di sebelah kiri bayangan Bulan.

Selanjutnya, ujung garis lurus bayangan Bulan yang mendekati azimuth kiblat ditarik garis tegak lurus ke kiri atau ke kanan, sesuai hasil perhitungan sudut kiblat dari bayangan Bulan, yang ukuran panjangnya dapat dihitung dengan rumus (Hambali, 2013: 91) berikut ini:

$$q (M G) = \tan Q \cdot g (Q M)$$

Keterangan:

$q (M G)$: Sisi segitiga siku-siku yang tegak lurus dengan bayangan Bulan.

Q : Sudut kiblat dari bayangan Bulan

$g (Q M)$: Bayangan Bulan yang diambil dari benda yang berdiri tegak lurus, yang panjangnya sudah ditentukan sebelumnya dengan ketentuan semakin panjang akan menghasilkan akurasi yang semakin tinggi.

Ujung q (titik G) ditarik garis lurus yang menghubungkan dengan ujung garis lurus bayangan yang menjauh dari azimuth kiblat (titik Q). Garis lurus yang menghubungkan ujung q (titik G) dengan titik Q ini merupakan sisi miring (m) dalam sebuah segitiga siku-siku dan sekaligus merupakan arah kiblat di tempat tersebut. Sisi $m (G Q)$ adalah sisi miring yang merupakan arah kiblat, untuk mengetahui panjang sisi $m (G Q)$ ini dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$m (Q G) = g (Q M) : \cos Q$$

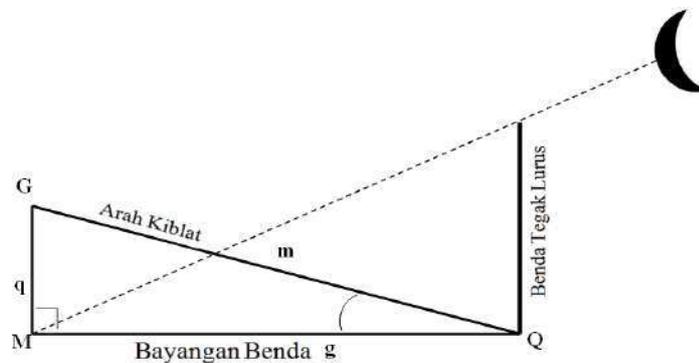
Keterangan:

m (Q G) : Sisi miring dalam sebuah segitiga siku-siku dan sekaligus merupakan arah kiblat di tempat tersebut

g (Q M) : Bayangan Bulan yang diambil dari benda yang berdiri tegak lurus, yang panjangnya sudah ditentukan sebelumnya dengan ketentuan semakin panjang akan menghasilkan akurasi yang semakin tinggi.

Q : Sudut kiblat dari bayangan Bulan.

Gambar 3.9.: Arah kiblat segitiga siku-siku dari bayangan Bulan



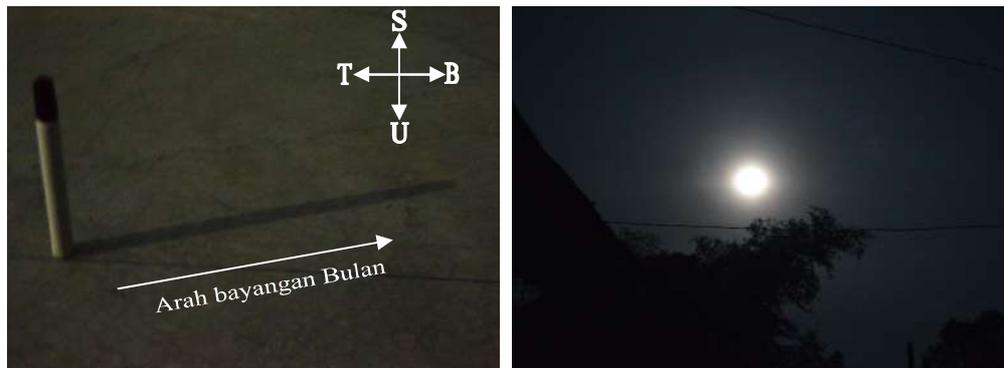
C. Pengujian Terhadap Pengukuran Arah Kiblat dengan Segitiga Siku-siku dari Bayangan Bulan

Pengujian terhadap pengukuran arah kiblat dengan segitiga siku-siku dari bayangan Bulan ini dilakukan sebanyak 10 kali dengan tanggal dan waktu yang berbeda. Pengujian dilakukan pada tanggal 14, 15 dan 16 Rajab 1437 H bertepatan dengan tanggal 21, 22 dan 23 April 2016 M. Lokasi pengujian dilakukan di tempat yang sama, yaitu di rumah penulis di Dukuh Wedean RT. 010 RW 002 Desa Harjowinangun Kecamatan Dempet Kabupaten Demak Provinsi Jawa Tengah.

**1. Pengujian Pertama Pada Pukul 18:50:49 WIB Tanggal 21 April 2016
M/ 14 Rajab 1437 H.**

Lokasi pengujian pertama dilakukan di rumah penulis, dari data yang ditunjukkan oleh GPS (*Global Positioning System*) lokasi pengujian pertama terletak pada Lintang Tempat (φ^x) = $-6^\circ 55' 44.18''$ LS dan Bujur Tempat (λ^x) = $110^\circ 44' 47.44''$ (BT). Sedangkan untuk Kakbah menggunakan data Lintang Kakbah (φ^k) = $+21^\circ 25' 21,04''$ (LU) dan Bujur Kakbah (λ^k) = $39^\circ 49' 34,33''$ (BT). Pengujian pertama dilakukan pada pukul 18:50:49 WIB tanggal 21 April 2016 M. bertepatan dengan tanggal 14 Rajab 1437 H.

Gambar 3.10.: Bayangan Bulan pada pengujian pertama yang dilakukan pada pukul 18:50:49 WIB tanggal 21 April 2016 bertepatan dengan tanggal 14 Rajab 1437 H yang diambil dengan Kamera Nikon D3200.



- a. Menghitung Arah Kiblat (B)

$$\text{Cotan B} = \tan \varphi^k \cos \varphi^x : \sin C - \sin \varphi^x : \tan C.$$

Data:

$$\varphi^k = +21^\circ 25' 21,04''$$

$$\varphi^x = -6^\circ 55' 44.18'' \text{ LS}$$

$$C = 110^\circ 44' 47.44'' - 39^\circ 49' 34,33''$$

(C kelompok 1, maka arah kiblatnya condong ke barat).

$$= 70^{\circ} 55' 13,11''$$

Maka, nilai arah kiblat (B) adalah

$$\begin{aligned} \text{Cotan B} &= \tan +21^{\circ} 25' 21,04'' \cos -6^{\circ} 55' 44,18'' : \sin 70^{\circ} 55' \\ & 13,11'' - \sin -6^{\circ} 55' 44,18'' : \tan 70^{\circ} 55' 13,11'' \end{aligned}$$

$$B = 65^{\circ} 35' 20,60'' \text{ UB (utara barat)}$$

b. Menghitung Azimut Kiblat

Hasil perhitungan arah kiblat adalah UB (utara barat), maka untuk mendapatkan azimut kiblat menggunakan rumus:

$$\begin{aligned} \text{Azimut Kiblat} &= 360^{\circ} - B \\ &= 360^{\circ} - 65^{\circ} 35' 20,60'' \\ &= 294^{\circ} 24' 39,40'' \text{ UTSB} \end{aligned}$$

c. Menghitung Sudut Waktu Matahari (t^m)

$$t^m = (\text{LMT} + e - (\text{BT}^L - \text{BT}^X) : 15 - 12) \times 15$$

Data:

$$\text{LMT} = 18^j 50^m 49^d$$

$$e = \text{pada pukul } 18^j 50^m 49^d, \text{ tanggal 21 April 2016.}$$

$$= \text{pk. 18.00 WIB (pk. 11.00 GMT)} = 00^j 01^m 23^d \text{ (A)}$$

$$= \text{pk. 19.00 WIB (pk. 12.00 GMT)} = 00^j 01^m 23^d \text{ (B)}^{15}$$

$$= 00^j 50^m 49^d \text{ (C)}$$

$$= A - (A - B) \times C/1$$

$$e = 00^j 01^m 23^d$$

$$\text{BT}^L = 105^{\circ} \text{ BT}$$

$$\text{BT}^X = 110^{\circ} 44' 47,44'' \text{ BT}$$

¹⁵ Data *equation of time* (e) ini diambil dari data Winhisab 2.0 Badan Hidab dan Rukyat Departemen Agama RI.

Maka, nilai sudut waktu Matahari (t^m) adalah

$$t^m = (18^j 50^m 49^d + 00^j 01^m 23^d - (105^\circ - 110^\circ 44' 47.44'') : 15 - 12) \times 15$$

$$t^m = 108^\circ 47' 47.44'' \text{ B (barat)}$$

d. Menghitung Sudut Waktu Bulan (t^b)

$$t^b = AR^m - AR^b + t^m$$

Data:

AR^m = Pada pukul $18^j 50^m 49^d$, tanggal 21 April 2016

= pk. 18.00 WIB (pk. 11.00 GMT) = $29^\circ 36' 14''$ (A)

= pk. 19.00 WIB (pk. 12.00 GMT) = $29^\circ 38' 34''$ (B)¹⁶

= $00^j 50^m 49^d$ (C)

= $A - (A - B) \times C/1$

AR^m = $29^\circ 38' 12.57''$ (hasil interpolasi)

AR^b = Pada pukul $18^j 50^m 49^d$, tanggal 21 April 2016

= pk. 18.00 WIB (pk. 11.00 GMT) = $202^\circ 42' 57''$ (A)

= pk. 19.00 WIB (pk. 12.00 GMT) = $203^\circ 11' 25''$ (B)¹⁷

= $00^j 50^m 49^d$ (C)

= $A - (A - B) \times C/1$

AR^b = $203^\circ 07' 03.58''$ (hasil interpolasi)

t^m = $108^\circ 47' 47.44''$ B (barat)

maka, nilai sudut waktu Bulan (t^b) adalah

$$t^b = 29^\circ 38' 12.57'' - 203^\circ 07' 03.58'' + 108^\circ 47' 47.44''$$

¹⁶ Data *Apparent Right Ascension* (AR^m) ini diambil dari data Winhisab 2.0 Badan Hidab dan Rukyat Departemen Agama RI.

¹⁷ Data *Apparent Right Ascension* (AR^b) ini diambil dari data Winhisab 2.0 Badan Hidab dan Rukyat Departemen Agama RI.

$$= -64^{\circ} 41' 03,75'' \text{ T (timur)}$$

$$t^b = 64^{\circ} 41' 03,75'' \text{ T (timur)}$$

e. Menghitung Arah Bulan (A)

$$\text{Cotan A} = \tan \delta^b \cos \varphi^x : \sin t^b - \sin \varphi^x : \tan t^b$$

Data:

$$\delta^b = \text{Pada pukul } 18^j 50^m 49^d, \text{ tanggal 21 April 2016}$$

$$= \text{pk. 18.00 WIB (pk. 11.00 GMT)} = -06^{\circ} 32' 32'' \text{ (A)}$$

$$= \text{pk. 19.00 WIB (pk. 12.00 GMT)} = -06^{\circ} 41' 15'' \text{ (B)}^{18}$$

$$= 00^j 50^m 49^d \text{ (C)}$$

$$= A - (A - B) \times C/1$$

$$\delta^b = -06^{\circ} 39' 54,95'' \text{ (hasil interpolasi)}$$

$$\varphi^x = -6^{\circ} 55' 44,18'' \text{ LS (Lintang Selatan)}$$

$$t^b = 64^{\circ} 41' 03,75'' \text{ T (timur)}$$

Maka, nilai arah Bulan (A) adalah

$$\text{Cotan A} = \tan -06^{\circ} 39' 54,95'' \cos -6^{\circ} 55' 44,18'' : \sin 64^{\circ} 41' 03,75''$$

$$- \sin -6^{\circ} 55' 44,18'' : \tan 64^{\circ} 41' 03,75''$$

$$A = -85^{\circ} 55' 25,73'' \text{ ST (selatan timur)}$$

f. Menghitung Azimut Bulan

Arah Bulan pada pengujian pertama adalah ST (selatan timur), maka

$$\text{azimut Bulan pada pengujian pertama} = 180^{\circ} + A$$

$$\text{Azimut Bulan} = 180^{\circ} + A$$

$$= 180^{\circ} + -85^{\circ} 55' 25,73''$$

$$\text{Azimut Bulan} = 94^{\circ} 04' 34,27'' \text{ UT SB}$$

¹⁸ Data deklinasi Bulan (δ^b) ini diambil dari data Winhisab 2.0 Badan Hidab dan Rukyat Departemen Agama RI.

g. Menghitung Sudut Kiblat dari Bayangan Bulan (Q)

$$Q = \text{Az Kiblat} - (180^\circ + \text{Az Bulan})$$

$$Q = 294^\circ 24' 39,40'' - (180^\circ + 94^\circ 04' 34,27'')$$

$$= 294^\circ 24' 39,40'' - 274^\circ 04' 34,27''$$

$$= 20^\circ 20' 05.13'' \text{ (Arah Kiblat di sebelah kanan bayangan Bulan)}$$

h. Membuat segitiga siku-siku dari bayangan Bulan

$$q \text{ (M G)} = \tan Q \cdot g \text{ (Q M)}$$

Data:

$$Q = 20^\circ 20' 05.13''$$

$$g \text{ (Q M)} = 25 \text{ cm}$$

Maka, panjang sisi q (M G) adalah

$$q \text{ (M G)} = \tan 20^\circ 20' 05.13'' \times 25$$

$$= 9,26506118 \text{ cm}$$

$$= 9,26 \text{ cm (pembulatan)}$$

Ujung q (titik G) ditarik garis lurus yang menghubungkan dengan ujung garis lurus bayangan yang menjauh dari azimuth kiblat (titik Q). Garis lurus yang menghubungkan ujung q (titik G) dengan titik Q ini merupakan sisi miring (m) dalam sebuah segitiga siku-siku dan sekaligus merupakan arah kiblat di tempat tersebut. Sisi m (G Q) adalah sisi miring yang merupakan arah kiblat, untuk mengetahui panjang sisi m (G Q) ini dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$m \text{ (Q G)} = g \text{ (Q M)} : \cos Q$$

$$Q = 20^{\circ} 20' 05.13''$$

$$g(QB) = 25 \text{ cm}$$

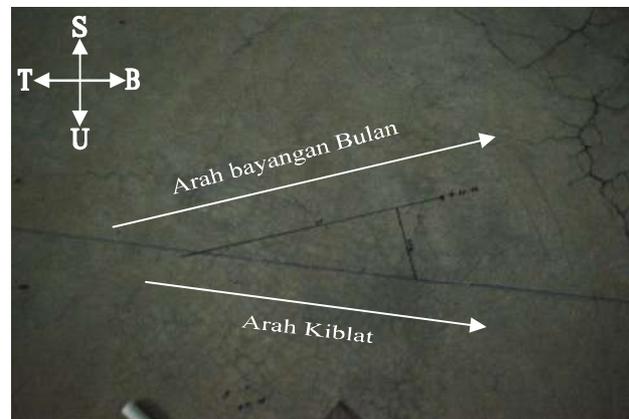
Maka, panjang sisi m (Q G) adalah

$$m(QG) = 25 : \cos 20^{\circ} 20' 05.13''$$

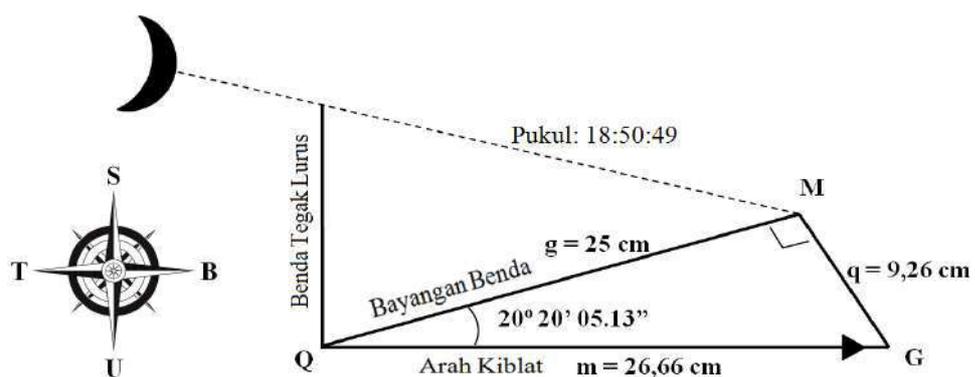
$$= 26,66159614 \text{ cm}$$

$$= 26,66 \text{ cm (pembulatan)}$$

Gambar 3.11.: Hasil pengujian pertama pada pukul 18:50:49 WIB tanggal 21 April 2016 bertepatan dengan tanggal 14 Rajab 1437 H



Gambar 3.12.: Ilustrasi hasil pengujian pertama pada pukul 18:50:49 WIB tanggal 21 April 2016 bertepatan dengan tanggal 14 Rajab 1437 H



**2. Pengujian Kedua Pada Pukul 19:29:11 WIB Tanggal 21 April 2016
M/ 14 Rajab 1437 H.**

Pada pengujian kedua di lokasi yang sama, yaitu pada Lintang Tempat (ϕ^x) = $-6^\circ 55' 44.18''$ LS dan Bujur Tempat (λ^x) = $110^\circ 44' 47.44''$ (BT). Sedangkan untuk Kakbah menggunakan data Lintang Kakbah (ϕ^k) = $+21^\circ 25' 21,04''$ (LU) dan Bujur Kakbah (λ^k) = $39^\circ 49' 34,33''$ (BT). Pengujian kedua dilakukan pada pukul 19:29:11 WIB tanggal 21 April 2016 M. bertepatan dengan tanggal 14 Rajab 1437 H.

Gambar 3.13.: Bayangan Bulan pada pengujian kedua yang dilakukan pada pukul 19:29:11 WIB tanggal 21 April 2016 bertepatan dengan tanggal 14 Rajab 1437 H yang diambil dengan Kamera Nikon D3200.



a. Menghitung Arah Kiblat (B)

$$\text{Cotan B} = \tan \phi^k \cos \phi^x : \sin C - \sin \phi^x : \tan C.$$

Data:

$$\phi^k = +21^\circ 25' 21,04''$$

$$\phi^x = -6^\circ 55' 44.18'' \text{ LS}$$

$$C = 110^\circ 44' 47.44'' - 39^\circ 49' 34,33''$$

(C kelompok 1, maka arah kiblatnya condong ke barat).

$$= 70^\circ 55' 13,11''$$

Maka, nilai arah kiblat (B) adalah

$$\begin{aligned} \text{Cotan } B &= \tan +21^{\circ} 25' 21,04'' \cos -6^{\circ} 55' 44,18'' : \sin 70^{\circ} 55' \\ & 13,11'' - \sin -6^{\circ} 55' 44,18'' : \tan 70^{\circ} 55' 13,11'' \end{aligned}$$

$$B = 65^{\circ} 35' 20,60'' \text{ UB (utara barat)}$$

b. Menghitung Azimut Kiblat

Hasil perhitungan arah kiblat adalah UB (utara barat), maka untuk mendapatkan azimut kiblat menggunakan rumus:

$$\begin{aligned} \text{Azimut Kiblat} &= 360^{\circ} - B \\ &= 360^{\circ} - 65^{\circ} 35' 20,60'' \\ &= 294^{\circ} 24' 39,40'' \text{ UTSB} \end{aligned}$$

c. Menghitung Sudut Waktu Matahari (t^m)

$$t^m = (\text{LMT} + e - (\text{BT}^L - \text{BT}^X) : 15 - 12) \times 15$$

Data:

$$\text{LMT} = 19^j 29^m 11^d$$

$$e = \text{pada pukul } 19^j 29^m 11^d, \text{ tanggal } 21 \text{ April } 2016.$$

$$= \text{pk. } 19.00 \text{ WIB (pk. } 12.00 \text{ GMT)} = 00^j 01^m 23^d \text{ (A)}$$

$$= \text{pk. } 20.00 \text{ WIB (pk. } 13.00 \text{ GMT)} = 00^j 01^m 24^d \text{ (B)}^{19}$$

$$= 00^j 29^m 11^d \text{ (C)}$$

$$= A - (A - B) \times C/1$$

$$e = 00^j 01^m 23,49^d$$

$$\text{BT}^L = 105^{\circ} \text{ BT}$$

$$\text{BT}^X = 110^{\circ} 44' 47,44'' \text{ BT}$$

Maka, nilai sudut waktu Matahari (t^m) adalah

¹⁹ Data *equation of time* (e) ini diambil dari data Winhisab 2.0 Badan Hidab dan Rukyat Departemen Agama RI.

$$t^m = (19^j 29^m 11^d + 00^j 01^m 23,49^d - (105^\circ - 110^\circ 44' 47.44'')) : \\ 15 - 12) \times 15$$

$$t^m = 118^\circ 23' 24,79'' \text{ B (barat)}$$

d. Menghitung Sudut Waktu Bulan (t^b)

$$t^b = AR^m - AR^b + t^m$$

Data:

AR^m = Pada pukul $19^j 29^m 11^d$, tanggal 21 April 2016

= pk. 19.00 WIB (pk. 12.00 GMT) = $29^\circ 38' 34''$ (A)

= pk. 20.00 WIB (pk. 13.00 GMT) = $29^\circ 40' 54''$ (B)²⁰

= $00^j 29^m 11^d$ (C)

= $A - (A - B) \times C/1$

AR^m = $29^\circ 39' 42,09''$ (hasil interpolasi)

AR^b = Pada pukul $19^j 29^m 11^d$, tanggal 21 April 2016

= pk. 19.00 WIB (pk. 12.00 GMT) = $203^\circ 11' 25''$ (A)

= pk. 20.00 WIB (pk. 13.00 GMT) = $203^\circ 39' 55''$ (B)²¹

= $00^j 29^m 11^d$ (C)

= $A - (A - B) \times C/1$

AR^b = $203^\circ 25' 16,73''$ (hasil interpolasi)

t^m = $118^\circ 23' 24,79''$ B (barat)

Maka, nilai sudut waktu Bulan (t^b) adalah

$$t^b = 29^\circ 39' 42,09'' - 203^\circ 07' 03,58'' + 118^\circ 23' 24,79''$$

$$= -55^\circ 22' 09,85'' \text{ T (timur)}$$

²⁰ Data *Apparent Right Ascension* (AR^m) ini diambil dari data Winhisab 2.0 Badan Hidab dan Rukyat Departemen Agama RI.

²¹ Data *Apparent Right Ascension* (AR^b) ini diambil dari data Winhisab 2.0 Badan Hidab dan Rukyat Departemen Agama RI.

$$t^b = 55^\circ 22' 09,85'' \text{ T (timur)}$$

e. Menghitung Arah Bulan (A)

$$\text{Cotan A} = \tan \delta^b \cos \varphi^x : \sin t^b - \sin \varphi^x : \tan t^b$$

Data:

$$\delta^b = \text{Pada pukul } 19^j 29^m 11^d, \text{ tanggal 21 April 2016}$$

$$= \text{pk. 19.00 WIB (pk. 12.00 GMT)} = -06^\circ 41' 15'' \text{ (A)}$$

$$= \text{pk. 20.00 WIB (pk. 13.00 GMT)} = -06^\circ 49' 57'' \text{ (B)}^{22}$$

$$= 00^j 29^m 11^d \text{ (C)}$$

$$= A - (A - B) \times C/1$$

$$\delta^b = -06^\circ 45' 28,90'' \text{ (hasil interpolasi)}$$

$$\varphi^x = -6^\circ 55' 44,18'' \text{ LS (Lintang Selatan)}$$

$$t^b = 55^\circ 22' 09,85'' \text{ T (timur)}$$

Maka, nilai arah Bulan (A) adalah

$$\begin{aligned} \text{Cotan A} &= \tan -06^\circ 45' 28,90'' \cos -6^\circ 55' 44,18'' : \sin 55^\circ 22' 09,85'' \\ &\quad - \sin -6^\circ 55' 44,18'' : \tan 55^\circ 22' 09,85'' \end{aligned}$$

$$A = -86^\circ 35'' 11,94'' \text{ ST (selatan timur)}$$

f. Menghitung Azimut Bulan

Arah Bulan pada pengujian kedua adalah ST (selatan timur), maka

$$\text{azimut Bulan pada pengujian kedua} = 180^\circ + A$$

$$\text{Azimut Bulan} = 180^\circ + A$$

$$= 180^\circ + -86^\circ 35'' 11,94''$$

$$\text{Azimut Bulan} = 93^\circ 24'' 48,06'' \text{ UTSB}$$

²² Data deklinasi Bulan (δ^b) ini diambil dari data Winhisab 2.0 Badan Hidab dan Rukyat Departemen Agama RI.

g. Menghitung Sudut Kiblat dari Bayangan Bulan (Q)

$$Q = Az \text{ Kiblat} - (180^\circ + Az \text{ Bulan})$$

$$Q = 294^\circ 24' 39,40'' - (180^\circ + 93^\circ 24' 48,06'')$$

$$= 294^\circ 24' 39,40'' - 273^\circ 24' 48,06''$$

$$= 20^\circ 59' 51.34'' \text{ (Arah Kiblat di sebelah kanan bayangan Bulan)}$$

h. Membuat segitiga siku-siku dari bayangan Bulan

$$q \text{ (M G)} = \tan Q \cdot g \text{ (Q M)}$$

Data:

$$Q = 20^\circ 59' 51.34''$$

$$g \text{ (Q M)} = 25 \text{ cm}$$

Maka, panjang sisi q (M G) adalah

$$q \text{ (M G)} = \tan 20^\circ 59' 51.34'' \times 25$$

$$= 9,59539661 \text{ cm}$$

$$= 9,59 \text{ cm (pembulatan)}$$

Ujung q (titik G) ditarik garis lurus yang menghubungkan dengan ujung garis lurus bayangan yang menjauh dari azimuth kiblat (titik Q). Garis lurus yang menghubungkan ujung q (titik G) dengan titik Q ini merupakan sisi miring (m) dalam sebuah segitiga siku-siku dan sekaligus merupakan arah kiblat di tempat tersebut. Sisi m (G Q) adalah sisi miring yang merupakan arah kiblat. Untuk mengetahui panjang sisi m (G Q) ini dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$m \text{ (Q G)} = g \text{ (Q M)} : \cos Q$$

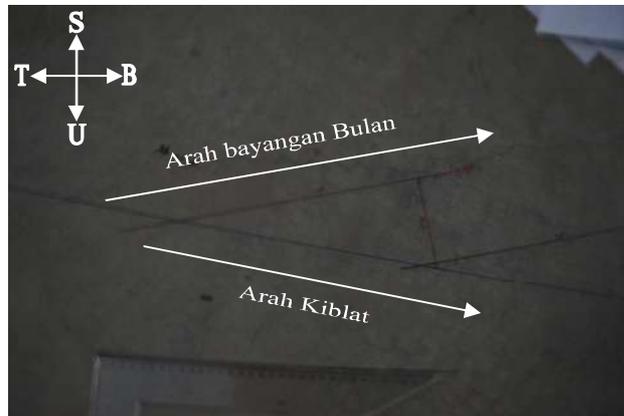
$$Q = 20^{\circ} 59' 51.34''$$

$$g(QB) = 25 \text{ cm}$$

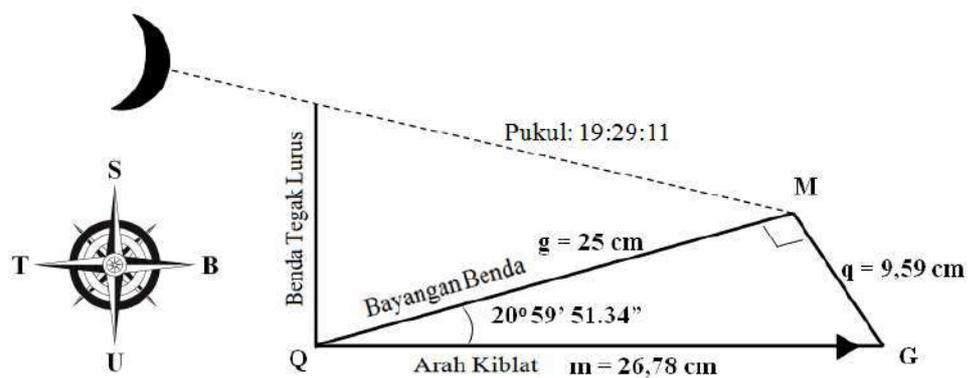
Maka, panjang sisi m (Q G) adalah

$$\begin{aligned} m(QG) &= 25 : \cos 20^{\circ} 59' 51.34'' \\ &= 26,77819329 \text{ cm} \\ &= 26,78 \text{ cm (pembulatan)} \end{aligned}$$

Gambar 3.14.: Hasil pengujian kedua pada pukul 18:50:49 WIB tanggal 21 April 2016 bertepatan dengan tanggal 14 Rajab 1437 H



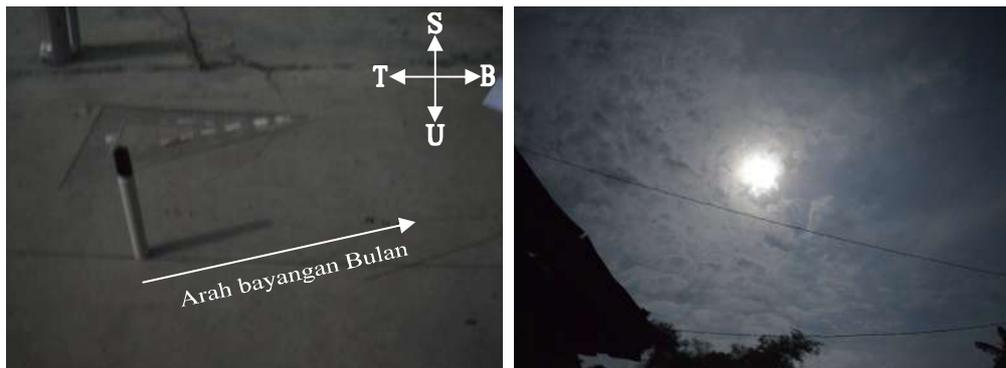
Gambar 3.15.: Ilustrasi hasil pengujian kedua pada pukul 18:50:49 WIB tanggal 21 April 2016 bertepatan dengan tanggal 14 Rajab 1437 H



3. Pengujian Ketiga Pada Pukul 20:08:35 WIB Tanggal 21 April 2016 M/ 14 Rajab 1437 H.

Pada pengujian ketiga dilakukan pada lokasi yang sama, yaitu terletak pada Lintang Tempat (φ^x) = $-6^\circ 55' 44.18''$ LS dan Bujur Tempat (λ^x) = $110^\circ 44' 47.44''$ (BT). Sedangkan untuk Kakbah menggunakan data Lintang Kakbah (φ^k) = $+21^\circ 25' 21,04''$ (LU) dan Bujur Kakbah (λ^k) = $39^\circ 49' 34,33''$ (BT). Pengujian ketiga dilakukan pada pukul 20:08:35 WIB tanggal 21 April 2016 M. bertepatan dengan tanggal 14 Rajab 1437 H.

Gambar 3.16.: Bayangan Bulan pada pengujian ketiga yang dilakukan pada pukul 20:08:35 WIB tanggal 21 April 2016 bertepatan dengan tanggal 14 Rajab 1437 H yang diambil dengan Kamera Nikon D3200.



a. Menghitung Arah Kiblat (B)

$$\text{Cotan } B = \tan \varphi^k \cos \varphi^x : \sin C - \sin \varphi^x : \tan C.$$

Data:

$$\varphi^k = +21^\circ 25' 21,04''$$

$$\varphi^x = -6^\circ 55' 44.18'' \text{ LS}$$

$$C = 110^\circ 44' 47.44'' - 39^\circ 49' 34,33''$$

(C kelompok 1, maka arah kiblatnya condong ke barat).

$$= 70^\circ 55' 13,11''$$

Maka, nilai arah kiblat (B) adalah

$$\begin{aligned} \text{Cotan } B &= \tan +21^{\circ} 25' 21,04'' \cos -6^{\circ} 55' 44,18'' : \sin 70^{\circ} 55' \\ & 13,11'' - \sin -6^{\circ} 55' 44,18'' : \tan 70^{\circ} 55' 13,11'' \end{aligned}$$

$$B = 65^{\circ} 35' 20,60'' \text{ UB (utara barat)}$$

b. Menghitung Azimut Kiblat

Hasil perhitungan arah kiblat adalah UB (utara barat), maka untuk mendapatkan azimut kiblat menggunakan rumus:

$$\begin{aligned} \text{Azimut Kiblat} &= 360^{\circ} - B \\ &= 360^{\circ} - 65^{\circ} 35' 20,60'' \\ &= 294^{\circ} 24' 39,40'' \text{ UTSB} \end{aligned}$$

c. Menghitung Sudut Waktu Matahari (t^m)

$$t^m = (\text{LMT} + e - (\text{BT}^L - \text{BT}^X) : 15 - 12) \times 15$$

Data:

$$\text{LMT} = 20^j 08^m 35^d$$

$$e = \text{pada pukul } 20^j 08^m 35^d, \text{ tanggal 21 April 2016.}$$

$$= \text{pk. 20.00 WIB (pk. 13.00 GMT)} = 00^j 01^m 24^d \text{ (A)}$$

$$= \text{pk. 21.00 WIB (pk. 14.00 GMT)} = 00^j 01^m 24^d \text{ (B)}^{23}$$

$$= 00^j 08^m 35^d \text{ (C)}$$

$$= A - (A - B) \times C/1$$

$$e = 00^j 01^m 24^d$$

$$\text{BT}^L = 105^{\circ} \text{ BT}$$

$$\text{BT}^X = 110^{\circ} 44' 47,44'' \text{ BT}$$

Maka, nilai sudut waktu Matahari (t^m) adalah

²³ Data *equation of time* (e) ini diambil dari data Winhisab 2.0 Badan Hidab dan Rukyat Departemen Agama RI.

$$t^m = (20^j 08^m 35^d + 00^j 01^m 24^d - (105^\circ - 110^\circ 44' 47.44'') : 15 - 12) \times 15$$

$$t^m = 128^\circ 14' 32,44'' \text{ B (barat)}$$

d. Menghitung Sudut Waktu Bulan (t^b)

$$t^b = AR^m - AR^b + t^m$$

Data:

AR^m = Pada pukul $20^j 08^m 35^d$, tanggal 21 April 2016

= pk. 20.00 WIB (pk. 13.00 GMT) = $29^\circ 40' 54''$ (A)

= pk. 21.00 WIB (pk. 14.00 GMT) = $29^\circ 43' 15''$ (B)²⁴

= $00^j 08^m 35^d$ (C)

= $A - (A - B) \times C/1$

AR^m = $29^\circ 41' 14,17''$ (hasil interpolasi)

AR^b = Pada pukul $20^j 08^m 35^d$, tanggal 21 April 2016

= pk. 20.00 WIB (pk. 13.00 GMT) = $203^\circ 39' 55''$ (A)

= pk. 21.00 WIB (pk. 14.00 GMT) = $204^\circ 08' 25''$ (B)²⁵

= $00^j 08^m 35^d$ (C)

= $A - (A - B) \times C/1$

AR^b = $203^\circ 43' 59,63''$ (hasil interpolasi)

t^m = $128^\circ 14' 32,44''$ B (barat)

Maka, nilai sudut waktu Bulan (t^b) adalah

$$t^b = 29^\circ 41' 14,17'' - 203^\circ 43' 59,63'' + 128^\circ 14' 32,44''$$

$$= -45^\circ 48' 13,02'' \text{ T (timur)}$$

²⁴ Data *Apparent Right Ascension* (AR^m) ini diambil dari data Winhisab 2.0 Badan Hidab dan Rukyat Departemen Agama RI.

²⁵ Data *Apparent Right Ascension* (AR^b) ini diambil dari data Winhisab 2.0 Badan Hidab dan Rukyat Departemen Agama RI.

$$t^b = 45^\circ 48' 13,02'' \text{ T (timur)}$$

e. Menghitung Arah Bulan (A)

$$\text{Cotan A} = \tan \delta^b \cos \varphi^x : \sin t^b - \sin \varphi^x : \tan t^b$$

Data:

$$\delta^b = \text{Pada pukul } 20^j 08^m 35^d, \text{ tanggal 21 April 2016}$$

$$= \text{pk. 20.00 WIB (pk. 13.00 GMT)} = -06^\circ 49' 57'' \text{ (A)}$$

$$= \text{pk. 21.00 WIB (pk. 14.00 GMT)} = -06^\circ 58' 38'' \text{ (B)}^{26}$$

$$= 00^j 08^m 35^d \text{ (C)}$$

$$= A - (A - B) \times C/1$$

$$\delta^b = -06^\circ 51' 11,53'' \text{ (hasil interpolasi)}$$

$$\varphi^x = -6^\circ 55' 44,18'' \text{ LS (Lintang Selatan)}$$

$$t^b = 45^\circ 48' 13,02'' \text{ T (timur)}$$

Maka, nilai arah Bulan (A) adalah

$$\begin{aligned} \text{Cotan A} &= \tan -06^\circ 51' 11,53'' \cos -6^\circ 55' 44,18'' : \sin 45^\circ 48' 13,02'' \\ &\quad - \sin -6^\circ 55' 44,18'' : \tan 45^\circ 48' 13,02'' \end{aligned}$$

$$A = -87^\circ 11'' 19,65'' \text{ ST (selatan timur)}$$

f. Menghitung Azimut Bulan

Arah Bulan pada pengujian ketiga adalah ST (selatan timur), maka

$$\text{azimut Bulan pada pengujian ketiga} = 180^\circ + A$$

$$\text{Azimut Bulan} = 180^\circ + A$$

$$= 180^\circ + -87^\circ 11'' 19,65''$$

$$\text{Azimut Bulan} = 92^\circ 48'' 40,94'' \text{ UTSB}$$

²⁶ Data deklinasi Bulan (δ^b) ini diambil dari data Winhisab 2.0 Badan Hidab dan Rukyat Departemen Agama RI.

g. Menghitung Sudut Kiblat dari Bayangan Bulan (Q)

$$Q = \text{Az Kiblat} - (180^\circ + \text{Az Bulan})$$

$$Q = 294^\circ 24' 39,40'' - (180^\circ + 92^\circ 48'' 40,94'')$$

$$= 294^\circ 24' 39,40'' - 272^\circ 48'' 40,94''$$

$$= 21^\circ 35' 58.46'' \text{ (Arah Kiblat di sebelah kanan bayangan Bulan)}$$

h. Membuat segitiga siku-siku dari bayangan Bulan

$$q \text{ (M G)} = \tan Q \cdot g \text{ (Q M)}$$

Data:

$$Q = 21^\circ 35' 58.46''$$

$$g \text{ (Q M)} = 25 \text{ cm}$$

Maka, panjang sisi q (M G) adalah

$$q \text{ (M G)} = \tan 21^\circ 35' 58.46'' \times 25$$

$$= 9,897984308 \text{ cm}$$

$$= 9,90 \text{ cm (pembulatan)}$$

Ujung q (titik G) ditarik garis lurus yang menghubungkan dengan ujung garis lurus bayangan yang menjauh dari azimuth kiblat (titik Q). Garis lurus yang menghubungkan ujung q (titik G) dengan titik Q ini merupakan sisi miring (m) dalam sebuah segitiga siku-siku dan sekaligus merupakan arah kiblat di tempat tersebut. Sisi m (G Q) adalah sisi miring yang merupakan arah kiblat. Untuk mengetahui panjang sisi m (G Q) ini dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$m \text{ (Q G)} = g \text{ (Q M)} : \cos Q$$

$$Q = 21^{\circ} 35' 58.46''$$

$$g(Q B) = 25 \text{ cm}$$

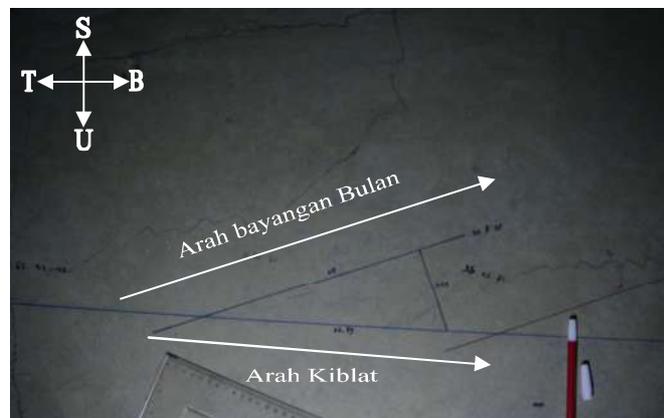
Maka, panjang sisi m (Q G) adalah

$$m(Q G) = 25 : \cos 21^{\circ} 35' 58.46''$$

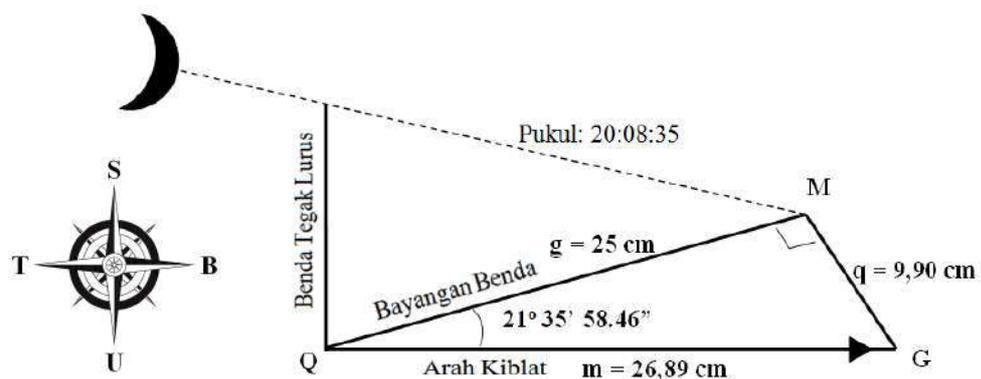
$$= 26,88810319 \text{ cm}$$

$$= 26,89 \text{ cm (pembulatan)}$$

Gambar 3.17.: Hasil pengujian ketiga pada pukul 20:08:35 WIB tanggal 21 April 2016 bertepatan dengan tanggal 14 Rajab 1437 H



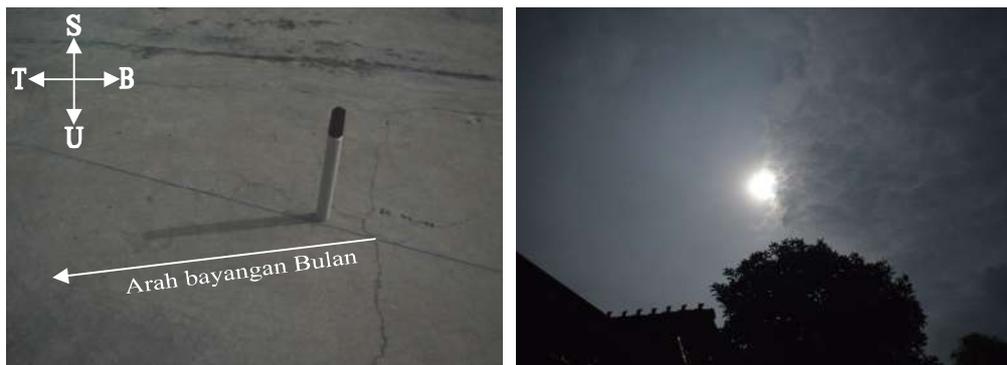
Gambar 3.18.: Ilustrasi hasil pengujian ketiga pada pukul 20:08:35 WIB tanggal 21 April 2016 bertepatan dengan tanggal 14 Rajab 1437 H



4. Pengujian Keempat Pada Pukul 02:57:32 WIB Tanggal 22 April 2016 M/ 14 Rajab 1437 H.

Pada pengujian keempat, observasi dilakukan di lokasi yang sama, yaitu di Lintang Tempat (φ^x) = $-6^\circ 55' 44.18''$ LS dan Bujur Tempat (λ^x) = $110^\circ 44' 47.44''$ (BT). Sedangkan untuk Kakbah menggunakan data Lintang Kakbah (φ^k) = $+21^\circ 25' 21,04''$ (LU) dan Bujur Kakbah (λ^k) = $39^\circ 49' 34,33''$ (BT). Pengujian keempat dilakukan pada pukul 02:57:32 WIB tanggal 22 April 2016 M. bertepatan dengan tanggal 14 Rajab 1437 H.

Gambar 3.19.: Bayangan Bulan pada pengujian keempat yang dilakukan pada pukul 02:57:32 WIB tanggal 22 April 2016 bertepatan dengan tanggal 14 Rajab 1437 H yang diambil dengan Kamera Nikon D3200.



a. Menghitung Arah Kiblat (B)

$$\text{Cotan B} = \tan \varphi^k \cos \varphi^x : \sin C - \sin \varphi^x : \tan C.$$

Data:

$$\varphi^k = +21^\circ 25' 21,04''$$

$$\varphi^x = -6^\circ 55' 44.18'' \text{ LS}$$

$$C = 110^\circ 44' 47.44'' - 39^\circ 49' 34,33''$$

(C kelompok 1, maka arah kiblatnya condong ke barat).

$$= 70^\circ 55' 13,11''$$

Maka, nilai arah kiblat (B) adalah

$$\begin{aligned} \text{Cotan } B &= \tan +21^{\circ} 25' 21,04'' \cos -6^{\circ} 55' 44,18'' : \sin 70^{\circ} 55' \\ &13,11'' - \sin -6^{\circ} 55' 44,18'' : \tan 70^{\circ} 55' 13,11'' \end{aligned}$$

$$B = 65^{\circ} 35' 20,60'' \text{ UB (utara barat)}$$

b. Menghitung Azimut Kiblat

Hasil perhitungan arah kiblat adalah UB (utara barat), maka untuk mendapatkan azimut kiblat menggunakan rumus:

$$\begin{aligned} \text{Azimut Kiblat} &= 360^{\circ} - B \\ &= 360^{\circ} - 65^{\circ} 35' 20,60'' \\ &= 294^{\circ} 24' 39,40'' \text{ UTSB} \end{aligned}$$

c. Menghitung Sudut Waktu Matahari (t^m)

$$t^m = (\text{LMT} + e - (\text{BT}^L - \text{BT}^x) : 15 - 12) \times 15$$

Data:

$$\text{LMT} = 02^j 57^m 32^d$$

$$e = \text{pada pukul } 02^j 57^m 32^d, \text{ tanggal } 22 \text{ April } 2016.$$

$$\begin{aligned} &= \text{pk. } 02.00 \text{ WIB } 22 \text{ April } 2016 \text{ (pk. } 19.00 \text{ GMT } 21 \text{ April} \\ &2016) = 00^j 01^m 27^d \text{ (A)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= \text{pk. } 03.00 \text{ WIB } 22 \text{ April } 2016 \text{ (pk. } 20.00 \text{ GMT } 21 \text{ April} \\ &2016) = 00^j 01^m 27^d \text{ (B)}^{27} \end{aligned}$$

$$= 00^j 57^m 32^d \text{ (C)}$$

$$= A - (A - B) \times C/1$$

$$e = 00^j 01^m 27^d$$

$$\text{BT}^L = 105^{\circ} \text{ BT}$$

²⁷ Data *equation of time* (e) ini diambil dari data Winhisab 2.0 Badan Hidab dan Rukyat Departemen Agama RI.

$$BT^x = 110^\circ 44' 47.44'' \text{ BT}$$

Maka, nilai sudut waktu Matahari (t^m) adalah

$$t^m = (02^j 57^m 32^d + 00^j 01^m 27^d - (105^\circ - 110^\circ 44' 47.44'')) : 15 \\ - 12) \times 15$$

$$t^m = -129^\circ 30' 27,56'' \text{ T (timur)}$$

d. Menghitung Sudut Waktu Bulan (t^b)

$$t^b = AR^m - AR^b + t^m$$

Data:

$$AR^m = \text{Pada pukul } 02^j 57^m 32^d, \text{ tanggal 22 April 2016} \\ = \text{pk. 02.00 WIB 22 April 2016 (pk. 19.00 GMT 21 April} \\ \text{2016)} = 29^\circ 54' 57'' \text{ (A)}$$

$$= \text{pk. 03.00 WIB 22 April 2016 (pk. 20.00 GMT 21 April} \\ \text{2016)} = 29^\circ 57' 17'' \text{ (B)}^{28}$$

$$= 00^j 57^m 32^d \text{ (C)}$$

$$= A - (A - B) \times C/1$$

$$AR^m = 29^\circ 57' 11,24'' \text{ (hasil interpolasi)}$$

$$AR^b = \text{Pada pukul } 02^j 57^m 32^d, \text{ tanggal 22 April 2016} \\ = \text{pk. 02.00 WIB 22 April 2016 (pk. 19.00 GMT 21 April} \\ \text{2016)} = 206^\circ 31' 11'' \text{ (A)}$$

$$= \text{pk. 03.00 WIB 22 April 2016 (pk. 20.00 GMT 21 April} \\ \text{2016)} = 206^\circ 59' 48'' \text{ (B)}^{29}$$

$$= 00^j 57^m 32^d \text{ (C)}$$

²⁸ Data *Apparent Right Ascension* (AR^m) ini diambil dari data Winhisab 2.0 Badan Hidab dan Rukyat Departemen Agama RI.

²⁹ Data *Apparent Right Ascension* (AR^b) ini diambil dari data Winhisab 2.0 Badan Hidab dan Rukyat Departemen Agama RI.

$$= A - (A - B) \times C/1$$

$$AR^b = 206^\circ 58' 37,41'' \text{ (hasil interpolasi)}$$

$$t^m = -129^\circ 30' 27,56'' \text{ T (timur)}$$

Maka, nilai sudut waktu Bulan (t^b) adalah

$$t^b = 29^\circ 57' 11,24'' - 206^\circ 58' 37,41'' + -129^\circ 30' 27,56''$$

$$= -306^\circ 31' 53,73'' + 360^\circ$$

$$t^b = 53^\circ 28' 06,27'' \text{ B (barat)}$$

e. Menghitung Arah Bulan (A)

$$\text{Cotan A} = \tan \delta^b \cos \varphi^x : \sin t^b - \sin \varphi^x : \tan t^b$$

Data:

$$\delta^b = \text{Pada pukul } 02^j 57^m 32^d, \text{ tanggal 22 April 2016}$$

$$= \text{pk. 02.00 WIB 22 April 2016 (pk. 19.00 GMT 21 April 2016)} = -07^\circ 41' 33'' \text{ (A)}$$

$$= \text{pk. 03.00 WIB 22 April 2016 (pk. 20.00 GMT 21 April 2016)} = -07^\circ 50' 02'' \text{ (B)}^{30}$$

$$= 00^j 57^m 32^d \text{ (C)}$$

$$= A - (A - B) \times C/1$$

$$\delta^b = -07^\circ 49' 41,07'' \text{ (hasil interpolasi)}$$

$$\varphi^x = -6^\circ 55' 44,18'' \text{ LS (Lintang Selatan)}$$

$$t^b = 53^\circ 28' 06,27'' \text{ B (barat)}$$

Maka, nilai arah Bulan (A) adalah

$$\text{Cotan A} = \tan -07^\circ 49' 41,07'' \cos -6^\circ 55' 44,18'' : \sin 53^\circ 28' 06,27'' \\ - \sin -6^\circ 55' 44,18'' : \tan 53^\circ 28' 06,27''$$

³⁰ Data deklinasi Bulan (δ^b) ini diambil dari data Winhisab 2.0 Badan Hidab dan Rukyat Departemen Agama RI.

$$A = -85^{\circ} 23'' 55,95'' \text{ SB (selatan barat)}$$

f. Menghitung Azimut Bulan

Arah Bulan pada pengujian keempat adalah SB (selatan barat), maka

$$\text{azimut Bulan pada pengujian keempat} = 180^{\circ} - A$$

$$\text{Azimut Bulan} = 180^{\circ} - A$$

$$= 180^{\circ} - -85^{\circ} 23'' 55,95''$$

$$\text{Azimut Bulan} = 265^{\circ} 23'' 55,95'' \text{ UT SB}$$

g. Menghitung Sudut Kiblat dari Bayangan Bulan (Q)

$$Q = \text{Az Kiblat} - \text{Az Bulan}$$

$$Q = 294^{\circ} 24' 39,40'' - 265^{\circ} 23'' 55,95''$$

$$= 29^{\circ} 00' 43.45'' \text{ (Arah Kiblat di sebelah kanan bayangan Bulan)}$$

h. Membuat segitiga siku-siku dari bayangan Bulan

$$q \text{ (M G)} = \tan Q \cdot g \text{ (Q M)}$$

Data:

$$Q = 29^{\circ} 00' 43.45''$$

$$g \text{ (Q M)} = 25 \text{ cm}$$

Maka, panjang sisi q (M G) adalah

$$q \text{ (M G)} = \tan 29^{\circ} 00' 43.45'' \times 25$$

$$= 13,86461104 \text{ cm}$$

$$= 13,86 \text{ cm (pembulatan)}$$

Ujung q (titik G) ditarik garis lurus yang menghubungkan dengan ujung garis lurus bayangan yang menjauh dari azimut kiblat (titik Q). Garis lurus yang menghubungkan ujung q (titik G) dengan titik Q ini

merupakan sisi miring (m) dalam sebuah segitiga siku-siku dan sekaligus merupakan arah kiblat di tempat tersebut. Sisi m (G Q) adalah sisi miring yang merupakan arah kiblat. Untuk mengetahui panjang sisi m (G Q) ini dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$m(QG) = g(QM) : \cos Q$$

$$Q = 29^{\circ} 00' 43.45''$$

$$g(QB) = 25 \text{ cm}$$

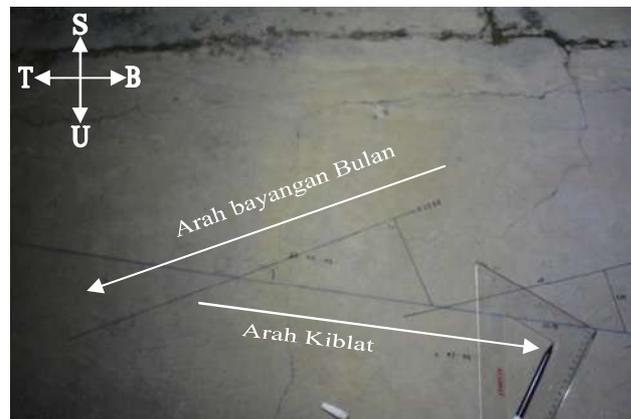
Maka, panjang sisi m (Q G) adalah

$$m(QG) = 25 : \cos 29^{\circ} 00' 43.45''$$

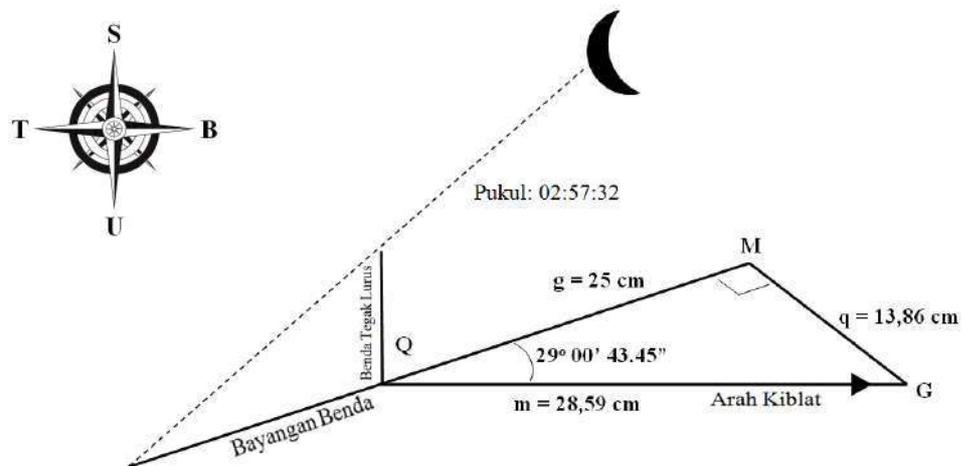
$$= 28,58719034 \text{ cm}$$

$$= 28,59 \text{ cm (pembulatan)}$$

Gambar 3.20.: Hasil pengujian keempat pada pukul 02:57:32 WIB tanggal 22 April 2016 bertepatan dengan tanggal 14 Rajab 1437 H



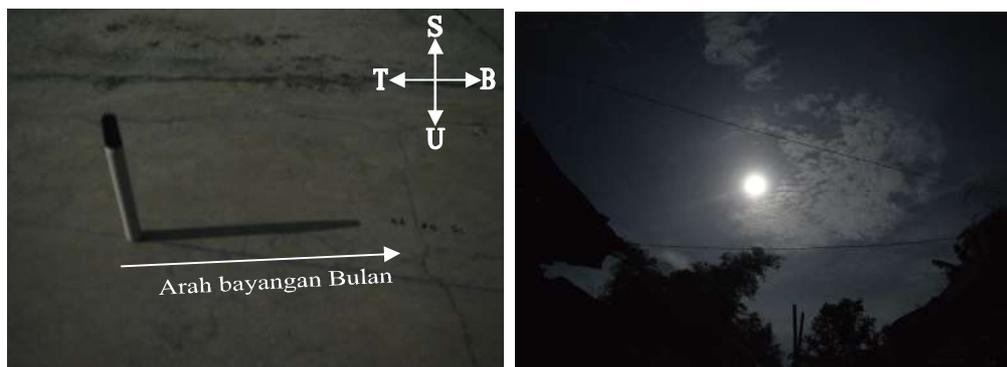
Gambar 3.21.: Ilustrasi hasil pengujian keempat pada pukul 02:57:32 WIB tanggal 22 April 2016 bertepatan dengan tanggal 14 Rajab 1437 H



**5. Pengujian Kelima Pada Pukul 20:03:27 WIB Tanggal 22 April 2016
M/ 15 Rajab 1437 H.**

Pada pengujian kelima berada di lokasi yang sama, yaitu berada di Lintang Tempat (ϕ^x) = $-6^\circ 55' 44.18''$ LS dan Bujur Tempat (λ^x) = $110^\circ 44' 47.44''$ (BT). Sedangkan untuk Kakbah menggunakan data Lintang Kakbah (ϕ^k) = $+21^\circ 25' 21.04''$ (LU) dan Bujur Kakbah (λ^k) = $39^\circ 49' 34.33''$ (BT). Pengujian kelima dilakukan pada pukul 20:03:27 WIB tanggal 22 April 2016 M. bertepatan dengan tanggal 15 Rajab 1437 H.

Gambar 3.22.: Bayangan Bulan pada pengujian kelima yang dilakukan pada pukul 20:03:27 WIB tanggal 22 April 2016 bertepatan dengan tanggal 15 Rajab 1437 H yang diambil dengan Kamera Nikon D3200.



- a. Menghitung Arah Kiblat (B)

$$\text{Cotan B} = \tan \varphi^k \cos \varphi^x : \sin C - \sin \varphi^x : \tan C.$$

Data:

$$\varphi^k = +21^\circ 25' 21,04''$$

$$\varphi^x = -6^\circ 55' 44.18'' \text{ LS}$$

$$C = 110^\circ 44' 47.44'' - 39^\circ 49' 34,33''$$

(C kelompok 1, maka arah kiblatnya condong ke barat).

$$= 70^\circ 55' 13,11''$$

Maka, nilai arah kiblat (B) adalah

$$\begin{aligned} \text{Cotan B} &= \tan +21^\circ 25' 21,04'' \cos -6^\circ 55' 44.18'' : \sin 70^\circ 55' \\ & \quad 13,11'' - \sin -6^\circ 55' 44.18'' : \tan 70^\circ 55' 13,11'' \end{aligned}$$

$$B = 65^\circ 35' 20.60'' \text{ UB (utara barat)}$$

- b. Menghitung Azimut Kiblat

Hasil perhitungan arah kiblat adalah UB (utara barat), maka untuk mendapatkan azimut kiblat menggunakan rumus:

$$\begin{aligned} \text{Azimut Kiblat} &= 360^\circ - B \\ &= 360^\circ - 65^\circ 35' 20.60'' \\ &= 294^\circ 24' 39,40'' \text{ UTSB} \end{aligned}$$

- c. Menghitung Sudut Waktu Matahari (t^m)

$$t^m = (\text{LMT} + e - (\text{BT}^L - \text{BT}^x) : 15 - 12) \times 15$$

Data:

$$\text{LMT} = 20^j 03^m 27^d$$

$$e = \text{pada pukul } 20^j 03^m 27^d, \text{ tanggal } 22 \text{ April } 2016.$$

$$= \text{pk. } 20.00 \text{ WIB (pk. } 13.00 \text{ GMT)} = 00^j 01^m 35^d \text{ (A)}$$

$$\begin{aligned}
 &= \text{pk. 21.00 WIB (pk. 14.00 GMT)} = 00^{\text{j}} 01^{\text{m}} 36^{\text{d}} (\text{B})^{31} \\
 &= 00^{\text{j}} 03^{\text{m}} 27^{\text{d}} (\text{C}) \\
 &= A - (A - B) \times C/1
 \end{aligned}$$

$$e = 00^{\text{j}} 01^{\text{m}} 35,06^{\text{d}}$$

$$\text{BT}^{\text{L}} = 105^{\circ} \text{ BT}$$

$$\text{BT}^{\text{X}} = 110^{\circ} 44' 47,44'' \text{ BT}$$

Maka, nilai sudut waktu Matahari (t^{m}) adalah

$$\begin{aligned}
 t^{\text{m}} &= (20^{\text{j}} 03^{\text{m}} 27^{\text{d}} + 00^{\text{j}} 01^{\text{m}} 35,06^{\text{d}} - (105^{\circ} - 110^{\circ} 44' 47,44'')) : \\
 &\quad 15 - 12) \times 15
 \end{aligned}$$

$$t^{\text{m}} = 127^{\circ} 0' 18,34'' \text{ B (barat)}$$

d. Menghitung Sudut Waktu Bulan (t^{b})

$$t^{\text{b}} = \text{AR}^{\text{m}} - \text{AR}^{\text{b}} + t^{\text{m}}$$

Data:

$$\begin{aligned}
 \text{AR}^{\text{m}} &= \text{Pada pukul } 20^{\text{j}} 03^{\text{m}} 27^{\text{d}}, \text{ tanggal 22 April 2016} \\
 &= \text{pk. 20.00 WIB (pk. 13.00 GMT)} = 30^{\circ} 37' 07'' (\text{A}) \\
 &= \text{pk. 21.00 WIB (pk. 14.00 GMT)} = 30^{\circ} 39' 28'' (\text{B})^{32} \\
 &= 00^{\text{j}} 03^{\text{m}} 27^{\text{d}} (\text{C}) \\
 &= A - (A - B) \times C/1
 \end{aligned}$$

$$\text{AR}^{\text{m}} = 30^{\circ} 37' 15,11'' \text{ (hasil interpolasi)}$$

$$\begin{aligned}
 \text{AR}^{\text{b}} &= \text{Pada pukul } 20^{\text{j}} 03^{\text{m}} 27^{\text{d}}, \text{ tanggal 22 April 2016} \\
 &= \text{pk. 20.00 WIB (pk. 13.00 GMT)} = 215^{\circ} 09' 41'' (\text{A}) \\
 &= \text{pk. 21.00 WIB (pk. 14.00 GMT)} = 215^{\circ} 38' 43'' (\text{B})^{33}
 \end{aligned}$$

³¹ Data *equation of time* (e) ini diambil dari data Winhisab 2.0 Badan Hidab dan Rukyat Departemen Agama RI.

³² Data *Apparent Right Ascension* (AR^{m}) ini diambil dari data Winhisab 2.0 Badan Hidab dan Rukyat Departemen Agama RI.

$$= 00^j 03^m 27^d (C)$$

$$= A - (A - B) \times C/1$$

$$AR^b = 215^\circ 11' 21,17'' \text{ (hasil interpolasi)}$$

$$t^m = 127^\circ 0' 18,34'' \text{ B (barat)}$$

Maka, nilai sudut waktu Bulan (t^b) adalah

$$t^b = 30^\circ 37' 15,11'' - 215^\circ 11' 21,17'' + 127^\circ 0' 18,34''$$

$$= -57^\circ 33' 47,72'' \text{ T (timur)}$$

$$t^b = 57^\circ 33' 47,72'' \text{ T (timur)}$$

e. Menghitung Arah Bulan (A)

$$\text{Cotan } A = \tan \delta^b \cos \varphi^x : \sin t^b - \sin \varphi^x : \tan t^b$$

Data:

$$\delta^b = \text{Pada pukul } 20^j 03^m 27^d, \text{ tanggal 21 April 2016}$$

$$= \text{pk. 20.00 WIB (pk. 13.00 GMT)} = -10^\circ 09' 07'' (A)$$

$$= \text{pk. 21.00 WIB (pk. 14.00 GMT)} = -10^\circ 16' 57'' (B)^{34}$$

$$= 00^j 03^m 27^d (C)$$

$$= A - (A - B) \times C/1$$

$$\delta^b = -10^\circ 09' 34,02'' \text{ (hasil interpolasi)}$$

$$\varphi^x = -6^\circ 55' 44,18'' \text{ LS (Lintang Selatan)}$$

$$t^b = 57^\circ 33' 47,72'' \text{ T (timur)}$$

Maka, nilai arah Bulan (A) adalah

$$\text{Cotan } A = \tan -10^\circ 09' 34,02'' \cos -6^\circ 55' 44,18'' : \sin 57^\circ 33' 47,72''$$

$$- \sin -6^\circ 55' 44,18'' : \tan 57^\circ 33' 47,72''$$

³³ Data *Apparent Right Ascension* (AR^b) ini diambil dari data Winhisab 2.0 Badan Hidab dan Rukyat Departemen Agama RI.

³⁴ Data deklinasi Bulan (δ^b) ini diambil dari data Winhisab 2.0 Badan Hidab dan Rukyat Departemen Agama RI.

$$A = -82^{\circ} 21' 42,89'' \text{ ST (selatan timur)}$$

f. Menghitung Azimut Bulan

Arah Bulan pada pengujian kelima adalah ST (selatan timur), maka

$$\text{azimut Bulan pada pengujian kelima} = 180^{\circ} + A$$

$$\text{Azimut Bulan} = 180^{\circ} + A$$

$$= 180^{\circ} + -82^{\circ} 21' 42,89''$$

$$\text{Azimut Bulan} = 97^{\circ} 38' 17,11'' \text{ UTSB}$$

g. Menghitung Sudut Kiblat dari Bayangan Bulan (Q)

$$Q = \text{Az Kiblat} - (180^{\circ} + \text{Az Bulan})$$

$$Q = 294^{\circ} 24' 39,40'' - (180^{\circ} + 97^{\circ} 38' 17,11'')$$

$$= 294^{\circ} 24' 39,40'' - 277^{\circ} 38' 17,11''$$

$$= 16^{\circ} 46' 22,29'' \text{ (Arah Kiblat di sebelah kanan bayangan Bulan)}$$

h. Membuat segitiga siku-siku dari bayangan Bulan

$$\mathbf{q (M G) = \tan Q \cdot g (Q M)}$$

Data:

$$Q = 16^{\circ} 46' 22,29''$$

$$g (Q M) = 25 \text{ cm}$$

Maka, panjang sisi q (M G) adalah

$$q (M G) = \tan 16^{\circ} 46' 22,29'' \times 25$$

$$= 7,535024548 \text{ cm}$$

$$= 7,53 \text{ cm (pembulatan)}$$

Ujung q (titik G) ditarik garis lurus yang menghubungkan dengan ujung garis lurus bayangan yang menjauh dari azimut kiblat (titik Q). Garis

lurus yang menghubungkan ujung q (titik G) dengan titik Q ini merupakan sisi miring (m) dalam sebuah segitiga siku-siku dan sekaligus merupakan arah kiblat di tempat tersebut. Sisi m (G Q) adalah sisi miring yang merupakan arah kiblat. Untuk mengetahui panjang sisi m (G Q) ini dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$m(QG) = g(QM) : \cos Q$$

$$Q = 16^{\circ} 46' 22.29''$$

$$g(QB) = 25 \text{ cm}$$

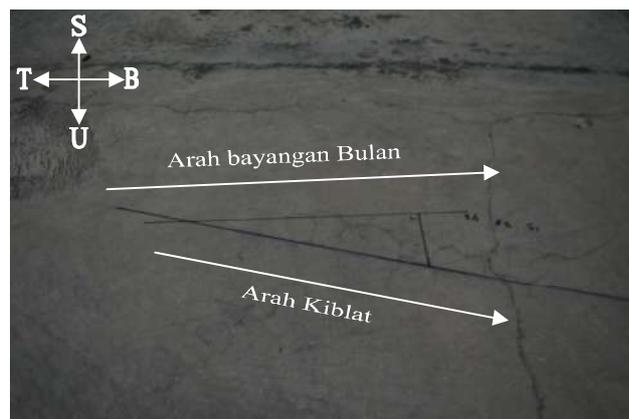
Maka, panjang sisi m (Q G) adalah

$$m(QG) = 25 : \cos 16^{\circ} 46' 22.29''$$

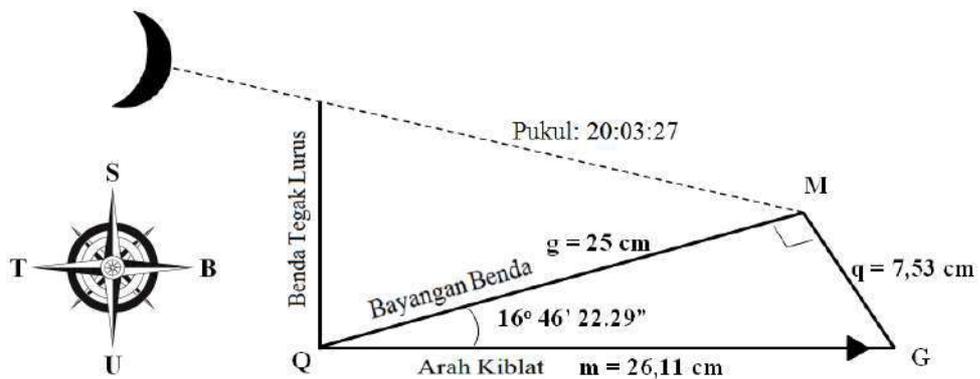
$$= 26,11085205 \text{ cm}$$

$$= 26,11 \text{ cm (pembulatan)}$$

Gambar 3.23.: Hasil pengujian kelima pada pukul 20:03:27 WIB tanggal 22 April 2016 bertepatan dengan tanggal 15 Rajab 1437 H



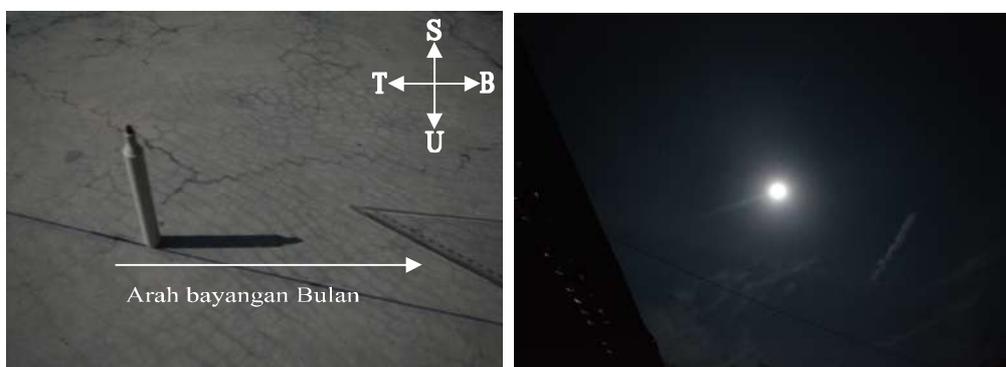
Gambar 3.24.: Ilustrasi hasil pengujian kelima pada pukul 20:03:27 WIB tanggal 22 April 2016 bertepatan dengan tanggal 15 Rajab 1437 H



6. Pengujian Keenam Pada Pukul 20:51:04 WIB Tanggal 22 April 2016 M/ 15 Rajab 1437 H.

Pada pengujian keenam berada di lokasi yang sama, yaitu berada di Lintang Tempat (ϕ^x) = $-6^\circ 55' 44.18''$ LS dan Bujur Tempat (λ^x) = $110^\circ 44' 47.44''$ (BT). Sedangkan untuk Kakbah menggunakan data Lintang Kakbah (ϕ^k) = $+21^\circ 25' 21,04''$ (LU) dan Bujur Kakbah (λ^k) = $39^\circ 49' 34,33''$ (BT). Pengujian keenam dilakukan pada pukul 20:51:04 WIB tanggal 22 April 2016 M. bertepatan dengan tanggal 15 Rajab 1437 H.

Gambar 3.25.: Bayangan Bulan pada pengujian keenam yang dilakukan pada pukul 20:51:04 WIB tanggal 22 April 2016 bertepatan dengan tanggal 15 Rajab 1437 H yang diambil dengan Kamera Nikon D3200.



- a. Menghitung Arah Kiblat (B)

$$\text{Cotan B} = \tan \varphi^k \cos \varphi^x : \sin C - \sin \varphi^x : \tan C.$$

Data:

$$\varphi^k = +21^\circ 25' 21,04''$$

$$\varphi^x = -6^\circ 55' 44.18'' \text{ LS}$$

$$C = 110^\circ 44' 47.44'' - 39^\circ 49' 34,33''$$

(C kelompok 1, maka arah kiblatnya condong ke barat).

$$= 70^\circ 55' 13,11''$$

Maka, nilai arah kiblat (B) adalah

$$\begin{aligned} \text{Cotan B} &= \tan +21^\circ 25' 21,04'' \cos -6^\circ 55' 44.18'' : \sin 70^\circ 55' \\ & \quad 13,11'' - \sin -6^\circ 55' 44.18'' : \tan 70^\circ 55' 13,11'' \end{aligned}$$

$$B = 65^\circ 35' 20.60'' \text{ UB (utara barat)}$$

- b. Menghitung Azimut Kiblat

Hasil perhitungan arah kiblat adalah UB (utara barat), maka untuk mendapatkan azimut kiblat menggunakan rumus:

$$\begin{aligned} \text{Azimut Kiblat} &= 360^\circ - B \\ &= 360^\circ - 65^\circ 35' 20.60'' \\ &= 294^\circ 24' 39,40'' \text{ UTSB} \end{aligned}$$

- c. Menghitung Sudut Waktu Matahari (t^m)

$$t^m = (\text{LMT} + e - (\text{BT}^L - \text{BT}^x) : 15 - 12) \times 15$$

Data:

$$\text{LMT} = 20^j 51^m 04^d$$

$$e = \text{pada pukul } 20^j 51^m 04^d, \text{ tanggal 22 April 2016.}$$

$$= \text{pk. 20.00 WIB (pk. 13.00 GMT)} = 00^j 01^m 35^d \text{ (A)}$$

$$\begin{aligned}
 &= \text{pk. 21.00 WIB (pk. 14.00 GMT)} = 00^{\text{j}} 01^{\text{m}} 36^{\text{d}} (\text{B})^{35} \\
 &= 00^{\text{j}} 51^{\text{m}} 04^{\text{d}} (\text{C}) \\
 &= A - (A - B) \times C/1
 \end{aligned}$$

$$e = 00^{\text{j}} 01^{\text{m}} 35,85^{\text{d}}$$

$$\text{BT}^{\text{L}} = 105^{\circ} \text{ BT}$$

$$\text{BT}^{\text{X}} = 110^{\circ} 44' 47,44'' \text{ BT}$$

Maka, nilai sudut waktu Matahari (t^{m}) adalah

$$\begin{aligned}
 t^{\text{m}} &= (20^{\text{j}} 51^{\text{m}} 04^{\text{d}} + 00^{\text{j}} 01^{\text{m}} 35,85^{\text{d}} - (105^{\circ} - 110^{\circ} 44' 47,44'')) : \\
 &15 - 12) \times 15
 \end{aligned}$$

$$t^{\text{m}} = 138^{\circ} 54' 45,19'' \text{ B (barat)}$$

d. Menghitung Sudut Waktu Bulan (t^{b})

$$t^{\text{b}} = \text{AR}^{\text{m}} - \text{AR}^{\text{b}} + t^{\text{m}}$$

Data:

$$\begin{aligned}
 \text{AR}^{\text{m}} &= \text{Pada pukul } 20^{\text{j}} 51^{\text{m}} 04^{\text{d}}, \text{ tanggal 22 April 2016} \\
 &= \text{pk. 20.00 WIB (pk. 13.00 GMT)} = 30^{\circ} 37' 07'' (\text{A}) \\
 &= \text{pk. 21.00 WIB (pk. 14.00 GMT)} = 30^{\circ} 39' 28'' (\text{B})^{36} \\
 &= 00^{\text{j}} 51^{\text{m}} 04^{\text{d}} (\text{C}) \\
 &= A - (A - B) \times C/1
 \end{aligned}$$

$$\text{AR}^{\text{m}} = 30^{\circ} 39' 07,01'' \text{ (hasil interpolasi)}$$

$$\begin{aligned}
 \text{AR}^{\text{b}} &= \text{Pada pukul } 20^{\text{j}} 51^{\text{m}} 04^{\text{d}}, \text{ tanggal 22 April 2016} \\
 &= \text{pk. 20.00 WIB (pk. 13.00 GMT)} = 215^{\circ} 09' 41'' (\text{A}) \\
 &= \text{pk. 21.00 WIB (pk. 14.00 GMT)} = 215^{\circ} 38' 43'' (\text{B})^{37}
 \end{aligned}$$

³⁵ Data *equation of time* (e) ini diambil dari data Winhisab 2.0 Badan Hidab dan Rukyat Departemen Agama RI.

³⁶ Data *Apparent Right Ascension* (AR^{m}) ini diambil dari data Winhisab 2.0 Badan Hidab dan Rukyat Departemen Agama RI.

$$= 00^j 51^m 04^d (C)$$

$$= A - (A - B) \times C/1$$

$$AR^b = 215^\circ 34' 23,64'' \text{ (hasil interpolasi)}$$

$$t^m = 138^\circ 54' 45,19'' \text{ B (barat)}$$

Maka, nilai sudut waktu Bulan (t^b) adalah

$$t^b = 30^\circ 39' 07,01'' - 215^\circ 34' 23,64'' + 138^\circ 54' 45,19''$$

$$= -46^\circ 00' 31,45'' \text{ T (timur)}$$

$$t^b = 46^\circ 00' 31,45'' \text{ T (timur)}$$

e. Menghitung Arah Bulan (A)

$$\text{Cotan A} = \tan \delta^b \cos \varphi^x : \sin t^b - \sin \varphi^x : \tan t^b$$

Data:

$$\delta^b = \text{Pada pukul } 20^j 51^m 04^d, \text{ tanggal 21 April 2016}$$

$$= \text{pk. 20.00 WIB (pk. 13.00 GMT)} = -10^\circ 09' 07'' (A)$$

$$= \text{pk. 21.00 WIB (pk. 14.00 GMT)} = -10^\circ 16' 57'' (B)^{38}$$

$$= 00^j 51^m 04^d (C)$$

$$= A - (A - B) \times C/1$$

$$\delta^b = -10^\circ 15' 47,02'' \text{ (hasil interpolasi)}$$

$$\varphi^x = -6^\circ 55' 44,18'' \text{ LS (Lintang Selatan)}$$

$$t^b = 46^\circ 00' 31,45'' \text{ T (timur)}$$

Maka, nilai arah Bulan (A) adalah

$$\text{Cotan A} = \tan -10^\circ 15' 47,02'' \cos -6^\circ 55' 44,18'' : \sin 46^\circ 00' 31,45''$$

$$- \sin -6^\circ 55' 44,18'' : \tan 46^\circ 00' 31,45''$$

³⁷ Data *Apparent Right Ascension* (AR^b) ini diambil dari data Winhisab 2.0 Badan Hidab dan Rukyat Departemen Agama RI.

³⁸ Data deklinasi Bulan (δ^b) ini diambil dari data Winhisab 2.0 Badan Hidab dan Rukyat Departemen Agama RI.

$$A = -82^{\circ} 24' 11,61'' \text{ ST (selatan timur)}$$

f. Menghitung Azimut Bulan

Arah Bulan pada pengujian keenam adalah ST (selatan timur), maka

$$\text{azimut Bulan pada pengujian keenam} = 180^{\circ} + A$$

$$\text{Azimut Bulan} = 180^{\circ} + A$$

$$= 180^{\circ} + -82^{\circ} 24' 11,61''$$

$$\text{Azimut Bulan} = 97^{\circ} 35' 48,39'' \text{ UTSB}$$

g. Menghitung Sudut Kiblat dari Bayangan Bulan (Q)

$$Q = \text{Az Kiblat} - (180^{\circ} + \text{Az Bulan})$$

$$Q = 294^{\circ} 24' 39,40'' - (180^{\circ} + 97^{\circ} 35' 48,39'')$$

$$= 294^{\circ} 24' 39,40'' - 277^{\circ} 35' 48,39''$$

$$= 16^{\circ} 48' 51,01'' \text{ (Arah Kiblat di sebelah kanan bayangan Bulan)}$$

h. Membuat segitiga siku-siku dari bayangan Bulan

$$\mathbf{q (M G) = \tan Q \cdot g (Q M)}$$

Data:

$$Q = 16^{\circ} 48' 51,01''$$

$$g (Q M) = 25 \text{ cm}$$

Maka, panjang sisi q (M G) adalah

$$q (M G) = \tan 16^{\circ} 48' 51,01'' \times 25$$

$$= 7,55469131 \text{ cm}$$

$$= 7,55 \text{ cm (pembulatan)}$$

Ujung q (titik G) ditarik garis lurus yang menghubungkan dengan ujung garis lurus bayangan yang menjauh dari azimut kiblat (titik Q). Garis

lurus yang menghubungkan ujung q (titik G) dengan titik Q ini merupakan sisi miring (m) dalam sebuah segitiga siku-siku dan sekaligus merupakan arah kiblat di tempat tersebut. Sisi m (G Q) adalah sisi miring yang merupakan arah kiblat. Untuk mengetahui panjang sisi m (G Q) ini dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$m(QG) = g(QM) : \cos Q$$

$$Q = 16^{\circ} 48' 51.01''$$

$$g(QB) = 25 \text{ cm}$$

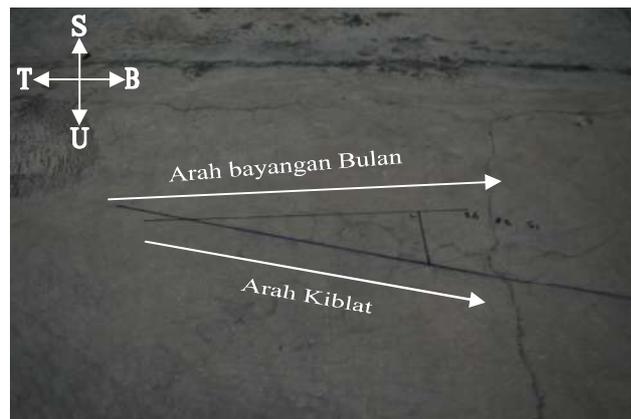
Maka, panjang sisi m (Q G) adalah

$$m(QG) = 25 : \cos 16^{\circ} 48' 51.01''$$

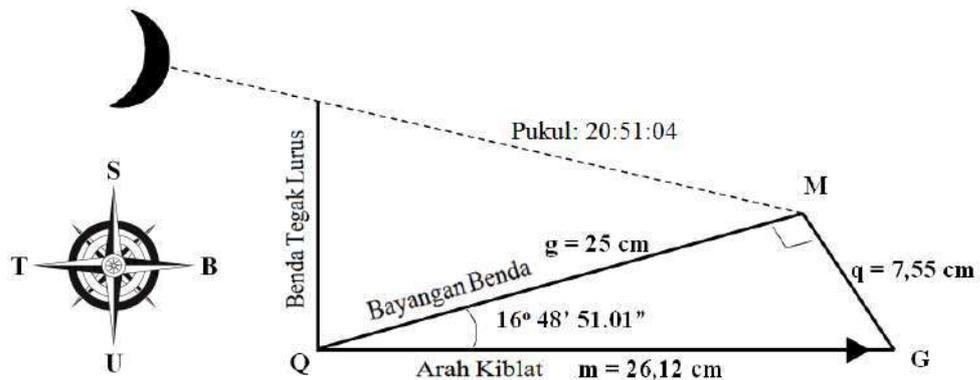
$$= 26,11653435 \text{ cm}$$

$$= 26,12 \text{ cm (pembulatan)}$$

Gambar 3.26.: Hasil pengujian keenam pada pukul 20:51:04 WIB tanggal 22 April 2016 bertepatan dengan tanggal 15 Rajab 1437 H



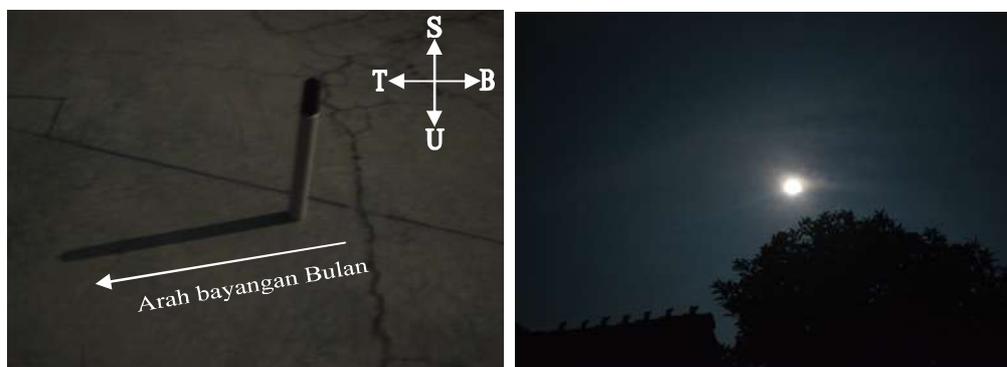
Gambar 3.27.: Ilustrasi hasil pengujian keenam pada pukul 20:51:04 WIB tanggal 22 April 2016 bertepatan dengan tanggal 15 Rajab 1437 H



7. Pengujian Ketujuh Pada Pukul 03:47:25 WIB Tanggal 23 April 2016 M/ 15 Rajab 1437 H.

Pada pengujian ketujuh dilakukan di lokasi yang sama, yaitu di Lintang Tempat (φ^x) = $-6^\circ 55' 44.18''$ LS dan Bujur Tempat (λ^x) = $110^\circ 44' 47.44''$ (BT). Sedangkan untuk Kakbah menggunakan data Lintang Kakbah (φ^k) = $+21^\circ 25' 21,04''$ (LU) dan Bujur Kakbah (λ^k) = $39^\circ 49' 34,33''$ (BT). Pengujian ketujuh ini dilakukan pada pukul 03:47:25 WIB tanggal 23 April 2016 M. bertepatan dengan tanggal 15 Rajab 1437 H.

Gambar 3.28.: Bayangan Bulan pada pengujian ketujuh yang dilakukan pada pukul 03:47:25 WIB tanggal 23 April 2016 bertepatan dengan tanggal 15 Rajab 1437 H yang diambil dengan Kamera Nikon D3200.



- a. Menghitung Arah Kiblat (B)

$$\text{Cotan B} = \tan \varphi^k \cos \varphi^x : \sin C - \sin \varphi^x : \tan C.$$

Data:

$$\varphi^k = +21^\circ 25' 21,04''$$

$$\varphi^x = -6^\circ 55' 44.18'' \text{ LS}$$

$$C = 110^\circ 44' 47.44'' - 39^\circ 49' 34,33''$$

(C kelompok 1, maka arah kiblatnya condong ke barat).

$$= 70^\circ 55' 13,11''$$

Maka, nilai arah kiblat (B) adalah

$$\begin{aligned} \text{Cotan B} &= \tan +21^\circ 25' 21,04'' \cos -6^\circ 55' 44.18'' : \sin 70^\circ 55' \\ & \quad 13,11'' - \sin -6^\circ 55' 44.18'' : \tan 70^\circ 55' 13,11'' \end{aligned}$$

$$B = 65^\circ 35' 20.60'' \text{ UB (utara barat)}$$

- b. Menghitung Azimut Kiblat

Hasil perhitungan arah kiblat adalah UB (utara barat), maka untuk mendapatkan azimut kiblat menggunakan rumus:

$$\begin{aligned} \text{Azimut Kiblat} &= 360^\circ - B \\ &= 360^\circ - 65^\circ 35' 20.60'' \\ &= 294^\circ 24' 39,40'' \text{ UTSB} \end{aligned}$$

- c. Menghitung Sudut Waktu Matahari (t^m)

$$t^m = (\text{LMT} + e - (\text{BT}^L - \text{BT}^x)) : 15 - 12 \times 15$$

Data:

$$\text{LMT} = 03^j 47^m 25^d$$

$$e = \text{pada pukul } 03^j 47^m 25^d, \text{ tanggal 23 April 2016.}$$

$$= \text{pk. 03.00 WIB 23 April 2016 (pk. 20.00 GMT 22 April 2016)} = 00^j 01^m 38^d \text{ (A)}$$

$$= \text{pk. 04.00 WIB 23 April 2016 (pk. 21.00 GMT 22 April 2016)} = 00^j 01^m 39^d \text{ (B)}^{39}$$

$$= 00^j 47^m 25^d \text{ (C)}$$

$$= A - (A - B) \times C/1$$

$$e = 00^j 01^m 38,79^d$$

$$BT^L = 105^\circ BT$$

$$BT^X = 110^\circ 44' 47,44'' BT$$

Maka, nilai sudut waktu Matahari (t^m) adalah

$$t^m = (03^j 47^m 25^d + 00^j 01^m 38,79^d - (105^\circ - 110^\circ 44' 47,44'')) : \\ 15 - 12) \times 15$$

$$t^m = -116^\circ 59' 15,71'' T \text{ (timur)}$$

d. Menghitung Sudut Waktu Bulan (t^b)

$$t^b = AR^m - AR^b + t^m$$

Data:

$$AR^m = \text{Pada pukul } 03^j 47^m 25^d, \text{ tanggal 23 April 2016}$$

$$= \text{pk. 03.00 WIB 23 April 2016 (pk. 20.00 GMT 22 April 2016)} = 30^\circ 53' 32'' \text{ (A)}$$

$$= \text{pk. 04.00 WIB 23 April 2016 (pk. 21.00 GMT 22 April 2016)} = 30^\circ 55' 53'' \text{ (B)}^{40}$$

$$= 00^j 47^m 25^d \text{ (C)}$$

³⁹ Data *equation of time* (e) ini diambil dari data Winhisab 2.0 Badan Hidab dan Rukyat Departemen Agama RI.

⁴⁰ Data *Apparent Right Ascension* (AR^m) ini diambil dari data Winhisab 2.0 Badan Hidab dan Rukyat Departemen Agama RI.

$$= A - (A - B) \times C/1$$

$$AR^m = 30^\circ 55' 23,43'' \text{ (hasil interpolasi)}$$

$$AR^b = \text{Pada pukul } 03^j 47^m 25^d, \text{ tanggal 23 April 2016}$$

$$= \text{pk. 03.00 WIB 23 April 2016 (pk. 20.00 GMT 22 April 2016)} = 218^\circ 33' 32'' \text{ (A)}$$

$$= \text{pk. 04.00 WIB 23 April 2016 (pk. 21.00 GMT 22 April 2016)} = 219^\circ 02' 47'' \text{ (B)}^{41}$$

$$= 00^j 47^m 32^d \text{ (C)}$$

$$= A - (A - B) \times C/1$$

$$AR^b = 218^\circ 56' 38,94'' \text{ (hasil interpolasi)}$$

$$t^m = -116^\circ 59' 15,71'' \text{ T (timur)}$$

Maka, nilai sudut waktu Bulan (t^b) adalah

$$t^b = 30^\circ 55' 23,43'' - 218^\circ 56' 38,94'' + -116^\circ 59' 15,71'' \\ = -305^\circ 00' 31,22'' + 360^\circ$$

$$t^b = 54^\circ 59' 28,78'' \text{ B (barat)}$$

e. Menghitung Arah Bulan (A)

$$\text{Cotan A} = \tan \delta^b \cos \varphi^x : \sin t^b - \sin \varphi^x : \tan t^b$$

Data:

$$\delta^b = \text{Pada pukul } 03^j 47^m 25^d, \text{ tanggal 23 April 2016}$$

$$= \text{pk. 03.00 WIB 23 April 2016 (pk. 20.00 GMT 22 April 2016)} = -11^\circ 03' 04'' \text{ (A)}$$

$$= \text{pk. 04.00 WIB 23 April 2016 (pk. 21.00 GMT 22 April 2016)} = -11^\circ 10' 36'' \text{ (B)}^{42}$$

⁴¹ Data *Apparent Right Ascension* (AR^b) ini diambil dari data Winhisab 2.0 Badan Hidab dan Rukyat Departemen Agama RI.

$$= 00^j 47^m 25^d (C)$$

$$= A - (A - B) \times C/1$$

$$\delta^b = -11^\circ 09' 01.21'' \text{ (hasil interpolasi)}$$

$$\varphi^x = -6^\circ 55' 44,18'' \text{ LS (Lintang Selatan)}$$

$$t^b = 54^\circ 59' 28,78'' \text{ B (barat)}$$

Maka, nilai arah Bulan (A) adalah

$$\begin{aligned} \text{Cotan } A &= \tan -11^\circ 09' 01.21'' \cos -6^\circ 55' 44,18'' : \sin 54^\circ 59' 28,78'' \\ &\quad - \sin -6^\circ 55' 44,18'' : \tan 54^\circ 59' 28,78'' \end{aligned}$$

$$A = -81^\circ 13'' 24,37'' \text{ SB (selatan barat)}$$

f. Menghitung Azimut Bulan

Arah Bulan pada pengujian ketujuh adalah SB (selatan barat), maka azimut Bulan pada pengujian ketujuh = $180^\circ - A$

$$\begin{aligned} \text{Azimut Bulan} &= 180^\circ - A \\ &= 180^\circ - -81^\circ 13'' 24,37'' \end{aligned}$$

$$\text{Azimut Bulan} = 261^\circ 13'' 24,37'' \text{ UT SB}$$

g. Menghitung Sudut Kiblat dari Bayangan Bulan (Q)

$$Q = \text{Az Kiblat} - \text{Az Bulan}$$

$$Q = 294^\circ 24' 39,40'' - 261^\circ 13'' 24,37''$$

$$= 33^\circ 11' 15.03'' \text{ (Arah Kiblat di sebelah kanan bayangan Bulan)}$$

h. Membuat segitiga siku-siku dari bayangan Bulan

$$\mathbf{q (M G) = \tan Q \cdot g (Q M)}$$

Data:

⁴² Data deklinasi Bulan (δ^b) ini diambil dari data Winhisab 2.0 Badan Hidab dan Rukyat Departemen Agama RI.

$$Q = 33^{\circ} 11' 15.03''$$

$$g(Q M) = 25 \text{ cm}$$

Maka, panjang sisi q (M G) adalah

$$\begin{aligned} q(M G) &= \tan 33^{\circ} 11' 15.03'' \times 25 \\ &= 16,35175819 \text{ cm} \\ &= 16,35 \text{ cm (pembulatan)} \end{aligned}$$

Ujung q (titik G) ditarik garis lurus yang menghubungkan dengan ujung garis lurus bayangan yang menjauh dari azimuth kiblat (titik Q). Garis lurus yang menghubungkan ujung q (titik G) dengan titik Q ini merupakan sisi miring (m) dalam sebuah segitiga siku-siku dan sekaligus merupakan arah kiblat di tempat tersebut. Sisi m (G Q) adalah sisi miring yang merupakan arah kiblat. Untuk mengetahui panjang sisi m (G Q) ini dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$m(Q G) = g(Q M) : \cos Q$$

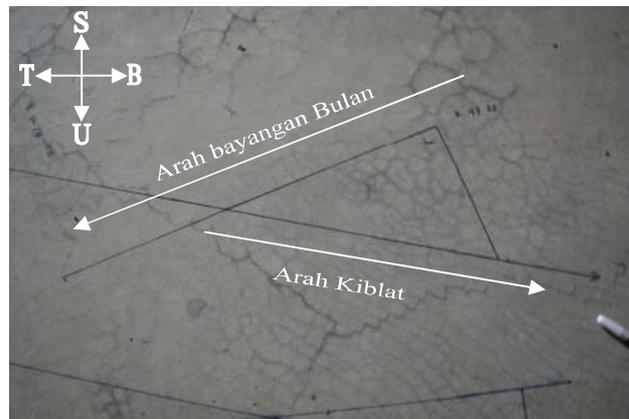
$$Q = 33^{\circ} 11' 15.03''$$

$$g(Q B) = 25 \text{ cm}$$

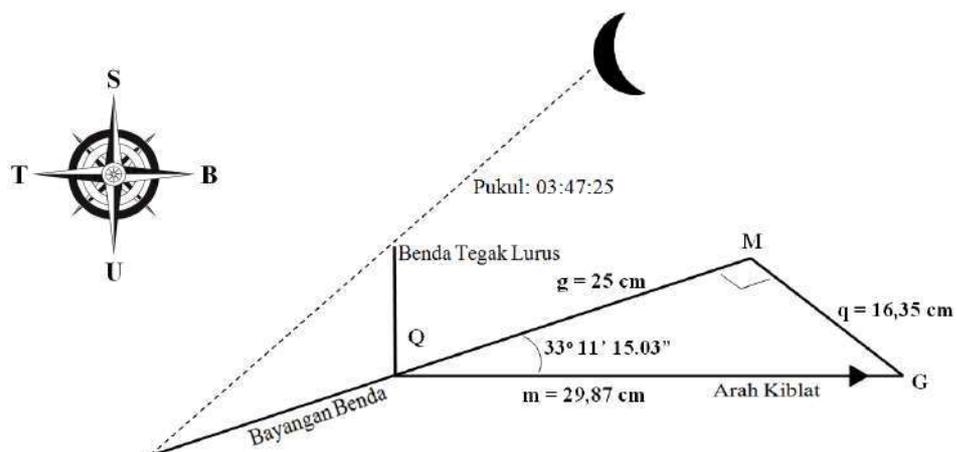
Maka, panjang sisi m (Q G) adalah

$$\begin{aligned} m(Q G) &= 25 : \cos 33^{\circ} 11' 15.03'' \\ &= 29,87272997 \text{ cm} \\ &= 29,87 \text{ cm (pembulatan)} \end{aligned}$$

Gambar 3.29.: Hasil pengujian ketujuh pada pukul 03:47:25 WIB tanggal 23 April 2016 bertepatan dengan tanggal 15 Rajab 1437 H



Gambar 3.30.: Ilustrasi hasil pengujian ketujuh pada pukul 03:47:25 WIB tanggal 23 April 2016 bertepatan dengan tanggal 15 Rajab 1437 H



8. Pengujian Kedelapan Pada Pukul 04:04:53 WIB Tanggal 23 April 2016 M/ 15 Rajab 1437 H.

Pada pengujian kedelapan dilakukan di lokasi yang sama, yaitu di Lintang Tempat (φ^x) = $-6^\circ 55' 44.18''$ LS dan Bujur Tempat (λ^x) = $110^\circ 44' 47.44''$ (BT). Sedangkan untuk Kakbah menggunakan data Lintang Kakbah (φ^k) = $+21^\circ 25' 21,04''$ (LU) dan Bujur Kakbah (λ^k) = $39^\circ 49' 34,33''$ (BT).

Pengujian kedelapan ini dilakukan pada pukul 04:04:53 WIB tanggal 23 April 2016 M. bertepatan dengan tanggal 15 Rajab 1437 H.

Gambar 3.31.: Bayangan Bulan pada pengujian kedelapan yang dilakukan pada pukul 04:04:53 WIB tanggal 23 April 2016 bertepatan dengan tanggal 15 Rajab 1437 H yang diambil dengan Kamera Nikon D3200.



a. Menghitung Arah Kiblat (B)

$$\text{Cotan } B = \tan \varphi^k \cos \varphi^x : \sin C - \sin \varphi^x : \tan C.$$

Data:

$$\varphi^k = +21^\circ 25' 21,04''$$

$$\varphi^x = -6^\circ 55' 44.18'' \text{ LS}$$

$$C = 110^\circ 44' 47.44'' - 39^\circ 49' 34,33''$$

(C kelompok 1, maka arah kiblatnya condong ke barat).

$$= 70^\circ 55' 13,11''$$

Maka, nilai arah kiblat (B) adalah

$$\text{Cotan } B = \tan +21^\circ 25' 21,04'' \cos -6^\circ 55' 44.18'' : \sin 70^\circ 55'$$

$$13,11'' - \sin -6^\circ 55' 44.18'' : \tan 70^\circ 55' 13,11''$$

$$B = 65^\circ 35' 20.60'' \text{ UB (utara barat)}$$

b. Menghitung Azimut Kiblat

Hasil perhitungan arah kiblat adalah UB (utara barat), maka untuk mendapatkan azimut kiblat menggunakan rumus:

$$\begin{aligned}\text{Azimut Kiblat} &= 360^\circ - B \\ &= 360^\circ - 65^\circ 35' 20.60'' \\ &= 294^\circ 24' 39,40'' \text{ UTSB}\end{aligned}$$

c. Menghitung Sudut Waktu Matahari (t^m)

$$t^m = (\text{LMT} + e - (\text{BT}^L - \text{BT}^X) : 15 - 12) \times 15$$

Data:

$$\text{LMT} = 04^j 04^m 53^d$$

$$e = \text{pada pukul } 04^j 04^m 53^d, \text{ tanggal } 23 \text{ April } 2016.$$

$$= \text{pk. } 04.00 \text{ WIB } 23 \text{ April } 2016 \text{ (pk. } 21.00 \text{ GMT } 22 \text{ April } 2016) = 00^j 01^m 39^d \text{ (A)}$$

$$= \text{pk. } 05.00 \text{ WIB } 23 \text{ April } 2016 \text{ (pk. } 22.00 \text{ GMT } 22 \text{ April } 2016) = 00^j 01^m 39^d \text{ (B)}^{43}$$

$$= 00^j 04^m 53^d \text{ (C)}$$

$$= A - (A - B) \times C/1$$

$$e = 00^j 01^m 39^d$$

$$\text{BT}^L = 105^\circ \text{ BT}$$

$$\text{BT}^X = 110^\circ 44' 47.44'' \text{ BT}$$

Maka, nilai sudut waktu Matahari (t^m) adalah

$$\begin{aligned}t^m &= (04^j 04^m 53^d + 00^j 01^m 39^d - (105^\circ - 110^\circ 44' 47.44'') : 15 \\ &\quad - 12) \times 15\end{aligned}$$

⁴³ Data *equation of time* (e) ini diambil dari data Winhisab 2.0 Badan Hidab dan Rukyat Departemen Agama RI.

$$t^m = -112^\circ 37' 11,56'' \text{ T (timur)}$$

d. Menghitung Sudut Waktu Bulan (t^b)

$$t^b = AR^m - AR^b + t^m$$

Data:

$$AR^m = \text{Pada pukul } 04^j 04^m 53^d, \text{ tanggal 23 April 2016}$$

$$= \text{pk. 04.00 WIB 23 April 2016 (pk. 21.00 GMT 22 April 2016)} = 30^\circ 55' 53'' \text{ (A)}$$

$$= \text{pk. 05.00 WIB 23 April 2016 (pk. 22.00 GMT 22 April 2016)} = 30^\circ 58' 13'' \text{ (B)}^{44}$$

$$= 00^j 04^m 53^d \text{ (C)}$$

$$= A - (A - B) \times C/1$$

$$AR^m = 30^\circ 56' 04,39'' \text{ (hasil interpolasi)}$$

$$AR^b = \text{Pada pukul } 04^j 04^m 53^d, \text{ tanggal 23 April 2016}$$

$$= \text{pk. 04.00 WIB 23 April 2016 (pk. 21.00 GMT 22 April 2016)} = 219^\circ 02' 47'' \text{ (A)}$$

$$= \text{pk. 05.00 WIB 23 April 2016 (pk. 22.00 GMT 22 April 2016)} = 219^\circ 32' 03'' \text{ (B)}^{45}$$

$$= 00^j 04^m 53^d \text{ (C)}$$

$$= A - (A - B) \times C/1$$

$$AR^b = 219^\circ 05' 09,92'' \text{ (hasil interpolasi)}$$

$$t^m = -112^\circ 37' 11,56'' \text{ T (timur)}$$

Maka, nilai sudut waktu Bulan (t^b) adalah

⁴⁴ Data *Apparent Right Ascension* (AR^m) ini diambil dari data Winhisab 2.0 Badan Hidab dan Rukyat Departemen Agama RI.

⁴⁵ Data *Apparent Right Ascension* (AR^b) ini diambil dari data Winhisab 2.0 Badan Hidab dan Rukyat Departemen Agama RI.

$$\begin{aligned}
 t^b &= 30^\circ 56' 04,39'' - 219^\circ 05' 09,92'' + -112^\circ 37' 11,56'' \\
 &= -300^\circ 46' 18,09'' + 360^\circ \\
 t^b &= 59^\circ 13' 41,91'' \text{ B (barat)}
 \end{aligned}$$

e. Menghitung Arah Bulan (A)

$$\text{Cotan A} = \tan \delta^b \cos \varphi^x : \sin t^b - \sin \varphi^x : \tan t^b$$

Data:

$$\begin{aligned}
 \delta^b &= \text{Pada pukul } 04^j 04^m 53^d, \text{ tanggal 23 April 2016} \\
 &= \text{pk. 04.00 WIB 23 April 2016 (pk. 21.00 GMT 22 April} \\
 &\quad \text{2016)} = -11^\circ 10' 36'' \text{ (A)} \\
 &= \text{pk. 05.00 WIB 23 April 2016 (pk. 22.00 GMT 22 April} \\
 &\quad \text{2016)} = -11^\circ 18' 05'' \text{ (B)}^{46} \\
 &= 00^j 04^m 53^d \text{ (C)} \\
 &= A - (A - B) \times C/1 \\
 \delta^b &= -11^\circ 11' 12,54'' \text{ (hasil interpolasi)} \\
 \varphi^x &= -6^\circ 55' 44,18'' \text{ LS (Lintang Selatan)} \\
 t^b &= 59^\circ 13' 41,91'' \text{ B (barat)}
 \end{aligned}$$

Maka, nilai arah Bulan (A) adalah

$$\begin{aligned}
 \text{Cotan A} &= \tan -11^\circ 11' 12,54'' \cos -6^\circ 55' 44,18'' : \sin 59^\circ 13' 41,91'' \\
 &\quad - \sin -6^\circ 55' 44,18'' : \tan 59^\circ 13' 41,91'' \\
 A &= -81^\circ 05'' 47,82'' \text{ SB (selatan barat)}
 \end{aligned}$$

f. Menghitung Azimut Bulan

Arah Bulan pada pengujian kedelapan adalah SB (selatan barat),
maka azimut Bulan pada pengujian kedelapan = $180^\circ - A$

⁴⁶ Data deklinasi Bulan (δ^b) ini diambil dari data Winhisab 2.0 Badan Hidab dan Rukyat Departemen Agama RI.

$$\begin{aligned}\text{Azimut Bulan} &= 180^\circ - A \\ &= 180^\circ - -81^\circ 05'' 47,82''\end{aligned}$$

$$\text{Azimut Bulan} = 261^\circ 05'' 47,82'' \text{ UTSB}$$

g. Menghitung Sudut Kiblat dari Bayangan Bulan (Q)

$$Q = \text{Az Kiblat} - \text{Az Bulan}$$

$$Q = 294^\circ 24' 39,40'' - 261^\circ 05'' 47,82''$$

$$= 33^\circ 18' 51.58'' \text{ (Arah Kiblat di sebelah kanan bayangan Bulan)}$$

h. Membuat segitiga siku-siku dari bayangan Bulan

$$q \text{ (M G)} = \tan Q \cdot g \text{ (Q M)}$$

Data:

$$Q = 33^\circ 18' 51.58''$$

$$g \text{ (Q M)} = 25 \text{ cm}$$

Maka, panjang sisi q (M G) adalah

$$q \text{ (M G)} = \tan 33^\circ 18' 51.58'' \times 25$$

$$= 16,43088122 \text{ cm}$$

$$= 16,43 \text{ cm (pembulatan)}$$

Ujung q (titik G) ditarik garis lurus yang menghubungkan dengan ujung garis lurus bayangan yang menjauh dari azimut kiblat (titik Q). Garis lurus yang menghubungkan ujung q (titik G) dengan titik Q ini merupakan sisi miring (m) dalam sebuah segitiga siku-siku dan sekaligus merupakan arah kiblat di tempat tersebut. Sisi m (G Q) adalah sisi miring yang merupakan arah kiblat. Untuk mengetahui

panjang sisi m (G Q) ini dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$m(QG) = g(QM) : \cos Q$$

$$Q = 33^{\circ} 18' 51.58''$$

$$g(QB) = 25 \text{ cm}$$

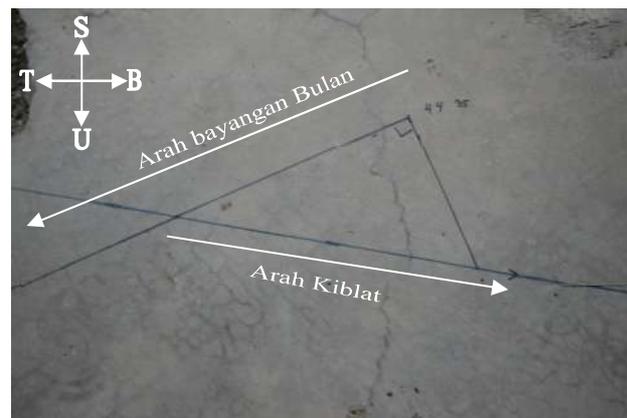
Maka, panjang sisi m (Q G) adalah

$$m(QG) = 25 : \cos 33^{\circ} 18' 51.58''$$

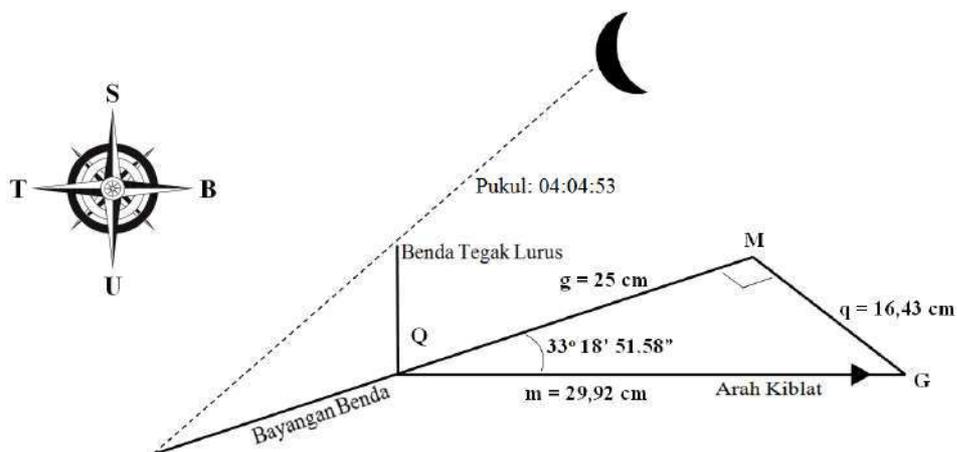
$$= 29,91611368 \text{ cm}$$

$$= 29,92 \text{ cm (pembulatan)}$$

Gambar 3.32.: Hasil pengujian kedelapan pada pukul 04:04:53 WIB tanggal 23 April 2016 bertepatan dengan tanggal 15 Rajab 1437 H



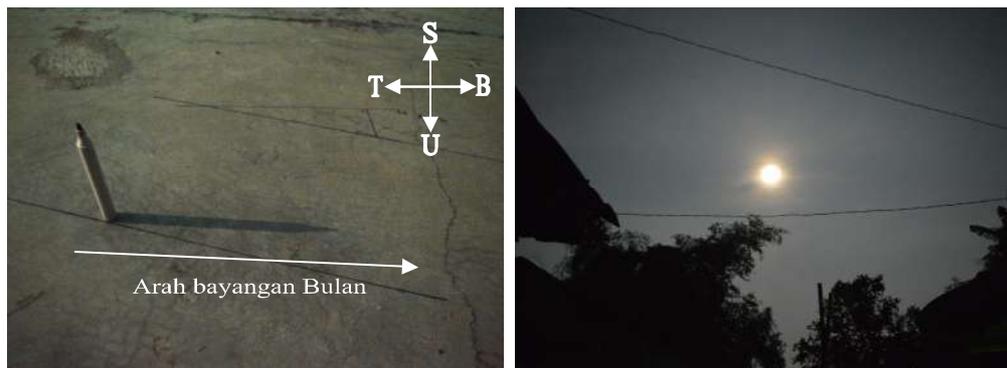
Gambar 3.33.: Ilustrasi hasil pengujian kedelapan pada pukul 04:04:53 WIB tanggal 23 April 2016 bertepatan dengan tanggal 15 Rajab 1437 H



9. Pengujian Kesembilan Pada Pukul 20:32:28 WIB Tanggal 23 April 2016 M/ 16 Rajab 1437 H.

Pada pengujian kesembilan dilakukan di lokasi yang sama, yaitu berada di Lintang Tempat (φ^x) = $-6^\circ 55' 44.18''$ LS dan Bujur Tempat (λ^x) = $110^\circ 44' 47.44''$ (BT). Sedangkan untuk Kakbah menggunakan data Lintang Kakbah (φ^k) = $+21^\circ 25' 21,04''$ (LU) dan Bujur Kakbah (λ^k) = $39^\circ 49' 34,33''$ (BT). Pengujian kesembilan dilakukan pada pukul 20:32:28 WIB tanggal 23 April 2016 M. bertepatan dengan tanggal 16 Rajab 1437 H.

Gambar 3.34.: Bayangan Bulan pada pengujian kesembilan yang dilakukan pada pukul 20:32:28 WIB tanggal 23 April 2016 bertepatan dengan tanggal 16 Rajab 1437 H yang diambil dengan Kamera Nikon D3200.



- a. Menghitung Arah Kiblat (B)

$$\text{Cotan B} = \tan \varphi^k \cos \varphi^x : \sin C - \sin \varphi^x : \tan C.$$

Data:

$$\varphi^k = +21^\circ 25' 21,04''$$

$$\varphi^x = -6^\circ 55' 44.18'' \text{ LS}$$

$$C = 110^\circ 44' 47.44'' - 39^\circ 49' 34,33''$$

(C kelompok 1, maka arah kiblatnya condong ke barat).

$$= 70^\circ 55' 13,11''$$

Maka, nilai arah kiblat (B) adalah

$$\begin{aligned} \text{Cotan } B &= \tan +21^{\circ} 25' 21,04'' \cos -6^{\circ} 55' 44,18'' : \sin 70^{\circ} 55' \\ & 13,11'' - \sin -6^{\circ} 55' 44,18'' : \tan 70^{\circ} 55' 13,11'' \end{aligned}$$

$$B = 65^{\circ} 35' 20,60'' \text{ UB (utara barat)}$$

b. Menghitung Azimut Kiblat

Hasil perhitungan arah kiblat adalah UB (utara barat), maka untuk mendapatkan azimut kiblat menggunakan rumus:

$$\begin{aligned} \text{Azimut Kiblat} &= 360^{\circ} - B \\ &= 360^{\circ} - 65^{\circ} 35' 20,60'' \\ &= 294^{\circ} 24' 39,40'' \text{ UTSB} \end{aligned}$$

c. Menghitung Sudut Waktu Matahari (t^m)

$$t^m = (\text{LMT} + e - (\text{BT}^L - \text{BT}^X) : 15 - 12) \times 15$$

Data:

$$\text{LMT} = 20^j 32^m 28^d$$

$$e = \text{pada pukul } 20^j 32^m 28^d, \text{ tanggal } 23 \text{ April } 2016.$$

$$= \text{pk. } 20.00 \text{ WIB (pk. } 13.00 \text{ GMT)} = 00^j 01^m 46^d \text{ (A)}$$

$$= \text{pk. } 21.00 \text{ WIB (pk. } 14.00 \text{ GMT)} = 00^j 01^m 47^d \text{ (B)}^{47}$$

$$= 00^j 32^m 28^d \text{ (C)}$$

$$= A - (A - B) \times C/1$$

$$e = 00^j 01^m 46,54^d$$

$$\text{BT}^L = 105^{\circ} \text{ BT}$$

$$\text{BT}^X = 110^{\circ} 44' 47,44'' \text{ BT}$$

Maka, nilai sudut waktu Matahari (t^m) adalah

⁴⁷ Data *equation of time* (e) ini diambil dari data Winhisab 2.0 Badan Hidab dan Rukyat Departemen Agama RI.

$$t^m = (20^j 32^m 28^d + 00^j 01^m 46,54^d - (105^\circ - 110^\circ 44' 47.44'')) : \\ 15 - 12) \times 15$$

$$t^m = 134^\circ 18' 25,54'' \text{ B (barat)}$$

d. Menghitung Sudut Waktu Bulan (t^b)

$$t^b = AR^m - AR^b + t^m$$

Data:

AR^m = Pada pukul $20^j 32^m 28^d$, tanggal 23 April 2016

= pk. 20.00 WIB (pk. 13.00 GMT) = $31^\circ 33' 26''$ (A)

= pk. 21.00 WIB (pk. 14.00 GMT) = $31^\circ 35' 47''$ (B)⁴⁸

= $00^j 32^m 28^d$ (C)

= $A - (A - B) \times C/1$

AR^m = $31^\circ 34' 42,30''$ (hasil interpolasi)

AR^b = Pada pukul $20^j 32^m 28^d$, tanggal 23 April 2016

= pk. 20.00 WIB (pk. 13.00 GMT) = $226^\circ 54' 43''$ (A)

= pk. 21.00 WIB (pk. 14.00 GMT) = $227^\circ 24' 29''$ (B)⁴⁹

= $00^j 32^m 28^d$ (C)

= $A - (A - B) \times C/1$

AR^b = $227^\circ 10' 49,42''$ (hasil interpolasi)

t^m = $134^\circ 18' 25,54''$ B (barat)

Maka, nilai sudut waktu Bulan (t^b) adalah

$$t^b = 31^\circ 34' 42,30'' - 227^\circ 10' 49,42'' + 134^\circ 18' 25,54''$$

$$= -61^\circ 17' 41,58'' \text{ T (timur)}$$

⁴⁸ Data *Apparent Right Ascension* (AR^m) ini diambil dari data Winhisab 2.0 Badan Hidab dan Rukyat Departemen Agama RI.

⁴⁹ Data *Apparent Right Ascension* (AR^b) ini diambil dari data Winhisab 2.0 Badan Hidab dan Rukyat Departemen Agama RI.

$$t^b = 61^\circ 17' 41,58'' \text{ T (timur)}$$

e. Menghitung Arah Bulan (A)

$$\text{Cotan A} = \tan \delta^b \cos \varphi^x : \sin t^b - \sin \varphi^x : \tan t^b$$

Data:

$$\delta^b = \text{Pada pukul } 20^j 32^m 28^d, \text{ tanggal } 23 \text{ April } 2016$$

$$= \text{pk. } 20.00 \text{ WIB (pk. } 13.00 \text{ GMT)} = -13^\circ 04' 27'' \text{ (A)}$$

$$= \text{pk. } 21.00 \text{ WIB (pk. } 14.00 \text{ GMT)} = -13^\circ 11' 07'' \text{ (B)}^{50}$$

$$= 00^j 32^m 28^d \text{ (C)}$$

$$= A - (A - B) \times C/1$$

$$\delta^b = -13^\circ 08' 03.44'' \text{ (hasil interpolasi)}$$

$$\varphi^x = -6^\circ 55' 44,18'' \text{ LS (Lintang Selatan)}$$

$$t^b = 61^\circ 17' 41,58'' \text{ T (timur)}$$

Maka, nilai arah Bulan (A) adalah

$$\begin{aligned} \text{Cotan A} &= \tan -13^\circ 08' 03.44'' \cos -6^\circ 55' 44,18'' : \sin 61^\circ 17' 41,58'' \\ &\quad - \sin -6^\circ 55' 44,18'' : \tan 61^\circ 17' 41,58'' \end{aligned}$$

$$A = -78^\circ 47'' 55,44'' \text{ ST (selatan timur)}$$

f. Menghitung Azimut Bulan

Arah Bulan pada pengujian kesembilan adalah ST (selatan timur),

maka azimut Bulan pada pengujian kesembilan = $180^\circ + A$

$$\text{Azimut Bulan} = 180^\circ + A$$

$$= 180^\circ + -78^\circ 47'' 55,44''$$

$$\text{Azimut Bulan} = 101^\circ 12'' 04,56'' \text{ UTSSB}$$

⁵⁰ Data deklinasi Bulan (δ^b) ini diambil dari data Winhisab 2.0 Badan Hidab dan Rukyat Departemen Agama RI.

g. Menghitung Sudut Kiblat dari Bayangan Bulan (Q)

$$Q = \text{Az Kiblat} - (180^\circ + \text{Az Bulan})$$

$$Q = 294^\circ 24' 39,40'' - (180^\circ + 101^\circ 12'' 04,56'')$$

$$= 294^\circ 24' 39,40'' - 281^\circ 12'' 04,56''$$

$$= 13^\circ 12' 34.84'' \text{ (Arah Kiblat di sebelah kanan bayangan Bulan)}$$

h. Membuat segitiga siku-siku dari bayangan Bulan

$$q \text{ (M G)} = \tan Q \cdot g \text{ (Q M)}$$

Data:

$$Q = 13^\circ 12' 34.84''$$

$$g \text{ (Q M)} = 25 \text{ cm}$$

Maka, panjang sisi q (M G) adalah

$$q \text{ (M G)} = \tan 13^\circ 12' 34.84'' \times 25$$

$$= 5,86815227 \text{ cm}$$

$$= 5,87 \text{ cm (pembulatan)}$$

Ujung q (titik G) ditarik garis lurus yang menghubungkan dengan ujung garis lurus bayangan yang menjauh dari azimuth kiblat (titik Q). Garis lurus yang menghubungkan ujung q (titik G) dengan titik Q ini merupakan sisi miring (m) dalam sebuah segitiga siku-siku dan sekaligus merupakan arah kiblat di tempat tersebut. Sisi m (G Q) adalah sisi miring yang merupakan arah kiblat. Untuk mengetahui panjang sisi m (G Q) ini dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$m \text{ (Q G)} = g \text{ (Q M)} : \cos Q$$

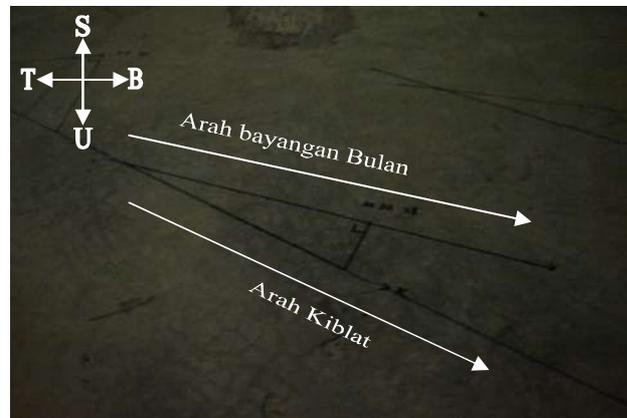
$$Q = 13^{\circ} 12' 34.84''$$

$$g(Q B) = 25 \text{ cm}$$

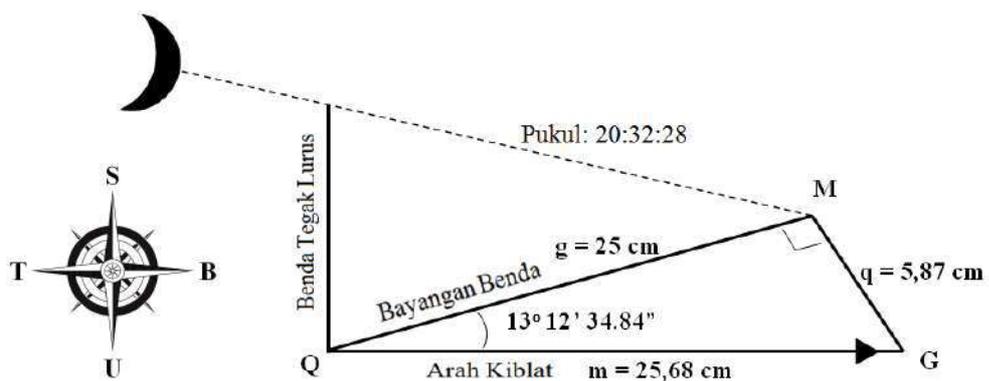
Maka, panjang sisi m (Q G) adalah

$$\begin{aligned} m(Q G) &= 25 : \cos 13^{\circ} 12' 34.84'' \\ &= 25,67947061 \text{ cm} \\ &= 25,68 \text{ cm (pembulatan)} \end{aligned}$$

Gambar 3.35.: Hasil pengujian kesembilan pada pukul 20:32:28 WIB tanggal 23 April 2016 bertepatan dengan tanggal 16 Rajab 1437 H



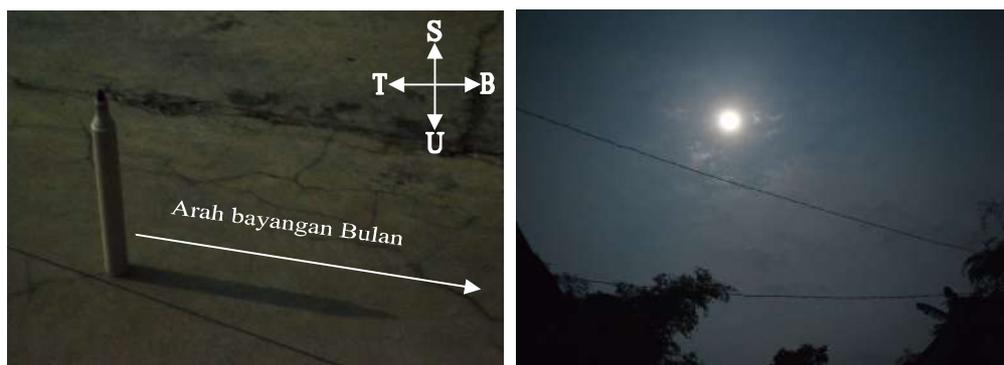
Gambar 3.36.: Ilustrasi hasil pengujian kesembilan pada pukul 20:32:28 WIB tanggal 23 April 2016 bertepatan dengan tanggal 16 Rajab 1437 H



10. Pengujian Kesepuluh Pada Pukul 21:07:23 WIB Tanggal 23 April 2016 M/ 16 Rajab 1437 H.

Pada pengujian kesepuluh dilakukan di lokasi yang sama, yaitu berada di Lintang Tempat (ϕ^x) = $-6^\circ 55' 44.18''$ LS dan Bujur Tempat (λ^x) = $110^\circ 44' 47.44''$ (BT). Sedangkan untuk Kakbah menggunakan data Lintang Kakbah (ϕ^k) = $+21^\circ 25' 21,04''$ (LU) dan Bujur Kakbah (λ^k) = $39^\circ 49' 34,33''$ (BT). Pengujian kesepuluh dilakukan pada pukul 21:07:23 WIB tanggal 23 April 2016 M. bertepatan dengan tanggal 16 Rajab 1437 H.

Gambar 3.37.: Bayangan Bulan pada pengujian kesepuluh yang dilakukan pada pukul 21:07:23 WIB tanggal 23 April 2016 bertepatan dengan tanggal 16 Rajab 1437 H yang diambil dengan Kamera Nikon D3200.



- a. Menghitung Arah Kiblat (B)

$$\text{Cotan B} = \tan \phi^k \cos \phi^x : \sin C - \sin \phi^x : \tan C.$$

Data:

$$\phi^k = +21^\circ 25' 21,04''$$

$$\phi^x = -6^\circ 55' 44.18'' \text{ LS}$$

$$C = 110^\circ 44' 47.44'' - 39^\circ 49' 34,33''$$

(C kelompok 1, maka arah kiblatnya condong ke barat).

$$= 70^\circ 55' 13,11''$$

Maka, nilai arah kiblat (B) adalah

$$\begin{aligned} \text{Cotan } B &= \tan +21^{\circ} 25' 21,04'' \cos -6^{\circ} 55' 44,18'' : \sin 70^{\circ} 55' \\ & 13,11'' - \sin -6^{\circ} 55' 44,18'' : \tan 70^{\circ} 55' 13,11'' \end{aligned}$$

$$B = 65^{\circ} 35' 20,60'' \text{ UB (utara barat)}$$

b. Menghitung Azimut Kiblat

Hasil perhitungan arah kiblat adalah UB (utara barat), maka untuk mendapatkan azimut kiblat menggunakan rumus:

$$\begin{aligned} \text{Azimut Kiblat} &= 360^{\circ} - B \\ &= 360^{\circ} - 65^{\circ} 35' 20,60'' \\ &= 294^{\circ} 24' 39,40'' \text{ UTSB} \end{aligned}$$

c. Menghitung Sudut Waktu Matahari (t^m)

$$t^m = (\text{LMT} + e - (\text{BT}^L - \text{BT}^X) : 15 - 12) \times 15$$

Data:

$$\text{LMT} = 21^j 07^m 23^d$$

$$e = \text{pada pukul } 21^j 07^m 23^d, \text{ tanggal } 23 \text{ April } 2016.$$

$$= \text{pk. } 21.00 \text{ WIB (pk. } 14.00 \text{ GMT)} = 00^j 01^m 47^d \text{ (A)}$$

$$= \text{pk. } 22.00 \text{ WIB (pk. } 15.00 \text{ GMT)} = 00^j 01^m 47^d \text{ (B)}^{51}$$

$$= 00^j 07^m 23^d \text{ (C)}$$

$$= A - (A - B) \times C/1$$

$$e = 00^j 01^m 47^d$$

$$\text{BT}^L = 105^{\circ} \text{ BT}$$

$$\text{BT}^X = 110^{\circ} 44' 47,44'' \text{ BT}$$

Maka, nilai sudut waktu Matahari (t^m) adalah

⁵¹ Data *equation of time* (e) ini diambil dari data Winhisab 2.0 Badan Hidab dan Rukyat Departemen Agama RI.

$$t^m = (21^j 07^m 23^d + 00^j 01^m 47^d - (105^\circ - 110^\circ 44' 47.44'') : 15 - 12) \times 15$$

$$t^m = 143^\circ 02' 17,44'' \text{ B (barat)}$$

d. Menghitung Sudut Waktu Bulan (t^b)

$$t^b = AR^m - AR^b + t^m$$

Data:

AR^m = Pada pukul $21^j 07^m 23^d$, tanggal 23 April 2016

= pk. 21.00 WIB (pk. 14.00 GMT) = $31^\circ 35' 47''$ (A)

= pk. 22.00 WIB (pk. 15.00 GMT) = $31^\circ 38' 08''$ (B)⁵²

= $00^j 07^m 23^d$ (C)

= $A - (A - B) \times C/1$

AR^m = $31^\circ 36' 04,35''$ (hasil interpolasi)

AR^b = Pada pukul $21^j 07^m 23^d$, tanggal 23 April 2016

= pk. 21.00 WIB (pk. 14.00 GMT) = $227^\circ 24' 29''$ (A)

= pk. 22.00 WIB (pk. 15.00 GMT) = $227^\circ 54' 17''$ (B)⁵³

= $00^j 07^m 23^d$ (C)

= $A - (A - B) \times C/1$

AR^b = $227^\circ 28' 09,02''$ (hasil interpolasi)

t^m = $143^\circ 02' 17,44''$ B (barat)

Maka, nilai sudut waktu Bulan (t^b) adalah

$$t^b = 31^\circ 36' 04,35'' - 227^\circ 28' 09,02'' + 143^\circ 02' 17,44''$$

$$= -52^\circ 49' 47,23'' \text{ T (timur)}$$

⁵² Data *Apparent Right Ascension* Matahari (AR^m) ini diambil dari data Winhisab 2.0 Badan Hidab dan Rukyat Departemen Agama RI.

⁵³ Data *Apparent Right Ascension* Bulan (AR^b) ini diambil dari data Winhisab 2.0 Badan Hidab dan Rukyat Departemen Agama RI.

$$t^b = 52^\circ 49' 47,23'' \text{ T (timur)}$$

e. Menghitung Arah Bulan (A)

$$\text{Cotan A} = \tan \delta^b \cos \varphi^x : \sin t^b - \sin \varphi^x : \tan t^b$$

Data:

$$\delta^b = \text{Pada pukul } 21^j \text{ } 07^m \text{ } 23^d, \text{ tanggal } 23 \text{ April } 2016$$

$$= \text{pk. } 21.00 \text{ WIB (pk. } 14.00 \text{ GMT)} = -13^\circ 11' 07'' \text{ (A)}$$

$$= \text{pk. } 22.00 \text{ WIB (pk. } 15.00 \text{ GMT)} = -13^\circ 17' 44'' \text{ (B)}^{54}$$

$$= 00^j \text{ } 07^m \text{ } 23^d \text{ (C)}$$

$$= A - (A - B) \times C/1$$

$$\delta^b = -13^\circ 11' 55.85'' \text{ (hasil interpolasi)}$$

$$\varphi^x = -6^\circ 55' 44,18'' \text{ LS (Lintang Selatan)}$$

$$t^b = 52^\circ 49' 47,23'' \text{ T (timur)}$$

Maka, nilai arah Bulan (A) adalah

$$\begin{aligned} \text{Cotan A} &= \tan -13^\circ 11' 55.85'' \cos -6^\circ 55' 44,18'' : \sin 52^\circ 49' 47,23'' \\ &\quad - \sin -6^\circ 55' 44,18'' : \tan 52^\circ 49' 47,23'' \end{aligned}$$

$$A = -78^\circ 39'' 05,59'' \text{ ST (selatan timur)}$$

f. Menghitung Azimut Bulan

Arah Bulan pada pengujian kesepuluh adalah ST (selatan timur),

maka azimut Bulan pada pengujian kesepuluh = $180^\circ + A$

$$\text{Azimut Bulan} = 180^\circ + A$$

$$= 180^\circ + -78^\circ 39'' 05,59''$$

$$\text{Azimut Bulan} = 101^\circ 20'' 54,41'' \text{ UTSSB}$$

⁵⁴ Data deklinasi Bulan (δ^b) ini diambil dari data Winhisab 2.0 Badan Hidab dan Rukyat Departemen Agama RI.

g. Menghitung Sudut Kiblat dari Bayangan Bulan (Q)

$$Q = Az \text{ Kiblat} - (180^\circ + Az \text{ Bulan})$$

$$Q = 294^\circ 24' 39,40'' - (180^\circ + 101^\circ 20' 54,41'')$$

$$= 294^\circ 24' 39,40'' - 281^\circ 20' 54,41''$$

$$= 13^\circ 03' 44.99'' \text{ (Arah Kiblat di sebelah kanan bayangan Bulan)}$$

h. Membuat segitiga siku-siku dari bayangan Bulan

$$q \text{ (M G)} = \tan Q \cdot g \text{ (Q M)}$$

Data:

$$Q = 13^\circ 03' 44.99''$$

$$g \text{ (Q M)} = 25 \text{ cm}$$

Maka, panjang sisi q (M G) adalah

$$q \text{ (M G)} = \tan 13^\circ 03' 44.99'' \times 25$$

$$= 5,800435053 \text{ cm}$$

$$= 5,80 \text{ cm (pembulatan)}$$

Ujung q (titik G) ditarik garis lurus yang menghubungkan dengan ujung garis lurus bayangan yang menjauh dari azimuth kiblat (titik Q). Garis lurus yang menghubungkan ujung q (titik G) dengan titik Q ini merupakan sisi miring (m) dalam sebuah segitiga siku-siku dan sekaligus merupakan arah kiblat di tempat tersebut. Sisi m (G Q) adalah sisi miring yang merupakan arah kiblat. Untuk mengetahui panjang sisi m (G Q) ini dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$m \text{ (Q G)} = g \text{ (Q M)} : \cos Q$$

$$Q = 13^{\circ} 03' 44.99''$$

$$g(QB) = 25 \text{ cm}$$

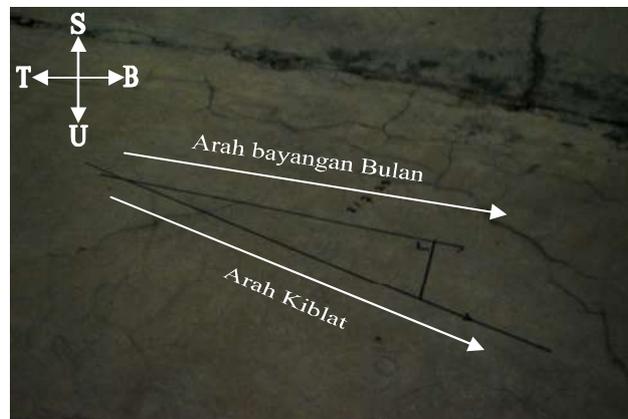
Maka, panjang sisi m (Q G) adalah

$$m(QG) = 25 : \cos 13^{\circ} 03' 44.99''$$

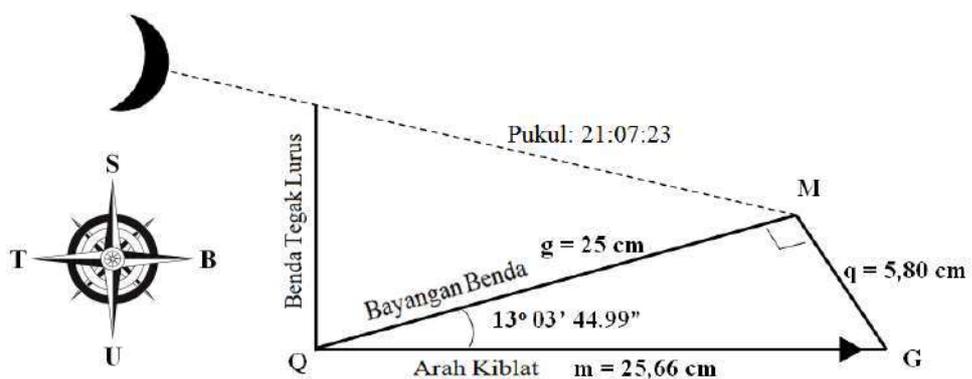
$$= 25,66408087 \text{ cm}$$

$$= 25,66 \text{ cm (pembulatan)}$$

Gambar 3.38.: Hasil pengujian kesepuluh pada pukul 21:07:23 WIB tanggal 23 April 2016 bertepatan dengan tanggal 16 Rajab 1437 H



Gambar 3.39.: Ilustrasi hasil pengujian kesepuluh pada pukul 21:07:23 WIB tanggal 23 April 2016 bertepatan dengan tanggal 16 Rajab 1437 H



BAB IV
ANALISIS PENGUKURAN ARAH KIBLAT
DENGAN SEGITIGA SIKU-SIKU DARI BAYANGAN BULAN

A. Analisis Pengukuran Arah Kiblat dengan Segitiga Siku-siku dari Bayangan Bulan

Perintah menghadap ke arah kiblat merupakan salah satu syarat sah salat (al-Andalusy, 1982: 106). Secara tegas perintah menghadap ke kiblat yang berbunyi “*fawalli*” yang berarti *maka palingkanlah*, terulang hingga tiga kali dalam al-Qur’an, yaitu pada Surat al-Baqarah ayat 144, 149 dan 150. Menurut Ibnu Abbas pengulangan tiga kali ini sebagai *taukid* (penegasan) perintah menghadap ke Kakbah (al-Qurtubi, 2006: II/454, Kaşir, 2003: 37). Sedangkan perintah menghadap kiblat dalam ayat tersebut menurut Ibnu Rusyd (1971: 106) sebagai dasar hukum menghadap ke kiblat dan merupakan salah satu syarat sah salat. Dengan demikian, salat seseorang tidak sah manakala tidak menghadap ke kiblat.

Oleh karena itu, bagi orang yang akan mengerjakan salat, terlebih dahulu harus mengetahui arah kiblatnya dan ke arah mana ia menghadap, sehingga ia dalam melaksanakan salat menghadap ke arah menuju Kakbah. Adapun yang dimaksudkan dengan arah kiblat adalah arah ke mana orang menghadap, dalam konteks ini arah menuju ke Kakbah yang ada di Mekah yang digunakan sebagai kiblat orang yang mengerjakan salat.

Arah kiblat merupakan arah terdekat atau jarak terdekat bagi seseorang menuju ke Kakbah sepanjang lingkaran besar yang melewati

seseorang tersebut dengan Kakbah yang ada di Mekah yang digunakan sebagai arah menghadap yang harus dituju oleh setiap umat Islam pada saat melaksanakan ibadah salat.

Mengetahui arah kiblat, bagi orang yang dapat melihat Kakbah secara langsung karena jaraknya yang dekat dengan Kakbah, maka hal tersebut menjadi sebuah kemudahan untuk dilakukan dan tidak perlu melakukan perhitungan dan pengukuran arah kiblat. Seseorang tersebut bisa dengan mudah menghadap langsung ke Kakbah, tanpa harus terlebih dahulu melakukan ijtihad, baik dengan bertanya kepada orang lain, atau memahami fenomena alam, maupun melakukan perhitungan dan pengukuran untuk mengetahui arah kiblat.

Berbeda kondisi bagi orang yang tidak dapat melihat secara langsung, karena jaraknya yang jauh dari Kakbah, sehingga ia tidak dapat melihat bangunan fisik Kakbah. Maka perintah untuk menghadap ke Kakbah merupakan hal yang sulit untuk dilakukan secara langsung. Oleh karena itu, seseorang yang akan melakukan ibadah salat, terlebih harus melakukan upaya untuk mengetahui arah kiblat, baik bertanya kepada orang lain, maupun melakukan ijtihad yang sesuai kemampuan yang ia miliki.

Upaya untuk mengetahui arah ke kiblat bagi orang yang tidak dapat melihat secara langsung bangunan Kakbah, sebab orang tersebut berada jauh dari Kakbah atau berada di luar Mekah. Seseorang tersebut dapat melakukan ijtihad yang ia dapat lakukan. Ijtihad ini sebagai upaya untuk mencari arah menuju ke Kakbah. Menurut al-Gharayānī (2002: I/299) upaya yang dapat dilakukan antara lain dengan memahami petunjuk-petunjuk alam semesta

yang dapat menunjukkan arah menuju ke Kakbah, seperti matahari (*asy-syams*), bintang-bintang (*an-nujum*) dan gunung (*al-jabal*).

Hal ini senada dengan pendapat Ṭahir (1998: I/192) bahwa untuk mengetahui arah kiblat dapat dilakukan dengan melakukan ijtihad, dengan cara mengetahui dan memahami petunjuk-petunjuk alam yang menunjukkan ke arah kiblat, seperti cahaya fajar (*al-fajr*), awan merah (*asy-syafaq*), matahari (*al-syams*), bintang utara (*al-quthb*), planet-planet (*al-kawākib*), angin (*al-rīh*) dan sebagainya.

Pendapat al-Gharayānī dan Ṭahir ini diperkuat dengan pendapatnya Imam Syafi'i (2001: II/212) yang menyebutkan bahwa untuk mengetahui arah menuju ke Kakbah yang benar (*ṣawāb al-ka'bah*) dapat dilakukan memahami petunjuk-petunjuk alam seperti bintang (*an-nujum*), Matahari (*asy-syams*), Bulan (*al-qamar*), gunung (*al-jabal*), hembusan angin (*mahabb ar-rīh*) dan petunjuk-petunjuk lain yang dapat menunjukkan ke kiblat.

Para ulama terdahulu telah menjelaskan bahwa fenomena alam dapat digunakan untuk mengetahui arah kiblat. Fenomena alam tersebut dapat dijadikan sebagai patokan untuk mengetahui arah menuju ke Kakbah. Menurut Ṭahir (1998: I/192) memahami fenomena alam sebagai petunjuk menentukan arah kiblat sebagaimana yang telah dijelas secara implisit dalam al-Qur'an sebagai berikut:

وَعَلَامَاتٍ وَبِالنَّجْمِ هُمْ يَهْتَدُونَ (١٦)

Artinya: “dan (Dia menciptakan) tanda-tanda (penunjuk jalan). Dan dengan bintang-bintang mereka mendapatkan petunjuk (QS. al-Nahl: 16) (Departemen Agama, 2005: 270)

وَهُوَ الَّذِي جَعَلَ لَكُمُ النُّجُومَ لِتَهْتَدُوا بِهَا فِي ظُلُمَاتِ الْبَرِّ وَالْبَحْرِ ۗ قَدْ فَصَّلْنَا الْآيَاتِ لِقَوْمٍ
يَعْلَمُونَ (٩٧)

Artinya: “Dan Dialah yang menjadikan bintang-bintang bagimu, agar kamu menjadikannya petunjuk dalam kegelapan di darat dan di laut. Sesungguhnya Kami telah menjelaskan tanda-tanda kebesaran (Kami) kepada orang-orang yang mengetahui (QS. al-An’am: 97) (Departemen Agama, 2005: 140)

هُوَ الَّذِي جَعَلَ الشَّمْسَ ضِيَاءً وَالْقَمَرَ نُورًا وَقَدَرَهُ مَنَازِلَ لِتَعْلَمُوا عَدَدَ السِّنِينَ وَالْحِسَابَ ۗ مَا
خَلَقَ اللَّهُ تِلْكَ إِلَّا بِالْحَقِّ ۗ يُفَصِّلُ الْآيَاتِ لِقَوْمٍ يَعْلَمُونَ (٥)

Artinya: “Dialah yang menjadikan matahari bersinar dan bulan bercahaya, dan Dialah yang menetapkan tempat-tempat orbitnya, agar kamu mengetahui bilangan tahun dan perhitungan (waktu). Allah tidak menciptakan demikian itu meliankan dengan benar. Dia menjelaskan tanda-tanda (kebesaran-Nya) kepada orang-orang yang mengetahui (QS. Yusuf: 5) (Departemen Agama, 2005: 208)

Berdasarkan ayat-ayat tersebut bahwa memahami fenomena alam dapat memberikan petunjuk untuk mengetahui arah kiblat. Akan tetapi, dalam implementasi dari pendapat ulama-ulama pada saat itu belum secara mendetail dijelaskan dalam sebuah sistem perhitungan dan pengukuran untuk mengetahui arah kiblat.

Pada sekarang ini, pengukuran arah kiblat dengan memanfaatkan fenomena alam lebih banyak menggunakan metode yang mengacu pada posisi Matahari dan bayangan dari sinar Matahari. Menurut menurut Ahmad Izzuddin (2012a: 29) metode yang sering digunakan untuk menentukan arah kiblat ada dua macam, yaitu azimuth kiblat dan *rasyd al-qiblah* atau disebut juga dengan istilah teori sudut atau teori bayangan.

Metode azimuth kiblat adalah busur atau lingkaran horizon atau ufuk dihitung dari titik utara ke arah timur (searah dengan jarum jam) sampai

dengan titik kiblat. Metode azimuth kiblat apabila dilihat dari praktiknya dapat dibedakan menjadi dua metode, yaitu azimuth kiblat dengan Teodolit dan azimuth kiblat dengan bayangan Matahari. Implementasi dari kedua metode ini dengan memanfaatkan Matahari sebagai pedoman dalam menentukan arah utara sejati (*true north*). Pemanfaatan Matahari sebagai acuan dalam metode ini, pada perjalanannya kemudian metode azimuth kiblat ini juga disebut dengan istilah metode azimuth Matahari.

Adapun metode *rasyd al-qiblah* yang semakna dengan jalan ke kiblat, karena pada waktu itu bayang-bayang benda yang mengenai suatu tempat menunjukkan ke arah kiblat. *Rasyd al-qiblah* ini ada dua jenis, yaitu *rayd al-qiblah* tahunan dan *rasyd al-qiblah* harian. Kedua metode ini juga tidak akan menghasilkan pengukuran yang akurat, apabila dalam perhitungan dan pengukurannya tidak didukung dengan data-data astronomis yang terbaru dan menggunakan rumus telah teruji akurasinya serta menggunakan alat hitung dan alat ukur yang modern.

Metode azimuth kiblat dan metode *rasyd al-kiblah* ini dalam praktiknya juga memanfaatkan Matahari sebagai acuan untuk menentukan arah utara sejati (*true north*), bukan arah utara magnetik. Dengan demikian kedua metode ini hanya dapat dilakukan dengan bantuan Matahari dan harus dilakukan pada siang hari. Pada siang hari pun apabila cuaca tidak mendukung, misalnya kondisi cuaca mendung, maka Matahari tidak terlihat dan tidak memunculkan bayangan, maka kedua metode tersebut tidak dapat digunakan untuk mengukur arah kiblat. Hal ini tidak lain karena fenomena

alam keberadaan Matahari dijadikan sebagai acuan dalam penentuan arah kiblat dalam metode pengukuran azimuth kiblat dan metode *rasyd al-qiblah*.

Melihat kelemahan dari kedua metode pengukuran kiblat tersebut, maka pengukuran arah kiblat dapat dilakukan pula pada malam hari. Hal ini dapat dilakukan dengan memanfaatkan fenomena alam semesta, yaitu dengan memanfaatkan benda langit, yaitu dengan Bulan. Metode ini dikembangkan menjadi metode pengukuran arah kiblat dengan menggunakan metode azimuth Bulan (Meydiananda, 2012). Azimuth Bulan ini yang kemudian dijadikan data acuan untuk mengetahui azimuth kiblat.

Metode azimuth Bulan ini dalam formulasinya harus menggunakan alat bantu Teodolit. Teodolit ini digunakan untuk mengetahui posisi Bulan dengan cara membidik posisi Bulan. Oleh karena itu, alat bantu Teodolit ini harus ada, sebab alat ini menjadi alat utama dalam pengukuran metode azimuth Bulan ini. Sedangkan alat Teodolit ini bukanlah alat yang murah, namun termasuk alat ukur yang bisa dikatakan mahal. Bahkan tidak semua orang memiliki alat tersebut, hanya beberapa kalangan dan instansi tertentu yang memiliki alat Teodolit ini.

Sebagai alternatif untuk dapat melakukan pengukuran arah kiblat dengan memanfaatkan fenomena alam Bulan pada malam hari. Maka penulis memformulasikan metode pengukuran arah kiblat dengan memanfaatkan bayangan Bulan, dengan menggunakan alat yang sederhana berupa segitiga siku-siku. Metode ini berangkat dari fakta di lapangan bahwa Bulan juga memiliki bayangan seperti Matahari.

Menurut Muh. Ma'rufin Sudibyo (2012: 241) Bulan memiliki kesamaan dengan Matahari, yaitu keduanya bercahaya cukup terang. Bedanya, Matahari menerangi langit pada siang dengan sangat terang, sementara Bulan, khususnya ketika bulan purnama membuat temeram langit malam. Apabila dibandingkan, Matahari 400.000 kali lipat lebih terang dibandingkan dengan Bulan Purnama dan intensitas cahaya Bulan Purnama sebenarnya hanya 0,001 % cahaya Matahari.

Cahaya yang dimiliki oleh Bulan ini, di lapangan dapat membentuk sebuah bayangan yang dapat ditangkap oleh mata manusia. Melihat fenomena alam tersebut, dimana Bulan juga bisa membentuk suatu bayangan benda seperti halnya bayangan yang dibentuk oleh cahaya Matahari pada siang hari. Walaupun cahaya Matahari jauh lebih terang apabila dibandingkan dengan cahaya Bulan, namun bukan berarti cahaya Bulan ketika malam hari yang sampai ke Bumi tidak memiliki bayangan. Hal ini bisa dibuktikan pada saat Bulan purnama, dimana cahaya Bulan sangat terang pada malam hari dan cahaya Bulan ini dapat membentuk sebuah bayangan dari sebuah benda yang tegak lurus.

Dengan demikian, cahaya dari Bulan yang sampai ke Bumi pada malam hari tetap menghasilkan bayangan, meskipun tidak seperti bayangan yang dihasilkan oleh cahaya Matahari yang sangat terang pada siang hari. Maka dengan adanya bayangan Bulan ini dilakukan sebuah formulasi pengukuran arah kiblat untuk dapat dimanfaatkan sebagai acuan untuk mengetahui arah kiblat. Formulasi pengukuran arah kiblat ini berangkat dari bayangan Bulan yang secara langsung menunjukkan posisi Bulan pada saat

membentuk bayangan tersebut. Posisi Bulan yang diketahui inilah kemudian dijadikan acuan untuk menentukan arah utara sejati (*true north*) dan juga arah-arah yang lain, termasuk arah kiblat.

Adapun langkah-langkah yang dilakukan dalam pengukuran arah kiblat dengan segitiga siku-siku dari bayangan Bulan, sebagaimana yang telah dijelaskan dalam Bab III adalah sebagai berikut:

1. Menghitung Arah Kiblat

Langkah pertama semua metode pengukuran arah kiblat adalah mengetahui arah kiblat. Oleh karena itu, langkah pertama adalah menghitung arah kiblat. Menghitung arah kiblat (Hambali, 2013: 80) dapat menggunakan rumus:

$$\text{Cotan } B = \tan \varphi^k \cos \varphi^x : \sin C - \sin \varphi^x : \tan C.$$

Keterangan:

B : Arah kiblat yang dihitung dari titik utara atau selatan, apabila hasil perhitungan menunjukkan nilai positif (+), maka arah kiblat dihitung dari titik utara (U), dan apabila hasil perhitungan menunjukkan negatif (-), maka arah kiblat dihitung dari titik selatan (S). Nilai B ini juga dapat disebut sebagai busur arah kiblat atau sudut arah kiblat.

φ^k : Lintang Kakbah = +21° 25' 21,04" LU (Lintang Utara)

φ^x : Lintang tempat yang akan dihitung dan diukur arah kiblatnya

C : Jarak bujur terdekat dari Kakbah ke timur atau ke barat sampai dengan bujur tempat yang akan diukur arah kiblatnya.

Hal ini sebagaimana dalam definisi arah kiblat yang merupakan arah terdekat menuju ke Kakbah yang melalui sebuah lingkaran besar yang

menghubungkan titik Kakbah dan titik tempat yang diukur arah kiblatnya.

Untuk mendapat nilai C dapat digunakan dengan rumus sebagai berikut ini:

- a) $BT^x > BT^k$, maka $C = BT^x - BT^k$, maksudnya jika BT^x lebih besar dari BT Ka'bah, maka untuk mendapatkan C adalah $BT^x - BT$ Ka'bah (BT Ka'bah = $39^\circ 49' 34,33''$)
- b) $BT^x < BT^k$, maka $C = BT^k - BT^x$, maksudnya, jika BT^x lebih kecil dari BT Ka'bah, maka untuk mendapatkan C adalah BT Ka'bah - BT^x
- c) $BB 0^\circ - BB 140^\circ 10' 25,67''$, maka $C = BB^x + BT^k$, maksudnya, jika X (tempat yang akan dicari arah kiblatnya) terletak pada bujur barart antara $BB 0^\circ$ sampai dengan $BB 140^\circ 10' 25,67''$, maka untuk mendapatkan C adalah $BB^x + BT^k$
- d) $BB 140^\circ 10' 25,67'' - BB 180^\circ$, maka $C = 360^\circ - BB^x - BT^k$, maksudnya, jika X terletak pada bujur antara $BB 140^\circ 10' 25,67''$ sampai dengan $BB 180^\circ$, maka $C = 360^\circ - BB^x - BT$ Ka'bah.

Adanya ketentuan ini masih belum cukup, akan tetapi harus memahami posisi bujur tempat yang akan diukur arah kiblatnya. Maka dari itu harus memperhatikan bujur timur (BT) atau bujur barat (BB), yang meliputi kelompok (a), (b), (c) dan (d) pada ketentuan di atas. Dimana BT (Bujur Timur) terbagi menjadi kelompok (a) dan (b). Kelompok (a) arah kiblatnya condong ke barat dan kelompok (b) arah kiblatnya condong ke timur. Sedangkan BB (Bujur Barat) terbagi menjadi kelompok (c) dan (d). Kelompok (c) arah kiblatnya condong ke timur dan kelompok (d) arah kiblatnya condong ke barat.

Dalam menghitung arah kiblat ini tujuannya untuk mengetahui arah kiblat suatu tempat yang akan diukur arah kiblatnya. Maka untuk melakukan perhitungan ini terlebih dahulu harus diketahui data lintang dan bujur suatu tempat yang akan diukur arah kiblat dan juga harus diketahui data lintang dan bujur Kakbah.

Hasil akurasi dari perhitungan ini tergantung pada data lintang dan bujur yang digunakan. Sehingga data lintang dan bujur ini yang akan menentukan akurat atau tidaknya hasil perhitungan arah kiblat dan juga hasil perhitungan selanjutnya, yaitu ketika menghitung azimuth kiblat. Oleh karena itu, untuk mendapatkan data lintang dan bujur tempat yang akurat dapat menggunakan alat bantu *Global Positioning System* (GPS) atau dapat pula memanfaatkan layanan di *Google Earth*. Akan tetapi dari kedua cara menentukan bujur dan lintang tersebut yang paling akurat menggunakan alat bantu GPS.

Adapun untuk mengetahui jarak bujur terdekat dari Kakbah ke arah timur atau barat, sebagaimana dalam menentukan nilai C (Jarak bujur terdekat dari Kakbah ke timur atau ke barat sampai dengan bujur tempat yang akan diukur arah kiblatnya), harus mengikuti ketentuan tersebut. Ketentuan ini menjadi hal yang penting dan harus diperhatikan, sebab manakala tidak cermat dalam memahami ketentuan untuk mencari nilai C, maka hal itu akan menjadikan perhitungan yang tidak tepat.

Selain itu juga harus memperhatikan bujur tempat yang akan diukur arah kiblatnya, apakah bujur lokasi tersebut berada di bujur timur (BT) atau di bujur barat (BB). Sebab letak bujur tempat ini akan mempengaruhi arah

menghadap, apakah condong ke arah timur, ataukah condong ke barat. Sebagaimana yang diketahui bahwa arah kiblat dalam konteks ini adalah arah terdekat. Oleh karena itu, ketentuan dalam mencari nilai C ini digunakan untuk mencari nilai jarak terdekat, sehingga menghasilkan arah kiblat dengan jarak terdekat.

2. Menghitung Azimut Kiblat

Langkah kedua mengetahui azimut kiblat. Azimut kiblat merupakan sudut yang dihitung dari titik utara ke arah timur (searah dengan perputaran jarum jam) melalui lingkaran horizon sampai proyeksi Kakbah. Dalam menghitung azimut kiblat mengacu pada hasil perhitungan arah kiblat pada langkah pertama. Untuk mengetahui azimut kiblat (Hambali, 2013: 83) dapat menggunakan ketentuan berikut ini:

- a) Apabila B (arah kiblat) = utara timur (UT), maka azimut kiblatnya adalah tetap, yaitu $B = B$. Sebagai contoh $B = 57^{\circ} 25' 45,55''$ (UT), maka azimut kiblatnya $= 57^{\circ} 25' 45,55''$.
- b) Apabila B (arah kiblat) = selatan timur (ST), maka azimut kiblatnya adalah $180^{\circ} + B$. Sebagai contoh $B = -68^{\circ} 35' 25,45''$ (ST), maka azimut kiblatnya $= 180^{\circ} + -68^{\circ} 35' 25,45'' = 111^{\circ} 24' 34,55''$
- c) Apabila B (arah kiblat) = selatan barat (SB), maka azimut kiblatnya adalah $180^{\circ} - B$. Sebagai contoh $B = -68^{\circ} 35' 25,45''$ (SB), maka azimut kiblatnya $= 180^{\circ} - (-68^{\circ} 35' 25,45'') = 248^{\circ} 35' 25,45''$.

- d) Apabila B (arah kiblat) = utara barat (UB), maka azimut kiblatnya adalah $360^\circ - B$. Sebagai contoh $B = 65^\circ 44' 41,25''$ UB, maka azimut kiblatnya $= 360^\circ - 65^\circ 44' 41,25'' = 294^\circ 15' 18,75''$

Nilai arah kiblat yang sudah diketahui dan keterangan arah menghadapnya, kemudian dilanjutkan dengan mencari azimut kiblat di tempat yang akan diukur arah kiblatnya. Untuk mengetahui azimut kiblat, yang perlu diperhatikan adalah memahami ketentuan dalam menghitung azimut kiblat dengan mengacu pada hasil menghitung arah kiblat.

Dalam menentukan ketentuan ini harus cermat, jangan sampai salah, sebab apabila salah mengambil ketentuan, akan berujung pada rumus menghitung azimut kiblat yang salah, yang kemudian berujung pada hasil nilai azimut kiblat salah pula. Kesalahan dalam menentukan azimut kiblat akan berujung pada kesalahan menghadap. Oleh karena itu harus cermat dalam menentukan azimut kiblat ini.

3. Menghitung Sudut Waktu Matahari

Langkah ketiga adalah menentukan sudut waktu Matahari (t^m). Sudut waktu Matahari ini merupakan sudut yang dibentuk oleh lingkaran meridian dengan lingkaran waktu Matahari. Perhitungan sudut waktu Matahari dimulai dari meridian atas dan berakhir pada meridian bawah. Dengan demikian, waktu terbagi menjadi dua bagian, yaitu di belahan langit barat dan di belahan langit timur. Di belahan barat sudut waktu bernilai positif (+), sedangkan di belahan timur sudut waktu bernilai negatif (-). Sudut waktu positif antara 0°

sampai 180° dan sudut waktu negatif 0° sampai 180° . Sehingga jumlah sudut waktu seluruhnya 360° (Hambali, 2011a: 63).

Menghitung sudut waktu Matahari ada dua rumus, hal berkaitan dengan bujur tempat yang diukur arah kiblatnya. Adapun rumus sudut waktu Matahari sebagai berikut:

$$t^m = (\text{LMT} + e - (\text{BT}^L - \text{BT}^x) / 15 - 12) \times 15, \text{ atau}$$

$$t^m = (\text{LMT} + e - (\text{BB}^L - \text{BB}^x) / 15 - 12) \times 15,$$

Keterangan:

t^m : Sudut waktu Matahari dihitung dari lingkaran meridian atas, apabila hasil perhitungan menunjukkan nilai negatif (-), maka posisi Matahari berada di sebelah timur meridian atas (belum *mer pass* atau sebelum zawal). Apabila hasil perhitungan menunjukkan nilai positif (+), posisi Matahari berada di sebelah barat lingkaran meridian atas (sudah *mer pass* atau setelah zawal).

LMT : Singkatan dari *local mean time* (LMT), untuk di Indonesia sama dengan waktu daerah (WD) yang meliputi Waktu Indonesia Barat (WIB), Waktu Indonesia Tengah (WITA) dan Waktu Indonesia Timur (WIT). LMT ini merupakan waktu ketika mengambil bayangan Bulan suatu benda yang tegak lurus pada alas yang datar. Waktu yang dijadikan acuan adalah waktu yang tepat. Oleh karena itu, untuk mendapatkan waktu yang tepat dapat menggunakan *Global Positioning System* (GPS), dapat juga menggunakan layanan telepon duduk (telkom) dengan nomor 103 dan dapat juga memanfaatkan internet. Sedangkan untuk mendapatkan bayangan dari benda yang

tegak lurus pada alas yang datar, dapat menggunakan alat bantu Bandul Lot dan Waterpass.

e : Singkatan dari *equation of time* (perata waktu) atau *ta'dil al-waqt*, adalah selisih waktu antara waktu Matahari hakiki dengan waktu Matahari rata-rata.

BT^L : Bujur timur *local mean time* (LMT), yaitu $BT\ 0^\circ, 15^\circ, 30^\circ$ dan seterusnya kelipatan dari 15° .

BT^x : Bujur timur lokasi yang akan diukur arah kiblatnya

BB^L : Bujur barat *local mean time* (LMT), yaitu $BB\ 0^\circ, 15^\circ, 30^\circ$ dan seterusnya kelipatan dari 15° .

BB^x : Bujur barat lokasi yang akan diukur arah kiblatnya

Data yang digunakan sebagai data acuan akan mempengaruhi hasil perhitungan. Oleh karena itu, data-data yang diperlukan dalam menghitung ini harus menggunakan data yang akurat. Untuk mendapatkan *equation of time* (e) yang akurat dapat menggunakan tabel Ephemeris yang dikeluarkan oleh Kementerian Agama dan tabel Almanak Nautika. Kedua tabel tersebut inilah kemudian dijadikan acuan data Matahari dan Bulan pada perhitungan selanjutnya. Tentu dalam penggunaan data-data tersebut harus dilakukan interpolasi untuk menghasilkan hasil perhitungan yang akurat

4. Menghitung Sudut Waktu Bulan

Sudut waktu Bulan (t^b) merupakan sudut yang dibentuk oleh lingkaran meridian dengan lingkaran waktu Bulan. Perhitungan sudut waktu Bulan dimulai dari meridian atas dan berakhir pada meridian bawah. Dengan

demikian, waktu terbagi menjadi dua bagian, yaitu di belahan langit barat dan di belahan langit timur. Di belahan barat sudut waktu Bulan bernilai positif (+), sedangkan di belahan timur sudut waktu Bulan bernilai negatif (-). Sudut waktu positif antara 0° sampai 180° dan sudut waktu negatif 0° sampai 180° . Sehingga jumlah sudut waktu Bulan seluruhnya 360° .

Menghitung sudut waktu Bulan menggunakan rumus:

$$t^b = AR^m - AR^b + t^m$$

Keterangan:

AR^m : *Apparent right ascension* Matahari adalah busur sepanjang lingkaran equator langit yang dihitung dari titik aries (*haml*) ke arah timur (berlawanan dengan arah jarum jam) sampai ke titik perpotongan antara lingkaran equator langit dengan lingkaran waktu yang melewati benda langit tersebut (Matahari).

AR^b : *Apparent right ascension* Bulan adalah busur sepanjang lingkaran equator langit yang dihitung dari titik aries (*haml*) ke arah timur (berlawanan dengan arah jarum jam) sampai ke titik perpotongan antara lingkaran equator langit dengan lingkaran waktu yang melewati benda langit tersebut (Bulan).

t^m : sudut waktu Matahari

Dalam menghitung sudut waktu Bulan ini mengacu pada data Matahari, yaitu data Asensio rekta Matahari dan data sudut waktu Matahari. Kedua data ini kemudian yang dijadikan data untuk menghitung sudut waktu Bulan dengan rumus di atas. Dengan demikian, dalam melakukan pengukuran arah kiblat dengan bayangan Bulan ini tidak berdiri sendiri, akan tetapi juga

mengacu pada data Matahari. Dimana sebelum menghitung sudut waktu Bulan terlebih dahulu harus mengetahui sudut waktu Matahari.

Dalam hasil perhitungan sudut waktu Bulan, apabila sudut waktu Bulan (t^b) bernilai negatif lebih dari 180° , maka harus ditambah 360° , dan apabila bernilai negatif kurang dari 180° , maka hasilnya tetap dan dalam perhitungan selanjutnya tanda negatif (-) diubah menjadi positif.

5. Menghitung Arah Bulan

Langkah selanjutnya setelah diketahui sudut waktu Bulan adalah menghitung arah Bulan pada malam hari. Menghitung arah Bulan menggunakan rumus:

$$\text{Cotan } A = \tan \delta^m \cos \varphi^x : \sin t^b - \sin \varphi^x : \tan t^b.$$

Keterangan:

A : Arah Bulan dihitung dari titik utara atau titik selatan. Apabila hasil perhitungan menghasil nilai positif (+), maka arah Bulan dihitung dari titik utar dan apabila hasil perhitungan menghasilkan nilai negatif (-), maka arah Bulan dihitung dari titik selatan.

δ^m : Deklinasi (*mail*) Bulan adalah jarak Bulan sepanjang lingkaran waktu dihitung dari equator langit sampai ke Bulan tersebut. dalam istilah astronomi ialah *declination* yang lambangnya δ (delta). Deklinasi Bulan ketika berada di sebelah utara equator bernilai positif (+) dan bernilai negatif (-) ketika berada di sebelah selatan equator (Khazin, 2005: 51).

φ^x : Lintang tempat yang akan diukur arah kiblatnya

t^b : Sudut waktu Bulan, apabila hasil perhitungan menghasilkan nilai negatif (-), maka posisi Bulan berada di sebelah timur meridian atas (belum *mer pass* atau sebelum *zawal*). Sedangkan apabila hasil perhitungan menghasilkan nilai positif (+), maka posisi Bulan berada di sebelah barat lingkaran meridian atas (sudah *mer pass* atau setelah *zawal*).

6. Menghitung Azimut Bulan

Dalam menghitung azimut Bulan dilakukan dengan menggunakan hasil dari perhitungan arah Bulan, kemudian dimasukkan pada ketentuan (Hambali, 2013: 86) berikut ini:

- a. Jika A (arah Bulan) = UT, maka azimut Bulan = tetap.
- b. Jika A (arah Bulan) = ST, maka azimut Bulan = $180^\circ + A$.
- c. Jika A (arah Bulan) = SB, maka azimut Bulan = $180^\circ - A$.
- d. Jika A (arah Bulan) = UB, maka azimut Bulan = $360^\circ - A$.

Hasil dari ketentuan ini, itulah nilai azimut Bulan pada waktu itu dan di tempat tersebut. Hal yang perlu diperhatikan dalam menentukan azimut Bulan ini adalah arah Bulan. Dalam hal ini arah Bulan ada 4 (empat) kondisi, sehingga ketentuannya ada 4 (empat) pula. Dengan keempat ketentuan ini, maka dengan mudah akan diketahui azimut Bulan. Tentu dalam menentukan ketentuan ini harus cermat dan teliti, apabila salah dalam memahami ketentuan ini, maka akan berdampak pada penentuan azimut Bulan yang salah.

7. Menghitung Sudut Kiblat dari Bayangan Bulan

Dalam pengukuran arah kiblat dengan segitiga siku-siku dari bayangan Bulan pada dasarnya menghitung sudut kiblat dari bayangan Bulan dan besar sudut kiblat tersebut tidak lebih dari 90° . Adapun sudut kiblat dari bayangan Bulan ini merupakan jarak antara azimuth kiblat dengan azimuth Bulan. Untuk mendapatkan sudut kiblat dari bayangan Bulan maka memperhatikan ketentuan (Hambali, 2013: 86-90) berikut ini:

- a. Apabila azimuth kiblat dikurangi azimuth Bulan sisanya positif (+) tidak lebih dari 90° , maka sisanya adalah sudut kiblat dari bayangan Bulan dan posisi arah kiblat berada di sebelah kanan bayangan Bulan.
- b. Apabila azimuth kiblat dikurangi azimuth Bulan sisanya negatif (-) tidak lebih dari 90° , maka sisanya adalah sudut kiblat dari bayangan Bulan dan posisi arah kiblat berada di sebelah kiri bayangan Bulan.
- c. Apabila azimuth kiblat dikurangi (azimuth Bulan + 180°) sisanya positif (+) tidak lebih dari 90° , maka sisanya adalah sudut kiblat dari bayangan Bulan dan posisi arah kiblat berada di sebelah kanan bayangan Bulan.
- d. Apabila azimuth kiblat dikurangi (azimuth Bulan + 180°) sisanya negatif (-) tidak lebih dari 90° , maka sisanya adalah sudut kiblat dari bayangan Bulan dan posisi arah kiblat berada di sebelah kiri bayangan Bulan.
- e. Apabila azimuth kiblat dikurangi (azimuth Bulan - 180°) sisanya positif (+) tidak lebih dari 90° , maka sisanya adalah sudut kiblat dari

- bayangan Bulan dan posisi arah kiblat berada di sebelah kanan bayangan Bulan.
- f. Apabila azimut kiblat dikurangi ($\text{azimut Bulan} - 180^\circ$) sisanya negatif (-) tidak lebih dari 90° , maka sisanya adalah sudut kiblat dari bayangan Bulan dan posisi arah kiblat berada di sebelah kiri bayangan Bulan.
 - g. Apabila ($360^\circ + \text{azimut kiblat}$) dikurangi azimut Bulan sisanya positif (+) tidak lebih dari 90° , maka sisanya adalah sudut kiblat dari bayangan Bulan dan posisi arah kiblat berada di sebelah kanan bayangan Bulan.
 - h. Apabila ($360^\circ + \text{azimut kiblat}$) dikurangi ($\text{azimut Bulan} + 180^\circ$) sisanya positif (+) tidak lebih dari 90° , maka sisa tersebut langsung ditetapkan sebagai sudut kiblat dari bayangan Bulan dan posisi arah kiblat berada di sebelah kanan bayangan Bulan.

Adanya kedelapan ketentuan ini tujuannya untuk mempermudah dalam menentukan nilai sudut kiblat yang kurang 90° . Sehingga dari sudut kiblat yang kurang 90° ini yang akan dibentuk segitiga siku-siku. Selain itu juga, ketentuan ini akan mempermudah dalam mengetahui posisi sudut kiblat tersebut dengan mengacu pada bayangan yang dibentuk oleh Bulan pada waktu melakukan pengukuran. Dengan demikian, kecermatan dalam menghitung dan memahami ketentuan ini menjadi kunci dalam menentukan hasil perhitungan dan pengukuran arah kiblat yang tepat.

8. Membuat Segitiga Siku-siku dari Bayangan Bulan

Langkah terakhir dalam pengukuran arah kiblat dengan segitiga siku-siku dari bayangan Bulan adalah membuat segitiga siku-siku. Langkah ini dilakukan setelah melakukan semua perhitungan dan sudah mendapatkan bayangan yang dijadikan acuan dalam pengukuran arah kiblat.

Langkah teknis membuat segitiga siku-siku dimulai dengan mengambil bayangan dari benda yang tegak lurus ditarik garis sesuai dengan yang ditunjukkan oleh bayangan benda tersebut dengan panjang tertentu. Dalam hal ini, semakin panjang garis yang dibuat, maka akan menghasilkan tingkat akurasi yang semakin tinggi. Sedangkan hasil perhitungan sudut kiblat dari bayangan Bulan yang sudah diketahui sesuai dengan ketentuan pada tahapan ke tujuh, sehingga diketahui nilai sudut kiblat dari bayangan Bulan dan posisi arah kiblat, antara di sebelah kanan bayangan Bulan atau di sebelah kiri bayangan Bulan.

Selanjutnya, pada ujung garis lurus bayangan Bulan yang mendekati azimut kiblat ditarik garis tegak lurus ke kiri atau ke kanan, sesuai hasil perhitungan sudut kiblat dari bayangan Bulan, yang ukuran panjangnya dapat dihitung dengan rumus (Hambali, 2013: 91) berikut ini:

$$q (M G) = \tan Q \cdot g (Q M)$$

Keterangan:

$q (M G)$: Sisi segitiga siku-siku yang tegak lurus dengan bayangan Bulan.

Q : Sudut kiblat dari bayangan Bulan

$g(QM)$: Bayangan Bulan yang diambil dari benda yang berdiri tegak lurus, yang panjangnya sudah ditentukan sebelumnya dengan ketentuan semakin panjang akan menghasilkan akurasi yang semakin tinggi.

Pada ujung q (titik G) ditarik garis lurus yang menghubungkan dengan ujung garis lurus bayangan yang menjauh dari azimuth kiblat (titik Q). Garis lurus yang menghubungkan ujung q (titik G) dengan titik Q ini merupakan sisi miring (m) dalam sebuah segitiga siku-siku dan sekaligus merupakan arah kiblat di tempat tersebut. Sisi m (GQ) adalah sisi miring yang merupakan arah kiblat, untuk mengetahui panjang sisi m (GQ) ini dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$m(QG) = g(QM) : \cos Q$$

Keterangan:

$m(QG)$: Sisi miring dalam sebuah segitiga siku-siku dan sekaligus merupakan arah kiblat di tempat tersebut

$g(QM)$: Bayangan Bulan yang diambil dari benda yang berdiri tegak lurus, yang panjangnya sudah ditentukan sebelumnya dengan ketentuan semakin panjang akan menghasilkan akurasi yang semakin tinggi.

Q : Sudut kiblat dari bayangan Bulan

Perhitungan mencari panjang sisi m (GQ) ini sifatnya hanya untuk mengetahui panjang sisi m dan untuk mengecek sisi q (MG) tegak lurus dengan sisi g (MG). Seandainya tanpa memperhitungkan sisi m ini juga sudah dapat ditentukan arah kiblat tersebut. Sebab menghitung sisi m ini hanya bersifat tam bambahan untuk melengkapi data segitiga siku-siku tersebut.

Dalam menentukan sudut kiblat dari bayangan Bulan yang penting untuk dicermati adalah penempatan sisi q (M G) berada di sebelah kanan bayangan Bulan atau di sebelah kiri bayangan Bulan. Kesalahan dalam menentukan posisi sisi q ini akan menghasilkan arah kiblat yang salah, walaupun keseluruhan proses perhitungan dari awal hingga akhir benar.

B. Analisis Akurasi Hasil Pengukuran Arah Kiblat dengan Segitiga Siku-siku dari Bayangan Bulan

Pengujian terhadap metode pengukuran arah kiblat dengan segitiga siku-siku dari bayangan Bulan dilakukan sebanyak 10 kali dalam waktu tiga malam, yaitu pada tanggal 21, 22 dan 23 April 2016 bertepatan dengan tanggal 14, 15 dan 16 Rajab 1437 H. Pengujian dilakukan pada satu tempat yaitu rumah penulis, di Dusun Wedean RT. 10 RW. 02 Desa Harjowinangun Kecamatan Dempet Kabupaten Demak Provinsi Jawa Tengah. Menurut data yang ditunjukkan oleh GPS (*Global Positioning System*) tempat ini berada di Lintang Tempat (ϕ^x) = $-6^{\circ} 55' 44.18''$ LS dan Bujur Tempat (λ^x) = $110^{\circ} 44' 47.44''$ (BT).

Pemilihan tempat ini dengan pertimbangan tempat ini sudah dilakukan pengukuran arah kiblat dengan menggunakan segitiga siku-siku dari bayangan Matahari dan juga sudah sering dilakukan pengecekan arah kiblat di tempat ini, baik menggunakan *rasyd al-qiblah* global, maupun *rasyd al-qiblah* lokal. Selain itu juga, sebagai pertimbangan tempat ini berada di pedesaan, sehingga pembiasaan cahaya lampu lebih sedikit apabila dibandingkan dengan di tempat yang berada di kota. Pembiasaan cahaya

lampu yang sedikit ini dapat menjadikan cahaya Bulan semakin terlihat terang dan bayangan Bulan semakin jelas.

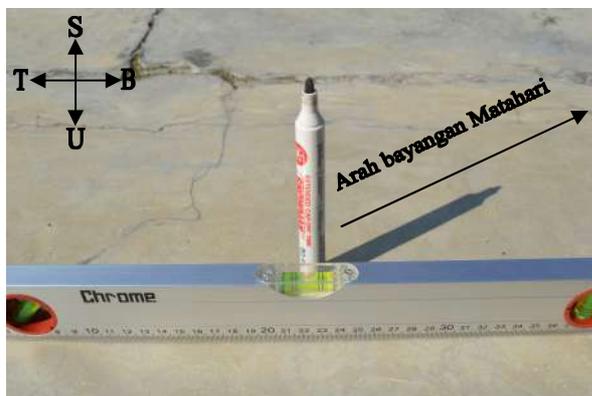
Mengukur akurasi metode pengukuran arah kiblat segitiga siku-siku dari bayangan Bulan ini penulis menggunakan komparasi melalui sebuah pembuktian di lapangan dengan menggunakan metode pengukuran arah kiblat segitiga siku-siku dari bayangan Matahari pada siang hari.

Alasan penulis melakukan uji verifikasi dengan menggunakan metode arah kiblat segitiga siku-siku dari bayangan Matahari: *Pertama*, metode pengukuran arah kiblat segitiga siku-siku dari bayangan Matahari dengan metode pengukuran arah kiblat segitiga siku-siku dari bayangan Bulan sama-sama menggunakan alat bantu yang sederhana yang berupa segitiga siku-siku, sehingga seimbang manakala dilakukan perbandingan. *Kedua*, metode pengukuran arah kiblat segitiga siku-siku dari bayangan Matahari ini menghasilkan pengukuran yang akurat, bahkan metode ini dapat menggantikan metode pengukuran arah kiblat dengan menggunakan alat bantu Teodolit (Hambali, 2013: 156).

Langkah pertama yang dilakukan oleh penulis dalam melakukan uji verifikasi ini, penulis melakukan pengukuran arah kiblat pada lokasi pengujian yang berada tepat di depan rumah penulis dengan menggunakan metode pengukuran arah kiblat segitiga siku-siku dari bayangan Matahari pada siang hari, pada pukul 08:30:15 WIB tanggal 20 April 2016¹.

¹ Perhitungan metode pengukuran arah kiblat dengan menggunakan segitiga siku-siku dari bayangan Matahari pada siang hari penjelasan lebih lengkap proses perhitungannya sebagaimana yang sudah dijelaskan pada Bab II.

Gambar 4.1.: Bayangan Matahari pada pukul 08:30:15 WIB tanggal 20 April 2016 M dari sebuah Spidol yang berdiri tegak lurus pada tempat yang datar sebagaimana yang dibuktikan oleh Waterpass.



Adapun pengukuran arah kiblat dengan segitiga siku-siku dari bayangan Matahari sebagai berikut:

- 1) Menghitung arah kiblat dan azimuth kiblat

$$\text{Cotan } B = \tan \varphi^k \cos \varphi^x : \sin C - \sin \varphi^x : \tan C.$$

Data:

$$\varphi^k = +21^\circ 25' 21,04'' \text{ LU (Lintang Utara)}$$

$$\varphi^x = -6^\circ 55' 44,18'' \text{ LS (Lintang Selatan)}$$

$$C = 110^\circ 44' 47,44'' - 39^\circ 49' 34,33'' \text{ (C kelompok 1,}$$

kiblatnya condong ke barat)

$$= 70^\circ 55' 13,11''$$

Maka:

$$\text{Cotan } B = \tan +21^\circ 25' 21,04'' \cos -6^\circ 55' 44,18'' : \sin 70^\circ 55' 13,11'' - \sin -6^\circ 55' 44,18'' : \tan 70^\circ 55' 13,11''$$

$$B = 65^\circ 35' 20,60'' \text{ (Utara Barat)}$$

Karena hasil perhitungan arah kiblat UB (Utara Barat), maka untuk mendapatkan azimuth kiblat menggunakan rumus:

$$\begin{aligned}
 \text{Azimut Kiblat} &= 360^\circ - B \\
 &= 360^\circ - 65^\circ 35' 20.60'' \\
 &= 294^\circ 24' 39,40'' \text{ UTSB}
 \end{aligned}$$

2) Menghitung sudut waktu Matahari

$$t = (\text{LMT} + e - (\text{BT}^L - \text{BT}^X) : 15 - 12) \times 15$$

$$\text{LMT} = 08^j 30^m 15^d$$

$$e = \text{pada pukul } 08^j 30^m 15^d, \text{ tanggal } 20 \text{ April } 2016.$$

$$= \text{pk. } 08.00 \text{ WIB (pk. } 01.00 \text{ GMT)} = 00^j 01^m 05^d \text{ (A)}$$

$$= \text{pk. } 09.00 \text{ WIB (pk. } 02.00 \text{ GMT)} = 00^j 01^m 06^d \text{ (B)}^2$$

$$= 00^j 30^m 15^d \text{ (C)}$$

$$= A - (A - B) \times C/1$$

$$e = 00^j 01^m 05,50^d$$

$$\text{BT}^L = 105^\circ \text{ BT}$$

$$\text{BT}^X = 110^\circ 44' 47.44'' \text{ BT}$$

Maka, nilai sudut waktu Matahari (t):

$$\begin{aligned}
 t &= (08^j 30^m 15^d + 00^j 01^m 05,50^d - (105^\circ - 110^\circ 44' 47.44'')) : \\
 &\quad 15 - 12) \times 15
 \end{aligned}$$

$$t = -46^\circ 25' 05,06'' \text{ T (timur)}$$

$$t = 46^\circ 25' 05,06'' \text{ T (timur)}$$

3) Menghitung Arah Matahari

$$\text{Cotan A} = \tan \delta^m \cos \varphi^x : \sin t - \sin \varphi^x : \tan t.$$

$$\delta^m = \text{pada pukul } 08^j 30^m 15^d \text{ Tanggal } 20 \text{ April } 2016.$$

$$= \text{pk. } 08.00 \text{ WIB (pk. } 01.00 \text{ GMT)} = 11^\circ 36' 18'' \text{ (A)}$$

² Data *equation of time* (e) ini diambil dari data Winhisab 2.0 Badan Hidab dan Rukyat Departemen Agama RI.

$$= \text{pk. 09.00 WIB (pk. 02.00 GMT)} = 11^{\circ} 37' 10'' \text{ (B)}^3$$

$$= 00^{\text{j}} 30^{\text{m}} 15^{\text{d}} \text{ (C)}$$

$$= A - (A - B) \times C/1$$

$$\delta^{\text{m}} = 11^{\circ} 36' 44.22''$$

$$\varphi^{\text{x}} = -6^{\circ} 55' 44,18'' \text{ LS}$$

$$t = 46^{\circ} 25' 05,06'' \text{ T (timur)}$$

Maka, nilai arah Matahari (A):

$$\text{Cotan A} = \tan \delta^{\text{m}} \cos \varphi^{\text{x}} : \sin t - \sin \varphi^{\text{x}} : \tan t.$$

$$\begin{aligned} \text{Cotan A} &= \tan 11^{\circ} 36' 44.22'' \cos -6^{\circ} 55' 44,18'' : \sin 46^{\circ} 25' 05,06'' \\ &\quad - \sin -6^{\circ} 55' 44,18'' : \tan 46^{\circ} 25' 05,06'' \end{aligned}$$

$$A = 68^{\circ} 22' 32,87'' \text{ UT (utara timur)}$$

4) Menghitung Azimut Mahatari

Karena arah matahari di lokasi praktik adalah UT (utara timur), maka azimut matahari di lokasi praktik adalah sama dengan arah Matahari, yaitu $68^{\circ} 22' 32,87''$ UT (utara timur)

5) Menghitung sudut kiblat dari bayangan Matahari

$$Q = \text{Az Kiblat} - (180^{\circ} + \text{Az Matahari}), \text{ (ketentuan ketiga)}$$

$$Q = 294^{\circ} 24' 39,40'' - (180^{\circ} + 68^{\circ} 22' 32,87'')$$

$$= 46^{\circ} 02' 06.53'' \text{ (arah kiblat di sebelah kanan bayangan Matahari)}$$

6) Membuat segitiga siku-siku dari bayangan Matahari, dengan rumus:

$$q = \tan Q \cdot g$$

$$Q = 46^{\circ} 02' 06.53''$$

³ Data deklinasi Matahari (δ^{m}) ini diambil dari data Winhisab 2.0 Badan Hidab dan Rukyat Departemen Agama RI.

$$g = 30 \text{ cm}$$

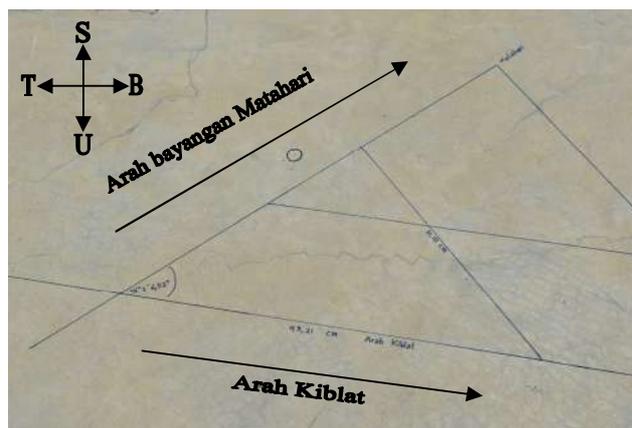
Maka,

$$\begin{aligned} q &= \tan Q \cdot g \\ &= \tan 46^{\circ} 02' 06.53'' \times 30 \\ &= 31,10407071 \text{ cm} \\ &= 31,10 \text{ cm (pembulatan)} \end{aligned}$$

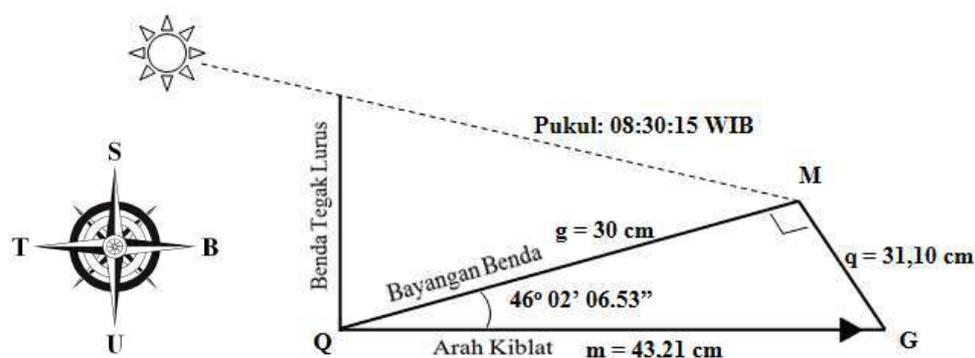
Ujung sisi q (G) ditarik garis lurus (m) dipertemukan dengan ujung bayangan yang menjauh dari azimuth kiblat (Q). Sisi m dari titik Q ke arah titik G adalah sisi miring yang merupakan arah kiblat di tempat tersebut. sedangkan untuk mencari panjang sisi m dengan rumus:

$$\begin{aligned} m &= g : \cos Q \\ &= 30 : \cos 46^{\circ} 02' 06.53'' \\ &= 43,21415526 \text{ cm} \\ &= 43,21 \text{ cm} \end{aligned}$$

Gambar 4.2.: Hasil pengukuran dengan bayangan Matahari pada pukul 08:30:15 WIB tanggal 20 April 2016 M



Gambar 4.3.: Ilustrasi hasil pengukuran dengan bayangan Matahari pada pukul 08:30:15 WIB tanggal 20 April 2016 M



Dari pengukuran menggunakan bayangan Matahari ini dihasilkan arah kiblat yang sama dengan pengukuran yang sudah dilakukan oleh penulis sebelum-sebelumnya. Langkah selanjutnya melakukan pengujian sebanyak 10 kali dalam waktu 3 malam, yaitu pada tanggal 21, 22 dan 23 April 2016 bertepatan dengan tanggal 14, 15 dan 16 Rajab 1437 H. Adapun hasil dari pengujian yang dilakukan sebanyak 10 kali sebagai berikut:

1. Pengujian Pertama Pada Malam Jum'at Pukul 18:50:49 WIB Tanggal 21 April 2016 M./14 Rajab 1437 H.

Pengujian pertama dilakukan di Lintang Tempat (φ^x) = $-6^\circ 55' 44.18''$ LS dan Bujur Tempat (λ^x) = $110^\circ 44' 47.44''$ (BT) dan menggunakan data Lintang Kakbah (φ^k) = $+21^\circ 25' 21,04''$ (LU) dan Bujur Kakbah (λ^k) = $39^\circ 49' 34,33''$ (BT). Dari data tersebut diperoleh arah kiblat = $65^\circ 35' 20.60''$ UB (utara barat) dan azimuth kiblat = $294^\circ 24' 39,40''$.

Pada pengujian pertama pada pukul Pukul 18:50:49 WIB tanggal 21 April 2016 M. menggunakan data *equation of time* (e) = $00^j 01^m 23^d$ (hasil

interpolasi), asensioekta Matahari (AR^m) = $29^\circ 38' 12,57''$ (hasil interpolasi), asensioekta Bulan (AR^b) = $203^\circ 07' 03,58''$ (hasil interpolasi) dan deklinasi Matahari (δ^m) = $-06^\circ 39' 54,95''$ (hasil interpolasi), diperoleh nilai arah Bulan (A) = $-85^\circ 55' 25,73''$ ST (selatan timur) dan azimuth Bulan = $94^\circ 04' 34,27''$.

Dalam menentukan sudut kiblat siku-siku dari bayangan Bulan (Q) menggunakan rumus = Azimut Kiblat – ($180^\circ +$ Azimut Bulan), hasilnya = $20^\circ 20' 05,13''$, karena hasil sudut Q positif (+) maka sisi q (M G) berada di sebelah kanan bayangan Bulan. Sedangkan menentukan panjang sisi q harus diketahui panjang bayangan (g), dalam pengujian pertama sisi g (Q M) = 25 cm, dengan menggunakan rumus $q (M G) = \tan Q \cdot g (Q M)$, diperoleh panjang sisi q (M G) = 9,26506118 cm. Adapun panjang sisi m (Q G) dapat diketahui dengan rumus $m (Q G) = g (Q M) : \cos Q$, diperoleh panjang sisi m (Q M) = 26,66159614 cm.

Hasil pengujian pertama menunjukkan sisi m (Q M) yang merupakan sisi miring pada segitiga siku-siku sebagai arah kiblat berimpit dengan arah kiblat yang dihasilkan dengan metode segitiga siku-siku dari bayangan Matahari.

2. Pengujian Kedua Pada Malam Jum'at Pukul 19:29:11 WIB Tanggal 21 April 2016 M./14 Rajab 1437 H.

Pengujian kedua berada di lokasi yang sama, sehingga nilai arah kiblat dan azimuth kiblatnya sama dengan pengujian pertama. Sedangkan pengujian dilakukan pada waktu yang berbeda, yaitu dilakukan pada pukul 19:29:11 WIB tanggal 21 April 2016 M. Pada waktu tersebut diketahui data *equation*

of time (e) = $00^{\text{j}} 01^{\text{m}} 23,49^{\text{d}}$ (hasil interpolasi), asensioekta Matahari (AR^{m}) = $29^{\circ} 39' 42,09''$ (hasil interpolasi), asensioekta Bulan (AR^{b}) = $203^{\circ} 25' 16,73''$ (hasil interpolasi) dan deklinasi Matahari (δ^{m}) = $-06^{\circ} 45' 28,90''$ (hasil interpolasi), diperoleh nilai arah Bulan (A) = $-86^{\circ} 35' 11,94''$ ST (selatan timur) dan azimut Bulan = $93^{\circ} 24' 48,06''$.

Pada menentukan sudut kiblat siku-siku dari bayangan Bulan (Q) menggunakan rumus = Azimut Kiblat – ($180^{\circ} +$ Azimut Bulan), hasilnya = $20^{\circ} 59' 51,34''$, karena hasil sudut Q positif (+) maka sisi q (M G) berada di sebelah kanan bayangan Bulan. Sedangkan menentukan panjang sisi q harus diketahui panjang bayangan (g), dalam pengujian pertama sisi g (Q M) = 25 cm, dengan menggunakan rumus q (M G) = $\tan Q \cdot g$ (Q M), diperoleh panjang sisi q (M G) = 9,59539661 cm. Adapun panjang sisi m (Q G) dapat diketahui dengan rumus m (Q G) = g (Q M) : $\cos Q$, diperoleh panjang sisi m (Q M) = 26,77819329 cm.

Hasil pengujian kedua menunjukkan sisi m (Q M) yang merupakan sisi miring pada segitiga siku-siku sebagai arah kiblat berimpit dengan arah kiblat yang dihasilkan dengan metode segitiga siku-siku dari bayangan Matahari.

3. Pengujian Ketiga Pada Malam Jum'at Pukul 20:08:35 WIB Tanggal 21 April 2016 M./14 Rajab 1437 H.

Pada pengujian ketiga, menghasilkan nilai arah kiblat dan azimut kiblatnya yang sama dengan pengujian sebelumnya. Pengujian ketiga dilakukan pada pukul 20:08:35 WIB. Pada waktu tersebut diketahui data

equation of time (e) = $00^j 01^m 24^d$ (hasil interpolasi), asensioekta Matahari (AR^m) = $29^\circ 41' 14,17''$ (hasil interpolasi), asensioekta Bulan (AR^b) = $203^\circ 43' 59,63''$ (hasil interpolasi) dan deklinasi Matahari (δ^m) = $-06^\circ 51' 11,53''$ (hasil interpolasi), diperoleh nilai arah Bulan (A) = $-87^\circ 11' 19,65''$ ST (selatan timur) dan azimut Bulan = $92^\circ 48' 40,94''$.

Pada menentukan sudut kiblat siku-siku dari bayangan Bulan (Q) menggunakan rumus = Azimut Kiblat – ($180^\circ +$ Azimut Bulan), hasilnya = $21^\circ 35' 58,46''$, karena hasil sudut Q positif (+) maka sisi q (M G) berada di sebelah kanan bayangan Bulan. Sedangkan menentukan panjang sisi q harus diketahui panjang bayangan (g), dalam pengujian pertama sisi g (Q M) = 25 cm, dengan menggunakan rumus $q (M G) = \tan Q \cdot g (Q M)$, diperoleh panjang sisi q (M G) = 9,897984308 cm. Adapun panjang sisi m (Q G) dapat diketahui dengan rumus $m (Q G) = g (Q M) : \cos Q$, diperoleh panjang sisi m (Q M) = 26,88810319 cm.

Hasil dari pengujian ketiga menunjukkan sisi m (Q M) yang merupakan sisi miring pada segitiga siku-siku sebagai arah kiblat berimpit dengan arah kiblat yang dihasilkan dengan metode segitiga siku-siku dari bayangan Matahari.

4. Pengujian Keempat Pada Malam Jum'at Pukul 02:57:32 WIB Tanggal 22 April 2016 M./14 Rajab 1437 H.

Pada pengujian keempat menghasilkan nilai arah kiblat dan azimut kiblatnya yang sama dengan pengujian sebelumnya. Pengujian keempat dilakukan pada pukul 02:57:32 WIB. Pada waktu tersebut diketahui data

equation of time (e) = $00^j 01^m 27^d$ (hasil interpolasi), asensioekta Matahari (AR^m) = $29^\circ 57' 11,24''$ (hasil interpolasi), asensioekta Bulan (AR^b) = $206^\circ 58' 37,41''$ (hasil interpolasi) dan deklinasi Matahari (δ^m) = $-07^\circ 49' 41,07''$ (hasil interpolasi), diperoleh nilai arah Bulan (A) = $-85^\circ 23' 55,95''$ SB (selatan barat) dan azimuth Bulan = $265^\circ 23' 55,95''$.

Pada menentukan sudut kiblat siku-siku dari bayangan Bulan (Q) menggunakan rumus = Azimut Kiblat –Azimut Bulan, hasilnya = $29^\circ 00' 43,45''$, karena hasil sudut Q positif (+) maka sisi q (M G) berada di sebelah kanan bayangan Bulan. Sedangkan menentukan panjang sisi q harus diketahui panjang bayangan (g), dalam pengujian pertama sisi g (Q M) = 25 cm, dengan menggunakan rumus $q (M G) = \tan Q \cdot g (Q M)$, diperoleh panjang sisi q (M G) = 13,86461104 cm. Adapun panjang sisi m (Q G) dapat diketahui dengan rumus $m (Q G) = g (Q M) : \cos Q$, diperoleh panjang sisi m (Q M) = 28,58719034 cm.

Hasil dari pengujian keempat menunjukkan sisi m (Q M) yang merupakan sisi miring pada segitiga siku-siku sebagai arah kiblat berimpit dengan arah kiblat yang dihasilkan dengan metode segitiga siku-siku dari bayangan Matahari.

5. Pengujian Kelima Pada Malam Sabtu Pukul 20:03:27 WIB Tanggal 22 April 2016 M./15 Rajab 1437 H.

Pada pengujian kelima menghasilkan nilai arah kiblat dan azimuth kiblatnya yang sama dengan pengujian sebelumnya. Pengujian kelima dilakukan pada pukul 20:03:27 WIB tanggal 22 April 2016 M. Pada waktu

tersebut diketahui data *equation of time* (e) = $00^j 01^m 35,06^d$ (hasil interpolasi), asensioekta Matahari (AR^m) = $30^\circ 37' 15,11''$ (hasil interpolasi), asensioekta Bulan (AR^b) = $215^\circ 11' 21,17''$ (hasil interpolasi) dan deklinasi Matahari (δ^m) = $-10^\circ 09' 34,02''$ (hasil interpolasi), diperoleh nilai arah Bulan (A) = $-82^\circ 21' 42,89''$ ST (selatan timur) dan azimut Bulan = $97^\circ 38' 17,11''$.

Pada menentukan sudut kiblat siku-siku dari bayangan Bulan (Q) menggunakan rumus = Azimut Kiblat – ($180^\circ +$ Azimut Bulan), hasilnya = $16^\circ 46' 22,29''$, karena hasil sudut Q positif (+) maka sisi q (M G) berada di sebelah kanan bayangan Bulan. Sedangkan menentukan panjang sisi q harus diketahui panjang bayangan (g), dalam pengujian pertama sisi g (Q M) = 25 cm, dengan menggunakan rumus $q (M G) = \tan Q \cdot g (Q M)$, diperoleh panjang sisi q (M G) = 7,535024548 cm. Adapun panjang sisi m (Q G) dapat diketahui dengan rumus $m (Q G) = g (Q M) : \cos Q$, diperoleh panjang sisi m (Q M) = 26,11085205 cm.

Hasil dari pengujian kelima menunjukkan sisi m (Q M) yang merupakan sisi miring pada segitiga siku-siku sebagai arah kiblat berimpit dengan arah kiblat yang dihasilkan dengan metode segitiga siku-siku dari bayangan Matahari.

6. Pengujian Keenam Pada Malam Sabtu Pukul 20:51:04 WIB Tanggal 22 April 2016 M./15 Rajab 1437 H.

Pada pengujian keenam menghasilkan nilai arah kiblat dan azimut kiblatnya yang sama dengan pengujian sebelumnya. Pengujian keenam dilakukan pada pukul 20:51:04 WIB tanggal 22 April 2016 M. Pada waktu

tersebut diketahui data *equation of time* (e) = $00^j 01^m 35,85^d$ (hasil interpolasi), asensioekta Matahari (AR^m) = $30^\circ 39' 07,01''$ (hasil interpolasi), asensioekta Bulan (AR^b) = $215^\circ 34' 23,64''$ (hasil interpolasi) dan deklinasi Matahari (δ^m) = $-10^\circ 15' 47,02''$ (hasil interpolasi), diperoleh nilai arah Bulan (A) = $-82^\circ 24' 11,61''$ ST (selatan timur) dan azimut Bulan = $97^\circ 35' 48,39''$.

Pada menentukan sudut kiblat siku-siku dari bayangan Bulan (Q) menggunakan rumus = Azimut Kiblat – ($180^\circ +$ Azimut Bulan), hasilnya = $29^\circ 00' 43,45''$, karena hasil sudut Q positif (+) maka sisi q (M G) berada di sebelah kanan bayangan Bulan. Sedangkan menentukan panjang sisi q harus diketahui panjang bayangan (g), dalam pengujian pertama sisi g (Q M) = 25 cm, dengan menggunakan rumus $q (M G) = \tan Q \cdot g (Q M)$, diperoleh panjang sisi q (M G) = 7,55469131 cm. Adapun panjang sisi m (Q G) dapat diketahui dengan rumus $m (Q G) = g (Q M) : \cos Q$, diperoleh panjang sisi m (Q M) = 26,11653435 cm.

Hasil dari pengujian keenam menunjukkan sisi m (Q M) yang merupakan sisi miring pada segitiga siku-siku sebagai arah kiblat berimpit dengan arah kiblat yang dihasilkan dengan metode segitiga siku-siku dari bayangan Matahari.

7. Pengujian Ketujuh Pada Malam Sabtu Pukul 03:47:25 WIB Tanggal 23 April 2016 M./14 Rajab 1437 H.

Pada pengujian ketujuh menghasilkan nilai arah kiblat dan azimut kiblatnya yang sama dengan pengujian sebelumnya. Pengujian ketujuh dilakukan pada pukul 03:47:25 WIB tanggal 23 April 2016 M. Dari waktu

tersebut diketahui data *equation of time* (e) = $00^j 01^m 38,79^d$ (hasil interpolasi), asensioekta Matahari (AR^m) = $30^\circ 55' 23,43''$ (hasil interpolasi), asensioekta Bulan (AR^b) = $218^\circ 56' 38,94''$ (hasil interpolasi) dan deklinasi Matahari (δ^m) = $-11^\circ 09' 01,21''$ (hasil interpolasi), diperoleh nilai arah Bulan (A) = $-81^\circ 13' 24,37''$ SB (selatan barat) dan azimut Bulan = $261^\circ 13' 24,37''$.

Pada menentukan sudut kiblat siku-siku dari bayangan Bulan (Q) menggunakan rumus = Azimut Kiblat – Azimut Bulan, hasilnya = $33^\circ 11' 15,03''$, karena hasil sudut Q positif (+) maka sisi q (M G) berada di sebelah kanan bayangan Bulan. Sedangkan menentukan panjang sisi q harus diketahui panjang bayangan (g), dalam pengujian pertama sisi g (Q M) = 25 cm, dengan menggunakan rumus $q (M G) = \tan Q \cdot g (Q M)$, diperoleh panjang sisi q (M G) = 16,35175819 cm. Adapun panjang sisi m (Q G) dapat diketahui dengan rumus $m (Q G) = g (Q M) : \cos Q$, diperoleh panjang sisi m (Q M) = 29,87272997 cm.

Hasil dari pengujian ketujuh menunjukkan sisi m (Q M) yang merupakan sisi miring pada segitiga siku-siku sebagai arah kiblat berimpit dengan arah kiblat yang dihasilkan dengan metode segitiga siku-siku dari bayangan Matahari.

8. Pengujian Kedelapan Pada Malam Sabtu Pukul 04:04:53 WIB Tanggal 23 April 2016 M./14 Rajab 1437 H.

Pada pengujian kedelapan menghasilkan nilai arah kiblat dan azimut kiblatnya yang sama dengan pengujian sebelumnya. Pengujian kedelapan dilakukan pada pukul 04:04:53 WIB tanggal 23 April 2016 M. Dari waktu

tersebut diketahui data *equation of time* (e) = $00^j 01^m 39^d$ (hasil interpolasi), asensioekta Matahari (AR^m) = $30^\circ 56' 04,39''$ (hasil interpolasi), asensioekta Bulan (AR^b) = $219^\circ 05' 09,92''$ (hasil interpolasi) dan deklinasi Matahari (δ^m) = $-11^\circ 11' 12,54''$ (hasil interpolasi), diperoleh nilai arah Bulan (A) = $-81^\circ 05'' 47,82''$ SB (selatan barat) dan azimuth Bulan = $261^\circ 05'' 47,82''$.

Pada menentukan sudut kiblat siku-siku dari bayangan Bulan (Q) menggunakan rumus = Azimut Kiblat – Azimut Bulan, hasilnya = $33^\circ 18' 51,58''$, karena hasil sudut Q positif (+) maka sisi q (M G) berada di sebelah kanan bayangan Bulan. Sedangkan menentukan panjang sisi q harus diketahui panjang bayangan (g), dalam pengujian pertama sisi g (Q M) = 25 cm, dengan menggunakan rumus $q (M G) = \tan Q \cdot g (Q M)$, diperoleh panjang sisi q (M G) = 16,43088122 cm. Adapun panjang sisi m (Q G) dapat diketahui dengan rumus $m (Q G) = g (Q M) : \cos Q$, diperoleh panjang sisi m (Q M) = 29,91611368 cm.

Hasil dari pengujian kedelapan menunjukkan sisi m (Q M) yang merupakan sisi miring pada segitiga siku-siku sebagai arah kiblat berimpit dengan arah kiblat yang dihasilkan dengan metode segitiga siku-siku dari bayangan Matahari.

9. Pengujian Kesembilan Pada Malam Minggu Pukul 20:32:28 WIB Tanggal 23 April 2016 M./16 Rajab 1437 H.

Pada pengujian kesembilan menghasilkan nilai arah kiblat dan azimuth kiblatnya yang sama dengan pengujian sebelumnya. Pengujian kesembilan dilakukan pada pukul 20:32:28 WIB tanggal 23 April 2016 M. Pada waktu

tersebut diketahui data *equation of time* (e) = $00^j 01^m 46,54^d$ (hasil interpolasi), asensioekta Matahari (AR^m) = $31^\circ 34' 42,30''$ (hasil interpolasi), asensioekta Bulan (AR^b) = $227^\circ 10' 49,42''$ (hasil interpolasi) dan deklinasi Matahari (δ^m) = $-13^\circ 08' 03,44''$ (hasil interpolasi), diperoleh nilai arah Bulan (A) = $-78^\circ 47' 55,44''$ ST (selatan timur) dan azimuth Bulan = $101^\circ 12' 04,56''$.

Pada menentukan sudut kiblat siku-siku dari bayangan Bulan (Q) menggunakan rumus = Azimut Kiblat – ($180^\circ +$ Azimut Bulan), hasilnya = $13^\circ 12' 34,84''$, karena hasil sudut Q positif (+) maka sisi q (M G) berada di sebelah kanan bayangan Bulan. Sedangkan menentukan panjang sisi q harus diketahui panjang bayangan (g), dalam pengujian pertama sisi g (Q M) = 25 cm, dengan menggunakan rumus $q (M G) = \tan Q \cdot g (Q M)$, diperoleh panjang sisi q (M G) = 5,86815227 cm. Adapun panjang sisi m (Q G) dapat diketahui dengan rumus $m (Q G) = g (Q M) : \cos Q$, diperoleh panjang sisi m (Q M) = 25,67947061 cm.

Hasil dari pengujian kesembilan menunjukkan sisi m (Q M) yang merupakan sisi miring pada segitiga siku-siku sebagai arah kiblat berimpit dengan arah kiblat yang dihasilkan dengan metode segitiga siku-siku dari bayangan Matahari.

10. Pengujian Kesepuluh Pada Malam Minggu Pukul 21:07:23 WIB

Tanggal 23 April 2016 M./16 Rajab 1437 H.

Pada pengujian kesepuluh menghasilkan nilai arah kiblat dan azimuth kiblatnya yang sama dengan pengujian sebelumnya. Pengujian kesepuluh

dilakukan pada pukul 21:07:23 WIB tanggal 23 April 2016 M. Pada waktu tersebut diketahui data *equation of time* (e) = $00^j 01^m 47^d$ (hasil interpolasi), asensiorekta Matahari (AR^m) = $31^\circ 36' 04,35''$ (hasil interpolasi), asensiorekta Bulan (AR^b) = $227^\circ 28' 09,02''$ (hasil interpolasi) dan deklinasi Matahari (δ^m) = $-13^\circ 11' 55,85''$ (hasil interpolasi), diperoleh nilai arah Bulan (A) = $-78^\circ 39'' 05,59''$ ST (selatan timur) dan azimuth Bulan = $101^\circ 20'' 54,41''$.

Pada menentukan sudut kiblat siku-siku dari bayangan Bulan (Q) menggunakan rumus = Azimut Kiblat – ($180^\circ +$ Azimut Bulan), hasilnya = $13^\circ 03' 44,99''$, karena hasil sudut Q positif (+) maka sisi q (M G) berada di sebelah kanan bayangan Bulan. Sedangkan menentukan panjang sisi q harus diketahui panjang bayangan (g), dalam pengujian pertama sisi g (Q M) = 25 cm, dengan menggunakan rumus $q (M G) = \tan Q \cdot g (Q M)$, diperoleh panjang sisi q (M G) = 5,800435053 cm. Adapun panjang sisi m (Q G) dapat diketahui dengan rumus $m (Q G) = g (Q M) : \cos Q$, diperoleh panjang sisi m (Q M) = 25,66408087 cm.

Hasil dari pengujian pertama sampai pengujian kesepuluh menunjukkan sisi m (Q M) yang merupakan sisi miring pada segitiga siku-siku sebagai arah menuju ke kiblat berimpit dengan arah kiblat yang dihasilkan dengan metode segitiga siku-siku dari bayangan Matahari.

Berdasarkan pengujian yang dilakukan oleh penulis sebanyak 10 kali, metode pengukuran arah kiblat dengan segitiga siku-siku dari bayangan Bulan menunjukkan hasil yang konsisten. Setiap pengujian, mulai pengujian pertama sampai pengujian yang kesepuluh menghasilkan garis yang menuju ke arah kiblat yang berimpit dengan hasil pengukuran arah kiblat yang

ditunjukkan oleh metode segitiga siku-siku dari bayangan Matahari pada siang hari. Hal itu berarti pengukuran arah kiblat dengan menggunakan segitiga siku-siku dari bayangan Bulan menghasilkan pengukuran yang akurat dan hasil pengukuran memanfaatkan bayangan Bulan ini sama hasilnya dengan pengukuran yang menggunakan bayangan Matahari yang sudah teruji akurasi berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Slamet Hambali (2013: 156).

Oleh karena itu, menurut hemat penulis metode pengukuran arah kiblat dengan segitiga siku-siku dari bayangan Bulan dapat menghasilkan pengukuran arah kiblat yang akurat. Berdasarkan hasil pengukuran arah kiblat yang akurat, maka metode ini dapat digunakan sebagai salah satu alternatif metode pengukuran arah kiblat yang dapat dilakukan pada malam hari dengan memanfaatkan bayangan Bulan dengan menggunakan alat bantu yang sederhana yang berupa segitiga siku-siku dan menghasilkan pengukuran arah kiblat yang akurat.

C. Analisis Faktor-faktor Akurasi Pengukuran Arah Kiblat dengan Segitiga Siku-siku dari Bayangan Bulan

Faktor-faktor akurasi dari metode pengukuran arah kiblat dengan menggunakan alat bantu yang berupa segitiga siku-siku dari bayangan Bulan yang dimasukkan pada sub bab ini adalah hal-hal yang menyebabkan atau menjadikan metode ini menghasilkan pengukuran arah kiblat yang akurat. Sebagaimana dalam *Kamus Besar Bahasa Indonesia* (2008: 405) bahwa kata

faktor diartikan sebagai hal-hal yang berupa peristiwa atau kejadian yang ikut menyebabkan terjadinya sesuatu.

Dalam konteks ini, hal-hal yang menyebabkan pengukuran dengan segitiga siku-siku dari bayangan Bulan menghasilkan pengukuran arah kiblat yang akurat. Analisis ini untuk untuk menjawab rumusan masalah ketiga, yang mempertanyakan mengapa metode pengukuran arah kiblat dengan menggunakan alat bantu segitiga siku-siku dari bayangan Bulan dapat menghasilkan pengukuran yang akurat.

Sebagaimana pengamatan yang dilakukan sebanyak 10 kali menunjukkan hasil bahwa metode pengukuran arah kiblat dengan segitiga siku-siku dari bayangan Bulan akurat. Hasil pengukuran akurat yang diperoleh metode ini tidak lepas dari beberapa faktor. Apabila faktor-faktor ini nanti dilakukan dengan tepat dan cermat serta terpenuhi semuanya, maka akan menghasilkan pengukuran arah kiblat yang akurat. Dengan demikian, metode ini layak untuk digunakan sebagai alternatif metode pengukuran arah kiblat.

Adapun faktor-faktor yang menjadikan metode pengukuran arah kiblat dengan segitiga siku-siku dari bayangan Bulan menghasilkan pengukuran yang akurat sebagai berikut:

1. Bayangan Bulan Sebagai Acuan

Bulan merupakan satu-satunya satelit alam bagi planet Bumi (Admiranto, 2009: 199). Bulan sebagai benda langit yang ada di luar angkasa

memiliki pergerakan. Pergerakan Bulan dibedakan menjadi dua jenis gerak, yaitu gerak hakiki Bulan dan gerak semu Bulan.

Gerak hakiki Bulan yang dimaksudkan gerak yang dialami oleh Bulan sebagai benda langit yang memiliki gerak sesuai dengan peredaran dan pergerakannya, yaitu gerak rotasi Bulan, gerak revolusi Bulan, dan gerak Bulan bersama-sama dengan Bumi mengelilingi Matahari. Sedangkan gerak semu Bulan yang dimaksudkan adalah peredaran benda langit yang terlihat oleh mata pengamat yang ada di Bumi, sehingga benda langit yang dilihat beredar kebalikan dari sebenarnya. Gerak semu Bulan ini berupa gerak harian Bulan, gerak fase-fase Bulan, gerak librasi, periode sideris dan sinodis, dan kalender hijriah.

Bulan sebagai benda langit yang memiliki gerak dan peredaran yang beraturan dalam mengelilingi Bumi ini dapat diketahui dengan melakukan sebuah perhitungan. Pola keteraturan yang dimiliki oleh Bulan ini dimanfaatkan sebagai petunjuk sistem organisasi waktu yang lebih dikenal sebagai sistem kalender, yang dinamakan dengan kalender Bulan atau kalender lunar (Sudibyo, 2012: 239).

Keadaan Bulan yang beraturan dalam mengelilingi Bumi ini, maka dengan mudah dapat diketahui posisi Bulan setiap harinya, atau bahkan setiap jam, menit dan detik. Untuk mengetahui posisi Bulan ini dapat dilakukan sebuah perhitungan dengan menggunakan rumus dan data-data yang dimiliki oleh Bulan. Hasil perhitungan terhadap posisi Bulan menunjukkan hasil yang akurat. Hal ini dapat dipahami dari perhitungan awal bulan kamariah, perhitungan gerhana, baik gerhana Bulan maupun gerhana Matahari,

pengukuran arah kiblat dengan memanfaatkan posisi benda langit seperti Matahari, Bulan dan benda langit lainnya, yang selama ini dilakukan untuk dijadikan pedoman dalam melakukan pengamaan.

Selain itu juga, fenomena penampakan Bulan yang setiap hari berganti yang diistilahkan sebagai fase-fase Bulan. Fase-fase Bulan ini dapat diperhitungkan pula setiap harinya. Bahkan menurut Admiranto (2009: 199) kecermelangan Bulan sebagai benda langit yang nampak dari Bumi hanya dapat dikalahkan oleh Matahari. Hal ini senada dengan pernyataan Muh. Ma'rufin Sudibyo (2012: 241) Bulan memiliki kesamaan dengan Matahari, yaitu keduanya bercahaya cukup terang.

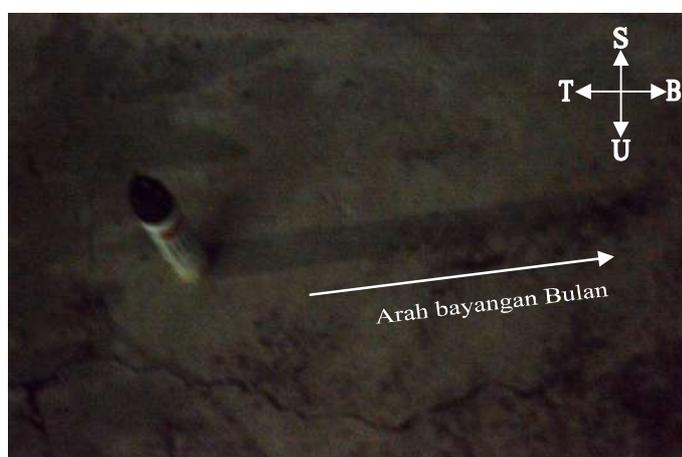
Adapun yang membedakan kedua benda langit tersebut adalah Matahari menerangi langit pada siang dengan terang benderang, sementara Bulan, khususnya ketika Bulan Purnama membuat temeram langit malam. Apabila dibandingkan, Matahari 400.000 kali lipat lebih terang dibandingkan dengan Bulan Purnama dan intensitas cahaya Bulan Purnama sebenarnya hanya 0,001 % cahaya Matahari (Sudibyo, 2012: 241).

Perbandingan intensitas cahaya dari kedua benda langit tersebut sangat jauh, sehingga bayangan yang sampai di Bumi pun lebih jelas cahaya dari Matahari dibandingkan dengan cahaya dari Bulan. Walaupun demikian, cahaya Bulan pada malam hari dengan keadaan Bumi yang gelap dapat membentuk bayangan, khususnya pada saat bulan purnama. Dengan catatan tidak ada lampu di lokasi tersebut, dalam artinya kondisinya gelap. Hal ini menciptakan di tempat pengukuran arah kiblat tersebut hanya ada satu cahaya, yaitu cahaya dari Bulan.

Selain itu juga, bayangan akan semakin jelas manakala pengamatan dilakukan di tempat yang tersebut tidak cahaya dan tidak ada pembiasan cahaya, serta dilakukan pada alas yang berwarna putih. Keadaan alas yang putih di tempat pengukuran arah kiblat akan menjadikan bayangan dari sebuah benda akan semakin jelas.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh penulis pada bulan Rajab 1437 H menunjukkan bahwa bayangan Bulan yang paling jelas yaitu terjadi pada tanggal 15 pada kalender hijriah dan disusul tanggal 14 dan 16. Selain tanggal tersebut juga dapat membentuk sebuah bayangan, akan tetapi tidak seterang pada ketiga tanggal tersebut. sejauh pengamatan yang dilakukan oleh penulis bahwa, pada tanggal 8 pada kalender hijriah, cahaya Bulan sudah membentuk sebuah bayangan. Pada tanggal 8 ini bayangan Bulan masih sangat rendah sekali, sehingga apabila ingin melakukan pengukuran arah kiblat pada tanggal tersebut harus hati-hati dan teliti dalam menentukan arah Bulan yang ditunjukkan oleh bayangan Bulan tersebut. Berikut ini gambar bayangan Bulan pada tanggal 8 Rajab 1437 H.

Gambar 4.4: Bayangan Bulan pada tanggal 8 Rajab 1437 H yang diambil dengan Kamera Nikon D3200, pada gambar ini telah dilakukan edit kontras cahaya agar lebih jelas



Pada tanggal berikutnya cahaya Bulan akan semakin jelas dan puncak kejelasan bayangan Bulan ini terjadi pada saat bulan purnama, yaitu pada tanggal 15. Pada saat bulan purnama inilah bayangan Bulan akan terlihat paling terang dan pada saat ini pula waktu yang paling baik untuk melakukan pengukuran arah kiblat dilakukan dengan menggunakan segitiga siku-siku dari bayangan Bulan. Pada tanggal berikutnya, penampakan Bulan mulai mengecil hingga tanggal 22 pada bulan hijriah cahaya Bulan masih dapat membentuk bayangan, akan tetapi bayangan sangat rendah sekali. Cahaya Bulan pun semakin hari semakin tidak jelas bayangan Bulan, hingga menjadi fase Bulan mati (*new moon*).

Oleh karena itu, untuk mendapatkan bayangan Bulan yang maksimal pengukuran arah kiblat dengan metode segitiga siku-siku dari bayangan Bulan ini dilakukan pada tanggal 15 pada bulan hijriah. Selanjutnya pada tanggal 14 dan 16 pada kalender hijriah dan pada tanggal seterusnya.

Faktor lain yang berkaitan tentang bayangan Bulan akan terlihat jelas adalah lokasi tempat pengukuran. Apabila lokasi pengukuran berada di dataran tinggi akan semakin jelas bila dibandingkan dengan tempat yang ada di dataran rendah. Hal ini karena lokasi yang berada di dataran tinggi secara jarak, lebih dekat dengan Bulan dibandingkan dengan lokasi yang berada di dataran rendah.

Pada konteks jarak terdekat ini, Bulan suatu saat berada di jarak terdekat dengan Bumi (*perigee*) dan pada suatu saat yang lain pula Bulan berada di jarak yang jauh (*apogee*). Secara tidak langsung, jarak Bulan ke Bumi ini berpengaruh pada cahaya Bulan yang sampai ke Bumi. Untuk

mengetahui jarak Bulan ke Bumi pada jarak yang terdekat atau terjauh dapat memperhatikan Tabel Ephemeris yang dapat dilihat di Program Winhisab 2.0 yang dikeluarkan oleh Departemen Agama yang sekarang menjadi Kementerian Agama. Pada Tabel Ephemeris ini, semakin besar nilai Semi Diameter Bulan, maka itu untuk menunjukkan Bulan semakin dekat, sebaliknya apabila nilai Semi Diameter Bulan semakin kecil, maka itu menunjukkan Bulan semakin jauh.

Berdasarkan hal tersebut, pengukuran arah kiblat dengan memanfaatkan posisi Bulan dan cahaya Bulan yang sampai ke Bumi yang membentuk bayangan menunjukkan posisi Bulan yang akurat. Sehingga keadaan bayangan Bulan yang demikian dapat dijadikan acuan dalam penentuan arah, yang kemudian dapat diketahui arah menuju ke Kakbah.

2. Trigonometri Bola Sebagai Kerangka Teoritik

Metode pengukuran arah kiblat dengan segitiga siku-siku dari bayangan Bulan ini menggunakan kerangka teoritik yang berupa teori trigonometri bola (*spherical trigonometry*) yang mengasumsikan Bumi bulat. Hal ini dapat diperhatikan dalam proses perhitungan dalam metode ini yang tidak dilakukan koreksi terhadap lintang geografik ke lintang geosentris.⁴

Sebagaimana hasil penelitian Ahmad Izzuddin (2011: 173), ada tiga teori yang digunakan dalam penentuan arah kiblat, yaitu teori trigonometri bola, teori geodesi dan teori navigasi. Ketiga teori ini mengacu pada dua tipologi, yaitu arah yang mengikuti garis yang mempunyai arah sudut yang

⁴ Untuk merubah data lintang geografik ke data lintang geosentrik dapat menggunakan rumus sebagai berikut: $\tan \varphi' = (b : a)^2 \times \tan \varphi$, dengan φ' = lintang geosentrik, $b = 6356752,3132$ meter, $a = 6378137$ meter, dan φ = lintang geografik (Qulub, 2013: 7)

konstan (*loxodrom*) dengan jarak tempuh yang jauh dan arah yang mengikuti garis yang mempunyai arah sudut yang tidak konstan (*orthodrom*) dengan jarak tempuh dekat. Definisi arah yang pertama merupakan definisi arah yang digunakan dalam teori navigasi. Sedangkan definisi arah yang kedua adalah arah yang dimaksudkan dalam teori trigonometri bola dan teori geodesi.

Dari ketiga teori tersebut teori yang sesuai dengan definisi arah terdekat menuju ke Kakbah sebagaimana yang dijelaskan dalam fikih adalah teori trigonometri dan teori geodesi. Kedua teori ini menghasilkan arah menghadap, bukan arah perjalanan sebagaimana yang digunakan dalam teori navigasi (Izzudin, 2011: 212).

Dari segi tingkat akurasi, dari ketiga teori tersebut menghasilkan perhitungan yang berbeda. Menurut hasil penelitian Ahmad Izzuddin (2011: 212) perhitungan teori navigasi memberikan hasil yang sangat jauh yaitu $34^{\circ} 25' 26''$ dengan perhitungan trigonometri bola. Sedangkan perhitungan teori geodesi dan teori trigonometri bola selisih sekitar 8 menit, sehingga teori geodesi ini dianggap paling akurat dalam penentuan arah kiblat.

Berkaitan akurasi antara teori trigonometri dengan teori geodesi (*vincenty*), menurut hasil penelitian Siti Tatmainul Qulub (2013: 30) ketika menguji akurasi *rasyd al-qiblah* teori trigonometri dengan teori geodesi (*vincenty*) bahwa terdapat selisih sebesar antara 1 sampai 2 menit.

Dalam pengujian di lapangan, perhitungan dengan menggunakan teori trigonometri bola juga dapat menghasilkan pengukuran yang akurat. Hal ini dapat dicontohkan hasil pengukuran arah kiblat di Masjid Agung Jawa Tengah (MAJT). Menurut Slamet Hambali (2014: 46) akurasi arah kiblat

Masjid Agung Jawa Tengah tidak diragukan lagi dan dapat dibuktikan semua orang dari berbagai belahan dunia, baik dibuktikan melalui pengujian di lapangan ataupun online menggunakan *google earth*. Bahkan MAJT ini dijadikan acuan pengujian terhadap metode penentuan arah kiblat dengan segitiga siku-siku dari bayangan Matahari (202013: 147) dan metode penentuan arah kiblat dengan alat *Istiwa'aini* (Hambali, 2014: 46). Kedua metode yang diformulasikan oleh Slamet Hambali ini dalam proses perhitungannya juga menggunakan trigonometri bola sebagai kerangka teoritik.

Berdasarkan dari pemaparan di atas, dalam penentuan arah arah kiblat dapat menggunakan kerangka teori trigonometri bola. Hasil dari pengukuran teori trigonometri bola ini dapat menghasilkan pengukuran yang akurat. Dalam pengukuran arah kiblat dengan segitiga siku-siku dari bayangan Bulan ini menggunakan teori trigonometri bola sebagai kerangka teoritik, sehingga hasil pengukurannya dapat menghasilkan pengukuran yang akurat.

3. Data Perhitungan yang Akurat

Dalam proses melakukan perhitungan harus menggunakan data-data yang akurat. Data-data yang diperlukan dalam metode pengukuran arah kiblat dengan menggunakan segitiga siku-siku dari bayangan Bulan meliputi lintang tempat (φ^x), bujur tempat (λ^x), lintang Kakbah (φ^k), bujur Kakbah (λ^k), *equation of time* (e), Asensiorekta Matahari (AR^m), Asensiorekta Bulan (AR^b), dan deklinasi Bulan (δ^b). Data-data tersebut inilah yang menjadi data yang digunakan dalam perhitungan. Untuk mendapatkan hasil perhitungan

dan pengukuran yang akurat, maka harus menggunakan data-data yang akurat pula.

Data-data yang berupa lintang tempat (φ^x), bujur tempat (λ^x), lintang Kakbah (φ^k) dan bujur Kakbah (λ^k) untuk mendapatkan data yang akurat maka harus menggunakan alat bantu GPS (*global positioning system*), sebuah alat untuk mengetahui letak geografis suatu tempat di Bumi secara akurat (Hidayat dan Suadi, 2012: 37-38, Singgih, 2013: 80). Sedangkan data *equation of time* (e), Asensiorekta Matahari (AR^m), Asensiorekta Bulan (AR^b), dan deklinasi Bulan (δ^b) dapat diperoleh dari tabel Almanak Nautika dan Ephemeris.

Dalam Almanak Nautika dan Ephemeris dalam menampilkan data berdasarkan jam. Apabila data-data yang ditunjukkan oleh tabel tersebut belum sesuai dengan waktu pembedikan bayangan Bulan, maka untuk mendapatkan data-data yang sesuai dan tepat dengan waktu pengukuran perlu dilakukan langkah interpolasi. Langkah interpolasi merupakan pengambilan suatu data yang ada di antara dua data (Khazin, 2004: 19).

Data-data yang diambil harus tepat dengan waktu pengambilan bayangan Bulan. Sebab ketepatan waktu atau jam yang digunakan untuk acuan pengukuran arah kiblat akan mempengaruhi hasil akurasi pengukuran arah kiblat (Hambali, 2013: 92). Oleh karenanya, waktu yang tepat dan akurat menjadi sesuatu yang penting dalam pengukuran arah kiblat ini karena berkaitan langsung dengan data yang diperlukan dalam perhitungan.

Manakala waktu yang digunakan tidak akurat, maka data yang diambil tidak sesuai dengan pembedikan bayangan Bulan, sehingga menghasilkan

pengukuran yang tidak akurat. Oleh karena itu, waktu yang digunakan harus waktu yang tepat dan akurat. Untuk mendapatkan waktu yang akurat dapat menggunakan menggunakan GPS (*Global Positioning System*), menfaatkan internet⁵ dan dapat juga menggunakan layanan telkom dengan menelfon ke nomor 103.

Dengan menggunakan data-data perhitungan yang akurat ini, maka dalam proses perhitungan dan pengukuran arah kiblat dengan menggunakan segitiga siku-siku dari bayangan Bulan ini akan mendapatkan hasil pengukuran arah kiblat yang akurat.

4. Proses Perhitungan Arah Kiblat yang Cermat

Tahap awal sebelum melakukan pengukuran arah kiblat adalah menghitung arah kiblat dan perhitungan yang lain yang diperlukan dalam pengukuran arah kiblat dengan menggunakan segitiga siku-siku dari bayangan Bulan. Menghitung arah kiblat merupakan proses kegiatan menghitung data-data dengan menggunakan rumus tertentu yang dilakukan dengan cermat. Meskipun data-data yang sudah disiapkan yang akan digunakan perhitungan sudah akurat, akan tetapi dalam proses perhitungan ada kesalahan dalam memahami rumus dan ketentuan yang ada, maka hal itu akan berakibat pada hasil perhitungan salah.

Oleh karena itu, kecermatan dan ketelitian menjadi kunci dalam proses perhitungan dan pengukuran arah kiblat dengan menggunakan segitiga siku-siku dari bayangan Bulan. Apabila dalam melakukan perhitungan ini

⁵ Untuk mendapatkan waktu yang akurat dengan menggunakan internet dapat juga mengunjungi website 1) <http://www.greenwichmeantime.com/>, 2) <http://www.timeanddate.com/>, 3) <http://time.is/> dan website lainnya.

dilakukan dengan cermat dan benar, maka hasil perhitungan dan pengukuran metode ini akan menghasilkan arah kiblat yang akurat.

Dalam perhitungan pada pengukuran arah kiblat dengan segitiga siku-siku dari bayangan Bulan ini yang perlu dipahami secara cermat dan benar sebagai berikut:

a. Menghitung Arah Kiblat

Menghitung arah kiblat yang perlu diperhatikan adalah menentukan jarak bujur terdekat (C) merupakan jarak bujur terdekat dari Kakbah ke timur atau ke barat sampai suatu tempat yang akan diukur arah kiblatnya. Dalam menentukan nilai C terdapat empat ketentuan, sebagaimana yang telah dijelaskan pada pembahasan menghitung arah kiblat di atas. Ketentuan ini dengan memperhatikan nilai bujur tempat dan posisi bujur tempat, apakah di bujur timur (BT) atau di bujur barat (BB). Dari keempat ketentuan ini, kemudian untuk mengetahui arah kiblatnya dikelompokkan menjadi dua, apakah condong ke barat atau ke timur. Di sinilah seseorang yang melakukan perhitungan harus cermat dan tepat dalam mengoperasikan alat hitung dan memahami ketentuan dan rumus.

b. Menentukan Azimut Kiblat

Menentukan azimut kiblat mengacu pada hasil perhitungan arah kiblat. Nilai arah kiblat inilah yang kemudian disesuaikan dengan ketentuan dalam menentukan azimut kiblat. Ada empat ketentuan dalam menentukan azimut kiblat, apakah hasil arah kiblat menunjukkan UT (utara timur), ST (selatan timur), SB (selatan barat), atau UB (utara barat). Sebab masing-masing kondisi arah kiblat tersebut akan berbeda pula dalam rumus yang

digunakan untuk menentukan azimut kiblat. Dalam memahami ketentuan ini, seseorang harus cermat dalam melakukan perhitungan.

c. Menentukan Sudut Waktu Matahari

Mengetahui sudut waktu Matahari langkah yang perlu dilalui sebelum menghitung arah Bulan. dalam menentukan sudut waktu Matahari ada dua model rumus, $t^m = (LMT + e - (BT^L - BT^x) / 15 - 12) \times 15$, atau $t^m = (LMT + e - (BB^L - BB^x) / 15 - 12) \times 15$. Untuk penggunaan salah satu dari rumus tersebut dengan memperhatikan bujur tempat yang akan diukur arah kiblatnya, apakah di bujur timur (BT) atau di bujur barat (BB).

Selain itu juga, dalam menentukan sudut waktu Matahari yang perlu diperhatikan adalah hasil dari perhitungan tersebut. Dari dua rumus tersebut akan menghasilkan dua kemungkinan, apabila hasil perhitungan menunjukkan nilai negatif (-), maka posisi Matahari berada di sebelah timur meridian atas (belum *mer pass* atau sebelum zawal). Apabila hasil perhitungan menunjukkan nilai positif (+), posisi Matahari berada di sebelah barat lingkaran meridian atas (sudah *mer pass* atau setelah zawal). Dalam menentukan sudut waktu Matahari ini seseorang harus menghitung dengan cermat dan teliti.

d. Menentukan Sudut Waktu Bulan

Sebagaimana dalam menentukan sudut waktu Matahari, dalam menentukan sudut waktu Bulan juga dari hasil perhitungan ada dua kemungkinan, apabila nilai negatif (-), maka posisi Bulan berada di sebelah timur meridian atas (belum *mer pass* atau sebelum zawal), dan apabila nilai

positif (+), posisi Bulan berada di sebelah barat lingkaran meridian atas (sudah *mer pass* atau setelah zawal).

Dalam hasil perhitungan sudut waktu Bulan ada hal lain yang perlu diperhatikan lagi, yaitu apabila sudut waktu Bulan (t^b) bernilai negatif lebih dari 180° , maka harus ditambah 360° , dan apabila bernilai negatif kurang dari 180° , maka hasilnya tetap dan dalam perhitungan selanjutnya tanda negatif (-) diubah menjadi positif. Hal-hal ini yang perlu dicermati seseorang yang melakukan perhitungan arah kiblat.

e. Menentukan Arah Bulan

Menghitung arah Bulan di sini yang diperlukan adalah kecermatan pengoperasian alat hitung agar menghasilkan perhitungan yang tepat. Hasil perhitungan arah kiblat ini dihitung dari titik utara atau selatan. Apabila hasil perhitungan menghasilkan nilai positif (+), maka arah Bulan dihitung dari titik utara dan apabila hasil perhitungan menghasilkan nilai negatif (-), maka arah Bulan dihitung dari titik selatan. Sedangkan untuk mengetahui apakah arah Bulan berada di posisi barat atau timur meridian, dapat dilihat dari sudut waktu Bulan.

f. Menentukan Azimut Bulan

Mengetahui azimut Bulan sebagaimana dalam menentukan azimut kiblat. Dalam hal ini yang menjadi acuan dalam menghitung azimut kiblat adalah nilai arah Bulan. Ada empat ketentuan dalam menentukan azimut kiblat, apakah hasil arah kiblat menunjukkan UT (utara timur), ST (selatan timur), SB (selatan barat), atau UB (utara barat). Dari masing-masing kondisi arah kiblat tersebut akan menggunakan rumus yang berbeda. Dalam

memahami ketentuan inilah seseorang yang melakukan perhitungan harus cermat.

g. Menentukan Sudut Kiblat dari Bayangan Bulan

Pada dasarnya langkah ini adalah untuk mendapatkan sudut kiblat dari bayangan Bulan yang diupayakan tidak lebih dari 90° , sehingga ada beberapa alternatif yang dapat dilakukan. Alternatif tersebut ada delapan (Hambali, 2013: 86-90) sebagaimana yang terdapat dalam ketentuan menentukan sudut kiblat dari bayangan Bulan yang sudah dijelaskan di atas.

Dalam hal ini yang perlu dicermati adalah sudut kiblat atau sisi q (G M) berada di sebelah kanan atau di sebelah kiri bayangan Bulan. Apabila hasil ketentuan dalam menentukan sudut kiblat dari bayangan Bulan menunjukkan hasil positif (+), maka sudut kiblat atau sisi q (G M) berada di sebelah kanan bayangan Bulan. Sedangkan apabila sudut kiblat dari bayangan Bulan menunjukkan hasil negatif (-), maka sudut kiblat atau sisi q (G M) berada di sebelah kiri bayangan Bulan.

Kecermatan dan ketelitian seseorang dalam melakukan perhitungan ini benar-benar dibutuhkan. Kesalahan dalam menempatkan sudut kiblat dari bayangan Bulan atau sisi q (G M) akan menghasilkan arah kiblat yang salah, meskipun data-data yang digunakan sudah akurat dan perhitungan yang tepat.

5. Praktik Pengukuran Arah Kiblat yang Tepat

Praktik pengukuran ini menjadikan tahapan akhir yang penting untuk dilakukan dengan tepat sebagai langkah pengimplementasian dari hasil perhitungan. Meskipun seluruh rangkaian perhitungan menghasilkan hasil

yang tepat dan benar, akan tetapi apabila dalam praktiknya tidak sesuai dengan ketentuan yang telah ada, maka hasil pengukuran arah kiblat yang salah.

Dalam proses praktik pengukuran arah kiblat yang tepat, langkah yang harus diperhatikan adalah menentukann bayangan Bulan dari sebuah benda yang tegak lurus yang berdiri tegak di atas dataran yang benar-benar datar. Untuk mengetahui keadaan yang benar-benar datar dapat menggunakan alat bantu Waterpass. Sedangkan untuk mengetahui apakah benda yang digunakan untuk memperoleh bayangan Bulan benar-benar tegak lurus dapat dilakukan dengan menggunakan alat bantu Bandul Lot, yaitu sebuah sebuah benang yang diberi bandul di ujungnya.

Dari bayangan benda yang tegak lurus yang berdiri tegak di dataran yang bener-bener datar inilah yang kemudian akan menghasilkan bayangan Bulan yang akurat. Dari bayangan benda yang tegak lurus ini kemudian ditarik garis lurus sesuai dengan bayangan benda tersebut dengan penjang tertentu. Dalam hal ini, semakin panjang garis yang dibuat, maka akan menghasilkan tingkat akurasi yang semakin tinggi (hambali, 2013: 93).

Garis lurus yang sesuai dengan bayangan benda yang tegak lurus inilah kemudian dijadikan acuan dalam penentuan sudut kiblat. Apabila sudut kiblat dari bayangan Bulan atau sisi q (G M) bernilai positif (+), maka sudut tersebut berada di sebelah kanan bayangan Bulan, dan apabila sudut kiblat dari bayangan Bulan atau sisi q (G M) bernilai negatif (-), maka sudut tersebut berada di sebelah kiri bayangan Bulan.

Dalam praktik pengukuran, seorang pengamat juga harus memperhatikan dengan betul bayangan yang dibentuk oleh benda yang tegak lurus tersebut. Sebab ketika melihat bayangan Bulan pada malam hari akan terlihat kurang jelas dibandingkan dengan bayangan yang dibentuk oleh Matahari. Hal ini karena cahaya Matahari jauh lebih terang pada siang hari dibandingkan dengan cahaya Bulan pada malam hari. Dengan demikian, pengamat harus tepat dalam mengambil bayangan Bulan agar mendapatkan pengukuran arah kiblat yang akurat.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan dan analisa yang terdapat pada bab-bab sebelumnya, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Pengukuran arah kiblat dengan menggunakan segitiga siku-siku dari bayangan Bulan dapat dilakukan dengan 8 (delapan) langkah, yaitu 1) menghitung arah kiblat dengan menggunakan rumus: $\text{Cotan } B = \frac{\tan \phi^k}{\cos \phi^x} : \sin C - \sin \phi^x : \tan C$. 2) menghitung azimuth kiblat dengan rumus: apabila $B = UT$, maka $B = B$, apabila $B = ST$, maka $B = 180^\circ + B$, apabila $B = SB$, maka $B = 180^\circ - B$, dan apabila $B = UB$, maka $B = 360^\circ - B$. 3) menghitung sudut waktu matahari dengan rumus: $t^m = (\text{LMT} + e - (\text{BT}^L - \text{BT}^x) / 15 - 12) \times 15$, atau $t^m = (\text{LMT} + e - (\text{BB}^L - \text{BB}^x) / 15 - 12) \times 15$. 4) menghitung sudut waktu Bulan dengan rumus: $t^b = \text{AR}^m - \text{AR}^b + t^m$. 5) menghitung arah Bulan dengan rumus: $\text{Cotan } A = \frac{\tan \delta^m \cos \phi^x}{\sin t^b} - \sin \phi^x : \tan t^b$. 6) menghitung azimuth Bulan dengan rumus: apabila arah Bulan = UT, maka azimuth Bulan = arah Bulan, apabila arah Bulan = ST, maka azimuth Bulan = $180^\circ +$ arah Bulan, apabila arah Bulan = SB, maka azimuth Bulan = $180^\circ -$ arah Bulan, dan apabila arah Bulan = UB, maka azimuth Bulan = $360^\circ -$ arah Bulan. 7) menghitung sudut kiblat dari bayangan Bulan (Q) dengan mengupayakan besaran sudut Q tidak lebih dari 90° , dapat menggunakan rumus: $Q = \text{azimut kiblat} - \text{azimut Bulan}$, $Q = \text{azimut kiblat} - (\text{azimut Bulan} + 180^\circ)$, $Q = \text{azimut kiblat} -$

(azimut Bulan - 180°), $Q = (360^\circ + \text{azimut kiblat}) - \text{azimut Bulan}$, dan $Q = (360^\circ + \text{azimut kiblat}) - (\text{azimut Bulan} + 180^\circ)$. Hasil rumus menghitung Q ini apabila positif (+) maka Q berada di sebelah kanan bayangan Bulan dan apabila negatif (-) maka Q berada di sebelah kiri bayangan Bulan. 8) membuat segitiga siku-siku dari bayangan Bulan, yaitu membuat garis q ($G M$) dengan rumus q ($M G$) = $\tan Q \cdot g$ ($Q M$). Sedangkan untuk mengetahui panjang sisi m ($G Q$) dengan rumus m ($Q G$) = g ($Q M$) : $\cos Q$.

2. Metode pengukuran arah kiblat dengan menggunakan segitiga siku-siku dari bayangan Bulan menghasilkan pengukuran arah kiblat yang akurat. Hal ini berdasarkan pengujian akurasi terhadap metode pengukuran arah kiblat dengan segitiga siku-siku dari bayangan Bulan ini dilakukan sebanyak 10 kali yang dilakukan pada tanggal 21-23 April 2016 bertepatan dengan tanggal 14-16 Rajab 1437 H. Pengujian dilakukan pada satu tempat yaitu rumah penulis, di Desa Harjowinangun RT. 10 RW. 02 Kecamatan Dempet Kabupaten Demak Provinsi Jawa Tengah, yang berada di lintang tempat (φ^x) = $-6^\circ 55' 44.18''$ LS dan bujur tempat (λ^x) = $110^\circ 44' 47.44''$ (BT) dengan menggunakan data Lintang Kakbah (φ^k) = $+21^\circ 25' 21,04''$ (LU) dan Bujur Kakbah (λ^k) = $39^\circ 49' 34,33''$ (BT). Dari pengujian pertama sampai pengujian kesepuluh menunjukkan adanya hasil yang konsisten dan sisi miring m ($G Q$) sebagai arah kiblat berimpit dengan hasil pengukuran dengan metode pengukuran arah kiblat dengan segitiga siku-siku dari bayangan Matahari.

3. Akurasi metode pengukuran arah kiblat dengan menggunakan segitiga siku-siku dari bayangan Bulan dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu 1) Bayangan Bulan sebagai acuan pengukuran arah kiblat, 2) Trigonometri bola (*spherical trigonometry*) sebagai kerangka teoritik, 3) Data-data yang digunakan dalam perhitungan yang akurat, 4) Proses perhitungan arah kiblat yang cermat, dan 5) Praktik pengukuran arah kiblat yang tepat.

B. Saran

Berdasarkan kesimpulan yang telah disampaikan di atas, maka saran-saran yang dapat dikemukakan sebagai berikut:

1. Metode pengukuran arah kiblat dengan menggunakan segitiga siku-siku dari bayangan Bulan dapat dijadikan sebagai alternatif pengukuran arah kiblat pada malam hari.
2. Pengukuran arah kiblat dengan menggunakan segitiga siku-siku dari bayangan Bulan sebaiknya dilakukan pada saat bulan purnama atau pada tanggal 14, 15 dan 16 dalam kalender hijriyah. Walaupun demikian, tidak menutup kemungkinan metode ini juga dapat dilakukan pada tanggal yang lain, yang penting ada bayangan Bulan yang dijadikan sebagai acuan pengukuran arah kiblat.
3. Metode pengukuran arah kiblat segitiga siku-siku dari bayangan Bulan ini perlu dikembangkan lebih lanjut, khususnya yang berkenaan dengan penentuan arah kiblat dengan bayangan Bulan, misalnya *rasyd al-qiblah* Bulan, pemanfaatan bayangan Bulan sebagai acuan menentukan arah

kiblat dengan alat bantu yang lain, waktu yang ideal pengukuran arah kiblat dengan memanfaatkan Bulan yang dikaitkan dengan musim dan sebagainya.

C. Penutup

Alhamdulillah, segala puji syukur penulis persembahkan atas kehadiran Allah *subhānahu wa ta'ālā* atas segala rahmat, taufiq dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan tesis ini. Besar harapan apa yang telah diusahakan oleh penulis ini dapat memberikan manfaat, baik bagi penulis pribadi, maupun bagi para pembaca pada umumnya.

Segala upaya yang maksimal telah dilakukan oleh penulis dalam menyelesaikan tesis ini, namun penulis tetap menyadari bahwa masih terdapat kekurangan dari tesis ini. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun dari semu pihak untuk menjadikan tesis ini lebih baik. Semoga Allah *subhānahu wa ta'ālā* senantiasa membimbing kita dengan taufiq-Nya sehingga kita senantiasa berada di jalan yang diridainya, Amin.

DAFTAR PUSTAKA

- Admiranto, Gunawan, 2009, *Menjelajah Tata Surya*, Yogyakarta: Kanisius.
- al-Andalusy, Abu al-Walid Muhamad bin Ahmad bin Muhammad bin Ahmad bin Rusyd al-Qurtuby al-Andalusy, 1982, *Bidayah al-Mujtahid fi Nihayah al-Muqtaṣid*, Lebanon: Dar al-Salam.
- Anugraha, Rinto, 2012, *Mekanika Benda Langit*, Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Ariasti, Adriana Wisni, Fajar Drigantara dan Hakim Luthfi Malasan, 1995, *Perjalanan Mengenal Astronomi*, Bandung: ITB Bandung.
- al-Asqalānī, al-Imām al-Hāfidz Ibn Hajar, 2002, *Fathul Baari Penjelasan Kitab Shahih al-Bukhari*, Jilid I, diterjemahkan oleh Ghazirah Abdi Ummah dari *Fath al-Bāri Syarah Ṣahīh al-Bukhārī*, Jakarta: Pustaka Azzam.
- _____, 2003, *Fathul Baari Penjelasan Kitab Shahih al-Bukhari*, Jilid III, diterjemahkan oleh Ghazirah Abdi Ummah dari *Fath al-Bāri Syarah Ṣahīh al-Bukhārī*, Jakarta: Pustaka Azzam.
- Azhari, Susiknan, 2007, *Ilmu Falak; Perjumpaan Khazanah Islam dan Sains Modern*, Yogyakarta: Suara Muhammadiyah.
- _____, 2008, *Ensiklopedi Hisab Rukyat*, Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Baalbaki, Rohi, 1995, *al-Maurid; Qāmūs ‘Arabī – Inkiḏīzī*, Beirut: Dār al-Ilm li al-Malāyīn.
- Badan Hisab dan Rukyat Departemen Agama Republik Indonesi, Software Winhisab Version 2.0.
- al-Baghdadi, Abi Hasan Ahmad bin Muhamad bin Ahmad bin Ja’far al-Quduri al-Hanafī, 1997, *Mukhtaṣar al-Quduri fi al-Fiqh al-Hanafī*, Beirut: Dar al-Kutub al-Ilmiyah.
- al-Bukhārī, Abi Abdillāh Muhammad bin Isma’īl, 2002, *Ṣahīh al-Bukhārī*, Beirut: Dār Ibn Kaṣīr.
- Cole, Franklyn W., 1974, *Fundamental Astronomy; Solar System and Beyond*, Unites States of America: John Miley and Sons Inc.

- Dahlan, Abdul Aziz, dkk, 1996, *Ensiklopedi Hukum Islam*, Jakarta: Ichtiar Baru Van Hoeve.
- ad-Damasyqī, al-Imām Abū al-Fidā' Isma'īl Ibn Kaṣīr, *Tafsir Ibnu Kasir Juz II; al-Baqarah 142 s.d al-Baqarah 252.*, diterjemahkan oleh Bahrun Abu Bakar dari *Tafsir al-Qur'ān al-'Adzīm*, Bandung: Sinar Baru Algensindo.
- Departemen Agama, 2005, *Al-Qur'an dan Terjemahannya*, Bandung: Syamila Cipta Media.
- Djumanta, Wahyudin, 2003, *Mari Memahami Konsep Matematika*, Bandung: Grafindo Media Pratama.
- al-Fairūzābādi, Majd al-Dīn Muhammad bin Ya'kūb, 2005, *al-qāmūs al-mūhiṭ*, Beirut: Mu'assisah ar-Risālah.
- Firsoff, V.A., 1964, *The Moon*, England: D.R. Hillman and Sons, Ltd., Frome.
- al-Gharayāni, aṣ-Ṣādiq Abd ar-Rahmān, 2002, *Mudawwanah al-Fiqh al-Mālikī wa Adillatuhu*, Beirut: Muasasah al-Riyyān.
- Hambali, Slamet, 2010, *Metode Pengukuran Arah Kiblat dengan Segitiga Siku-Siku dari Bayangan Matahari Setiap Saat*, Tesis, Semarang: Pascasarjana IAIN Walisongo.
- _____, 2011a, *Ilmu Falak 1; Penentuan Awal Waktu Shalat dan Arah Kiblat Seluruh Dunia*, Semarang: Program Pascasarjana IAIN Walisongo Semarang.
- _____, 2011b, *Almanak Sepanjang Masa; Sejarah Sistem Penanggalan Masehi, Hijriyah dan Jawa*, Semarang: Program Pascasarjana IAIN Walisongo.
- _____, 2012, *Pengantar Ilmu Falak; Menyimak Proses Pembentukan Alam*, Yogyakarta: Etos Digital Publishing.
- _____, 2013, *Ilmu Falak; Arah Kiblat Setiap Saat*, Semarang: Pustaka Ilmu.
- _____, 2014, *Menguji Keakuratan Hasil Pengukuran Arah Kiblat Menggunakan Istiwa'aini Karya Slamet Hambali*, Laporan Hasil Penelitian Individu, Semarang: IAIN Walisongo.
- Hanafi, Mashunah, Akhmad Syaikhu dan Budi Rahmat Hakim, 2013, "Presisi Kiblat Masjid-masjid di Kota Banjarmasin", *Jurnal Tashwir*, Vol. 1, No. 1, Edisi Januari-Juni, 85-98.

- Hidayat dan Feri Moch. Suandi, 2012, "Perancangan dan Implementasi Alat Penentuan Arah Kiblat Portable", *Jurnal Sistem Komputer Unikom-Komputika*, Vol. 1 No. 2, 37-43.
- Ibn 'Ābidīn, Muhammad Amīn, 2003, *Radd al-Muhtār 'ala ad-Durr al-Mukhtār Syarah Tanwīr al-Abṣār*, Beirut: Dar al-Kutub al-Ilmiyyah.
- Ilyas, Mohammad, 1984, *A Modern Guide to Astronomical Calculator of Islamic Calender Times and Qibla*, Kuala Lumpur: Berita Publishing SDN.SBD.
- _____, 1989, *Astronomy of Islamic Time for the Twenty-first Century*, London: Mansell Publishing.
- Izzuddin, Ahmad, 2011, *Kajian Terhadap Metode-metode Penentuan Arah Kiblat dan Akurasinya*, Disertasi, Semarang: Pascasarjana IAIN Walisongo Semarang.
- _____, 2012a, *Ilmu Falak Praktis: Metode Hisab-Rukyat Praktis dan Solusi Permasalahannya*, Semarang: Pustaka Rizki Putra.
- _____, 2012b, *Kajian Terhadap Metode-metode Penentuan Arah Kiblat dan Akurasinya*, Jakarta: Kementerian Agama RI.
- Jajak MD, 2006, *Astronomi; Ilmu Pengetahuan Luar Angkasa*, Jakarta: Harapan Baru Raya.
- Jayusman, 2014, "Akurasi Metode Penentuan Arah Kiblat; Kajian Fiqh al-Khilaf dan Sains", *Jurnal ASAS*, Vol. 6, No. 1, Januari, 72-86.
- al-Jazīrī, Abd ar-Rahmān, 2003, *Kitāb al-Fiqh 'ala al-Maḏāhib al-'Arba'ah*, Juz I, Beirut: Dār al-Kutub al-'Ilmiyyah.
- Jihad, Salimul, 2012, "Metode Perhitungan dan Pengukuran Arah Kiblat Masjid di Kota Mataram", *Jurnal Penelitian Keislaman*, Vol. 8, No. 1, Edisi Januari, 93-109.
- Kerami, Djati, 2003, *Kamus Matematika*, Cet. III, Jakarta: Balai Pustaka.
- al-Kāsānī, 'Alā' ad-Dīn Abī Bakar bin Mas'ūd al-Hanafī, 1986, *Kitāb Badā'i' al-Ṣanā'i' fi Tartīb asy-Syarā'i'*, Juz I, Beirut: Dār al-Kutub al-'Ilmiyyah.
- al-Kalwanānī, Abu al-Khaṭṭāb Mahfūz bin Ahmad bin al-Hasan, 2004, *al-Hidayah 'ala Maḏhab lil Imam Abī Abdillāh Ahmad bin Muhammad bin Hanbal al-Syaibāni*, Kuwait: Gheras.
- Khazin, Muhyiddin, 2004, *Ilmu Falak dalam Teori dan Praktik*, Yogyakarta: Buana Pustaka.

- _____, 2005, *Kamus Ilmu Falak*, Jogjakarta: Buana Pustaka.
- Khudhori, Ismail, 2005, *Studi Tentang Pengecekan Arah Kiblat Masjid Agung Surakarta*, Semarang: Fakultas Syari'ah IAIN Walisongo.
- King, David A., 1993, *Astronomy in the Service of Islam*, USA: Variorum.
- Kresnadjaja, Winandar Ganis dan Imamal Muttaqien, 2012, "Menentukan Arah Kiblat Mushala Fakultas Saintek UIN Bandung Menggunakan Kompas Kiblat Digital", *Al-Hazen Jurnal of Physics*, Vol. 1 No. 1, Edisi Desember, 32-43.
- Kuswidi, Iwan, 2003, *Aplikasi Trigonometri dalam Penentuan Arah Kiblat* Yogyakarta: Fakultas syari'ah UIN Sunan Kalijaga.
- Laili, Barokatul, 2013, *Analisis Metode Pengukuran Arah Kiblat Slamet Hambali*, Skripsi, Semarang: Fakultas Syariah IAIN Walisongo.
- al-Manāwī, Muhammad Abd al-Roūf, t.t., *at-Taufiq 'ala Muhimmat at-Ta'rif*, Kairo: Dār al-Da'wah.
- al-Maqdisī, Muqaffiq al-Dīn Abī Muhammad Abdullāh bin Ahmad bin Qudamah, 2003, *'Umdat al-Fiqh fi al-Mazhab al-Hanbalī*, Beirut: Maktabah al-'Adriyyah.
- Manẓur, Ibn, t.t., *Lisan al-'Arabi*, al-Qahirah: Dār al-Ma'arif.
- Martin, Hadawi dan Mimi, 1996, *Penelitian Terapan*, Yogyakarta: Gajahmada University Press.
- Maskufa, 2010, *Ilmu Falak*, Jakarta: Gaung Persada.
- Meydiananda, Alvian, 2012, *Uji Akurasi Azimuth Bulan sebagai Acuan Penentuan Arah Kiblat*, Skripsi, Semarang: Fakultas Syariah IAIN Walisongo Semarang.
- al-Mīdānī, Abd al-Gānī al-Ghunaimī, 2003, *al-Lubāb fi Syarh al-Kitāb*, Damaskus: al-Maktabah al-'Umariyyah.
- Morrison, Daviq dan Tobias Owen, 1940, *The Planetary System*, New York: Addison Wesley Publishing Company.
- Munawwir, Ahmad Warson, 2002, *al-Munawwir; Kamus Arab – Indonesia*, Surabaya: Pustaka Progressif.
- Murtadlo, Moh., 2008, *Ilmu Falak Praktis*, Malang: UIN Malang Press.
- Mushonnif, Ahmad, 2011, *Ilmu Falak*, Yogyakarta: Teras.

- an-Naisābūrī, Abī al-Husain Muslim bin al-Hujjāj al-Qusyairī, 1998, *Ṣaḥīḥ Muslim*, al-Riyāḍ: Dār al-Mugnī.
- an-Nawawī, Abi Zakaria Muhyiddīn bin Syaraf, t.t., *Kitāb al-Majmu' Syarah al-Muhazzab li asy-Syīrazī*, Jeddah: Maktabah al-Irsyād.
- _____, t.t., *Tahzīb al-Asmā' wa al-Lugāt*, Beirut: Dār al-Kutub al-Ilmiyyah.
- Nugraha, Rikky Wisnu dan Endro Wibowo, 2014, “Aplikasi Peningkat Shalat dan Arah Kiblat Menggunakan GPS Berbasis Android”, *Jurnal LPKIA*, Vol. 4., No. 2, Edisi Juni, 19-24.
- Nugroho, Andhika Prastyadi dan Khomsin, 2013, “Analisis Perbedaan Perhitungan Arah Kiblat pada Bidang Spheroid dan Ellipsoid dengan Menggunakan Data Koordinat GPS”, *Jurnal TEKNIK POMITS*, Vol. 2, No. 1, Edisi Juni, 1-5.
- Nurmila, Ila, 2012, *Aplikasi Metode Azimuth Kiblat dan Rashdul Kiblat dengan Penggunaan Rubu' Mujayyab*, Tesis, Semarang: IAIN Walisongo.
- al-Qarāfī, Syihābuddīn Ahmad bin Idrīs, 1994, *az-Zakhīrah*, Beirut: Dār al-Ghurub al-Islamī.
- Qulub, Siti Tatmainul, 2013, *Analisis Metode Rasyd al-Qiblah dalam Teori Astronomi dan Geodesi*, Tesis, Semarang: IAIN Walisongo Semarang.
- al-Qurtubī, Abi ‘Abdillāh Muhammad bin Ahmad bin Abī Bakar, 2006, *al-Jāmi' al-ahkām al-Qur'ān*, Beirut: Muassasah ar-Risālah.
- Raharto, Moedji dan Dede Jaenal Arifin Surya, 2011, “Telaah Penentuan Arah Kiblat dengan Perhitungan Trigonometri Bola dan Bayang-bayang Gnomon oleh Matahari”, *Jurnal Fisika Himpunan Fisika Indonesia*, Vol. 11 (1), 23-29.
- Ratna, Nyoman Kutha, 2010, *Metodologi Penelitian; Kajian Budaya dan Ilmu Sosial Humaniora pada umumnya*, Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Rohmat, 2012, “Arah Kiblat dengan Matahari”, *Jurnal ASAS*, Vol. 4., No. 2., Edisi Juli 1-10.
- Sarif, M, 2013, “Peningkatan Pemahaman Takmir Masjid di Wilayah Malang terhadap Penentuan Akurasi Arah Kiblat”, *Jurnal DEDIKASI*, Vol. 10, Edisi Mei, 40-44.
- Shaleh, Qamaruddin dkk, 1996, *Asbabun Nuzul; Latar Belakang Historis Turunnya Ayat-Ayat al-Qur'an*, Bandung: Diponegoro.

- Singgih, Hariyadi, 2013, “Rancang Bangun Alat Penunjuk Arah Kiblat Berbasis GPS”, *Jurnal ELTEK*, Vol. 11. No. 02 Edisi Oktober, 79-92.
- Soehadha, Muh, 2012, *Metode Penelitian Sosial Kualitatif untuk Studi Agama*, Yogyakarta: Suka-Press UIN Sunan Kalijaga.
- Sudibyo, Muh. Ma’rufin, 2011, *Sang Nabi Pun Berputar; Arah Kiblat dan Tata Cara Pengukurannya*, Solo: Tinda Medina.
- _____, 2012, *Ensiklopedia Fenomena Alam al-Qur’an: Mengungkap Rahasia Ayat-ayat Kauniah*, Solo: Tinda Medina.
- Sukmadinata, Nana Syaodih, 2012, *Metode Penelitian Pendidikan*, Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Suwandi dan Basrowi, 2008, *Memahami Penelitian Kualitatif*, Jakarta: Rineka Cipta.
- asy-Syafi’i, Muhammad bin Idris, 2001, *al-Umm*, Juz II, Mesir: Dar al-Wafā’ li al-Ṭibā’ah wa al-Nasyr wa al-Tauzī’.
- Syaikhu, Ahmad, 2011, *Perhitungan Arah Kiblat dengan Faktor Koreksi Elipsoid Bumi*, Tesis, Semarang: IAIN Walisongo Semarang.
- Syarif, Muh. Rasywan, 2012, “Problematika Arah Kiblat dan Aplikasi Perhitungannya”, *Jurnal Hunafa: Jurnal Studia Islamika*, Vol. 9 No. 2 Edisi Desember, 245-269.
- Ṭahir, al-Habib Ibnu, 1998, *al-Fiqh al-Malikī wa Adillatihi*, Beirut: Dar Ibnu Hazm.
- Tanzeh, Ahmad, 2011, *Metodologi Penelitian Praktis*, Yogyakarta: Penerbit Teras.
- Tim Majelis Tarjih dan Tajdid Pimpinan Pusat Muhammadiyah, 2009, *Pedoman Hisab Muhammadiyah*, Yogyakarta: Majelis Tarjih dan Tajdid Pimpinan Pusat Muhammadiyah.
- Tim Penyusun, 1995, *Pedoman Penentuan Arah Kiblat*, Departemen Agama Republik Indonesia, Direktorat Jenderal Pembinaan Kelembagaan Agama Islam dan Direktorat Pembinaan Badan Peradilan Agama Islam.
- Tim Penyusun, 2010, *Almanak Hisab Rukyat*, Jakarta: Direktorat Jenderal Bimbingan Masyarakat Islam Kementerian Agama Republik Indonesia.
- Tim Redaksi, 2008, *Kamus Besar Bahasa Indonesia*, Jakarta: Pusat Bahasa Departement Pendidikan Nasional.

- Tono, Saksono, 2007, *Mengkompromikan Rukyat dan Hisab*, Jakarta: Amythas Publicita.
- Tyasyono, Bayong, 2006, *Ilmu Kebumian dan Antariksa*, Bandung: Remaja Posdakarya.
- Wadji, Farid, 2012, *Penerapan Algoritma Jean Meeus dalam Pengukuran Arah Kiblat dengan Thedolite*, Tesis, Semarang: IAIN Walisongo.
- Wahyudi, M. Didik R., 2015, “Rancang Bangun Perangkat Lunak Penentu Arah Kiblat, Penghitung Waktu Shalat dan Konversi Kalender Hijriyah Berbasis *Smartphone* Android”, *Jurnal Teknik*, Vol. 5 No. 1, April, 78-85.
- Yakub, Ali Mustafa, 2010, *Kiblat; Antara Bangunan dan Arah Kiblat*, Jakarta: Darus Sunnah.

INDEKS

- A**
- Admiranto 108, 115, 131, 133, 246, 248
- Ahmad 5, 13, 14, 15, 16, 17, 21, 28, 58, 210, 251, 252
- Ahmad Izzuddin 5, 13, 15, 16, 17, 28, 58, 210, 251, 252
- ain al-ka'bah* 2, 42, 43, 44, 45, 46, 48
- al-An'am 4
- al-Andalusy 41, 207
- al-Baghdadi 2
- al-Baqarah 1, 15, 16, 27, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 40, 46, 207
- al-Bukhāri 37, 38, 39
- al-Fairūzābādi 27
- al-Gharayāni 42, 45, 208, 209
- Ali 33
- al-ijtihād 2
- al-Jazīri 41, 43, 48
- al-Kāsāni 44, 45
- al-Kalwanāni 43, 48
- al-Manāwi 26
- Almanak Nautika 220, 254
- al-Maqdisi 3, 43, 48
- al-Mīdāni 42
- al-Naḥl 4
- al-nujūm 4
- al-Qarāfi 42
- al-Qur'an 8, 15, 27, 29, 30, 31, 34, 39, 41, 46, 207, 209
- al-Qurtubi 36, 46, 207
- Alvian 7, 12
- Alvian Meydiananda 7, 12
- angin 4, 46, 47, 209
- an-Nawawi 48
- Anugraha 117
- apoge 110
- Apparent Right Ascension* 104, 105, 148, 154, 160, 166, 172, 173, 178, 179, 184, 185, 191, 197, 203
- April 145, 146, 147, 148, 149, 151, 152, 153, 154, 155, 157, 158, 159, 160, 161, 163, 164, 165, 166, 167, 169, 170, 171, 172, 173, 175, 176, 177, 178, 179, 181, 182, 183, 184, 185, 188, 189, 190, 191, 192, 194, 195, 196, 197, 198, 200, 201, 202, 203, 204, 206, 228, 229, 230, 231, 233, 234, 235, 236, 237, 238, 239, 240, 241, 242, 243, 244, 263
- asteroid 108, 112
- ayat 8, 15, 27, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 40, 46, 207, 210
- Azhari 19, 27, 28, 57
- azimut 5, 6, 7, 12, 14, 15, 18, 19, 24, 25, 59, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 84, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 94, 95, 98, 99, 102, 103, 107, 134, 136, 141, 142, 143, 144, 147, 149, 150, 153, 155, 156, 159, 161, 162, 165, 168, 171, 174, 177, 180, 183, 186, 187, 190, 192, 193, 196, 198, 199, 202, 204, 205, 210, 211, 212, 216, 217, 218, 223, 224, 225, 226, 227, 230, 232, 233, 234, 235, 236, 237, 238, 239, 240, 241, 242, 243, 256, 258, 262
- azimut Bulan 7, 12, 19, 99, 102, 141, 142, 143, 149, 155, 161, 168, 174, 180, 186, 192, 198, 204, 212, 223, 224, 225, 235, 236, 237, 238, 239, 240, 241, 242, 243, 244, 258, 262

- azimut kiblat 5, 6, 7, 14, 15, 18, 19, 20, 24, 25, 59, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 84, 86, 87, 88, 89, 91, 92, 95, 99, 103, 107, 134, 136, 142, 143, 144, 147, 150, 153, 156, 159, 162, 165, 168, 171, 174, 177, 180, 183, 187, 190, 193, 196, 199, 202, 205, 210, 211, 212, 216, 217, 218, 224, 225, 226, 227, 230, 233, 234, 235, 236, 237, 238, 239, 240, 241, 242, 243, 256, 258, 262
- azimut matahari 232
- B**
- Baalbaki 26
- Bandul 68, 220, 260
- bangunan 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 58, 208
- barat 31, 54, 55, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 66, 68, 69, 70, 71, 72, 77, 79, 80, 82, 84, 85, 86, 88, 89, 92, 93, 94, 95, 100, 101, 102, 103, 114, 115, 119, 120, 121, 125, 126, 127, 128, 129, 135, 136, 137, 138, 139, 141, 146, 147, 148, 152, 153, 154, 158, 159, 160, 164, 165, 167, 168, 171, 172, 173, 177, 178, 179, 183, 185, 186, 189, 190, 192, 195, 196, 197, 201, 202, 203, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 220, 221, 223, 230, 234, 238, 241, 242, 256, 257, 258
- bayangan 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 18, 19, 20, 21, 22, 24, 25, 59, 67, 68, 71, 76, 77, 83, 84, 86, 87, 88, 90, 91, 124, 127, 133, 134, 138, 142, 143, 144, 145, 150, 156, 162, 168, 174, 180, 186, 187, 193, 199, 205, 210, 211, 212, 213, 214, 219, 221, 224, 225, 226, 227, 228, 229, 230, 232, 233, 234, 235, 236, 237, 238, 239, 240, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 249, 250, 251, 253, 254, 255, 256, 259, 260, 261, 262, 263, 264
- bayangan Bulan 7, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 19, 21, 22, 24, 25, 59, 124, 134, 138, 142, 143, 144, 145, 150, 156, 162, 168, 174, 180, 186, 193, 199, 205, 212, 213, 214, 219, 221, 224, 225, 226, 227, 228, 229, 235, 236, 237, 238, 239, 240, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 249, 250, 251, 253, 254, 255, 256, 259, 260, 261, 262, 263, 264
- bayangan Matahari 6, 18, 19, 24, 25, 67, 71, 76, 84, 86, 87, 88, 90, 91, 211, 228, 229, 230, 232, 233, 234, 235, 236, 237, 238, 239, 240, 241, 242, 243, 244, 245, 252, 263
- bidang 5, 10, 13, 50, 51, 56, 57, 67, 68, 70, 113, 117
- bintang 3, 4, 45, 46, 47, 113, 118, 120, 132, 209, 210
- bintang kutub 3
- bintang polaris 3
- bujur 19, 53, 54, 55, 56, 58, 60, 61, 64, 65, 67, 69, 72, 74, 78, 79, 80, 82, 85, 88, 93, 95, 100, 102, 128, 131, 135, 137, 214, 215, 216, 219, 253, 256, 257, 263
- Bujur Kakbah 65, 70, 74, 146, 152, 158, 164, 170, 176, 182, 188, 195, 201, 234, 263
- Bulan purnama 113, 122, 126, 127, 133, 134, 213
- Bulan sabit 125, 128
- Bumi 3, 4, 7, 9, 13, 14, 58, 74, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 128, 130, 131, 132, 133, 138, 213, 246, 247, 248, 250, 251, 253

busur 5, 28, 55, 56, 58, 59,
60, 68, 71, 113, 121, 135, 139,
140, 210, 214, 221

C

cahaya 3, 8, 9, 20, 46, 112,
125, 133, 209, 213, 228, 248,
249, 250, 251, 261
cahaya *syafaq* 3
Cole 110
cosinus 19
cuaca 7, 211

D

deklinasi 19, 64, 65, 66, 73, 75,
78, 80, 81, 85, 90, 93, 94, 97,
101, 102, 105, 149, 155, 161,
167, 173, 179, 186, 192, 198,
204, 232, 235, 236, 237, 238,
239, 240, 241, 242, 243, 244,
253, 254
deklinasi magnetik 64, 65, 66
Demak 102, 145, 228, 263
Departemen Agama 1, 4, 8,
16, 18, 27, 32, 35, 36, 75, 89,
90, 96, 97, 104, 105, 147, 148,
149, 153, 154, 155, 159, 160,
161, 165, 166, 167, 172, 173,
178, 179, 184, 185, 186, 190,
191, 192, 196, 197, 198, 202,
203, 204, 209, 210, 231, 232,
251
Diameter 112, 251

E

ekliptika 113, 117, 140
ephemeris 18
equation of time 19, 75, 78, 81,
85, 89, 93, 96, 100, 104, 138,
147, 153, 159, 165, 172, 178,
184, 190, 196, 202, 220, 231,
234, 236, 237, 238, 239, 240,
241, 242, 243, 244, 253, 254
equator 53, 54, 55, 56, 139,
140, 141, 221, 222

F

fajar 46, 209
Fase 121, 124, 125, 126, 127, 128,
129, 248
fase bulan 8
fawalli 15, 207
fenomena 8, 9, 20, 122, 128,
208, 209, 210, 211, 212, 213,
248
first quarter 125, 127, 129
fisik 36, 46, 208
full moon 122, 126, 127, 129
fuqaha>' 2

G

Global Positioning System 5, 18,
58, 74, 138, 146, 216, 219, 228
Google Earth 5, 74, 216
GPS 5, 7, 18, 58, 74, 138, 146,
216, 219, 228, 253, 254
gravitasi 109, 111, 114
great circle 4, 52, 57
gunung 4, 43, 45, 47, 209

H

haml 139, 140, 221
haqiqi 80, 81
hembusan angin 4, 47, 209
hijriah 33, 121, 132, 247,
249, 250
horizon 5, 19, 58, 59, 61, 125,
136, 210, 217

I

Ibnu Abbas 33, 36, 207
Ibnu Rusyd 1, 2, 36, 46, 207
Ilmu Falak 3, 5, 11, 12, 26, 63
Ilyas 116
Imam Hanafi 2, 42
Imam Maliki 2
Imam Syafi'i 2, 4, 5, 13, 42,
47, 209
internet 74, 138, 219, 255
interpolasi 75, 81, 97, 98, 104,
105, 106, 148, 149, 154, 155,

160, 161, 166, 167, 172, 173,
178, 179, 185, 186, 191, 192,
197, 198, 203, 204, 220, 235,
236, 237, 238, 239, 240, 241,
242, 243, 244, 254
Izzuddin 3, 5, 13, 15, 16, 17,
28, 58, 210, 251, 252

J

Jajak 115, 131
jihah al-ka'bah 2, 3, 42, 44

K

Kakbah 1, 2, 3, 4, 13, 16, 19,
27, 28, 29, 30, 32, 33, 34, 35,
36, 37, 38, 40, 41, 42, 43, 44,
45, 46, 47, 48, 49, 57, 58, 59,
60, 61, 62, 64, 65, 67, 70, 72,
73, 74, 75, 76, 79, 88, 95, 102,
135, 136, 146, 152, 158, 164,
170, 176, 182, 188, 195, 201,
207, 208, 209, 214, 216, 217,
234, 251, 252, 253, 256, 263
kanan 86, 87, 91, 142, 143,
144, 150, 156, 162, 168, 174,
180, 186, 193, 199, 205, 224,
225, 226, 228, 232, 235, 236,
237, 238, 239, 240, 241, 242,
243, 244, 259, 260, 263
Kerami 49, 51
khatulistiwa 53, 54, 55, 56, 110
Khazin 4, 28, 110, 114, 115,
117, 137, 138, 139, 140, 141,
222, 254
Khudhori 15
King 3
kiri 86, 87, 131, 142, 143,
144, 224, 225, 226, 228, 259,
260, 263
Kompas 5, 64, 65, 66, 67
kuartal pertama 125, 127

L

Laili 12
last quarter 122, 127
librasi 115, 130, 131, 247

lingkaran 4, 5, 17, 19, 28, 29,
49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56,
57, 58, 59, 61, 66, 67, 68, 70,
71, 77, 84, 86, 92, 93, 94, 100,
101, 102, 116, 118, 119, 126,
136, 137, 139, 140, 141, 207,
210, 214, 217, 218, 219, 220,
221, 222, 223, 257
lingkaran besar 4, 17, 28, 29,
51, 52, 53, 56, 57, 137, 207,
214
lintang 19, 52, 53, 55, 56, 58,
60, 64, 65, 67, 69, 72, 73, 74,
75, 78, 79, 85, 88, 93, 94, 95,
101, 102, 131, 216, 251, 253,
263
Lintang Kakbah 65, 70, 74,
135, 146, 152, 158, 164, 170,
176, 182, 188, 195, 201, 214,
234, 263
Lintang tempat 70, 77, 135,
141, 214, 222
local mean time 73, 75, 76, 77,
85, 92, 93, 100, 138, 139, 219,
220
Lot 68, 70, 220, 260

M

M. Ma'rufin Sudibyo 108,
110
mahabb al-rīh 4
Manzur 26
Mars 110
Martin 20
Maskufa 29, 131
Mazhab Hanafi 44
Mazhab Hanbali 48
Mazhab Maliki 45
Mazhab Syafi'i 47
Mekah 1, 2, 3, 4, 27, 28, 29,
32, 33, 36, 41, 42, 43, 44, 47,
48, 75, 207, 208
mendung 7, 18, 211
meridian 53, 58, 84, 85, 92, 93,
94, 100, 101, 102, 137, 139,
141, 218, 219, 220, 223, 257,
258

- Merkurius 110
 metode 5, 6, 7, 11, 12, 13, 14, 15, 18, 19, 20, 21, 23, 24, 25, 63, 76, 84, 92, 134, 145, 210, 211, 212, 214, 228, 229, 235, 236, 237, 238, 239, 240, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 250, 251, 252, 253, 255, 263, 264
 Meydiananda 7, 12, 99, 212
 Mizwala 5
 modern 5, 6, 211
 Morrison 110
 Munawwir 3, 27
- N**
- NASA 112
 negatif 60, 65, 77, 84, 85, 86, 87, 92, 93, 94, 100, 101, 102, 113, 134, 137, 139, 140, 141, 142, 143, 214, 218, 219, 221, 222, 223, 224, 225, 257, 258, 259, 260, 263
 Neptunus 110
 new moon 117, 122, 123, 128, 129, 250
 Ngaliyan 62, 88, 91
 Nurmila 14
- O**
- orbit 108, 109, 111, 113, 119, 130
 organisasi 8, 247
 orthodrom 16, 252
- P**
- penggaris 68, 71
 perata waktu 85, 93, 100, 138, 220
 perige 110
 periode 111, 114, 116, 117, 121, 122, 130, 132, 247
 planet 3, 46, 108, 109, 110, 111, 209, 246
 Pluto 110
 pola 8
 poros 54, 57
- positif 60, 65, 77, 84, 85, 86, 87, 92, 93, 94, 100, 101, 102, 134, 137, 139, 140, 141, 142, 143, 214, 218, 219, 221, 222, 223, 224, 225, 235, 236, 237, 238, 239, 240, 241, 242, 243, 244, 257, 258, 259, 260, 263
 proses 5, 11, 13, 23, 125, 127, 134, 228, 229, 251, 253, 255, 260
 Proto 108
 proyeksi 56, 58, 59, 61, 136, 217
 purnama 8, 113, 117, 122, 126, 127, 133, 134, 213, 248, 250, 264
- Q**
- Qibla Locator* 5
- R**
- Rajab 33, 145, 146, 151, 152, 157, 158, 163, 164, 169, 170, 175, 176, 181, 182, 188, 189, 194, 195, 200, 201, 206, 228, 234, 235, 236, 237, 238, 239, 240, 241, 242, 243, 249, 263
rasyd al-qiblah 5, 6, 14, 15, 18, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 80, 81, 82, 83, 210, 211, 212, 228, 264
 Ratna 21
 revolusi 114, 115, 116, 117, 118, 119, 121, 122, 125, 130, 247
 Rusyd 1, 2, 36, 46, 207
- S**
- ṣawāb istiḡbal al-bait* 2, 4
 salat 1, 3, 4, 16, 27, 28, 29, 30, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 207, 208
 satelit 74, 108, 110, 113, 246
 Saturnus 108, 110

- segitiga 6, 10, 11, 13, 14, 15,
 18, 19, 20, 21, 22, 24, 25, 59,
 69, 72, 84, 87, 88, 91, 134,
 142, 143, 144, 145, 150, 156,
 162, 168, 169, 174, 175, 180,
 181, 186, 187, 193, 199, 205,
 212, 214, 224, 225, 226, 227,
 228, 229, 230, 232, 235, 236,
 237, 238, 239, 240, 241, 242,
 243, 244, 245, 246, 250, 251,
 252, 253, 255, 256, 262, 263,
 264
- selatan 3, 54, 55, 58, 59, 60,
 62, 64, 67, 68, 69, 71, 72, 77,
 85, 94, 102, 131, 134, 136,
 137, 140, 141, 149, 155, 161,
 168, 174, 180, 186, 192, 198,
 204, 214, 217, 222, 235, 236,
 237, 238, 239, 240, 241, 242,
 243, 244, 256, 258
- Shaleh 35, 36
- sideris 114, 116, 121, 132,
 247
- siku-siku 6, 10, 11, 13, 15, 18,
 19, 20, 21, 22, 24, 25, 59, 72,
 84, 87, 88, 91, 134, 142, 143,
 144, 145, 150, 156, 162, 168,
 169, 174, 175, 180, 181, 186,
 187, 193, 199, 205, 212, 214,
 224, 225, 226, 227, 228, 229,
 230, 232, 235, 236, 237, 238,
 239, 240, 241, 242, 243, 244,
 245, 246, 250, 251, 252, 253,
 255, 256, 262, 263, 264
- sinodis 116, 117, 121, 122,
 132, 247
- sistem 5, 8, 74, 210, 247
- Slamet Hambali 4, 6, 12, 13,
 17, 18, 19, 29, 57, 58, 59, 61,
 84, 111, 245, 252
- small circle* 52
- Soehadha 23
- Sudibyo 8, 28, 108, 110, 111,
 112, 115, 133, 213, 247, 248
- sudut waktu 25, 77, 79, 82,
 84, 85, 89, 92, 93, 94, 96, 99,
 100, 101, 102, 103, 104, 137,
 139, 140, 148, 153, 154, 159,
 160, 166, 167, 172, 173, 178,
 179, 184, 185, 190, 191, 196,
 197, 202, 203, 218, 219, 220,
 221, 222, 231, 257, 258, 262
- sujud 1, 16, 28, 39
- Sukmadinata 20, 22
- Suwandi 23
- Syaikhu 14, 92
- T**
- Tahir* 45, 209
- tahqiqi* 78, 81, 82, 83
- takbirah al-ihram* 1
- Tanzeh 21, 22
- taqribi* 78, 80, 81
- taukid* 36, 207
- tengah 38, 51, 52, 53, 54, 57,
 70, 92, 108, 110, 126, 127,
 128, 129, 132
- Teodolit 5, 6, 7, 12, 13, 14, 18,
 92, 95, 98, 99, 102, 107, 211,
 212, 229
- teori geodesi 14, 16, 17,
 251, 252
- teori navigasi 13, 16, 17,
 251, 252
- teori trigonometri bola 16, 17,
 24, 251, 252, 253
- Theia 108, 109
- tiga 16, 36, 46, 51, 74,
 113, 126, 207, 228, 251
- timur 5, 19, 31, 54, 55, 58,
 59, 60, 61, 62, 64, 68, 69, 71,
 72, 77, 78, 80, 82, 84, 85, 90,
 92, 93, 94, 98, 100, 101, 102,
 106, 107, 114, 115, 118, 119,
 120, 121, 125, 126, 127, 128,
 129, 135, 136, 137, 138, 139,
 140, 141, 149, 154, 155, 160,
 161, 166, 167, 173, 174, 179,
 180, 184, 185, 191, 197, 198,
 203, 204, 210, 214, 215, 216,
 217, 218, 219, 220, 221, 223,
 231, 232, 235, 236, 237, 239,
 240, 243, 244, 256, 257, 258
- tinggi Matahari 93, 96, 97

- titik 4, 5, 10, 14, 17, 19,
49, 50, 51, 52, 55, 56, 57, 58,
59, 60, 61, 66, 67, 68, 70, 71,
72, 73, 77, 85, 91, 94, 99, 102,
107, 119, 131, 134, 136, 139,
140, 144, 150, 156, 162, 168,
174, 180, 187, 193, 199, 205,
210, 214, 215, 217, 221, 222,
227, 233, 258
- Tongkat *Istiwa'* 5, 67, 68, 69,
70, 71, 72
- Tono 9, 112, 124
- Tono Saksono 9, 112, 124
- tradisional 5
- trigonometri bola 13, 16, 17, 24,
251, 252, 253
- tropografi 112
- true north* 6, 18, 67, 211, 214
- Tyasyono 110
- U**
- Uranus 110
- Utara 57, 60, 62, 65, 69, 74,
89, 103, 135, 214, 230
- V**
- Venus 110
- W**
- Wadji 14
- waktu 6, 8, 15, 18, 19, 25,
33, 35, 41, 73, 74, 75, 76, 77,
78, 79, 80, 81, 82, 84, 85, 89,
92, 93, 94, 96, 99, 100, 101,
102, 103, 104, 114, 115, 116,
117, 118, 119, 120, 121, 122,
123, 125, 131, 132, 137, 138,
139, 140, 141, 145, 148, 153,
154, 159, 160, 166, 167, 172,
173, 178, 179, 184, 185, 190,
191, 196, 197, 202, 203, 210,
211, 218, 219, 220, 221, 222,
223, 225, 228, 231, 234, 235,
236, 237, 238, 239, 240, 241,
242, 244, 247, 250, 254, 255,
257, 258, 262, 265
- Waktu Indonesia Barat 85, 93,
100, 138, 219
- Waktu Indonesia Tengah 85, 93,
100, 138, 219
- Waktu Indonesia Timur 85, 93, 100, 138, 219
- Walisongo 9, 15, 62, 69, 70, 71,
72, 74, 75, 76, 78, 79, 80, 81,
83
- waning crescent* 128
- Waterpass 68, 70, 220, 260
- waxing crescent moon* 125
- waxing gibbous moon* 126,
127
- WIB 72, 76, 81, 83, 85, 88,
89, 90, 91, 93, 95, 96, 97, 98,
100, 103, 104, 105, 107, 138,
146, 147, 148, 149, 151, 152,
153, 154, 155, 157, 158, 159,
160, 161, 163, 164, 165, 166,
167, 169, 170, 171, 172, 173,
175, 176, 177, 178, 179, 181,
182, 184, 185, 188, 189, 190,
191, 192, 194, 195, 196, 197,
198, 200, 201, 202, 203, 204,
206, 219, 229, 230, 231, 232,
233, 234, 235, 236, 237, 238,
239, 240, 241, 242, 243, 244
- Winhisab 75, 80, 81, 89, 90, 96,
97, 104, 105, 147, 148, 149,
153, 154, 155, 159, 160, 161,
165, 166, 167, 172, 173, 178,
179, 184, 185, 186, 190, 191,
192, 196, 197, 198, 202, 203,
204, 231, 232, 251
- WIT 85, 93, 100, 138, 219
- WITA 85, 93, 100, 138, 219
- Z**
- Zawal 73, 75
- zenit 72, 73, 93, 96, 97, 98, 101,
105, 106, 107, 137
- Zulhijah 133

GLOSARI

Apparent right ascension adalah busur sepanjang lingkaran equator langit yang dihitung dari titik aries (*haml*) ke arah timur (berlawanan dengan arah jarum jam) sampai ke titik perpotongan antara lingkaran equator langit dengan lingkaran waktu yang melewati benda langit tersebut. Asensio rekta diartikan dengan Panjatan Tegak yang biasanya dilambangkan dengan α (*alpha*), dalam istilah Arab dinamakan *al-maṭāli' al-balādiyyah* atau *al-maṭāli' asy-syurūq* atau *al-su'ūd al-mustaqīm*.

Arah kiblat adalah arah terdekat menuju Kakbah melalui lingkaran besar (*great circle*) bola bumi

Azimut kiblat adalah sudut yang dihitung dari titik utara ke arah timur (searah dengan perputaran jarum jam) melalui lingkaran horizon sampai proyeksi Kakbah.

Bujur adalah jarak sepanjang busur equator Bumi dari bujur yang melalui kota Greenwich sampai bujur yang melalui tempat yang dimaksudkan.

Gerak revolusi Bulan adalah peredaran Bulan mengelilingi Bumi dari arah barat ke timur (berlawanan arah jarum jam).

Gerak rotasi Bulan adalah gerak perputaran Bulan pada porosnya dari arah barat ke arah timur (berlawanan arah jarum jam).

Interpolasi adalah metode pengambilan suatu nilai atau harga yang ada di antara dua data. Dalam bahasa Arab biasa diistilahkan dengan *ta'dīl bainā saṭrain*.

Kiblat adalah arah terdekat atau jarak terdekat bagi seseorang menuju ke Kakbah sepanjang lingkaran besar yang melewati seseorang tersebut dengan Kakbah yang ada di Mekah yang digunakan sebagai arah menghadap yang harus dituju oleh setiap umat Islam pada saat melaksanakan ibadah salat.

Kompas adalah alat petunjuk arah mata angin.

Lingkaran adalah garis lengkung yang kedua ujungnya bertemu pada jarak yang sama dari titik pusat.

Lingkaran besar (*great circle*) adalah lingkaran yang terbentuk dari perpotongan bola dengan bidang yang melalui pusat bola, jari-jari lingkaran tersebut sama dengan jari-jari bola.

Lingkaran bola adalah lingkaran yang terdapat di dalam bangun ruang tiga dimensi yang dibentuk oleh tak hingga lingkaran berjari-jari sama panjang dan berpusat pada satu titik yang sama.

Lingkaran ekliptika adalah lingkaran besar pada bola langit yang memotong lingkaran equator langit dengan membentuk sudut sekitar $23^{\circ} 27'$. Titik perpotongan pada saat Matahari bergerak dari langit bagian selatan ke langit bagian utara yaitu pada titik aries (tanggal 21 Maret) yang disebut *vernal equinox*, dan perpotongan selanjutnya terjadi pada saat Matahari bergerak dari bagian langit utara ke bagian langit selatan yaitu pada titik libra (tanggal 24 September) yang disebut dengan *autummal equinox*.

Lingkaran garis bujur adalah lingkaran bola bumi yang melalui sumbu atau poros bumi (kutub utara dan kutub selatan).

Lingkaran garis lintang adalah lingkaran kecil pada bola bumi yang sejajar dengan khatulistiwa atau equator bumi.

Lingkaran horizon atau **ufuk** adalah lingkaran besar pada bola langit yang membagi bola langit menjadi dua bagian sama besar, yaitu bagian yang menyebelah ke titik zenit dan bagian yang menyebelah ke titik nadir.

Lingkaran kecil (*small circle*) adalah bukan merupakan lingkaran bola, melainkan lingkaran yang sejajar dengan salah satu lingkaran besar atau lingkaran bola yang titik pusatnya bukan titik pusat bola, akan tetapi pada garis tengah pada lingkaran besar.

Lingkaran khatulistiwa atau **equator** adalah lingkaran bola bumi yang posisinya tepat di tengah-tengah antara kutub utara dan kutub selatan bumi dan perpotongan tegak lurus dengan lingkaran garis bujur.

Lingkaran meridian adalah lingkaran besar yang melalui kutub langit utara (KLU), zenit, kutub langit selatan (KLS) dan nasir kembali ke kutub langit utara. Lingkaran ini membagi bola langit menjadi dua bagian sama besar, yaitu bola langit bagian timur dan bola langit bagian barat. Tepat di lingkaran inilah benda-benda langit dinyatakan berkulminasi disebut juga dengan istilah *mer pass* atau zawal.

Lingkaran vertikal adalah lingkaran pada bola langit yang menghubungkan titik zenit dan titik nadir.

Lingkaran waktu adalah lingkaran yang melewati kutub langit utara (KLU) dan kutub langit selatan (KLS).

Lintang adalah jarak sepanjang garis bujur yang diukur dari khatulistiwa sampai suatu tempat yang dimaksudkan.

Miridian bumi adalah lingkaran bola bumi yang melalui sumbu atau poros (kutub utara dan kutub selatan) bumi dan membelah bumi menjadi dua bagian, yakni bagian barat dan bagian timur.

Nadir adalah titik perpotongan antara garis vertikal yang melalui seorang pengamat dengan bola langit di bawah kaki langit. Dalam istilah Arab dikenal dengan *samt al-qadam*.

Perata waktu adalah selisih waktu antara waktu Matahari hakiki dengan waktu Matahari rata-rata. Dalam astronomi dikenal dengan istilah *equation of time* dan dalam istilah Arab dikenal dengan *ta'dil al-waqt*.

Sudut arah kiblat adalah sudut yang dibentuk oleh lingkaran meridian bumi suatu tempat dengan lingkaran kiblat yang melalui suatu tempat tersebut.

Sudut garis bujur adalah busur atau jarak yang dihitung dari Greenwich sampai suatu tempat melalui lingkaran garis lintang.

Sudut garis lintang adalah busur atau jarak yang dihitung dari suatu tempat sampai dengan khatulistiwa atau equator bumi melalui lingkaran garis bujur.

Sudut waktu adalah sudut yang dibentuk oleh lingkaran meridian dengan lingkaran waktu benda langit. Perhitungan sudut waktu suatu benda langit dimulai dari meridian atas dan berakhir pada meridian bawah. Dengan demikian, waktu terbagi menjadi dua bagian, yaitu di belahan langit barat dan di belahan langit timur. Di belahan barat sudut waktu bernilai positif (+), sedangkan di belahan timur sudut waktu bernilai negatif (-). Sudut waktu positif antara 0° sampai 180° dan sudut waktu negatif 0° sampai 180° . Sehingga jumlah sudut waktu seluruhnya 360° .

Teodolit adalah alat ukur sudut tengah dan mendatar dalam menentukan jarak dan sudut. Dalam Ilmu Falak alat ini digunakan untuk menentukan azimut dan ketinggian suatu benda.

Titik aries atau *nuqtah al-haml* adalah titik perpotongan antara lingkaran ekliptika dengan lingkaran equator langit yang terjadi pada saat peredaran matahari selatan ke utara.

Waktu Matahari hakiki adalah waktu yang didasarkan pada peredaran semu Matahari yang sebenarnya. Ketika Matahari berkulminasi atas, pasti jam 12 siang di tempat tersebut. sehari semalam belum tentu 24 jam, adakalanya lebih dari dan adakalanya kurang dari 24. Terjadinya perubahan waktu di permukaan Bumi ini sebenarnya merupakan akibat dari perputaran Bumi pada porosnya. Waktu hakiki juga disebut *al-waqt al-istiwa'i* atau *al-waqt al-syamsi*, dalam astronomi dikenal dengan *solar time*.

Waktu matahari rata-rata atau *al-waqt al-wasatī* adalah waktu yang didasarkan pada peredaran semu matahari hayalan yang sehari semalam selalu 24 jam. Dalam astronomi dikenal dengan nama *solar mean time*.

Zenit adalah titik perpotongan antara garis vertikal yang melalui seorang pengamat dengan bola langit di atas kaki langit. Dalam istilah Arab dikenal dengan *samt al-ra's*.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Muhamad Zainal Mawahib, lahir di Demak, 10 Oktober 1990, dari pasangan Rasiman dan Marsinah. Ia mengawali pendidikan formal di tingkat Taman Kanak-kanan (TK) di TK Mawar Budi, melanjutkan Sekolah Dasar (SD) Harjowinangun 1 dan melanjutkan ke Madrasah Tsanawiyah (MTs) Qodiriyah, yang ketiganya berlokasi di desa kelahirannya, yaitu di Desa Harjowinangun, Kecamatan Dempet, Kabupaten Demak, Provinsi Jawa Tengah. Untuk pendidikan selanjutnya, di tingkat Sekolah Lanjutan Tingkat Atas (SLTA) ditempuh di Madrasah Aliyah Nahdlatul Ulama Tasywiquth Thullab Salafiyah (MA NU TBS) Kudus.

Berkat beasiswa Program Beasiswa Santri Berprestasi yang diselenggarakan oleh Direktorat Pendidikan Diniyah dan Pondok Pesantren, Direktorat Jenderal Pendidikan Agama Islam Kementerian Agama Republik Indonesia, Ia dapat melanjutkan pendidikan Strata 1 (S.1) di Institut Agama Islam Negeri (IAIN) Walisongo Semarang, mengambil Program Studi Ilmu Falak di Jurusan Ahwal al-Syakhsyiyah Fakultas Syari'ah, 2009-2013.

Semenjak menempuh pendidikan di IAIN Walisongo, ia aktif di Pusat Kajian Layanan Falakiyah (Puskalafalak) Fakultas Syari'ah, 2012-2013. Ia juga aktif di Lembaga Penerbitan Mahasiswa (LPM) Justisia, pernah diberi tanggung jawab menjadi Sekretaris Majalah Justisia, 2012 dan Pimpinan Redaksi Jurnal Justisia 2013. Di organisasi intra kampus, ia pernah menjadi Koordinator Departemen Dalam Negeri Badan Eksekutif Mahasiswa Fakultas (BEMF) Fakultas Syari'ah, periode 2011-2012. Pernah juga menjadi Sekretaris Umum Senat Mahasiswa Institut (SMI) IAIN Walisongo, periode 2012-2013.

Selain itu juga ia aktif di ekstra kampus, ia aktif di Pergerakan Mahasiswa Islam Indonesia (PMII), tercatat pernah menjadi Koordinator Departemen Bahasa di PMII Rayon Syari'ah, periode 2011-2012. Kemudian pernah diberi tanggung jawab di PMII Komisariat Walisongo, di Departemen Pengembangan Wacana dan Pers, periode 2012-2013. Kemudian lanjut menjadi pengurus di PMII Cabang Semarang, di Lembaga Penelitian (Lemlit), 2015-2016.

Sekarang ia juga masih aktif di beberapa organisasi, seperti menjadi staf di Lembaga Studi Sosial dan Agama (eLSA) Semarang, Pengurus di Lanjah Falakiyah Pengurus Wilayah Nahdlatul Ulama (PWNU) Jawa Tengah, Redaktur Majalah Suara NU milik PWNU Jawa Tengah, Redaktur nujateng.com yang merupakan website resmi PWNU Jawa Tengah, Staf di Lembaga Penyuluhan Konsultasi dan Bantuan Hukum Islam (LPKBHI) Fakultas Syari'ah dan Hukum

UIN Walisongo, sebagai Asisten Editor di Jurnal Walisongo; Jurnal Penelitian Sosial Keagamaan UIN Walisongo.

Dalam dunia Ilmu Falak, ia aktif mengikuti kegiatan Seminar dan Lokakarya Falakiah, baik tingkat nasional maupun tingkat internasional, seperti peserta dalam Seminar Internasional *Crescent Visibility; An Effort to Find an Objective Crescent Visibility Criterion*, peserta Lokakarya Falakiah 2015 yang diadakan oleh Lembaga Pengabdian dan Pemberdayaan Masyarakat (LP2M) UIN Walisongo, peserta Halaqah Falakiah Nasional di PP. Assalam 2015, peserta Seminar Nasional Pengembangan Pembelajaran Ilmu Falak di Perguruan Tinggi, 2016. Ia juga pernah mengikuti yang diadakan oleh Yayasan Satunama Yogyakarta pada Pelatihan *Civic Education of Future Indonesia Leaders* (CEFIL II) tahun 2014 dan Pelatihan *Civic Education of Future Indonesia Leaders* (CEFIL III) tahun 2015.

Beberapa karya penelitian dan karya tulis yang pernah dipublikasikan, di antaranya: *Pergulatan Politik Islam Tradisional; Ekspansi NU sebagai Gerakan Keagamaan (Diniyah Ijtima'iyah) di Panggung Politik Indonesia*, Jurnal Justisia, Vol. 38 Tahun. 2012, *Sosio-Kriminologi Prostitusi; Menelusuri Jejak Sejarah Keberadaan Prostitusi Sebagai Pathologi Sosial*, Jurnal Justisia, Vol. 39 Tahun. 2012, *Analisis Hisab Awal Bulan Kamariah K. Daenuzi Zuhdi dalam Kitab al-Anwar li 'Amal al-Ijtima' wa al-Irtifa' wa al-Khusuf wa al-Kusuf*, penelitian Skripsi 2013, *Rancang Bangun Teologi Perdamain dalam Islam*, Jurnal Justisia, Vol. 40 Tahun. 2013, *Masjid sebagai Pusat Peradaban Islam; Mengembalikan Fungsi Masjid sebagai Ruang Sosial dan Spiritual*, Jurnal Justisia, Vol. 41 Tahun. 2013

Karya tulis yang berupa yang pernah ia tulis, kontributor dalam buku "Siswa SMA Bicara Agama", diterbitkan eLSA Press, 2014, kontributor dalam buku "Modul Training Pengembangan Pendidikan Agama Islam Berbasis Kearifan Lokal untuk SMA/SMK", diterbitkan eLSA Press, 2014, kontributor dalam buku "Modul Hak Konstitusional Penghayat Kepercayaan" diterbitkan oleh eLSA Press, 2015, kontributor dalam buku "Sinar Damai dari Kota Atlas; Sejarah, Agama dan Budaya Masyarakat Semarang" diterbitkan eLSA Press, 2015, kontributor dan editor dalam buku "Jalan Sunyi Pewaris Tradisi; Diskriminasi Layananan Publik terhadap Penghayat Kepercayaan di Jawa Tengah", diterbitkan eLSA Press, 2015, dan editor buku "Inklusi Sosial penghayat Kepercayaan", diterbitkan eLSA, 2016.

Sekarang ia tinggal bersama dengan teman-teman yang aktif di Lembaga Studi Sosial dan Agama (eLSA) Semarang di Perum Bukit Walisongo Permai, Blok V, No. 11 Tambakaji Ngaliyan Semarang. Ia dapat dihubungi melalui di nomor telp. 085 727 170 205, email: mawahib.zainal@gmail.com, dan website: catatanwacana.blogspot.com.



**PASCASARJANA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
WALISONGO
2016**

LAMPIRAN-LAMPIRAN



Declination

Date 2016-03-26

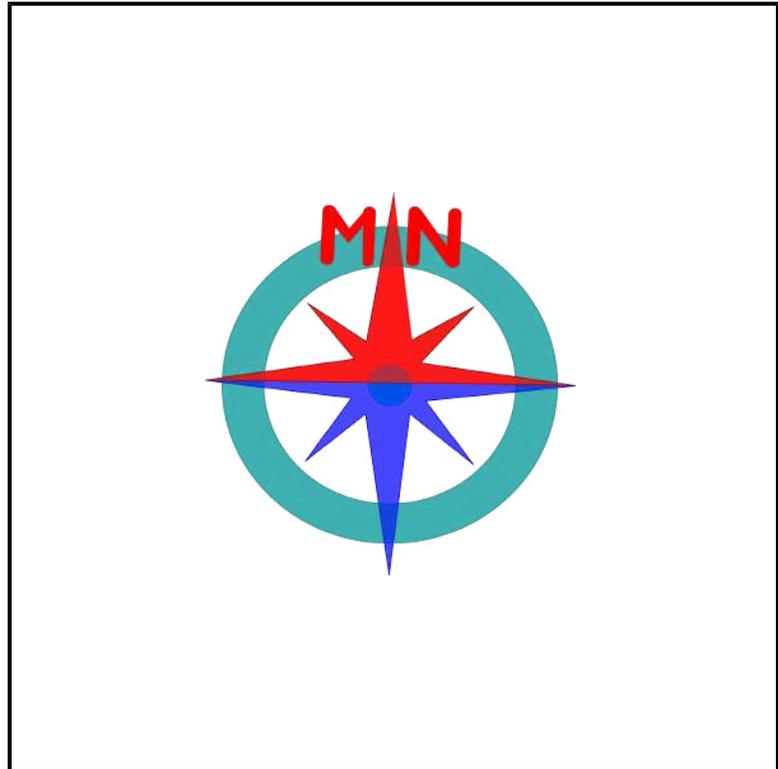
Latitude 6.987466667° S

Longitude 110.3548667° E

Elevation 0.0 km GPS

Model Used IGRF12

Declination 0.94° E changing by
0.04° W per year



Compass shows the approximate bearing of the magnetic north (MN)

Magnetic declination is the angle between true north and the horizontal trace of the local magnetic field. In general, the present day field models such as the IGRF and World Magnetic Model (WMM) are accurate to within 30 minutes of arc for the declination. However, local anomalies exceeding 10 degrees, although rare, do exist.

Document created: 2016-04-10 07:50 UTC

Help: [How to interpret results](#) Questions: geomag.models@noaa.gov

22 Maret 2016

DATA MATAHARI

Jam	Ecliptic Longitude *)	Ecliptic Latitude *)	Apparent Right Ascension	Apparent Declination	True Geocentric Distance	Semi Diameter	True Obliquity	Equation Of Time
0	1° 48' 16"	-0.34"	1° 38' 59"	0° 42' 54"	0.9964086	16' 03.09"	23° 26' 05"	-6 m 52 s
1	1° 50' 45"	-0.33"	1° 41' 16"	0° 43' 53"	0.9964203	16' 03.08"	23° 26' 05"	-6 m 51 s
2	1° 53' 14"	-0.33"	1° 43' 33"	0° 44' 52"	0.9964320	16' 03.07"	23° 26' 05"	-6 m 51 s
3	1° 55' 42"	-0.32"	1° 45' 49"	0° 45' 51"	0.9964437	16' 03.05"	23° 26' 05"	-6 m 50 s
4	1° 58' 11"	-0.31"	1° 48' 06"	0° 46' 50"	0.9964554	16' 03.04"	23° 26' 05"	-6 m 49 s
5	2° 00' 40"	-0.31"	1° 50' 22"	0° 47' 49"	0.9964670	16' 03.03"	23° 26' 05"	-6 m 48 s
6	2° 03' 09"	-0.30"	1° 52' 39"	0° 48' 49"	0.9964787	16' 03.02"	23° 26' 05"	-6 m 48 s
7	2° 05' 38"	-0.30"	1° 54' 55"	0° 49' 48"	0.9964904	16' 03.01"	23° 26' 05"	-6 m 47 s
8	2° 08' 07"	-0.29"	1° 57' 12"	0° 50' 47"	0.9965021	16' 03.00"	23° 26' 05"	-6 m 46 s
9	2° 10' 35"	-0.29"	1° 59' 29"	0° 51' 46"	0.9965138	16' 02.99"	23° 26' 05"	-6 m 45 s
10	2° 13' 04"	-0.28"	2° 01' 45"	0° 52' 45"	0.9965255	16' 02.98"	23° 26' 05"	-6 m 45 s
11	2° 15' 33"	-0.27"	2° 04' 02"	0° 53' 44"	0.9965373	16' 02.96"	23° 26' 05"	-6 m 44 s
12	2° 18' 02"	-0.27"	2° 06' 18"	0° 54' 44"	0.9965490	16' 02.95"	23° 26' 05"	-6 m 43 s
13	2° 20' 30"	-0.26"	2° 08' 35"	0° 55' 43"	0.9965607	16' 02.94"	23° 26' 05"	-6 m 42 s
14	2° 22' 59"	-0.26"	2° 10' 51"	0° 56' 42"	0.9965724	16' 02.93"	23° 26' 05"	-6 m 42 s
15	2° 25' 28"	-0.25"	2° 13' 08"	0° 57' 41"	0.9965841	16' 02.92"	23° 26' 05"	-6 m 41 s
16	2° 27' 57"	-0.25"	2° 15' 24"	0° 58' 40"	0.9965959	16' 02.91"	23° 26' 05"	-6 m 40 s
17	2° 30' 26"	-0.24"	2° 17' 41"	0° 59' 39"	0.9966076	16' 02.90"	23° 26' 05"	-6 m 39 s
18	2° 32' 54"	-0.24"	2° 19' 57"	1° 00' 38"	0.9966193	16' 02.89"	23° 26' 05"	-6 m 39 s
19	2° 35' 23"	-0.23"	2° 22' 14"	1° 01' 37"	0.9966311	16' 02.87"	23° 26' 05"	-6 m 38 s
20	2° 37' 52"	-0.22"	2° 24' 30"	1° 02' 37"	0.9966428	16' 02.86"	23° 26' 05"	-6 m 37 s
21	2° 40' 21"	-0.22"	2° 26' 47"	1° 03' 36"	0.9966546	16' 02.85"	23° 26' 05"	-6 m 36 s
22	2° 42' 49"	-0.21"	2° 29' 03"	1° 04' 35"	0.9966663	16' 02.84"	23° 26' 05"	-6 m 36 s
23	2° 45' 18"	-0.21"	2° 31' 20"	1° 05' 34"	0.9966781	16' 02.83"	23° 26' 05"	-6 m 35 s
24	2° 47' 47"	-0.20"	2° 33' 37"	1° 06' 33"	0.9966898	16' 02.82"	23° 26' 05"	-6 m 34 s

*) for mean equinox of date

DATA BULAN

Jam	Apparent Longitude	Apparent Latitude	Apparent Right Ascension	Apparent Declination	Horizontal Parallax	Semi Diameter	Angle Bright Limb	Fraction Illumination
0	165° 19' 22"	0°-35' 60"	166° 15' 15"	5° 13' 48"	0° 54' 33"	14' 51.99"	290° 41' 59"	0.97954
1	165° 49' 28"	0°-33' 14"	166° 44' 12"	5° 04' 43"	0° 54' 33"	14' 51.79"	290° 50' 50"	0.98066
2	166° 19' 33"	0°-30' 27"	167° 13' 07"	4° 55' 37"	0° 54' 32"	14' 51.59"	290° 59' 58"	0.98175
3	166° 49' 37"	0°-27' 41"	167° 42' 00"	4° 46' 30"	0° 54' 31"	14' 51.39"	291° 9' 26"	0.98281
4	167° 19' 41"	0°-24' 55"	168° 10' 53"	4° 37' 21"	0° 54' 30"	14' 51.19"	291° 19' 16"	0.98384
5	167° 49' 44"	0°-22' 08"	168° 39' 43"	4° 28' 12"	0° 54' 30"	14' 51.00"	291° 29' 30"	0.98483
6	168° 19' 46"	0°-19' 22"	169° 08' 33"	4° 19' 02"	0° 54' 29"	14' 50.81"	291° 40' 11"	0.98580
7	168° 49' 48"	0°-16' 36"	169° 37' 21"	4° 09' 51"	0° 54' 28"	14' 50.62"	291° 51' 23"	0.98673
8	169° 19' 49"	0°-13' 49"	170° 06' 07"	4° 00' 39"	0° 54' 28"	14' 50.43"	292° 3' 09"	0.98763
9	169° 49' 49"	0°-11' 03"	170° 34' 52"	3° 51' 27"	0° 54' 27"	14' 50.25"	292° 15' 34"	0.98850
10	170° 19' 48"	0° -8' 16"	171° 03' 36"	3° 42' 13"	0° 54' 26"	14' 50.06"	292° 28' 43"	0.98933
11	170° 49' 47"	0° -5' 30"	171° 32' 19"	3° 32' 59"	0° 54' 26"	14' 49.88"	292° 42' 41"	0.99014
12	171° 19' 45"	0° -2' 44"	172° 01' 01"	3° 23' 44"	0° 54' 25"	14' 49.70"	292° 57' 36"	0.99091
13	171° 49' 42"	0° 00' 03"	172° 29' 41"	3° 14' 29"	0° 54' 24"	14' 49.53"	293° 13' 35"	0.99165
14	172° 19' 39"	0° 02' 49"	172° 58' 20"	3° 05' 13"	0° 54' 24"	14' 49.35"	293° 30' 47"	0.99236
15	172° 49' 35"	0° 05' 35"	173° 26' 59"	2° 55' 56"	0° 54' 23"	14' 49.18"	293° 49' 24"	0.99304
16	173° 19' 31"	0° 08' 21"	173° 55' 36"	2° 46' 39"	0° 54' 22"	14' 49.01"	294° 9' 39"	0.99368
17	173° 49' 26"	0° 11' 07"	174° 24' 12"	2° 37' 21"	0° 54' 22"	14' 48.84"	294° 31' 48"	0.99430
18	174° 19' 20"	0° 13' 51"	174° 52' 46"	2° 28' 00"	0° 54' 21"	14' 48.68"	294° 55' 54"	0.99488
19	174° 49' 14"	0° 16' 36"	175° 21' 20"	2° 18' 42"	0° 54' 21"	14' 48.51"	295° 22' 53"	0.99543
20	175° 19' 07"	0° 19' 22"	175° 49' 53"	2° 09' 23"	0° 54' 20"	14' 48.35"	295° 52' 59"	0.99595
21	175° 48' 59"	0° 22' 07"	176° 18' 25"	2° 00' 04"	0° 54' 19"	14' 48.19"	296° 26' 51"	0.99643
22	176° 18' 51"	0° 24' 53"	176° 46' 56"	1° 50' 44"	0° 54' 19"	14' 48.04"	297° 5' 17"	0.99689
23	176° 48' 42"	0° 27' 38"	177° 15' 26"	1° 41' 24"	0° 54' 18"	14' 47.88"	297° 49' 19"	0.99731
24	177° 18' 33"	0° 30' 23"	177° 43' 56"	1° 32' 04"	0° 54' 18"	14' 47.73"	298° 40' 21"	0.99770

27 Maret 2016

DATA MATAHARI

Jam	Ecliptic Longitude *)	Ecliptic Latitude *)	Apparent Right Ascension	Apparent Declination	True Geocentric Distance	Semi Diameter	True Obliquity	Equation Of Time
0	6° 45' 31"	0.25"	6° 11' 58"	2° 40' 48"	0.9978349	16'01.71"	23° 26' 05"	-5 m 22 s
1	6° 47' 59"	0.26"	6° 14' 15"	2° 41' 47"	0.9978469	16'01.70"	23° 26' 05"	-5 m 21 s
2	6° 50' 28"	0.26"	6° 16' 31"	2° 42' 46"	0.9978590	16'01.69"	23° 26' 05"	-5 m 20 s
3	6° 52' 56"	0.26"	6° 18' 48"	2° 43' 44"	0.9978711	16'01.68"	23° 26' 05"	-5 m 19 s
4	6° 55' 24"	0.27"	6° 21' 04"	2° 44' 43"	0.9978832	16'01.67"	23° 26' 05"	-5 m 19 s
5	6° 57' 53"	0.27"	6° 23' 21"	2° 45' 42"	0.9978953	16'01.65"	23° 26' 05"	-5 m 18 s
6	7° 00' 21"	0.27"	6° 25' 37"	2° 46' 40"	0.9979074	16'01.64"	23° 26' 05"	-5 m 17 s
7	7° 02' 50"	0.27"	6° 27' 54"	2° 47' 39"	0.9979195	16'01.63"	23° 26' 05"	-5 m 16 s
8	7° 05' 18"	0.28"	6° 30' 10"	2° 48' 38"	0.9979316	16'01.62"	23° 26' 05"	-5 m 16 s
9	7° 07' 46"	0.28"	6° 32' 27"	2° 49' 36"	0.9979437	16'01.61"	23° 26' 05"	-5 m 15 s
10	7° 10' 15"	0.28"	6° 34' 43"	2° 50' 35"	0.9979558	16'01.60"	23° 26' 05"	-5 m 14 s
11	7° 12' 43"	0.29"	6° 36' 60"	2° 51' 34"	0.9979679	16'01.58"	23° 26' 05"	-5 m 13 s
12	7° 15' 11"	0.29"	6° 39' 16"	2° 52' 32"	0.9979800	16'01.57"	23° 26' 05"	-5 m 13 s
13	7° 17' 40"	0.29"	6° 41' 32"	2° 53' 31"	0.9979921	16'01.56"	23° 26' 05"	-5 m 12 s
14	7° 20' 08"	0.29"	6° 43' 49"	2° 54' 29"	0.9980042	16'01.55"	23° 26' 05"	-5 m 11 s
15	7° 22' 37"	0.30"	6° 46' 05"	2° 55' 28"	0.9980163	16'01.54"	23° 26' 05"	-5 m 10 s
16	7° 25' 05"	0.30"	6° 48' 22"	2° 56' 27"	0.9980284	16'01.53"	23° 26' 05"	-5 m 10 s
17	7° 27' 33"	0.30"	6° 50' 38"	2° 57' 25"	0.9980405	16'01.51"	23° 26' 05"	-5 m 09 s
18	7° 30' 02"	0.30"	6° 52' 55"	2° 58' 24"	0.9980527	16'01.50"	23° 26' 05"	-5 m 08 s
19	7° 32' 30"	0.31"	6° 55' 11"	2° 59' 22"	0.9980648	16'01.49"	23° 26' 05"	-5 m 07 s
20	7° 34' 58"	0.31"	6° 57' 28"	3° 00' 21"	0.9980769	16'01.48"	23° 26' 05"	-5 m 07 s
21	7° 37' 27"	0.31"	6° 59' 44"	3° 01' 20"	0.9980890	16'01.47"	23° 26' 05"	-5 m 06 s
22	7° 39' 55"	0.31"	7° 02' 01"	3° 02' 18"	0.9981012	16'01.46"	23° 26' 05"	-5 m 05 s
23	7° 42' 23"	0.31"	7° 04' 17"	3° 03' 17"	0.9981133	16'01.44"	23° 26' 05"	-5 m 04 s
24	7° 44' 52"	0.32"	7° 06' 34"	3° 04' 15"	0.9981254	16'01.43"	23° 26' 05"	-5 m 04 s

*) for mean equinox of date

DATA BULAN

Jam	Apparent Longitude	Apparent Latitude	Apparent Right Ascension	Apparent Declination	Horizontal Parallax	Semi Diameter	Angle Bright Limb	Fraction Illumination
0	224° 42' 30"	4° 12' 37"	223° 30' 49"	-12° 13' 13"	0° 54' 06"	14' 44.50"	101° 25' 56"	0.89371
1	225° 12' 10"	4° 14' 14"	224° 00' 17"	-12° 20' 11"	0° 54' 06"	14' 44.61"	101° 20' 38"	0.89127
2	225° 41' 50"	4° 15' 51"	224° 29' 47"	-12° 27' 05"	0° 54' 07"	14' 44.72"	101° 15' 14"	0.88881
3	226° 11' 30"	4° 17' 26"	224° 59' 19"	-12° 33' 56"	0° 54' 07"	14' 44.83"	101° 9' 45"	0.88631
4	226° 41' 11"	4° 19' 01"	225° 28' 53"	-12° 40' 45"	0° 54' 08"	14' 44.95"	101° 4' 10"	0.88380
5	227° 10' 53"	4° 20' 34"	225° 58' 29"	-12° 47' 30"	0° 54' 08"	14' 45.07"	100° 58' 31"	0.88126
6	227° 40' 35"	4° 22' 06"	226° 28' 06"	-12° 54' 12"	0° 54' 08"	14' 45.20"	100° 52' 46"	0.87870
7	228° 10' 17"	4° 23' 37"	226° 57' 46"	-13° 00' 50"	0° 54' 09"	14' 45.32"	100° 46' 56"	0.87611
8	228° 39' 60"	4° 25' 06"	227° 27' 27"	-13° 07' 26"	0° 54' 09"	14' 45.45"	100° 41' 01"	0.87350
9	229° 09' 43"	4° 26' 35"	227° 57' 10"	-13° 13' 58"	0° 54' 10"	14' 45.59"	100° 35' 01"	0.87086
10	229° 39' 27"	4° 28' 02"	228° 26' 56"	-13° 20' 26"	0° 54' 10"	14' 45.73"	100° 28' 55"	0.86820
11	230° 09' 11"	4° 29' 28"	228° 56' 43"	-13° 26' 51"	0° 54' 11"	14' 45.87"	100° 22' 45"	0.86552
12	230° 38' 56"	4° 30' 53"	229° 26' 32"	-13° 33' 13"	0° 54' 11"	14' 46.01"	100° 16' 30"	0.86281
13	231° 08' 41"	4° 32' 17"	229° 56' 24"	-13° 39' 32"	0° 54' 12"	14' 46.16"	100° 10' 11"	0.86008
14	231° 38' 27"	4° 33' 40"	230° 26' 17"	-13° 45' 47"	0° 54' 13"	14' 46.32"	100° 3' 46"	0.85732
15	232° 08' 13"	4° 35' 01"	230° 56' 13"	-13° 51' 58"	0° 54' 13"	14' 46.47"	99° 57' 17"	0.85455
16	232° 38' 01"	4° 36' 21"	231° 26' 10"	-13° 58' 06"	0° 54' 14"	14' 46.63"	99° 50' 43"	0.85175
17	233° 07' 48"	4° 37' 40"	231° 56' 10"	-14° 04' 10"	0° 54' 14"	14' 46.80"	99° 44' 04"	0.84892
18	233° 37' 37"	4° 38' 58"	232° 26' 12"	-14° 10' 11"	0° 54' 15"	14' 46.96"	99° 37' 21"	0.84608
19	234° 07' 26"	4° 40' 14"	232° 56' 16"	-14° 16' 08"	0° 54' 16"	14' 47.14"	99° 30' 34"	0.84321
20	234° 37' 15"	4° 41' 29"	233° 26' 22"	-14° 22' 02"	0° 54' 16"	14' 47.31"	99° 23' 41"	0.84032
21	235° 07' 05"	4° 42' 43"	233° 56' 30"	-14° 27' 51"	0° 54' 17"	14' 47.49"	99° 16' 45"	0.83740
22	235° 36' 56"	4° 43' 56"	234° 26' 40"	-14° 33' 37"	0° 54' 18"	14' 47.67"	99° 9' 44"	0.83447
23	236° 06' 48"	4° 45' 07"	234° 56' 52"	-14° 39' 20"	0° 54' 18"	14' 47.86"	99° 2' 39"	0.83151
24	236° 36' 40"	4° 46' 18"	235° 27' 07"	-14° 44' 58"	0° 54' 19"	14' 48.05"	98° 55' 29"	0.82853

28 Maret 2016

DATA MATAHARI

Jam	Ecliptic Longitude *)	Ecliptic Latitude *)	Apparent Right Ascension	Apparent Declination	True Geocentric Distance	Semi Diameter	True Obliquity	Equation Of Time
0	7° 44' 52"	0.32"	7° 06' 34"	3° 04' 15"	0.9981254	16'01.43"	23° 26' 05"	-5 m 04 s
1	7° 47' 20"	0.32"	7° 08' 50"	3° 05' 14"	0.9981376	16'01.42"	23° 26' 05"	-5 m 03 s
2	7° 49' 49"	0.32"	7° 11' 07"	3° 06' 12"	0.9981497	16'01.41"	23° 26' 05"	-5 m 02 s
3	7° 52' 17"	0.32"	7° 13' 23"	3° 07' 11"	0.9981618	16'01.40"	23° 26' 05"	-5 m 01 s
4	7° 54' 45"	0.32"	7° 15' 40"	3° 08' 09"	0.9981740	16'01.39"	23° 26' 05"	-5 m 00 s
5	7° 57' 13"	0.33"	7° 17' 56"	3° 09' 08"	0.9981861	16'01.37"	23° 26' 05"	-4 m 60 s
6	7° 59' 42"	0.33"	7° 20' 13"	3° 10' 06"	0.9981983	16'01.36"	23° 26' 05"	-4 m 59 s
7	8° 02' 10"	0.33"	7° 22' 29"	3° 11' 05"	0.9982104	16'01.35"	23° 26' 05"	-4 m 58 s
8	8° 04' 38"	0.33"	7° 24' 46"	3° 12' 03"	0.9982226	16'01.34"	23° 26' 05"	-4 m 57 s
9	8° 07' 07"	0.33"	7° 27' 02"	3° 13' 02"	0.9982347	16'01.33"	23° 26' 05"	-4 m 57 s
10	8° 09' 35"	0.33"	7° 29' 19"	3° 14' 00"	0.9982469	16'01.32"	23° 26' 05"	-4 m 56 s
11	8° 12' 03"	0.34"	7° 31' 35"	3° 14' 59"	0.9982591	16'01.30"	23° 26' 05"	-4 m 55 s
12	8° 14' 32"	0.34"	7° 33' 52"	3° 15' 57"	0.9982712	16'01.29"	23° 26' 05"	-4 m 54 s
13	8° 17' 00"	0.34"	7° 36' 08"	3° 16' 56"	0.9982834	16'01.28"	23° 26' 05"	-4 m 54 s
14	8° 19' 28"	0.34"	7° 38' 25"	3° 17' 54"	0.9982956	16'01.27"	23° 26' 05"	-4 m 53 s
15	8° 21' 57"	0.34"	7° 40' 41"	3° 18' 53"	0.9983077	16'01.26"	23° 26' 05"	-4 m 52 s
16	8° 24' 25"	0.34"	7° 42' 58"	3° 19' 51"	0.9983199	16'01.24"	23° 26' 05"	-4 m 51 s
17	8° 26' 53"	0.34"	7° 45' 14"	3° 20' 50"	0.9983321	16'01.23"	23° 26' 05"	-4 m 51 s
18	8° 29' 21"	0.34"	7° 47' 31"	3° 21' 48"	0.9983442	16'01.22"	23° 26' 05"	-4 m 50 s
19	8° 31' 50"	0.35"	7° 49' 47"	3° 22' 46"	0.9983564	16'01.21"	23° 26' 05"	-4 m 49 s
20	8° 34' 18"	0.35"	7° 52' 04"	3° 23' 45"	0.9983686	16'01.20"	23° 26' 05"	-4 m 48 s
21	8° 36' 46"	0.35"	7° 54' 21"	3° 24' 43"	0.9983808	16'01.19"	23° 26' 05"	-4 m 48 s
22	8° 39' 15"	0.35"	7° 56' 37"	3° 25' 42"	0.9983929	16'01.17"	23° 26' 05"	-4 m 47 s
23	8° 41' 43"	0.35"	7° 58' 54"	3° 26' 40"	0.9984051	16'01.16"	23° 26' 05"	-4 m 46 s
24	8° 44' 11"	0.35"	8° 01' 10"	3° 27' 38"	0.9984173	16'01.15"	23° 26' 05"	-4 m 45 s

*) for mean equinox of date

DATA BULAN

Jam	Apparent Longitude	Apparent Latitude	Apparent Right Ascension	Apparent Declination	Horizontal Parallax	Semi Diameter	Angle Bright Limb	Fraction Illumination
0	236° 36' 40"	4° 46' 18"	235° 27' 07"	-14° 44' 58"	0° 54' 19"	14' 48.05"	98° 55' 29"	0.82853
1	237° 06' 33"	4° 47' 26"	235° 57' 24"	-14° 50' 33"	0° 54' 20"	14' 48.24"	98° 48' 15"	0.82553
2	237° 36' 27"	4° 48' 34"	236° 27' 43"	-14° 56' 04"	0° 54' 20"	14' 48.44"	98° 40' 57"	0.82250
3	238° 06' 22"	4° 49' 40"	236° 58' 04"	-15° 01' 31"	0° 54' 21"	14' 48.64"	98° 33' 35"	0.81946
4	238° 36' 17"	4° 50' 45"	237° 28' 27"	-15° 06' 54"	0° 54' 22"	14' 48.85"	98° 26' 09"	0.81639
5	239° 06' 13"	4° 51' 49"	237° 58' 53"	-15° 12' 13"	0° 54' 23"	14' 49.05"	98° 18' 38"	0.81330
6	239° 36' 10"	4° 52' 52"	238° 29' 21"	-15° 17' 28"	0° 54' 23"	14' 49.27"	98° 11' 04"	0.81019
7	240° 06' 08"	4° 53' 53"	238° 59' 51"	-15° 22' 39"	0° 54' 24"	14' 49.48"	98° 3' 25"	0.80706
8	240° 36' 06"	4° 54' 53"	239° 30' 23"	-15° 27' 46"	0° 54' 25"	14' 49.71"	97° 55' 43"	0.80391
9	241° 06' 05"	4° 55' 51"	240° 00' 58"	-15° 32' 49"	0° 54' 26"	14' 49.93"	97° 47' 57"	0.80074
10	241° 36' 06"	4° 56' 48"	240° 31' 35"	-15° 37' 48"	0° 54' 27"	14' 50.16"	97° 40' 06"	0.79755
11	242° 06' 07"	4° 57' 44"	241° 02' 14"	-15° 42' 43"	0° 54' 27"	14' 50.39"	97° 32' 12"	0.79434
12	242° 36' 09"	4° 58' 39"	241° 32' 55"	-15° 47' 34"	0° 54' 28"	14' 50.63"	97° 24' 14"	0.79110
13	243° 06' 11"	4° 59' 32"	242° 03' 39"	-15° 52' 20"	0° 54' 29"	14' 50.87"	97° 16' 13"	0.78785
14	243° 36' 15"	5° 00' 24"	242° 34' 25"	-15° 57' 03"	0° 54' 30"	14' 51.11"	97° 8' 08"	0.78457
15	244° 06' 20"	5° 01' 14"	243° 05' 13"	-16° 01' 41"	0° 54' 31"	14' 51.36"	96° 59' 59"	0.78128
16	244° 36' 25"	5° 02' 03"	243° 36' 04"	-16° 06' 15"	0° 54' 32"	14' 51.61"	96° 51' 46"	0.77797
17	245° 06' 32"	5° 02' 51"	244° 06' 57"	-16° 10' 44"	0° 54' 33"	14' 51.87"	96° 43' 30"	0.77463
18	245° 36' 39"	5° 03' 37"	244° 37' 52"	-16° 15' 10"	0° 54' 34"	14' 52.13"	96° 35' 10"	0.77128
19	246° 06' 48"	5° 04' 22"	245° 08' 50"	-16° 19' 30"	0° 54' 35"	14' 52.40"	96° 26' 47"	0.76791
20	246° 36' 57"	5° 05' 06"	245° 39' 50"	-16° 23' 47"	0° 54' 36"	14' 52.67"	96° 18' 20"	0.76452
21	247° 07' 08"	5° 05' 48"	246° 10' 52"	-16° 27' 59"	0° 54' 37"	14' 52.94"	96° 9' 50"	0.76111
22	247° 37' 20"	5° 06' 29"	246° 41' 57"	-16° 32' 07"	0° 54' 38"	14' 53.22"	96° 1' 17"	0.75768
23	248° 07' 32"	5° 07' 08"	247° 13' 04"	-16° 36' 10"	0° 54' 39"	14' 53.50"	95° 52' 40"	0.75423
24	248° 37' 46"	5° 07' 46"	247° 44' 13"	-16° 40' 09"	0° 54' 40"	14' 53.78"	95° 43' 60"	0.75077

20 April 2016

DATA MATAHARI

Jam	Ecliptic Longitude *)	Ecliptic Latitude *)	Apparent Right Ascension	Apparent Declination	True Geocentric Distance	Semi Diameter	True Obliquity	Equation Of Time
0	30° 21' 06"	-0.00"	28° 14' 28"	11° 35' 27"	1.0046577	15' 55.18"	23° 26' 05"	1 m 05 s
1	30° 23' 33"	0.00"	28° 16' 48"	11° 36' 18"	1.0046691	15' 55.17"	23° 26' 05"	1 m 05 s
2	30° 25' 59"	0.01"	28° 19' 08"	11° 37' 10"	1.0046804	15' 55.16"	23° 26' 05"	1 m 06 s
3	30° 28' 26"	0.01"	28° 21' 28"	11° 38' 01"	1.0046918	15' 55.15"	23° 26' 05"	1 m 06 s
4	30° 30' 52"	0.02"	28° 23' 48"	11° 38' 52"	1.0047031	15' 55.14"	23° 26' 05"	1 m 07 s
5	30° 33' 18"	0.02"	28° 26' 08"	11° 39' 43"	1.0047144	15' 55.13"	23° 26' 05"	1 m 07 s
6	30° 35' 45"	0.03"	28° 28' 28"	11° 40' 35"	1.0047258	15' 55.12"	23° 26' 05"	1 m 08 s
7	30° 38' 11"	0.03"	28° 30' 48"	11° 41' 26"	1.0047371	15' 55.11"	23° 26' 05"	1 m 09 s
8	30° 40' 38"	0.04"	28° 33' 08"	11° 42' 17"	1.0047485	15' 55.09"	23° 26' 05"	1 m 09 s
9	30° 43' 04"	0.05"	28° 35' 28"	11° 43' 08"	1.0047598	15' 55.08"	23° 26' 05"	1 m 10 s
10	30° 45' 30"	0.05"	28° 37' 48"	11° 43' 59"	1.0047712	15' 55.07"	23° 26' 05"	1 m 10 s
11	30° 47' 57"	0.06"	28° 40' 08"	11° 44' 50"	1.0047825	15' 55.06"	23° 26' 05"	1 m 11 s
12	30° 50' 23"	0.06"	28° 42' 28"	11° 45' 41"	1.0047938	15' 55.05"	23° 26' 05"	1 m 11 s
13	30° 52' 49"	0.07"	28° 44' 48"	11° 46' 32"	1.0048052	15' 55.04"	23° 26' 05"	1 m 12 s
14	30° 55' 16"	0.07"	28° 47' 08"	11° 47' 23"	1.0048165	15' 55.03"	23° 26' 05"	1 m 12 s
15	30° 57' 42"	0.08"	28° 49' 29"	11° 48' 14"	1.0048278	15' 55.02"	23° 26' 05"	1 m 13 s
16	31° 00' 08"	0.08"	28° 51' 49"	11° 49' 05"	1.0048392	15' 55.01"	23° 26' 05"	1 m 13 s
17	31° 02' 35"	0.09"	28° 54' 09"	11° 49' 56"	1.0048505	15' 55.00"	23° 26' 05"	1 m 14 s
18	31° 05' 01"	0.09"	28° 56' 29"	11° 50' 47"	1.0048619	15' 54.99"	23° 26' 05"	1 m 14 s
19	31° 07' 27"	0.10"	28° 58' 49"	11° 51' 38"	1.0048732	15' 54.98"	23° 26' 05"	1 m 15 s
20	31° 09' 54"	0.10"	29° 01' 09"	11° 52' 29"	1.0048845	15' 54.97"	23° 26' 05"	1 m 15 s
21	31° 12' 20"	0.11"	29° 03' 30"	11° 53' 20"	1.0048959	15' 54.95"	23° 26' 05"	1 m 16 s
22	31° 14' 46"	0.11"	29° 05' 50"	11° 54' 11"	1.0049072	15' 54.94"	23° 26' 05"	1 m 16 s
23	31° 17' 13"	0.12"	29° 08' 10"	11° 55' 02"	1.0049185	15' 54.93"	23° 26' 05"	1 m 17 s
24	31° 19' 39"	0.12"	29° 10' 30"	11° 55' 52"	1.0049299	15' 54.92"	23° 26' 05"	1 m 17 s

*) for mean equinox of date

DATA BULAN

Jam	Apparent Longitude	Apparent Latitude	Apparent Right Ascension	Apparent Declination	Horizontal Parallax	Semi Diameter	Angle Bright Limb	Fraction Illumination
0	186° 12' 21"	1° 19' 45"	186° 13' 25"	-1° 14' 35"	0° 54' 05"	14' 44.38"	296° 15' 27"	0.95636
1	186° 41' 56"	1° 22' 21"	186° 41' 36"	-1° 23' 54"	0° 54' 05"	14' 44.28"	296° 23' 48"	0.95794
2	187° 11' 30"	1° 24' 56"	187° 09' 48"	-1° 33' 12"	0° 54' 05"	14' 44.18"	296° 32' 26"	0.95949
3	187° 41' 04"	1° 27' 30"	187° 37' 59"	-1° 42' 30"	0° 54' 04"	14' 44.08"	296° 41' 22"	0.96102
4	188° 10' 38"	1° 30' 04"	188° 06' 11"	-1° 51' 47"	0° 54' 04"	14' 43.98"	296° 50' 38"	0.96252
5	188° 40' 12"	1° 32' 38"	188° 34' 22"	-2° 01' 04"	0° 54' 04"	14' 43.89"	297° 0' 14"	0.96398
6	189° 09' 45"	1° 35' 11"	189° 02' 33"	-2° 10' 20"	0° 54' 03"	14' 43.80"	297° 10' 12"	0.96542
7	189° 39' 18"	1° 37' 44"	189° 30' 45"	-2° 19' 35"	0° 54' 03"	14' 43.71"	297° 20' 34"	0.96683
8	190° 08' 52"	1° 40' 16"	189° 58' 57"	-2° 28' 50"	0° 54' 03"	14' 43.62"	297° 31' 23"	0.96821
9	190° 38' 25"	1° 42' 48"	190° 27' 08"	-2° 38' 04"	0° 54' 02"	14' 43.54"	297° 42' 39"	0.96956
10	191° 07' 57"	1° 45' 20"	190° 55' 20"	-2° 47' 18"	0° 54' 02"	14' 43.46"	297° 54' 25"	0.97088
11	191° 37' 30"	1° 47' 50"	191° 23' 33"	-2° 56' 31"	0° 54' 02"	14' 43.38"	298° 6' 44"	0.97218
12	192° 07' 03"	1° 50' 21"	191° 51' 45"	-3° 05' 43"	0° 54' 01"	14' 43.31"	298° 19' 38"	0.97344
13	192° 36' 35"	1° 52' 50"	192° 19' 58"	-3° 14' 54"	0° 54' 01"	14' 43.24"	298° 33' 10"	0.97467
14	193° 06' 08"	1° 55' 20"	192° 48' 11"	-3° 24' 05"	0° 54' 01"	14' 43.17"	298° 47' 22"	0.97587
15	193° 35' 40"	1° 57' 48"	193° 16' 25"	-3° 33' 14"	0° 54' 01"	14' 43.10"	299° 2' 20"	0.97705
16	194° 05' 12"	2° 00' 17"	193° 44' 39"	-3° 42' 23"	0° 54' 01"	14' 43.04"	299° 18' 05"	0.97819
17	194° 34' 44"	2° 02' 44"	194° 12' 53"	-3° 51' 31"	0° 54' 00"	14' 42.98"	299° 34' 43"	0.97930
18	195° 04' 16"	2° 05' 11"	194° 41' 08"	-4° 00' 38"	0° 54' 00"	14' 42.92"	299° 52' 18"	0.98038
19	195° 33' 48"	2° 07' 38"	195° 09' 23"	-4° 09' 43"	0° 53' 60"	14' 42.86"	300° 10' 56"	0.98144
20	196° 03' 20"	2° 10' 03"	195° 37' 39"	-4° 18' 48"	0° 53' 60"	14' 42.81"	300° 30' 41"	0.98246
21	196° 32' 52"	2° 12' 29"	196° 05' 55"	-4° 27' 52"	0° 53' 59"	14' 42.76"	300° 51' 40"	0.98345
22	197° 02' 24"	2° 14' 53"	196° 34' 12"	-4° 36' 54"	0° 53' 59"	14' 42.71"	301° 14' 01"	0.98442
23	197° 31' 56"	2° 17' 17"	197° 02' 29"	-4° 45' 56"	0° 53' 59"	14' 42.67"	301° 37' 51"	0.98535
24	198° 01' 28"	2° 19' 41"	197° 30' 48"	-4° 54' 56"	0° 53' 59"	14' 42.63"	302° 3' 20"	0.98625

21 April 2016

DATA MATAHARI

Jam	Ecliptic Longitude *)	Ecliptic Latitude *)	Apparent Right Ascension	Apparent Declination	True Geocentric Distance	Semi Diameter	True Obliquity	Equation Of Time
0	31° 19' 39"	0.12"	29° 10' 30"	11° 55' 52"	1.0049299	15' 54.92"	23° 26' 05"	1 m 17 s
1	31° 22' 05"	0.13"	29° 12' 50"	11° 56' 43"	1.0049412	15' 54.91"	23° 26' 05"	1 m 18 s
2	31° 24' 32"	0.13"	29° 15' 11"	11° 57' 34"	1.0049525	15' 54.90"	23° 26' 05"	1 m 18 s
3	31° 26' 58"	0.14"	29° 17' 31"	11° 58' 25"	1.0049639	15' 54.89"	23° 26' 05"	1 m 19 s
4	31° 29' 24"	0.14"	29° 19' 51"	11° 59' 16"	1.0049752	15' 54.88"	23° 26' 05"	1 m 19 s
5	31° 31' 51"	0.15"	29° 22' 12"	12° 00' 06"	1.0049865	15' 54.87"	23° 26' 05"	1 m 20 s
6	31° 34' 17"	0.15"	29° 24' 32"	12° 00' 57"	1.0049978	15' 54.86"	23° 26' 05"	1 m 20 s
7	31° 36' 43"	0.16"	29° 26' 52"	12° 01' 48"	1.0050092	15' 54.85"	23° 26' 05"	1 m 21 s
8	31° 39' 09"	0.16"	29° 29' 12"	12° 02' 38"	1.0050205	15' 54.84"	23° 26' 05"	1 m 21 s
9	31° 41' 36"	0.17"	29° 31' 33"	12° 03' 29"	1.0050318	15' 54.83"	23° 26' 05"	1 m 22 s
10	31° 44' 02"	0.17"	29° 33' 53"	12° 04' 20"	1.0050432	15' 54.81"	23° 26' 05"	1 m 22 s
11	31° 46' 28"	0.18"	29° 36' 14"	12° 05' 10"	1.0050545	15' 54.80"	23° 26' 05"	1 m 23 s
12	31° 48' 55"	0.18"	29° 38' 34"	12° 06' 01"	1.0050658	15' 54.79"	23° 26' 05"	1 m 23 s
13	31° 51' 21"	0.19"	29° 40' 54"	12° 06' 51"	1.0050771	15' 54.78"	23° 26' 05"	1 m 24 s
14	31° 53' 47"	0.19"	29° 43' 15"	12° 07' 42"	1.0050885	15' 54.77"	23° 26' 05"	1 m 24 s
15	31° 56' 13"	0.20"	29° 45' 35"	12° 08' 32"	1.0050998	15' 54.76"	23° 26' 05"	1 m 25 s
16	31° 58' 40"	0.20"	29° 47' 55"	12° 09' 23"	1.0051111	15' 54.75"	23° 26' 05"	1 m 25 s
17	32° 01' 06"	0.21"	29° 50' 16"	12° 10' 13"	1.0051224	15' 54.74"	23° 26' 05"	1 m 26 s
18	32° 03' 32"	0.21"	29° 52' 36"	12° 11' 04"	1.0051338	15' 54.73"	23° 26' 05"	1 m 26 s
19	32° 05' 58"	0.22"	29° 54' 57"	12° 11' 54"	1.0051451	15' 54.72"	23° 26' 05"	1 m 27 s
20	32° 08' 25"	0.22"	29° 57' 17"	12° 12' 45"	1.0051564	15' 54.71"	23° 26' 05"	1 m 27 s
21	32° 10' 51"	0.23"	29° 59' 38"	12° 13' 35"	1.0051677	15' 54.70"	23° 26' 05"	1 m 28 s
22	32° 13' 17"	0.23"	30° 01' 58"	12° 14' 25"	1.0051790	15' 54.69"	23° 26' 05"	1 m 28 s
23	32° 15' 43"	0.23"	30° 04' 19"	12° 15' 16"	1.0051904	15' 54.67"	23° 26' 05"	1 m 28 s
24	32° 18' 10"	0.24"	30° 06' 39"	12° 16' 06"	1.0052017	15' 54.66"	23° 26' 05"	1 m 29 s

*) for mean equinox of date

DATA BULAN

Jam	Apparent Longitude	Apparent Latitude	Apparent Right Ascension	Apparent Declination	Horizontal Parallax	Semi Diameter	Angle Bright Limb	Fraction Illumination
0	198° 01' 28"	2° 19' 41"	197° 30' 48"	-4° 54' 56"	0° 53' 59"	14' 42.63"	302° 3' 20"	0.98625
1	198° 30' 60"	2° 22' 03"	197° 59' 06"	-5° 03' 55"	0° 53' 59"	14' 42.59"	302° 30' 37"	0.98713
2	199° 00' 32"	2° 24' 25"	198° 27' 26"	-5° 12' 53"	0° 53' 59"	14' 42.55"	302° 59' 54"	0.98797
3	199° 30' 04"	2° 26' 47"	198° 55' 46"	-5° 21' 50"	0° 53' 59"	14' 42.52"	303° 31' 23"	0.98878
4	199° 59' 35"	2° 29' 08"	199° 24' 07"	-5° 30' 45"	0° 53' 58"	14' 42.48"	304° 5' 21"	0.98956
5	200° 29' 07"	2° 31' 28"	199° 52' 29"	-5° 39' 39"	0° 53' 58"	14' 42.45"	304° 42' 03"	0.99031
6	200° 58' 40"	2° 33' 47"	200° 20' 51"	-5° 48' 31"	0° 53' 58"	14' 42.43"	305° 21' 49"	0.99103
7	201° 28' 12"	2° 36' 06"	200° 49' 15"	-5° 57' 22"	0° 53' 58"	14' 42.40"	306° 5' 01"	0.99172
8	201° 57' 44"	2° 38' 24"	201° 17' 39"	-6° 06' 12"	0° 53' 58"	14' 42.38"	306° 52' 06"	0.99238
9	202° 27' 16"	2° 40' 41"	201° 46' 04"	-6° 15' 00"	0° 53' 58"	14' 42.36"	307° 43' 34"	0.99301
10	202° 56' 48"	2° 42' 57"	202° 14' 30"	-6° 23' 47"	0° 53' 58"	14' 42.35"	308° 40' 00"	0.99361
11	203° 26' 21"	2° 45' 13"	202° 42' 57"	-6° 32' 32"	0° 53' 58"	14' 42.33"	309° 42' 05"	0.99418
12	203° 55' 53"	2° 47' 28"	203° 11' 25"	-6° 41' 15"	0° 53' 58"	14' 42.32"	310° 50' 37"	0.99471
13	204° 25' 26"	2° 49' 42"	203° 39' 55"	-6° 49' 57"	0° 53' 58"	14' 42.31"	312° 6' 35"	0.99522
14	204° 54' 59"	2° 51' 56"	204° 08' 25"	-6° 58' 38"	0° 53' 58"	14' 42.30"	313° 31' 06"	0.99570
15	205° 24' 32"	2° 54' 08"	204° 36' 56"	-7° 07' 16"	0° 53' 58"	14' 42.30"	315° 5' 30"	0.99614
16	205° 54' 05"	2° 56' 20"	205° 05' 28"	-7° 15' 53"	0° 53' 58"	14' 42.30"	316° 51' 24"	0.99655
17	206° 23' 38"	2° 58' 32"	205° 34' 01"	-7° 24' 28"	0° 53' 58"	14' 42.30"	318° 50' 43"	0.99694
18	206° 53' 11"	3° 00' 42"	206° 02' 36"	-7° 33' 01"	0° 53' 58"	14' 42.30"	321° 5' 42"	0.99729
19	207° 22' 45"	3° 02' 51"	206° 31' 11"	-7° 41' 33"	0° 53' 58"	14' 42.31"	323° 39' 01"	0.99761
20	207° 52' 18"	3° 04' 60"	206° 59' 48"	-7° 50' 02"	0° 53' 58"	14' 42.32"	326° 33' 48"	0.99790
21	208° 21' 52"	3° 07' 08"	207° 28' 26"	-7° 58' 30"	0° 53' 58"	14' 42.33"	329° 53' 34"	0.99816
22	208° 51' 26"	3° 09' 15"	207° 57' 06"	-8° 06' 56"	0° 53' 58"	14' 42.34"	333° 42' 15"	0.99839
23	209° 21' 01"	3° 11' 21"	208° 25' 46"	-8° 15' 20"	0° 53' 58"	14' 42.36"	338° 3' 48"	0.99859
24	209° 50' 35"	3° 13' 26"	208° 54' 28"	-8° 23' 42"	0° 53' 58"	14' 42.38"	343° 1' 51"	0.99875

22 April 2016

DATA MATAHARI

Jam	Ecliptic Longitude *)	Ecliptic Latitude *)	Apparent Right Ascension	Apparent Declination	True Geocentric Distance	Semi Diameter	True Obliquity	Equation Of Time
0	32° 18' 10"	0.24"	30° 06' 39"	12° 16' 06"	1.0052017	15' 54.66"	23° 26' 05"	1 m 29 s
1	32° 20' 36"	0.24"	30° 08' 60"	12° 16' 56"	1.0052130	15' 54.65"	23° 26' 05"	1 m 29 s
2	32° 23' 02"	0.25"	30° 11' 20"	12° 17' 47"	1.0052243	15' 54.64"	23° 26' 05"	1 m 30 s
3	32° 25' 28"	0.25"	30° 13' 41"	12° 18' 37"	1.0052356	15' 54.63"	23° 26' 05"	1 m 30 s
4	32° 27' 55"	0.26"	30° 16' 01"	12° 19' 27"	1.0052469	15' 54.62"	23° 26' 05"	1 m 31 s
5	32° 30' 21"	0.26"	30° 18' 22"	12° 20' 17"	1.0052583	15' 54.61"	23° 26' 05"	1 m 31 s
6	32° 32' 47"	0.26"	30° 20' 43"	12° 21' 08"	1.0052696	15' 54.60"	23° 26' 05"	1 m 32 s
7	32° 35' 13"	0.27"	30° 23' 03"	12° 21' 58"	1.0052809	15' 54.59"	23° 26' 05"	1 m 32 s
8	32° 37' 40"	0.27"	30° 25' 24"	12° 22' 48"	1.0052922	15' 54.58"	23° 26' 05"	1 m 33 s
9	32° 40' 06"	0.28"	30° 27' 44"	12° 23' 38"	1.0053035	15' 54.57"	23° 26' 05"	1 m 33 s
10	32° 42' 32"	0.28"	30° 30' 05"	12° 24' 28"	1.0053148	15' 54.56"	23° 26' 05"	1 m 34 s
11	32° 44' 58"	0.28"	30° 32' 26"	12° 25' 18"	1.0053261	15' 54.55"	23° 26' 05"	1 m 34 s
12	32° 47' 24"	0.29"	30° 34' 46"	12° 26' 08"	1.0053374	15' 54.54"	23° 26' 05"	1 m 35 s
13	32° 49' 51"	0.29"	30° 37' 07"	12° 26' 58"	1.0053487	15' 54.52"	23° 26' 05"	1 m 35 s
14	32° 52' 17"	0.30"	30° 39' 28"	12° 27' 48"	1.0053601	15' 54.51"	23° 26' 05"	1 m 36 s
15	32° 54' 43"	0.30"	30° 41' 48"	12° 28' 38"	1.0053714	15' 54.50"	23° 26' 05"	1 m 36 s
16	32° 57' 09"	0.30"	30° 44' 09"	12° 29' 28"	1.0053827	15' 54.49"	23° 26' 05"	1 m 37 s
17	32° 59' 35"	0.31"	30° 46' 30"	12° 30' 18"	1.0053940	15' 54.48"	23° 26' 05"	1 m 37 s
18	33° 02' 01"	0.31"	30° 48' 50"	12° 31' 08"	1.0054053	15' 54.47"	23° 26' 05"	1 m 38 s
19	33° 04' 28"	0.31"	30° 51' 11"	12° 31' 58"	1.0054166	15' 54.46"	23° 26' 05"	1 m 38 s
20	33° 06' 54"	0.32"	30° 53' 32"	12° 32' 48"	1.0054279	15' 54.45"	23° 26' 05"	1 m 38 s
21	33° 09' 20"	0.32"	30° 55' 53"	12° 33' 38"	1.0054392	15' 54.44"	23° 26' 05"	1 m 39 s
22	33° 11' 46"	0.33"	30° 58' 13"	12° 34' 28"	1.0054505	15' 54.43"	23° 26' 05"	1 m 39 s
23	33° 14' 12"	0.33"	31° 00' 34"	12° 35' 18"	1.0054618	15' 54.42"	23° 26' 05"	1 m 40 s
24	33° 16' 38"	0.33"	31° 02' 55"	12° 36' 07"	1.0054731	15' 54.41"	23° 26' 05"	1 m 40 s

*) for mean equinox of date

DATA BULAN

Jam	Apparent Longitude	Apparent Latitude	Apparent Right Ascension	Apparent Declination	Horizontal Parallax	Semi Diameter	Angle Bright Limb	Fraction Illumination
0	209° 50' 35"	3° 13' 26"	208° 54' 28"	-8° 23' 42"	0° 53' 58"	14' 42.38"	343° 1' 51"	0.99875
1	210° 20' 10"	3° 15' 31"	209° 23' 11"	-8° 32' 01"	0° 53' 58"	14' 42.40"	348° 38' 46"	0.99889
2	210° 49' 45"	3° 17' 34"	209° 51' 56"	-8° 40' 19"	0° 53' 58"	14' 42.42"	354° 54' 32"	0.99900
3	211° 19' 20"	3° 19' 37"	210° 20' 42"	-8° 48' 35"	0° 53' 58"	14' 42.45"	1° 45' 22"	0.99907
4	211° 48' 55"	3° 21' 39"	210° 49' 29"	-8° 56' 48"	0° 53' 58"	14' 42.48"	9° 2' 47"	0.99911
5	212° 18' 31"	3° 23' 39"	211° 18' 18"	-9° 04' 59"	0° 53' 59"	14' 42.51"	16° 33' 52"	0.99912
6	212° 48' 06"	3° 25' 39"	211° 47' 08"	-9° 13' 08"	0° 53' 59"	14' 42.54"	24° 3' 02"	0.99911
7	213° 17' 43"	3° 27' 38"	212° 15' 60"	-9° 21' 15"	0° 53' 59"	14' 42.58"	31° 15' 06"	0.99906
8	213° 47' 19"	3° 29' 37"	212° 44' 53"	-9° 29' 20"	0° 53' 59"	14' 42.61"	37° 58' 02"	0.99897
9	214° 16' 56"	3° 31' 34"	213° 13' 47"	-9° 37' 22"	0° 53' 59"	14' 42.65"	44° 4' 29"	0.99886
10	214° 46' 33"	3° 33' 30"	213° 42' 43"	-9° 45' 22"	0° 53' 59"	14' 42.70"	49° 31' 39"	0.99872
11	215° 16' 10"	3° 35' 25"	214° 11' 41"	-9° 53' 19"	0° 53' 59"	14' 42.74"	54° 20' 12"	0.99854
12	215° 45' 47"	3° 37' 19"	214° 40' 40"	-10° 01' 15"	0° 53' 60"	14' 42.79"	58° 32' 52"	0.99834
13	216° 15' 25"	3° 39' 13"	215° 09' 41"	-10° 09' 07"	0° 53' 60"	14' 42.84"	62° 13' 25"	0.99810
14	216° 45' 03"	3° 41' 05"	215° 38' 43"	-10° 16' 57"	0° 53' 60"	14' 42.90"	65° 25' 51"	0.99784
15	217° 14' 42"	3° 42' 56"	216° 07' 47"	-10° 24' 45"	0° 54' 00"	14' 42.95"	68° 13' 59"	0.99754
16	217° 44' 20"	3° 44' 47"	216° 36' 53"	-10° 32' 30"	0° 54' 00"	14' 43.01"	70° 41' 18"	0.99721
17	218° 13' 60"	3° 46' 36"	217° 06' 00"	-10° 40' 13"	0° 54' 01"	14' 43.07"	72° 50' 46"	0.99685
18	218° 43' 39"	3° 48' 24"	217° 35' 09"	-10° 47' 53"	0° 54' 01"	14' 43.13"	74° 44' 59"	0.99646
19	219° 13' 19"	3° 50' 12"	218° 04' 20"	-10° 55' 30"	0° 54' 01"	14' 43.20"	76° 26' 07"	0.99603
20	219° 42' 59"	3° 51' 58"	218° 33' 32"	-11° 03' 04"	0° 54' 01"	14' 43.27"	77° 56' 01"	0.99558
21	220° 12' 40"	3° 53' 43"	219° 02' 47"	-11° 10' 36"	0° 54' 02"	14' 43.34"	79° 16' 12"	0.99509
22	220° 42' 21"	3° 55' 27"	219° 32' 03"	-11° 18' 05"	0° 54' 02"	14' 43.41"	80° 27' 59"	0.99458
23	221° 12' 02"	3° 57' 10"	220° 01' 20"	-11° 25' 32"	0° 54' 02"	14' 43.48"	81° 32' 25"	0.99403
24	221° 41' 44"	3° 58' 53"	220° 30' 40"	-11° 32' 55"	0° 54' 02"	14' 43.56"	82° 30' 28"	0.99346

23 April 2016

DATA MATAHARI

Jam	Ecliptic Longitude *)	Ecliptic Latitude *)	Apparent Right Ascension	Apparent Declination	True Geocentric Distance	Semi Diameter	True Obliquity	Equation Of Time
0	33° 16' 38"	0.33"	31° 02' 55"	12° 36' 07"	1.0054731	15' 54.41"	23° 26' 05"	1 m 40 s
1	33° 19' 05"	0.34"	31° 05' 16"	12° 36' 57"	1.0054844	15' 54.40"	23° 26' 05"	1 m 41 s
2	33° 21' 31"	0.34"	31° 07' 37"	12° 37' 47"	1.0054957	15' 54.38"	23° 26' 05"	1 m 41 s
3	33° 23' 57"	0.34"	31° 09' 57"	12° 38' 37"	1.0055070	15' 54.37"	23° 26' 05"	1 m 42 s
4	33° 26' 23"	0.35"	31° 12' 18"	12° 39' 26"	1.0055183	15' 54.36"	23° 26' 05"	1 m 42 s
5	33° 28' 49"	0.35"	31° 14' 39"	12° 40' 16"	1.0055296	15' 54.35"	23° 26' 05"	1 m 43 s
6	33° 31' 15"	0.35"	31° 17' 00"	12° 41' 06"	1.0055409	15' 54.34"	23° 26' 05"	1 m 43 s
7	33° 33' 42"	0.36"	31° 19' 21"	12° 41' 55"	1.0055522	15' 54.33"	23° 26' 05"	1 m 44 s
8	33° 36' 08"	0.36"	31° 21' 42"	12° 42' 45"	1.0055635	15' 54.32"	23° 26' 05"	1 m 44 s
9	33° 38' 34"	0.36"	31° 24' 03"	12° 43' 35"	1.0055748	15' 54.31"	23° 26' 05"	1 m 44 s
10	33° 40' 60"	0.36"	31° 26' 24"	12° 44' 24"	1.0055861	15' 54.30"	23° 26' 05"	1 m 45 s
11	33° 43' 26"	0.37"	31° 28' 45"	12° 45' 14"	1.0055974	15' 54.29"	23° 26' 05"	1 m 45 s
12	33° 45' 52"	0.37"	31° 31' 06"	12° 46' 03"	1.0056087	15' 54.28"	23° 26' 05"	1 m 46 s
13	33° 48' 18"	0.37"	31° 33' 26"	12° 46' 53"	1.0056199	15' 54.27"	23° 26' 05"	1 m 46 s
14	33° 50' 44"	0.38"	31° 35' 47"	12° 47' 43"	1.0056312	15' 54.26"	23° 26' 05"	1 m 47 s
15	33° 53' 10"	0.38"	31° 38' 08"	12° 48' 32"	1.0056425	15' 54.25"	23° 26' 05"	1 m 47 s
16	33° 55' 37"	0.38"	31° 40' 29"	12° 49' 21"	1.0056538	15' 54.23"	23° 26' 05"	1 m 48 s
17	33° 58' 03"	0.38"	31° 42' 50"	12° 50' 11"	1.0056651	15' 54.22"	23° 26' 05"	1 m 48 s
18	34° 00' 29"	0.39"	31° 45' 11"	12° 51' 00"	1.0056764	15' 54.21"	23° 26' 05"	1 m 49 s
19	34° 02' 55"	0.39"	31° 47' 32"	12° 51' 50"	1.0056877	15' 54.20"	23° 26' 05"	1 m 49 s
20	34° 05' 21"	0.39"	31° 49' 54"	12° 52' 39"	1.0056989	15' 54.19"	23° 26' 05"	1 m 49 s
21	34° 07' 47"	0.39"	31° 52' 15"	12° 53' 28"	1.0057102	15' 54.18"	23° 26' 05"	1 m 50 s
22	34° 10' 13"	0.40"	31° 54' 36"	12° 54' 18"	1.0057215	15' 54.17"	23° 26' 05"	1 m 50 s
23	34° 12' 39"	0.40"	31° 56' 57"	12° 55' 07"	1.0057328	15' 54.16"	23° 26' 05"	1 m 51 s
24	34° 15' 05"	0.40"	31° 59' 18"	12° 55' 56"	1.0057441	15' 54.15"	23° 26' 05"	1 m 51 s

*) for mean equinox of date

DATA BULAN

Jam	Apparent Longitude	Apparent Latitude	Apparent Right Ascension	Apparent Declination	Horizontal Parallax	Semi Diameter	Angle Bright Limb	Fraction Illumination
0	221° 41' 44"	3° 58' 53"	220° 30' 40"	-11° 32' 55"	0° 54' 02"	14' 43.56"	82° 30' 28"	0.99346
1	222° 11' 26"	4° 00' 34"	221° 00' 01"	-11° 40' 16"	0° 54' 03"	14' 43.64"	83° 22' 53"	0.99285
2	222° 41' 08"	4° 02' 13"	221° 29' 24"	-11° 47' 33"	0° 54' 03"	14' 43.72"	84° 10' 20"	0.99221
3	223° 10' 51"	4° 03' 52"	221° 58' 49"	-11° 54' 48"	0° 54' 03"	14' 43.81"	84° 53' 23"	0.99154
4	223° 40' 34"	4° 05' 30"	222° 28' 16"	-12° 01' 60"	0° 54' 04"	14' 43.90"	85° 32' 32"	0.99084
5	224° 10' 18"	4° 07' 07"	222° 57' 45"	-12° 09' 09"	0° 54' 04"	14' 43.99"	86° 8' 11"	0.99011
6	224° 40' 02"	4° 08' 42"	223° 27' 15"	-12° 16' 14"	0° 54' 04"	14' 44.08"	86° 40' 42"	0.98934
7	225° 09' 47"	4° 10' 17"	223° 56' 48"	-12° 23' 17"	0° 54' 05"	14' 44.18"	87° 10' 25"	0.98855
8	225° 39' 32"	4° 11' 50"	224° 26' 22"	-12° 30' 17"	0° 54' 05"	14' 44.27"	87° 37' 34"	0.98773
9	226° 09' 17"	4° 13' 22"	224° 55' 58"	-12° 37' 13"	0° 54' 05"	14' 44.37"	88° 2' 26"	0.98687
10	226° 39' 03"	4° 14' 53"	225° 25' 36"	-12° 44' 07"	0° 54' 06"	14' 44.48"	88° 25' 12"	0.98598
11	227° 08' 50"	4° 16' 23"	225° 55' 17"	-12° 50' 57"	0° 54' 06"	14' 44.58"	88° 46' 03"	0.98507
12	227° 38' 37"	4° 17' 52"	226° 24' 59"	-12° 57' 43"	0° 54' 07"	14' 44.69"	89° 5' 10"	0.98412
13	228° 08' 24"	4° 19' 19"	226° 54' 43"	-13° 04' 27"	0° 54' 07"	14' 44.80"	89° 22' 41"	0.98314
14	228° 38' 12"	4° 20' 46"	227° 24' 29"	-13° 11' 07"	0° 54' 07"	14' 44.91"	89° 38' 44"	0.98214
15	229° 08' 01"	4° 22' 11"	227° 54' 17"	-13° 17' 44"	0° 54' 08"	14' 45.03"	89° 53' 26"	0.98110
16	229° 37' 49"	4° 23' 35"	228° 24' 07"	-13° 24' 18"	0° 54' 08"	14' 45.15"	90° 6' 53"	0.98003
17	230° 07' 39"	4° 24' 58"	228° 53' 59"	-13° 30' 48"	0° 54' 09"	14' 45.27"	90° 19' 11"	0.97893
18	230° 37' 29"	4° 26' 20"	229° 23' 53"	-13° 37' 15"	0° 54' 09"	14' 45.39"	90° 30' 25"	0.97780
19	231° 07' 19"	4° 27' 40"	229° 53' 50"	-13° 43' 38"	0° 54' 10"	14' 45.52"	90° 40' 38"	0.97664
20	231° 37' 10"	4° 28' 59"	230° 23' 48"	-13° 49' 58"	0° 54' 10"	14' 45.64"	90° 49' 56"	0.97545
21	232° 07' 02"	4° 30' 18"	230° 53' 48"	-13° 56' 14"	0° 54' 11"	14' 45.77"	90° 58' 22"	0.97423
22	232° 36' 54"	4° 31' 34"	231° 23' 51"	-14° 02' 27"	0° 54' 11"	14' 45.91"	91° 5' 60"	0.97298
23	233° 06' 46"	4° 32' 50"	231° 53' 55"	-14° 08' 36"	0° 54' 12"	14' 46.04"	91° 12' 52"	0.97170
24	233° 36' 40"	4° 34' 04"	232° 24' 01"	-14° 14' 41"	0° 54' 12"	14' 46.18"	91° 19' 01"	0.97038

27 Mei 2016

DATA MATAHARI

Jam	Ecliptic Longitude *)	Ecliptic Latitude *)	Apparent Right Ascension	Apparent Declination	True Geocentric Distance	Semi Diameter	True Obliquity	Equation Of Time
0	66° 08' 45"	0.34"	64° 15' 42"	21° 19' 42"	1.0132381	15' 47.09"	23° 26' 04"	2 m 51 s
1	66° 11' 09"	0.34"	64° 18' 14"	21° 20' 07"	1.0132456	15' 47.09"	23° 26' 04"	2 m 50 s
2	66° 13' 33"	0.34"	64° 20' 47"	21° 20' 31"	1.0132530	15' 47.08"	23° 26' 04"	2 m 50 s
3	66° 15' 57"	0.33"	64° 23' 19"	21° 20' 56"	1.0132605	15' 47.07"	23° 26' 04"	2 m 50 s
4	66° 18' 21"	0.33"	64° 25' 51"	21° 21' 21"	1.0132679	15' 47.06"	23° 26' 04"	2 m 49 s
5	66° 20' 45"	0.32"	64° 28' 23"	21° 21' 46"	1.0132754	15' 47.06"	23° 26' 04"	2 m 49 s
6	66° 23' 09"	0.32"	64° 30' 56"	21° 22' 10"	1.0132828	15' 47.05"	23° 26' 04"	2 m 49 s
7	66° 25' 33"	0.31"	64° 33' 28"	21° 22' 35"	1.0132902	15' 47.04"	23° 26' 04"	2 m 49 s
8	66° 27' 57"	0.31"	64° 36' 00"	21° 22' 59"	1.0132976	15' 47.04"	23° 26' 04"	2 m 48 s
9	66° 30' 21"	0.30"	64° 38' 33"	21° 23' 24"	1.0133051	15' 47.03"	23° 26' 04"	2 m 48 s
10	66° 32' 45"	0.30"	64° 41' 05"	21° 23' 48"	1.0133125	15' 47.02"	23° 26' 04"	2 m 48 s
11	66° 35' 09"	0.30"	64° 43' 37"	21° 24' 13"	1.0133199	15' 47.02"	23° 26' 04"	2 m 47 s
12	66° 37' 33"	0.29"	64° 46' 10"	21° 24' 37"	1.0133273	15' 47.01"	23° 26' 04"	2 m 47 s
13	66° 39' 56"	0.29"	64° 48' 42"	21° 25' 02"	1.0133347	15' 47.00"	23° 26' 04"	2 m 47 s
14	66° 42' 20"	0.28"	64° 51' 14"	21° 25' 26"	1.0133420	15' 47.00"	23° 26' 04"	2 m 46 s
15	66° 44' 44"	0.28"	64° 53' 47"	21° 25' 50"	1.0133494	15' 46.99"	23° 26' 04"	2 m 46 s
16	66° 47' 08"	0.27"	64° 56' 19"	21° 26' 15"	1.0133568	15' 46.98"	23° 26' 04"	2 m 46 s
17	66° 49' 32"	0.27"	64° 58' 52"	21° 26' 39"	1.0133642	15' 46.97"	23° 26' 04"	2 m 45 s
18	66° 51' 56"	0.26"	65° 01' 24"	21° 27' 03"	1.0133715	15' 46.97"	23° 26' 04"	2 m 45 s
19	66° 54' 20"	0.26"	65° 03' 57"	21° 27' 27"	1.0133789	15' 46.96"	23° 26' 04"	2 m 45 s
20	66° 56' 44"	0.25"	65° 06' 29"	21° 27' 51"	1.0133862	15' 46.95"	23° 26' 04"	2 m 45 s
21	66° 59' 08"	0.25"	65° 09' 02"	21° 28' 15"	1.0133936	15' 46.95"	23° 26' 04"	2 m 44 s
22	67° 01' 32"	0.24"	65° 11' 34"	21° 28' 39"	1.0134009	15' 46.94"	23° 26' 04"	2 m 44 s
23	67° 03' 56"	0.24"	65° 14' 07"	21° 29' 03"	1.0134083	15' 46.93"	23° 26' 04"	2 m 44 s
24	67° 06' 20"	0.23"	65° 16' 39"	21° 29' 27"	1.0134156	15' 46.93"	23° 26' 04"	2 m 43 s

*) for mean equinox of date

DATA BULAN

Jam	Apparent Longitude	Apparent Latitude	Apparent Right Ascension	Apparent Declination	Horizontal Parallax	Semi Diameter	Angle Bright Limb	Fraction Illumination
0	305° 08' 12"	3° 26' 17"	306° 37' 33"	-15° 38' 31"	0° 56' 43"	15' 27.39"	74° 11' 06"	0.75806
1	305° 40' 40"	3° 24' 11"	307° 10' 45"	-15° 32' 48"	0° 56' 45"	15' 27.81"	74° 3' 55"	0.75433
2	306° 13' 10"	3° 22' 04"	307° 43' 56"	-15° 26' 60"	0° 56' 46"	15' 28.22"	73° 56' 44"	0.75057
3	306° 45' 41"	3° 19' 56"	308° 17' 07"	-15° 21' 06"	0° 56' 48"	15' 28.64"	73° 49' 34"	0.74679
4	307° 18' 14"	3° 17' 47"	308° 50' 19"	-15° 15' 07"	0° 56' 49"	15' 29.06"	73° 42' 25"	0.74299
5	307° 50' 48"	3° 15' 36"	309° 23' 30"	-15° 09' 03"	0° 56' 51"	15' 29.48"	73° 35' 17"	0.73917
6	308° 23' 24"	3° 13' 24"	309° 56' 40"	-15° 02' 54"	0° 56' 52"	15' 29.90"	73° 28' 11"	0.73532
7	308° 56' 01"	3° 11' 11"	310° 29' 51"	-14° 56' 40"	0° 56' 54"	15' 30.32"	73° 21' 05"	0.73146
8	309° 28' 40"	3° 08' 57"	311° 03' 01"	-14° 50' 21"	0° 56' 56"	15' 30.75"	73° 14' 01"	0.72757
9	310° 01' 20"	3° 06' 42"	311° 36' 11"	-14° 43' 56"	0° 56' 57"	15' 31.18"	73° 6' 59"	0.72366
10	310° 34' 02"	3° 04' 26"	312° 09' 20"	-14° 37' 27"	0° 56' 59"	15' 31.61"	72° 59' 57"	0.71973
11	311° 06' 46"	3° 02' 08"	312° 42' 30"	-14° 30' 52"	0° 57' 00"	15' 32.04"	72° 52' 58"	0.71578
12	311° 39' 31"	2° 59' 50"	313° 15' 39"	-14° 24' 13"	0° 57' 02"	15' 32.47"	72° 45' 60"	0.71180
13	312° 12' 17"	2° 57' 30"	313° 48' 48"	-14° 17' 28"	0° 57' 04"	15' 32.90"	72° 39' 04"	0.70781
14	312° 45' 05"	2° 55' 09"	314° 21' 57"	-14° 10' 39"	0° 57' 05"	15' 33.34"	72° 32' 09"	0.70380
15	313° 17' 55"	2° 52' 48"	314° 55' 05"	-14° 03' 45"	0° 57' 07"	15' 33.77"	72° 25' 17"	0.69977
16	313° 50' 46"	2° 50' 25"	315° 28' 13"	-13° 56' 46"	0° 57' 08"	15' 34.21"	72° 18' 27"	0.69571
17	314° 23' 39"	2° 48' 01"	316° 01' 21"	-13° 49' 42"	0° 57' 10"	15' 34.65"	72° 11' 38"	0.69164
18	314° 56' 34"	2° 45' 35"	316° 34' 29"	-13° 42' 33"	0° 57' 12"	15' 35.09"	72° 4' 52"	0.68755
19	315° 29' 30"	2° 43' 09"	317° 07' 36"	-13° 35' 19"	0° 57' 13"	15' 35.53"	71° 58' 08"	0.68344
20	316° 02' 28"	2° 40' 42"	317° 40' 43"	-13° 28' 01"	0° 57' 15"	15' 35.98"	71° 51' 26"	0.67932
21	316° 35' 27"	2° 38' 14"	318° 13' 50"	-13° 20' 38"	0° 57' 16"	15' 36.42"	71° 44' 47"	0.67517
22	317° 08' 28"	2° 35' 45"	318° 46' 57"	-13° 13' 10"	0° 57' 18"	15' 36.87"	71° 38' 10"	0.67101
23	317° 41' 31"	2° 33' 15"	319° 20' 03"	-13° 05' 38"	0° 57' 20"	15' 37.31"	71° 31' 35"	0.66683
24	318° 14' 35"	2° 30' 43"	319° 53' 09"	-12° 58' 01"	0° 57' 21"	15' 37.76"	71° 25' 03"	0.66263

Gambar: International Date Line, Greenwich dan Time Zone

