

PENGEMBANGAN *BACKSTAFF* SEBAGAI INSTRUMEN ILMU

FALAK

TESIS

Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Tugas dan Syarat guna
Memperoleh Gelar Magister (S2) dalam Ilmu Syari'ah dan Hukum



Oleh:

FRISKA LINIA SARI

NIM: 2102048006

PROGRAM MAGISTER ILMU FALAK

FAKULTAS SYARI'AH DAN HUKUM

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO

SEMARANG

2023

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : **Friska Linia Sari**
NIM : 2102048006
Judul Penelitian : **Pengembangan *Backstaff* Sebagai Instrumen Ilmu Falak**
Program Studi : Ilmu Falak

menyatakan bahwa tesis yang berjudul:

“PENGEMBANGAN *BACKSTAFF* SEBAGAI INSTRUMEN ILMU FALAK”

secara keseluruhan adalah hasil penelitian/ karya saya sendiri, kecuali bagian tertentu yang dirujuk sumbernya.

Semarang, 7 Juni 2023

Pembuat Pernyataan



Friska Linia Sari
NIM: 2102048006



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
FAKULTAS SYARIAH DAN HUKUM

Jalan Prof. Dr. H. Hamka Semarang 50185
Telepon (024)7601291, Faksimili (024)7624691, Website : <http://fs.walisongo.ac.id>

FTM-07

PENGESAHAN PERBAIKAN
OLEH MAJELIS PENGUJI UJIAN TESIS

Yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan bahwa tesis mahasiswa :

Nama : Friska Linia Sari

NIM : 2102048006

Judul : PENGEMBANGAN *BACKSTAFF* SEBAGAI INSTRUMEN ILMU FALAK

telah diujikan pada tanggal 21 Juni 2023 dan dinyatakan LULUS oleh majelis penguji :

NAMA	TANGGAL	TANDA TANGAN
<u>Prof. Dr. Muslich Shabir, MA.</u> Ketua Majelis	<u>7-7-2023</u>	<u></u>
<u>Dr. Ali Imron, M.Ag.</u> Sekretaris	<u>7 Juli 23</u>	<u></u>
<u>Dr. Junaidi Abdillah, M.Si.</u> Penguji 1	<u>07/7/23</u>	<u></u>
<u>Dr. Fakhrudin Aziz, Lc., M.S.I.</u> Penguji 2	<u>7/7 2023</u>	<u></u>

NOTA DINAS

Semarang, 7 Juni 2023

Kepada
Yth. Dekan Fakultas Syari'ah dan Hukum
UIN Walisongo
di Semarang

Assalamu'alaikum wr. wb.

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan dan koreksi terhadap tesis yang ditulis oleh:

Nama : **Friska Linia Sari**

NIM : 2102048006

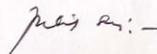
Program Studi : Ilmu Falak

Judul : **Pengembangan *Backstaff* Sebagai Instrumen Ilmu Falak**

Kami meamandang bahwa tesis tersebut sudah dapat diajukan kepada Pascasarjana UIN Walisongo untuk diujikan dalam Sidang Ujian Tesis.

Wassalaum'alaikum wr. wb.

Pembimbing I,



Prof. Dr. Muslich Shobir, MA
NIP: 195606301981031003

NOTA DINAS

Semarang, 7 Juni 2023

Kepada
Yth. Dekan Fakultas Syari'ah dan Hukum
UIN Walisongo
di Semarang

Assalamu'alaikum wr. wb.

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan dan koreksi terhadap tesis yang ditulis oleh:

Nama : **Friska Linia Sari**
NIM : 2102048006
Program Studi : Ilmu Falak
Judul : **Pengembangan *Backstaff* Sebagai Instrumen Ilmu Falak**

Kami memandang bahwa tesis tersebut sudah dapat diajukan kepada Pascasarjana UIN Walisongo untuk diujikan dalam Sidang Ujian Tesis.

Wassalaumu'alaikum wr. wb.

Pembimbing II,



Dr. Muh. Arif Royyani, Lc., M.S.I.
NIP: 198406132019031003

ABSTRAK

Judul : Pengembangan *Backstaff* Sebagai Instrumen Ilmu Falak
Nama : Friska Linia Sari
NIM : 2102048006

Perkembangan ilmu falak sangat pesat, bisa dilihat dari para praktisi falak dan Astronomi banyak melakukan penelitian sehingga teori maupun metode dalam ilmu falak semakin berkembang seiring dengan perkembangan zaman, apalagi dalam penentuan arah kiblat dan awal bulan kamariah. Dalam penelitian ini penulis mengembangkan instrumen pelayaran yaitu *backstaff* sebagai instrumen falak yang dapat digunakan untuk penentuan arah kiblat dan awal bulan kamariah. Penelitian ini merupakan pengembangan pada penelitian sebelumnya mengenai *backstaff*, pengembangan yang dilakukan yaitu memperbaiki kekurangan pada penelitian sebelumnya dimana *backstaff* tidak dapat digunakan ketika posisi Matahari pada ketinggian 90 derajat, selain itu juga menambah nilai fungsi dari *backstaff* dengan menambahkan komponen pada *backstaff* yaitu bidang dial dan tripod sehingga *backstaff* dapat digunakan untuk penentuan arah kiblat dan awal bulan kamariah. Studi ini dimaksudkan untuk menjawab permasalahan yang *pertama* yaitu bagaimana pengembangan *backstaff* sebagai instrumen Ilmu Falak? Dan yang *kedua* bagaimana tingkat akurasi *backstaff* sebagai instrumen Ilmu Falak?

Penelitian ini merupakan jenis penelitian R&D (*Research and Development*) yaitu penelitian yang menghasilkan produk tertentu dan menguji keefektifan produk instrumen *backstaff*. Dalam hal ini penulis menggunakan metode penelitian lapangan atau *field research* yaitu dengan melakukan observasi untuk mengumpulkan data primer. Sedangkan data sekundernya diperoleh dari buku dan jurnal yang berhubungan dengan *backstaff*. Untuk teknik analisis data, penulis menggunakan metode analisis deskriptif yaitu menggambarkan hasil penelitian dari *backstaff* yang divalidasi dengan *theodolite*.

Hasil penelitian ini menunjukkan kemelencengan dalam penentuan arah kiblat menggunakan *backstaff* dengan *theodolite* serta *raşdul kiblat* terdapat selisih kurang lebih 0° 30' sampai 1°. Selisih tersebut dipengaruhi oleh faktor beda penglihatan, *backstaff* yang

mungkin bergerak sedikit saat pemutaran bidang dial, serta kurang fokusnya pengamat saat pembidikan Matahari atau pembidikan titik. Selain itu ukuran dari *backstaff* itu sendiri, semakin besar *backstaff*, maka interval derajat pada skala *backstaff* akan semakin jelas terbaca pada setiap derajatnya. Instrument *backstaff* termasuk dalam kelompok akurat berdasarkan kategori pengelompokkan kemelencengan pengukuran arah kiblat menurut Slamet Hambali. Sedangkan *backstaff* untuk penentuan awal bulan kamariah mampu melokalisir posisi Bulan dengan cukup akurat. Terbukti dalam uji akurasi yang dikomparasikan dengan *theodolite* memiliki arah pandang yang sama.

Kata kunci: *Backstaff*, Arah Kiblat, Awal Bulan Kamariah

ABSTRACT

Title : Development of *Backstaff* as an Instrument of Astronomy
Name : Friska Linia Sari
NIM : 2102048006

The development of astronomy is very fast, it can be seen from the practitioners of astronomy and astronomy doing a lot of research so that theories and methods in astronomy are growing along with the times, especially in determining the direction of Qibla and the beginning of the lunar month. In this study the authors developed a shipping instrument, namely the *backstaff* as an astronomical instrument that can be used to determine the Qibla direction and the beginning of the lunar month. This research is a development on previous research regarding the *backstaff*, the development carried out is to correct deficiencies in previous studies where the *backstaff* cannot be used when the Sun's position is at an altitude of 90 degrees, besides that it also adds to the functional value of the *backstaff* by adding components to the *backstaff*, namely the dial and tripod areas so that the *backstaff* can be used to determine the Qibla direction and the beginning of the lunar month. This study is intended to answer the first problem, namely how to develop *backstaff* as an instrument of Astronomy? And secondly, what is the level of accuracy of the *backstaff* as an instrument of Astronomy?

This research is research using research type R&D (Research and Development), namely research that produces certain products and tests the effectiveness of *backstaff* instrument products. In this case the author uses field research methods or field research, namely by making observations to collect primary data. While secondary data obtained from books and journals related to *backstaff*. For data analysis techniques, the author uses a descriptive analysis method that describes the results of research from the *backstaff* which is validated with the theodolite.

The results of this study indicate a deviation in determining the Qibla direction using a *backstaff* with theodolite and qibla raşdul, there is a difference of approximately $0^{\circ} 30'$ to 1° . This difference is influenced by different vision factors, the *backstaff* may move slightly when the dial is rotated, and the observer's lack of focus when shooting the sun or shooting points. Besides that, the size of the *backstaff* itself, the bigger the *backstaff*, the more clearly the degree intervals on the

backstaff scale will be read at each degree. The *backstaff* instrument is included in the accurate group based on the grouping category of Qibla direction deviation according to Slamet Hambali. Whereas the *backstaff* for determining the beginning of the lunar month is able to localize the position of the Moon quite accurately. Proven in accuracy tests compared to theodolites having the same direction of view.

Keywords: *Backstaff*, Qibla Direction, Beginning of the Lunar Month

PEDOMAN TRANSLITERASI ARAB-LATIN

Keputusan Bersama Menteri Agama dan Menteri P dan K

Nomor: 158/1987 dan Nomor: 0543b/U/1987

1. Konsonan

No	Arab	Latin	No	Arab	Latin
1	ا	Tidak dilambangkan	16	ط	t
2	ب	b	17	ظ	z
3	ت	t	18	ع	'
4	ث	ṣ	19	غ	g
5	ج	j	20	ف	f
6	ح	ḥ	21	ق	q
7	خ	kh	22	ك	k
8	د	d	23	ل	l
9	ذ	z	24	م	m
10	ر	r	25	ن	n
11	ز	z	26	و	w
12	س	s	27	ه	h

13	ش	sy	28	ء	'
14	ص	ṣh	29	ي	y
15	ض	ḍ			

2. Vokal Pendek

...	= a	كَتَبَ	= kataba
...	= i	سُئِلَ	= su'ila
...	= u	يَذْهَبُ	= yažhabu

3. Vokal Panjang

أ...	= ā	قَالَ	= qāla
إِي	= ī	قِيلَ	= qīla
أُو	= ū	يَقُولُ	= yaqūlu

4. Diftong

أَي	= ai	كَيْفَ	= kaifa
أَوْ	= au	حَوْلَ	= ḥaula

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Alhamdulillah *rabbi' alamin*, segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufik serta hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis yang berjudul: **“Pengembangan Backstaff Sebagai Instrumen Ilmu Falak”** dengan baik tanpa adanya kendala yang berarti.

Shalawat dan salam senantiasa tercurah kepada Nabi Muhammad SAW, beserta keluarga, para sahabat serta umatnya dan yang kita nantikan syafa'atnya baik di dunia maupun di akhirat kelak.

Penulis menyadari bahwa terselesaikannya tesis ini bukanlah hasil jerih payah penulis secara pribadi. Akan tetapi semua itu dapat terwujud berkat adanya usaha dan bantuan baik berupa moral maupun spiritual dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan banyak terimakasih kepada:

1. Kedua orang tua penulis Bapak Lilik Aslori dan Ibu Suwarni atas segala doa, dukungan dan kasih sayang yang selama ini mengalir tanpa henti kepada penulis dan segenap keluarga penulis yang senantiasa memberikan semangat untuk menyelesaikan tesis ini.
2. Bapak Prof. Dr. Muslich Shobir, MA., selaku pembimbing I, dan Bapak Dr. Muh Arif Royyani, Lc., M.S.I., selaku pembimbing II, terimakasih atas segala waktu, tenaga dan pikiran untuk

memberikan bimbingan, koreksi dan arahan dengan tulus dan ikhlas dalam penulisan tesis ini.

3. Ketua Prodi Ilmu Falak Dr. Mahsun, M.Ag., dan Sekretaris Prodi S2 Ilmu Falak Dr. Ahmad Adib Rofiuddin, M.S.I., beserta stafnya, terima kasih atas bimbingan, pengarahan, serta motivasi yang diberikan kepada penulis dengan sabar dan ikhlas kepada penulis.
4. Rektor UIN Walisongo Semarang, Prof. Imam Taufiq, M.Ag., dan Wakil-wakil Rektor yang telah memberikan fasilitas untuk belajar dari awal hingga akhir studi.
5. Dekan Fakultas Syari'ah dan Hukum UIN Walisongo Semarang, Dr. H. Arja Imroni, M.Ag., dan Wakil-wakil Dekan yang telah membantu dalam penyelesaian tesis penulis.
6. Seluruh Dosen Fakultas Syari'ah dan Hukum khususnya dan Dosen Program Magister Ilmu Falak UIN Walisongo yang telah memberikan ilmu dan pengetahuan kepada penulis.
7. Keluarga besar Pondok Pesantren Life Skill Daarun Najaah Semarang, khususnya kepada Dr. KH. Ahmaad Izzuddin, M.Ag dan Hj. Aisyah Andayani, S.Ag yang selalu mendoakan dan memberikan semangat kepada penulis untuk menjadi santri yang sukses, sholeh dan selamat.
8. Bapak Zarkoni dan Keluarga yang telah membantu dalam pembuatan alat *backstaff*.
9. Teman-teman Sayyidatuna Khodijah yang telah menyemangati untuk lulus dan telah menjadi keluarga di tanah rantau

10. Keluarga Candra Birawa Padma Pertiwi Angkatan 2014/2015 yang selalu menjadi teman terbaik, yang selalu memotivasi menjadi orang yang lebih baik, yang selalu menyemangati untuk cepat lulus, semoga menjadi sahabat *antiljannah*.
11. Seluruh pihak-pihak yang turut dalam mensukseskan proses penelitian penulis yaitu Mas Riza, Afiq, Yumna, Hijriah, Hastuti, Mba Epi, Tuter dan Alan.
12. Semua pihak yang telah membantu dan memberikan dorongan serta do'anya kepada penulis selama melaksanakan studi di UIN Walisongo yang tidak bisa disebut satu persatu.

Penulis berdoa semoga semua amal kebaikan dan jasa-jasa dari semua pihak yang telah membantu hingga terselesaikannya tesis ini diterima Allah SWT, serta mendapatkan balasan yang lebih baik.

Penulis menyadari bahwa tesis ini jauh dari kesempurnaan yang disebabkan keterbatasan kemampuan penulis. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang konstruktif dari pembaca demi sempurnanya tesis ini.

Akhirnya penulis berharap semoga tesis ini dapat memberikan manfaat bagi penulis khususnya dan para pembaca umumnya.

Semarang, 7 Juni 2023

Penulis,

A handwritten signature in black ink. It features a stylized shield-like shape on the left containing the letter 'F'. To the right of this shape, the name 'Friska Linia Sari' is written in a cursive script. The signature ends with a period and a flourish.

Friska Linia Sari

212048006

DAFTAR ISI

COVER	i
PERNYATAAN KEASLIAN TESIS	Error! Bookmark not defined.
PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
NOTA DINAS	Error! Bookmark not defined.
ABSTRAK.....	vi
PEDOMAN TRANSLITERASI ARAB-LATIN	x
KATA PENGANTAR	xii
DAFTAR ISI.....	xv
DAFTAR TABEL	xix
DAFTAR GAMBAR	xxi
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Rumusan Masalah.....	7
C. Tujuan Penelitian.....	7
D. Manfaat Penelitian.....	7
E. Spesifikasi Produk	8
F. Asumsi Pengembangan.....	9
G. Kajian Pustaka	9
H. Kerangka Teori	16
I. Metode Penelitian	19

J. Sistematika Penulisan.....	26
BAB II TINJAUAN UMUM ARAH KIBLAT, AWAL BULAN KAMARIAH, DAN <i>BACKSTAFF</i>	28
A. Pengertian Arah Kiblat.....	28
B. Dasar Hukum Menghadap Kiblat.....	31
C. Sejarah Kiblat.....	36
D. Pandangan Ulama Fikih tentang Arah Kiblat.....	44
E. Perhitungan Arah Kiblat.....	52
F. Metode Penentuan Arah Kiblat	59
G. Penentuan Awal Bulan Kamariah	96
H. Dasar Hukum Penentuan Awal Bulan Kamariah	99
I. Hisab dan Rukyat dalam Penentuan Awal Bulan Kamariah	102
J. Pengertian <i>Backstaff</i>	138
K. Biografi John Davis.....	141
BAB III PENGEMBANGAN <i>BACKSTAFF</i>	149
A. <i>Backstaff</i>	149
B. Pengembangan <i>Backstaff</i>	157
C. Pengembangan <i>Backstaff</i> untuk Penentuan Arah Kiblat	168
D. Pengembangan <i>Backstaff</i> untuk Penentuan Awal Bulan Kamariah	176
BAB IV ANALISIS TINGKAT AKURASI <i>BAKSTAFF</i> DALAM PENENTUAN ARAH KIBLAT DAN AWAL BULAN KAMARIAH ...	180
A. Analisis Tingkat Akurasi <i>Backstaff</i> dalam Penentuan Arah Kiblat.....	180

B. Analisis Tingkat Akurasi <i>Backstaff</i> dalam Penentuan Awal Bulan Kamariah	202
BAB V PENUTUP	212
A. Kesimpulan	212
B. Saran	213
C. Penutup	214
DAFTAR PUSTAKA	215
LAMPIRAN-LAMPIRAN	226
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	268

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Rumus SBMD	59
Tabel 2.2 <i>Azimuth</i> Matahari	71
Tabel 3.1 <i>Azimuth</i> Matahari	172
Tabel 4.1 Hasil pengamatan tinggi Matahari menggunakan <i>backstaff</i>	184
Tabel 4.2 Data yang diperlukan untuk penentuan arah kiblat menggunakan <i>backstaff</i> pada tanggal 23 Mei pukul 14.31 WIB	186
Tabel 4.3 Data yang diperlukan untuk penentuan arah kiblat menggunakan <i>backstaff</i> pada tanggal 23 Mei pukul 14.48 WIB	187
Tabel 4.4 Data yang diperlukan untuk penentuan arah kiblat menggunakan <i>backstaff</i> pada tanggal 23 Mei pukul 15.02 WIB	188
Tabel 4.5 Data yang diperlukan untuk penentuan arah kiblat menggunakan <i>theodolite</i> pada tanggal 23 Mei pukul 14.45 WIB	189
Tabel 4.6 Data yang diperlukan untuk penentuan arah kiblat menggunakan <i>theodolite</i> pada tanggal 21 Mei pukul 16.20 WIB	191
Tabel 4.7 Data yang diperlukan untuk penentuan arah kiblat menggunakan <i>backstaff</i> pada tanggal 21 Mei pukul 16.37 WIB	192
Tabel 4.8 Data yang diperlukan untuk penentuan arah kiblat menggunakan <i>theodolite</i> pada Jum'at tanggal 26 Mei pukul 10.53 WIB	194
Tabel 4.9 Data yang diperlukan untuk penentuan arah kiblat menggunakan <i>backstaff</i> pada tanggal 26 Mei pukul 11.11 WIB	196
Tabel 4.10 Data yang diperlukan untuk penentuan arah kiblat menggunakan <i>backstaff</i> pada tanggal 26 Mei pukul 11.29 WIB	197
Tabel 4.11 Data yang diperlukan untuk penentuan arah kiblat menggunakan <i>backstaff</i> pada tanggal 26 Mei pukul 12.11 WIB	199
Tabel 4.12 Data yang diperlukan saat <i>rukyatulhilar</i> akhir Rajab 1444 H ...	204
Tabel 4.13 Data yang diperlukan saat <i>rukyatulhilar</i> akhir Syawal 1444 H.	205

Tabel 4.14 Data yang diperlukan ketika pengamatan hilal tanggal 1 Dzulqo'dah 1444 H	207
--	-----

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Lintang Tempat	53
Gambar 2.2 Bujur Tempat.....	55
Gambar 2.3 Bujur Daerah	57
Gambar 2.4 Penggambaran Arah Kiblat	58
Gambar 2.5 Rasi Bajak.....	60
Gambar 2.6 Rasi Orion.....	61
Gambar 2.7 Segitiga Kiblat.....	63
Gambar 2.8 Kompas.....	65
Gambar 2.9 Kompas Bidik.....	66
Gambar 2.10 Kompas Silva	66
Gambar 2.11 <i>Magnetic Declination</i>	67
Gambar 2.12 Utara Sejati dari Titik Magnetik Kompas	68
Gambar 2.13 Mizwala	69
Gambar 2.14 Istiwa' aini.....	72
Gambar 2.15 Rubu' Mujayyab.....	76
Gambar 2.16 Qibla Laser	79
Gambar 2.17 Busur Derajat.....	81
Gambar 2.18 Theodolite dan Komponennya	83
Gambar 2.19 Raşul Kiblat.....	90
Gambar 2.20 Ufuk.....	117
Gambar 2.21 <i>Backstaff</i>	139
Gambar 2.22 John Davis	141
Gambar 2.23 Design <i>Backstaff</i>	146

Gambar 3.1 <i>Backstaff</i> 45 derajat.....	153
Gambar 3.2 <i>Backstaff</i> 90 derajat.....	154
Gambar 3.3 Pembidikan Matahari dengan <i>Backstaff</i>	155
Gambar 3.4 Design Pengembangan <i>Backstaff</i>	161
Gambar 3.5 Busur 30°	163
Gambar 3. 6 Busur 60°	163
Gambar 3.7 Baling-baling Horizon	164
Gambar 3.8 Baling-baling penglihatan.....	165
Gambar 3.9 Baling-baling Bayangan	166
Gambar 3.10 Pemegang.....	166
Gambar 3.11 Bidang Dial.....	167
Gambar 3.12 Tripod	168
Gambar 4.1 Pembidikan tinggi Matahari menggunakan <i>backstaff</i>	184
Gambar 4.2 Hasil penentuar arah kiblat menggunakan <i>backstaff</i> Selasa tanggal 23 Mei 2023 pukul 15.02 WIB	188
Gambar 4.3 Penentuan arah kiblat menggunakan <i>theodolite</i>	190
Gambar 4.4 Penentuar arah kiblat menggunakan <i>backstaff</i> pada 21 Mei 2023 pukul 16.37 WIB	193
Gambar 4.5 Hasil penentuar arah kiblat menggunakan <i>backstaff</i> pada 21 Mei 2023 pukul 16.37 WIB	193
Gambar 4.6 Penentuan arah kiblat menggunakan <i>theodolite</i> pada Jum'at tanggal 26 Mei pukul 10.53 WIB	195
Gambar 4.7 Hasil penentuan arah kiblat menggunakan <i>backstaff</i> pada Jum'at tanggal 26 Mei pukul 11.11 WIB	196
Gambar 4.8 Hasil penentuan arah kiblat menggunakan <i>backstaff</i> pada Jum'at tanggal 26 Mei pukul 11.29 WIB	198

Gambar 4.9 Hasil penentuan arah kiblat menggunakan <i>backstaff</i> pada Jum'at tanggal 26 Mei 2023.....	199
Gambar 4.10 Penentuan arah kiblat menggunakan <i>backstaff</i>	200
Gambar 4.11 Hasil pengukuran arah kiblat menggunakan <i>theodolite</i> , <i>backstaff</i> dan raşdul kiblat.....	200
Gambar 4.12 <i>Rukyatulhilal</i> akhir Syawal 1444 H.....	205
Gambar 4.13 Keadaan ufuk Barat ketika menjelang Mathari terbenam	206
Gambar 4.14 Keadaan ufuk Barat tanggal 1 Dzulqo'dah 1444 H.....	207
Gambar 4.15 Pengamatan hilal menggunakan <i>backstaff</i>	208
Gambar 4. 16 Pengamatan hilal menggunakan <i>theodolite</i>	208

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Perkembangan ilmu falak sangat pesat, yaitu dalam penentuan arah kiblat dan penentuan awal bulan kamariah di Indonesia. Bisa dilihat dari banyaknya metode, teknologi dan instrumen yang digunakan dalam penentuan arah kiblat. Instrumen tersebut ada yang bersifat klasik maupun modern, ada yang tingkat keakuratannya tinggi dan rendah. Selain itu metode dalam penentuan arah kiblat juga bermacam-macam, yaitu dengan *raşdul kliblat*, segitiga bola, menggunakan instrumen falak misalnya *Teleskop*¹, *Theodolite*², *Tongkat Istiwak*³, *Rubu' Mujayyab*⁴ dan *Mizwala*⁵. Para ahli falak dan ahli Astronomi banyak

¹ Teleskop adalah alat yang digunakan untuk melihat benda-benda langit yang jauh dan kecil, agar menghasilkan bayangan yang besar dan jelas. Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak Dalam Teori Dan Praktik: Perhitungan Arah Kiblat, Waktu Shalat, Awal Bulan Dan Gerhana* (Buana pustaka, 2004), 56.

² Theodolite adalah peralatan yang digunakan untuk mengukur sudut kedudukan benda langit dalam tata koordinat horizontal, yakni tinggi dan azimuth. Muhyiddin Khazin, *Kamus Ilmu Falak* (Buana Pustaka, 2005), 83.

³ Tongkat Istiwak adalah alat sederhana yang terbuat dari sebuah tongkat yang ditancapkan tegak lurus pada bidang datar yang diletakkan di tempat terbuka agar mendapat sinar Matahari. Alat ini berguna untuk menentukan waktu Matahari hakiki, menentukan titik arah mata angin, menentukan tinggi Matahari, dan melukis arah kiblat. Khazin, *Kamus Ilmu Falak.*, 84–85.

⁴ Rubu' Mujayyab adalah alat hitung yang berbentuk seperempat lingkaran yang sangat berguna untuk menghitung fungsi goneometris serta berguna untuk memproyeksikan peredaran benda-benda langit pada bidang vertikal. Khazin, *Kamus Ilmu Falak*, 16.

melakukan penelitian sehingga teori maupun metode penentuan arah kiblat berkembang seiring dengan perkembangan zaman. Arah kiblat sangatlah penting dalam ibadah karena merupakan salah satu syarat sah shalat, apabila kita salat tidak menghadap kiblat maka salat kita tidak sah, selain itu menghadap kiblat ketika salat sudah diperintahkan oleh Allah dalam Surah Al-Baqarah ayat 150:⁶

وَمِنْ حَيْثُ خَرَجْتَ فَوَلِّ وَجْهَكَ شَطْرَ الْمَسْجِدِ الْحَرَامِ وَحَيْثُ مَا كُنْتُمْ فَوَلُّوا وُجُوهَكُمْ شَطْرَهُ ...

Artinya: “Dan dari mana saja kamu (keluar), Maka palingkanlah wajahmu ke arah Masjidil Haram. dan dimana saja kamu (sekalian) berada, Maka palingkanlah wajahmu ke arahnya,... (QS Al-Baqarah [2]: 150).

Ayat tersebut menjelaskan bahwa perintah menghadap Masjidil Haram (Ka’bah) ketika shalat, baik itu ketika di sekitar daerah ka’bah maupun diluar area ka’bah.

Pembahasan dalam ilmu falak tidak hanya mengenai penentuan arah kiblat, namun ada juga awal bulan kamariah, awal waktu salat, dan gerhana. Metode hisab penentuan awal bulan kamariah di Indonesia sangatlah beragam, sehingga terjadi perbedaan dalam penentuan awal bulan kamariah apalagi ketika Ramadhan, Syawal dan Dzulhijjah. Di

⁵ Mizwala adalah jam Matahari yang sudah mengalami modifikasi. Mizwala merupakan alat praktis karya Hendro Setyanto, M.Si untuk menentukan arah kiblat secara praktis dengan menggunakan sinar Matahari. Ahmad Izzudin, *Ilmu Falak Praktis* (Pustaka Rizki Putra, 2020), 72.

⁶ Ade Yusuf Mujaddid, “Fiqh Ibadah (Inovasi Dan Relasi Antara Teks Dan Praktek),” *Semarang: CV Karya Abadi Jaya* (2015): 66.

masa sekarang yang merupakan era digitalisasi banyak software dan aplikasi yang muncul untuk mempermudah dalam penentuan awal bulan kamariah. Software dan aplikasi tersebut merupakan terapan dari kitab-kitab maupun perhitungan yang berkaitan dengan penentuan awal bulan kamariah. Tidak hanya dalam hisab dan aplikasinya, instrumen yang digunakan ketika penentuan awal bulan yaitu ketika *rukyatulhilal* juga semakin berkembang dan canggih sehingga dapat mempermudah saat pengamatan hilal. Salah satu ayat dalam Al-Qur'an yaitu Surah Al-Baqarah ayat 185 menjelaskan mengenai penentuan Ramadhan dimana ketika kita melihat Bulan (Hilal) di tanggal 29 Sya'ban maka berpuasa dihari esoknya.

شَهْرُ رَمَضَانَ الَّذِي أُنزِلَ فِيهِ الْقُرْآنُ هُدًى لِّلنَّاسِ وَبَيِّنَاتٍ مِّنَ الْهُدَىٰ
وَالْفُرْقَانِ ۚ فَمَن شَهِدَ مِنْكُمُ الشَّهْرَ فَلْيَصُمْهُ ۖ.....

Artinya: “Bulan Ramadhan adalah (bulan) yang di dalamnya diturunkan Al-Qur'an, sebagai petunjuk bagi manusia dan penjelasan-penjelasan mengenai petunjuk itu dan pembeda (antara yang benar dan yang batil). Karena itu, barangsiapa di antara kamu ada di bulan itu, maka berpuasalah. (QS Al-Baqarah [2]: 185)

Ada salah satu instrumen pelayaran yang memiliki fungsi seperti dalam pembahasan ilmu falak yang berkaitan dengan benda langit, instrumen tersebut adalah *backstaff*. *Backstaff* merupakan instrumen navigasi yang berfungsi untuk menentukan ketinggian benda langit, khususnya Matahari dan Bulan. Ketika mengamati Matahari, posisi pengamat membelakangi Matahari, hal ini sesuai dengan nama

alatnya yaitu back-staff, kemudian pengamat mengamati bayangan yang dilemparkan oleh baling-baling bayangan pada baling-baling horizon.⁷

Backstaff ditemukan oleh penjelajah Inggris John Davis pada abad 15. John Davis lahir di Sandridge, Inggris pada tahun 1550, meninggal pada Desember 1605 dibunuh oleh perampok Jepang ketika ekspedisi ke Hindia.⁸ John Davis adalah seorang pelayar dari Inggris yang merupakan penjelajah Kutub Utara dan Atlantik Selatan.⁹ *Backstaff* memiliki dua busur yaitu busur 30 derajat dan busur 60 derajat. Busur 30 derajat memiliki radius yang jauh dari pusat *backstaff* karena memiliki jari-jari yang besar. Di busur 30 derajat terdapat baling-baling yang digunakan pengamat untuk membidik ufuk yaitu baling-baling penglihatan, sedangkan busur 60 derajat memiliki radius dekat dengan pusat *backstaff* karena memiliki jari-jari yang kecil. Di busur 60 derajat terdapat baling-baling yang fungsinya sebagai tempat jatuhnya bayangan matahari yaitu baling-baling bayangan.

Pengaplikasian *backstaff* dalam penentuan ketinggian Matahari yaitu sejajarkan baling-baling penglihatan dan baling-baling horizon, dimana baling-baling penglihatan diposisikan di mata pengamat

⁷ Robert Bud dan Deborah Jean Warner, *Instrumens of Science An Historical Encyclopedia* (London: An Historical Museum, 1998), 159, https://www.academia.edu/45105106/Indicator_in_Instrumens_of_Science_An_Historical_Encyclopedia_.

⁸ Jeanne Willoz-Egnor, "*Celestial Navigation Instruments*", (Virginia: The Mariners' Museum, t.th), Diakses pada tanggal 25 November 2022 pukul 15.15 WIB, https://www.ion.org/museum/item_view.cfm?cid=6&scid=13&iid=31.

⁹ "No Title," <http://www.discover-history.com/explorers/Davis-John.htm>. Diakses pada tanggal 25 November 2022 pukul 14.00 WIB).

sedangkan baling-baling horizon terletak di pusat *backstaff* yang nantinya ufuk akan terlihat melalui baling-baling ini. Langkah selanjutnya mengatur bayangan Matahari agar jatuh di baling-baling bayangan dan menembus sampai baling-baling horizon.

Setelah mengatur baling-baling bayangan di busur 60 derajat, dan menjaga punggungnya ke Matahari, pengamat melihat ufuk atau horizon di baling-baling pengamat dan membuat bayangan dilemparkan oleh baling-baling bayangan di baling-baling horizon. Pengamat menggeser-geser dan mengatur baling-baling penglihatan sampai sejajar dengan baling-baling horizon sehingga dapat melihat ufuk. Kemudian jumlahkan angka yang ditunjukkan pada busur 30 derajat dan busur 60 derajat. Penjumlahan ini adalah nilai ketinggian Matahari dari zenith.

Sebelumnya ada penelitian tentang *backstaff* mengenai penentuan awal waktu salat Zuhur dan Asar, namun dalam penelitian tersebut banyak kekurangan dalam *backstaff* antara lain *backstaff* tidak bisa digunakan ketika Matahari di ketinggian 90° , seperti yang kita ketahui bahwa Matahari pada ketinggian 90 derajat disebut dengan kulminasi Matahari. Kulminasi Matahari merupakan penanda bahwa berawalnya waktu salat Zuhur. Selain itu ketika Matahari berkulminasi tepat di atas ka'bah, dapat dijadikan untuk penentuan arah kiblat dengan memanfaatkan bayangan benda yang tersinari oleh Matahari, arah bayangan benda tadi merupakan arah kiblat. Fenomena tersebut terjadi ketika deklinasi Matahari sama dengan lintang ka'bah atau sering disebut dengan *raşdul kiblat global*. Ada lagi kekurangan dari instrumen *backstaff* ini yaitu tidak memiliki tripod sehingga jika tidak seimbang atau tidak konsisten dalam memegang *backstaff* atau ketika ada angin

kencang dapat mempengaruhi data yang dihasilkan sehingga data yang diperoleh kurang tepat. Dari kekurangan tersebut dalam penelitian ini penulis akan menyempurnakan instrumen tersebut sehingga dapat teruji keakuratannya dan menambah nilai guna dari instrumen *backstaff*.

Selain itu penulis juga mengembangkan dengan menambahkan bidang dial agar menambah nilai fungsi dari *backstaff* yaitu digunakan dalam penentuan arah kiblat. Tidak hanya itu dalam pengembangan ini, *backstaff* juga bisa digunakan dalam penentuan awal bulan Kamariah karena dilihat dari baling-baling horizonnya bisa difungsikan seperti halnya gawang lokasi¹⁰ sehingga dapat dikatakan bahwa kelebihan dari instrumen ini yaitu multifungsi atau mempunyai banyak fungsi. Dengan satu instrumen bisa digunakan dalam berbagai kajian dalam ilmu falak (arah kiblat, awal waktu salat, dan awal bulan kamariah). Selain itu ada lagi kelebihan dari instrumen ini yaitu praktis, karena tidak menggunakan baterai ataupun listrik. Untuk menguji keakuratan *backstaff*, penulis menggunakan parameter *theodolite* yang merupakan salah satu instrumen dalam ilmu falak yang sudah teruji keakuratannya. Demikianlah penulis mengangkat tesis mengenai penentuan arah kiblat dengan menggunakan *backstaff*, dengan judul **“Pengembangan Backstaff sebagai Instrumen Falak”**.

¹⁰ Gawang lokasi adalah alat sederhana yang berfungsi untuk melokalisir posisi hilal ketika rukyatulhilal. Khazin, *Kamus Ilmu Falak*, 25.

B. Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengembangan *backstaff* sebagai instrumen Ilmu Falak?
2. Bagaimana tingkat akurasi *backstaff* sebagai instrumen Ilmu Falak?

C. Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui pengembangan *backstaff* sebagai instrumen Ilmu Falak.
2. Untuk mengetahui tingkat akurasi *backstaff* sebagai instrumen Ilmu Falak.

D. Manfaat Penelitian

1. Diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi dalam perkembangan ilmu falak di masa yang akan datang.
2. Dapat mengetahui tingkat akurasi *backstaff* sebagai instrumen Ilmu Falak.

E. Spesifikasi Produk

Spesifikasi produk adalah gambaran tentang karakteristik produk yang merupakan hasil dari sebuah pengembangan penelitian.¹¹ Sebagaimana penulis uraikan dalam latar belakang mengenai *backstaff*, berikut spesifikasi produk yang diharapkan dalam penelitian pengembangan ini, yaitu:

1. Instrumen *backstaff* yang merupakan instrumen pelayaran dapat diaplikasikan dalam kajian Ilmu Falak.
2. Instrumen *backstaff* kaya akan fungsi dan kegunaannya.
3. Instrumen *backstaff* dapat digunakan di semua tempat yang bebas pandang, tidak terhalang oleh pepohonan maupun gedung-gedung, walaupun ufuknya tidak terlihat.
4. Dengan adanya *backstaff* dapat digunakan sebagai khazanah klasik dalam menyelesaikan permasalahan ilmu falak dan astronomi, walaupun sekarang ini sudah terdapat alat yang lebih canggih dan hasilnya pun mencapai akurat.
5. Instrumen *backstaff* bersifat manual dan praktis.
6. Dengan pengembangan penelitian *backstaff* ini diharapkan memiliki prosedur atau panduan untuk menyatukan dan memadukan langkah dalam penggunaan fungsi dari *backstaff*.
7. Instrumen *backstaff* memiliki tingkat keakuratan yang tinggi.

¹¹ Tim Penyusun, *Panduan Penulisan Karya Tulis Ilmiah* (Pascasarjana UIN Walisongo, 2018), 28.

F. Asumsi Pengembangan

Asumsi pengembangan dalam penelitian dan pengembangan Inovasi *backstaff* yaitu:

1. *Backstaff* yang ada tidak bisa digunakan ketika ketinggian Matahari 90 derajat, sehingga dalam pengembangan penelitian ini memperbaiki agar *backsatff* dapat digunakan ketika Matahari pada ketinggian 90 derajat.
2. Pengembangan instrumen *backstaff* dengan menambahkan tripod dan bidang dial agar menambah nilai fungsi dari instrumen ini.
3. Instrumen *backstaff* dapat dimanfaatkan sebagai alternatif dalam kajian Ilmu Falak yaitu penentuan tinggi Matahari, arah kiblat dan awal bulan kamariah.
4. Semua orang khususnya mahasiswa dapat menggunakan instrumen *backstaff* sebagai media pembelajaran.
5. Validasi Instrumen *backstaff* yaitu dengan observasi atau pengamatan langsung dan dibandingkan keakuratannya dengan parameter *theodolite*.

G. Kajian Pustaka

Ada banyak penelitian dan pembahasan ilmu falak mengenai arah kiblat dan awal bulan kamariah, mulai dari perhitungan, metode penentuan, pengaplikasian serta pengembangan dalam penentuan arah kiblat dan awal bulan kamariah, namun belum ada yang membahas mengenai *backstaff* yang diaplikasikan dalam penentuan arah kiblat dan

awal bulan kamariah. Akan tetapi ada banyak penelitian yang berhubungan dengan penentuan arah kiblat dan awal bulan kamariah yaitu:

Tesis Muhammad Ikbal yang berjudul “*Pengembangan Istiwa’aini sebagai Instrumen Penentuan Arah Kiblat Berbasis Teknologi*”. Dalam tesis tersebut dikemukakan bahwa pengembangan Istiwa’aini sebagai instrumen hisab arah kiblat merupakan upaya untuk melengkapi kekurangan Istiwa’aini karya Slamet Hambali dengan mengganti komponen-komponen dari Istiwa’aini menjadi komponen-komponen yang lebih canggih dan berbasis teknologi dengan tanpa merubah cara kerja Istiwa’aini itu sendiri. Untuk hasil akurasi yang didapatkan dengan Istiwa’aini karya Slamet Hambali berbeda. Dalam penelitian tersebut penulis mengkomparasikan dengan hasil *rashdu al-qiblah* terdapat selisih yaitu kurang lebih $00^{\circ} 27' 30,8''$ sampai $00^{\circ} 34' 22,58''$.¹²

Tesis Muhammad Habibur Rahman dengan judul “*Rukhama Modified (Studi Komodifikasi Sundial Horizontal Penentu Arah Kiblat dan Penanggalan Jawa Pranoto Mongs)*”. Dalam tesis tersebut dibahas mengenai pengembangan instrumen sundial yang kemudian diaplikasikan pada penentuan arah kiblat dan pranoto mongso. Instrumen tersebut adalah *Rukhama Modified* sebagai instrumen pengembangan merupakan suatu alat yang menggabungkan antara *sundial horizontal* penentu arah kiblat dan penentuan penanggalan Jawa

¹² Muhammad Ikbal, “Pengembangan Istiwa’aini Sebagai Instrumen Penentuan Arah Kiblat Berbasis Teknologi” (Tesis tidak Diterbitkan, Pascasarjana Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang, 2021).

Pranoto Mongso. Hasil dari observasi menunjukkan selisih *Rukhama Modified* dengan theodolite berkisar $00^{\circ} 22' 55,08''$ sampai $00^{\circ} 34' 22,58$, sedangkan untuk uji akurasi *Rukhama Modified* dalam penentuan penanggalan Jawa *Pranoto Mongso*, peneliti melakukan di tiga tempat yang berbeda dan 3 *mongso* yang berbeda. Hasil dari observasi menunjukkan bahwa *Rukhama Modified* memiliki tingkat akurasi yang tinggi dalam penentuan kalender Jawa *Pranoto Mongso* dimana saat awal *mongso* terjadi bayangan dari *gnomon* pusat jatuh tepat pada skala titik awal *mongso* dalam bidang *dial*.¹³

Tesis Akhmad Husein yang berjudul “*Perancangan Aplikasi Android Mobile Gawang Lokasi untuk Rukyat Hilal Berbasis Sensor Gyroscope*” memaparkan bahwa fungsi utama dari aplikasi android mobile gawang lokasi untuk *rukyatulhilal* yang berbasis sensor *gyroscope* yaitu sebagai petunjuk arah yang membantu perukyat dalam memfokuskan arah pandangannya ke posisi hilal berada. Aplikasi gawang lokasi ini mampu beroperasi dan berfungsi secara optimal di berbagai macam tipe ponsel android dengan spesifikasi yang berbeda. Berdasarkan hasil uji akurasi yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa aplikasi gawang lokasi mampu melokalisir posisi Bulan dengan cukup akurat. Terbukti dalam uji akurasi yang dilakukan pada waktu dan lokasi yang berbeda, arah yang ditunjukkan oleh objek penanda dari aplikasi ini adalah posisi Bulan yang sesungguhnya. Adapun hasil

¹³ Muhammad Habibur Rahman, “*RUKHAMA MODIFIED (Studi Komodifikasi Sundial Horizontal Penentu Arah Kiblat Dan Penanggalan Jawa Pranoto Mongso)*” (Tesis tidak Diterbitkan, Pascasarjana Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang, 2022).

komparasi data astronomis hilal antara aplikasi gawang lokasi dengan *software accurate time* menunjukkan selisih nilai dibawah $0\ 15''0$ ".¹⁴

Skripsi Arhamu Rijal dalam penelitiannya yang berjudul *Uji Akurasi Hilal Tracker Tripod untuk Rukyat Hilal*, membahas tentang perangkat rukyat hilal tracker. Alat tersebut merupakan perangkat rukyat hasil modifikasi dari gawang lokasi. Perbedaan hilal tracker dengan gawang lokasi adalah pada ukurannya, hilal tracker mempunyai ukuran lebih kecil dari pada gawang lokasi. Kelebihan yang dimiliki hilal tracker adalah pada bidang proyeksinya dilengkapi dengan skala 0° - 15° yang memungkinkan alat ini untuk dapat melakukan *tracking* pergerakan hilal dengan lebih akurat. Untuk mengetahui akurasi hilal tracker dalam melokalisir keberadaan hilal, dilakukan uji verifikasi dengan hasil dari pengukuran theodolite. Uji akurasi tersebut menghasilkan selisihnya selisih rata-rata *azimut* senilai $0^{\circ}12''43.8$ " dan selisih rata-rata *irtifa'* senilai $0^{\circ}22''14$ " dengan theodolite. Fokus penelitian yang dilakukan oleh Arhamu Rijal hanya membahas tentang sistem kerja dan uji akurasi dari hilal tracker dalam melokalisir posisi hilal.¹⁵

Jurnal Muhammad Farid Azmi yang berjudul "*Qibla Ruler sebagai Pengukur Arah Kiblat*". Jurnal tersebut mengemukakan temuan

¹⁴ Akhmad Husein, "Perancangan Aplikasi Android Mobile Gawang Lokasi Untuk Rukyat Hilal Berbasis Sensor Gyroscope" (Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang, 2021), https://eprints.walisongo.ac.id/id/eprint/16820/1/Tesis_1902048001_Akhmad_Husein.pdf.

¹⁵ Arhamu Rijal, "Uji Akurasi Hilal Tracker Tripod Untuk Rukyat Hilal" (Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang, 2017).

alat pengukur arah kiblat baru dengan nama *Qibla Ruler* yang merupakan pengembangan dari penelitian Slamet Hambali tentang metode pengukuran arah kiblat dengan segitiga siku-siku. Untuk keakurasi *qibla ruler* berkisar $0^{\circ} 2' 38,67''$ hingga $0^{\circ} 9' 10,04''$.¹⁶

Jurnal Ahmad Izzuddin, Muhammad Habibur Rahman dan Muhammad Himmatur Riza dengan judul “*Teleskop Ioptron Cube II dalam Penentuan Arah Kiblat*”. Dalam jurnal tersebut dijelaskan bahwa metode dengan Teleskop Ioptron Cube II sama seperti dengan metode pengukuran arah kiblat dengan menggunakan *theodolite* yang menggunakan acuan Matahari dan *azimuth* kiblat. Adapun hasil dari penelitian tersebut disimpulkan bahwa metode pengukuran arah kiblat menggunakan teleskop *Ioptron Cube II* cukup akurat. Bila dibandingkan dengan metode *raşdul* kiblat lokal selisihnya berkisar $0^{\circ} 18' 9,68''$ sampai $0^{\circ} 22' 55,09''$.¹⁷

Jurnal M. Arbisora Angkat, yang berjudul “*Implementasi Theodolite dalam Penentuan Arah Kiblat Kampus STAIN Sultan Abdurrahman Kepulauan Riau*”. Dalam jurnal tersebut dibahas mengenai penentuan arah kiblat dengan menggunakan *theodolite*. *Theodolite* dapat diaplikasikan dalam penentuan arah kiblat yang presisi jika dibandingkan dengan instrumen yang lainnya karena instrumen ini

¹⁶ Muhammad Farid Azmi, “Qibla Rulers: Keakurasian Dalam Pengukuran Arah Kiblat,” *Ulul Albab: Jurnal Studi dan Penelitian Hukum Islam* 2, no. 2 (2019): 2, <https://doi.org/10.30659/jua.v2i2.3667>.

¹⁷ Ahmad Izzuddin, Muhammad Habibur Rahman, and Muhammad Himmatur Riza, “Teleskop Ioptron Cube II Dalam Penentuan Arah Kiblat: Teleskop, Arah Kiblat, Theodolite,” *AL-AFAQ: Jurnal Ilmu Falak Dan Astronomi* 3, no. 1 (2021), <https://doi.org/10.20414/afaq.v3i1.2776>.

menghasilkan data angka yang detail. Dari perhitungan arah kiblat kampus STAIN Sultan Abdurrahman yang dilakukan oleh M. Arbisora menghasilkan data 293° 03' 35.37" UTBS.¹⁸

Jurnal A. Jamil, Sakirman, dan Nurhayatun Mukminin dengan judul “*Metode Penentuan Arah Kiblat dengan Posisi Matahari (Raşdul Qiblah Harian sebagai Metode Mengukur Arah Kiblat)*”. Dalam jurnal tersebut dibahas mengenai salah satu penentuan arah kiblat yaitu dengan *raşdul kiblat* harian berdasarkan posisi Matahari. Hasil penelitian tersebut menyimpulkan bahwa *raşdul kiblat* harian antara daerah satu dengan daerah yang lain tidak dapat dikonversi karena perbedaan waktu antara hasil hisab dengan konversi relatif besar, *raşdul kiblat* harian dapat dibuat jadwal tetap sebagaimana jadwal salat dan posisi Matahari di khatulistiwa sangat berpengaruh terhadap saat sinar Matahari tepat mengarah ke arah kiblat (*raşdul kiblat*), sementara letak geografis ada pengaruh namun relatif kecil.¹⁹

Jurnal Ahmad Izzuddin dengan judul “*Metode Penentuan Arah Kiblat dan Akurasinya*”. Dalam jurnal tersebut Ahmad Izzuddin mengklasifikasikan metode penentuan arah kiblat berdasarkan aplikasinya yaitu *pertama*, Alamiah (Natural) disebut alamiah karena

¹⁸ M Arbisora Angkat, “IMPLEMENTASI THEODOLITE DALAM PENENTUAN ARAH KIBLAT KAMPUS STAIN SULTAN ABDURRAHMAN KEPULAUAN RIAU,” *Bilancia: Jurnal Studi Ilmu Syariah dan Hukum* 16, no. 1 (2022): 117–133, <https://doi.org/10.24239/blc.v16i1.929>.

¹⁹ Antoni Jamil, “Metode Penentuan Arah Kiblat Dengan Posisi Matahari,” *ISTINBATH: Jurnal Hukum* 12, no. 2 (2015): 291–328, <https://e-journal.metrouniv.ac.id/index.php/istinbath/article/view/586>.

penentuan arah kiblatnya menggunakan benda benda langit sebagai pedoman. *Kedua*, Alamiah Ilmiah yaitu metode yang didasarkan pada kejadian atau fenomena alam yang kemudian dimanfaatkan untuk menentukan arah kiblat dengan perhitungan, misalnya penggunaan theodolit untuk menentukan arah kiblat dengan memanfaatkan posisi matahari untuk menentukan sudut kiblat. Yang *ketiga*, Ilmiah Alamiah yaitu metode yang dimulai dengan perhitungan ilmiah kemudian dibuktikan secara alamiah di lapangan.²⁰

Jurnal Friska Linia Sari dan Muhammad Himmatur Riza yang berjudul “*Uji Akurasi Backstaff dalam Persiapan Awal Waktu Salat Dzuhur dan Ashar*”. Jurnal tersebut mengemukakan temuan alat yang bernama *Backstaff* yang ditemukan oleh John Davis dimana fungsi utamanya adalah menentukan tinggi Matahari. Penelitian tersebut mengaplikasikan *backstaff* untuk penentuan awal waktu shalat dzuhur dan asar. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa selisih waktu dzuhur yaitu dari $0^{\circ} 05' 45,69''$ sampai $0^{\circ} 12' 14,31''$ dan untuk waktu asar yaitu $0^{\circ} 07' 12,49''$ sampai $0^{\circ} 09' 30,42''$. Ini merupakan hasil penelitian *backstaff* yang divalidasi dengan Mizwala. Sedangkan hasil penelitian *backstaff* yang dikoreksi dengan perhitungan Ephemeris memiliki selisih yaitu waktu dzuhur $0^{\circ} 01' 46,43''$ sampai $0^{\circ} 31' 12,27''$ dan untuk waktu asar yaitu $0^{\circ} 02' 14,81''$ sampai $0^{\circ} 35' 16,24''$. Dari hasil

²⁰ Ahmad Izzuddin, “Metode Penentuan Arah Kiblat Dan Akurasinya” (2012), <http://digilib.uinsby.ac.id/id/eprint/8702>.

kemelencengan tersebut menunjukkan bahwa *Backstaff* masih akurat karena nilai kemelencengan tidak sampai 1 derajat.²¹

H. Kerangka Teori

1. Teori Lingkaran

Lingkaran adalah kumpulan titik-titik yang jika dihubungkan satu sama lain membentuk garis lengkung yang tidak memiliki ujung dan titik-titik tersebut memiliki radius yang sama terhadap titik tertentu, titik tertentu tersebut adalah pusat lingkaran.²² Lingkaran memiliki unsur-unsur yaitu:

- Titik Pusat, yaitu titik yang terletak di tengah lingkaran.
- Jari-jari Lingkaran, yaitu jarak antara titik pusat dengan titik yang berada pada lengkungan lingkaran.²³
- Busur lingkaran, yaitu garis lengkung yang terletak pada lingkaran yang terbentuk dari dua titik di lengkungan lingkaran.²⁴

²¹ Friska Linia Sari and Muhammad Himmatur Riza, "UJI AKURASI BACKSTAFF DALAM PENENTUAN AWAL WAKTU SALAT DZUHUR DAN ASHAR," *ELFALAKY: Jurnal Ilmu Falak* 6, no. 1 (2022): 38–64, <https://doi.org/10.24252/ifk.v6i1.26686>.

²² Afif Asfar, "Pengertian Lingkaran," https://www.academia.edu/9301997/PENGERTIAN_LINGKARAN.

²³ Farah Fadila, "Lingkaran: Pengertian, Unsur, Rumus, Dan Contoh Soal," *Gramedia Blog*, <https://www.gramedia.com/literasi/lingkaran/>.

²⁴ Asfar, "Pengertian Lingkaran."

Teori lingkaran ini diterapkan dalam penelitian ketika pembuatan instrumen *backstaff* dengan memperhatikan jarak antara titik pusat *backstaff* dengan busur yang ada pada instrumen serta ketika pembuatan kedua busur *backstaff*, busur 30 derajat dan busur 60 derajat.

2. Teori Lensa

Lensa adalah kaca transparan yang yang memiliki permukaan lengkung. Lensa bersifat mengumpulkan atau menyebarkan cahaya. Berdasarkan sifat bayangan yang dibentuknya, secara umum lensa dapat dibagi menjadi dua macam, yaitu lensa cembung dan lensa cekung.

- **Lensa Cembung**

Lensa cembung memiliki ciri yaitu bagian tengah lensa lebih tebal daripada bagian pinggirnya. Bayangan yang dihasilkan yaitu maya, tegak, diperbesar. Lensa cembung sering disebut lensa konveks atau lensa positif. Berikut ini adalah jenis-jenis lensa cembung berdasarkan bentuk lengkung permukaannya:

- ✓ Lensa bikonveks adalah lensa yang memiliki dua permukaan cembung.
- ✓ Lensa plan-konveks adalah lensa yang memiliki satu permukaan cembung dan satu permukaan datar.
- ✓ Lensa konveks-konkaf adalah lensa yang memiliki satu permukaan cembung dan satu permukaan cekung. Dalam hal ini, permukaan yang cembung lebih dominan daripada permukaan yang cekung.

- Lensa Cekung

Lensa cekung memiliki ciri yaitu bagian tengahnya lebih tipis daripada bagian pinggirnya. Lensa cekung sering disebut lensa konkaf atau lensa negatif. Jenis-jenis lensa cekung berdasarkan bentuk lengkung permukaannya adalah sebagai berikut :

- ✓ Lensa bikonkaf adalah lensa yang memiliki dua permukaan cekung.
- ✓ Lensa plan-konkaf adalah lensa yang memiliki satu permukaan cekung dan satu permukaan datar.
- ✓ Lensa konkaf-konveks adalah lensa dengan satu permukaan cembung dan satu permukaan cekung. Dalam hal ini, permukaan yang cekung lebih dominan daripada permukaan yang cembung.²⁵

3. Teori Arah Kiblat

Arah kiblat merupakan salah satu syarat salat sah, dimana jika tidak dilaksanakan salatya menjadi tidak sah. Pengertian arah kiblat yaitu arah terdekat menuju *ka'bah*.²⁶ Arah kiblat dapat ditentukan dari berbagai titik di belahan bumi dengan melakukan perhitungan dan pengukuran.²⁷ Adapun komponen yang diperlukan

²⁵ Nirsal Nirsal, "Perangkat Lunak Pembentukan Bayangan Pada Cermin Dan Lensa," *d'ComPutarE: Jurnal Ilmiah Information Technology* 2, no. 1 (2015): 30–31.

²⁶ Slamet Hambali, *Ilmu Falak Arah Kiblat Setiap Saat*, Cetakan I. (Yogyakarta: Pustaka Ilmu, 2013), 2.

²⁷ Khazin, *Ilmu Falak Dalam Teori Dan Praktik: Perhitungan Arah Kiblat, Waktu Shalat, Awal Bulan Dan Gerhana*, 47.

dalam perhitungan arah kiblat antara lain adalah lintang dan bujur ka'bah, lintang dan bujur tempat, bujur daerah, serta deklinasi Matahari. Setelah mendapatkan data-data tersebut, maka langkah penentuan arah kiblat dengan menentukan *azimuth* kiblat, sudut waktu Matahari, arah Matahari, *azimuth* Matahari dan menghitung selisih antara *azimuth* kiblat dan *azimuth* Matahari. Jika hasilnya negatif maka ditambah 360.

4. Teori Gawang Lokasi untuk Rukyatul Hilal

Gawang lokasi merupakan alat yang digunakan untuk mendeteksi pergerakan hilal ketika pelaksanaan rukyat. Konsep dari gawang lokasi yaitu menggunakan konsep sumbu yaitu sumbu horizontal untuk mengukur azimuth dan sumbu vertical untuk mengukur ketinggian. Adapun penggunaan gawang lokasi ketika *rukyatulhilal* yaitu mengamati posisi hilal sesaat setelah Matahari terbenam di kotak gawang lokasi, dimana disesuaikan dengan hasil perhitungan tinggi hilal. Untuk pengamatan hilal dengan gawang lokasi menggunakan mata telanjang tidak perlu dengan lensa seperti theodolite dan teleskop.²⁸

I. Metode Penelitian

Dalam penelitian ini penulis menggunakan metode sebagai berikut:

1. Jenis Penelitian

²⁸ Siti Tatmainul Qulub, *Ilmu Falak Dari Sejarah Ke Teori Dan Aplikasi*, Cetakan 1. (Depok: Rajawali Pers, 2017), 188.

Jenis penelitian yang digunakan adalah R&D (*Research and Development*) yaitu penelitian yang menghasilkan produk tertentu dan menguji keefektifan produk tertentu.²⁹ Penelitian ini merupakan penelitian lapangan (*field research*) dimana dalam pengumpulan data dengan melihat fakta-fakta yang ada di lapangan. Penulis melakukan pengumpulan data-data di lapangan dengan menggunakan *backstaff* sebagai komponen utama dalam penentuan arah kiblat dan penentuan awal bulan kamariah, sedangkan pendekatan yang dipakai menggunakan pendekatan eksperimental yaitu menganalisis ada tidaknya relasi sebab akibat serta seberapa besar pengaruh relasi sebab akibat tersebut dengan cara memberikan perlakuan-perlakuan tertentu, percobaan-percobaan dan melakukan kontrol untuk perbandingan.³⁰ Dalam penelitian minimal melakukan eksperimen tiga kali untuk mendapatkan keakuratan yang tinggi.

2. Sumber Data

Sumber data merupakan informasi yang berupa kenyataan atau fakta baik itu berbentuk benda, tulisan, peristiwa, angka yang dikumpulkan melalui pengamatan atau wawancara untuk suatu

²⁹ Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, Dan R&D* (Bandung: Alfabeta, 2017), 297.

³⁰ Pendekatan deskriptif, yaitu suatu metode dalam meneliti suatu objek, suatu fenomena, suatu sistem pemikiran, ataupun suatu peristiwa pada masa sekarang. Dengan tujuan untuk mendeskripsikan, menggambarkan secara sistematis, faktual dan akurat suatu fenomena, fakta-fakta yang diteliti Moh Nazir, *Metode Penelitian* (Bogor: Ghalia Indonesia, 2017), 43.

penelitian.³¹ Data penelitian menurut sumbernya digolongkan menjadi dua yaitu data primer dan data sekunder.³² Berikut penjelasan mengenai dua sumber data tersebut yaitu:

a. Sumber Primer

Data primer untuk penelitian ini langsung dari sumber yang dikumpulkan secara khusus dan berhubungan langsung dengan permasalahan yang diteliti. Sumber primer diperoleh melalui observasi menggunakan *backstaff* untuk penentuan arah kiblat dan penentuan awal bulan kamariah. Observasi dilakukan di suatu tempat yang terbuka tidak tehalang oleh pepohonan dan gedung-gedung. Observasi disini untuk penentuan arah kiblat dan penentuan awal bulan kamariah pada tanggal 29 bulan kamariah.

b. Sumber Sekunder

Data sekunder merupakan data yang tidak langsung diperoleh oleh peneliti dari objek penelitian sehingga untuk memperjelas penelitian ini diperoleh dari buku dan jurnal yang berhubungan dengan *backstaff*, penentuan arah kiblat dan awal bulan kamariah. Buku yang digunakan sebagai rujukan yaitu buku yang berjudul *Ilmu Falak Praktis* karya Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak: Arah Kiblat Setiap Saat* karya Slamet Hambali, *The Lo-Tech Navigator* karya Tony

³¹ M. Djamal, *Paradigma Penelitian Kualitatif* (Yogyakarta: Mitra Pustaka, 2017), 52.

³² Sukandarrumidi, *Metodologi Penelitian* (Yogyakarta: Gadjah Mada University Press, 2012), 44.

Crowley, *Ilmu Falak dalam Teori dan Praktik* karya Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak dari Sejarah ke Teori dan Aplikasi* karya Siti Tatmainul Qulub, dan masih banyak buku-buku lain yang berkaitan dengan arah kiblat dan awal bulan kamariah.

3. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan adalah sebagai berikut:

a. Observasi

Observasi adalah upaya peneliti mengumpulkan data dan informasi dengan pengamatan langsung yaitu hadir langsung secara fisik dan mengamati aspek yang muncul daeis suatu fenomena atau kejadian.³³ Observasi dalam penelitian ini yaitu pembidikan Matahari dengan menggunakan *backstaff* yang kemudian digunakan untuk penentuan arah kiblat. Langkah pertama yang dilakukan adalah membuat instrumen *backstaff* sesuai dengan panduan atau langkah-langkah yang terdapat dalam buku “*The Lo-tech Navigator*”. Selanjutnya mengecek instrumen tersebut sudah akurat atau belum. Pengecekan instrumen ini harus dilakukan berulang kali agar dapat dinyatakan akurat. Untuk standart keakuratan adalah *backstaff* sesuai dengan panduan yang ada di buku “*The Lo-tech Navigator*”, sedangkan untuk

³³ Rully Indrawan dan R. Poppy Yuniawati, *Metodologi Penelitian Kuantitatif, Kualitatif Dan Campuran Untuk Manajemen, Pembangunan Dan Pendidikan*” (Bandung: Refika Aditama, 2014), 134–135.

keakuratan hasil pengamatan disesuaikan dengan *theodolite* yang merupakan salah satu instrumen yang teruji keakuratannya. Supaya hasil pengamatan dinyatakan akurat saat melakukan observasi, pengamat harus tahu apa saja data yang diperlukan, bagaimana cara pengoperasian *backstaff* dengan tepat. Khususnya dalam penentuan arah kiblat dan awal bulan kamariah.

b. Eksperimen

Eksperimen yaitu suatu percobaan dengan memberikan perlakuan terhadap sesuatu untuk mengetahui pengaruh dari perlakuan tersebut.³⁴ Dalam eksperimen pada penelitian ini yaitu melakukan percobaan berulang kali dengan instrumen *backstaff* dalam penentuan arah kiblat dan awal bulan kamariah sampai instrumen ini dinyatakan akurat, dengan cara melakukan evaluasi dan perbaikan dari kekurangan-kekurangan dari instrumen *backstaff*.

c. Dokumentasi

Dokumentasi merupakan usaha penulis untuk mencari informasi mengenai *backstaff*. Informasi tersebut dapat berbentuk tulisan maupun gambar. Informasi yang berbentuk tulisan misalnya buku-buku, laporan penelitian, jurnal-jurnal, majalah dan sumber-sumber tertulis lainnya baik yang tercetak maupun tidak. Informasi yang berbentuk

³⁴ Vigih Hery Kristanto, *Metodologi Penelitian Pedoman Penulisan Karya Tulis Ilmiah (KTI)* (Yogyakarta: Deepublish, 2018), 19.

gambar, jurnal-jurnal yang berkaitan dengan *backstaff* dan arah kiblat.

4. Analisis Data

Setelah data terkumpul, langkah selanjutnya adalah menganalisis data tersebut. Analisis data adalah proses mencari dan menyusun secara sistematis data yang diperoleh melalui observasi, wawancara, dan sumber-sumber lain sehingga dapat dipahami dengan mudah dan hasilnya dapat diinformasikan kepada orang lain.³⁵

Data diolah dan dianalisis dengan menggunakan metode analisis deskriptif. Tujuan dari metode tersebut adalah untuk memberi deskripsi terhadap objek yang diteliti yaitu menggambarkan hasil yang diperoleh dalam pengamatan menggunakan *backstaff* dan *theodolite*. Berikut adalah peroses analisis data, yaitu:

a. Penelitian (*research*)

Penelitian dimulai dengan mempelajari terkait dengan *backstaff* yang kemudian menganalisis masalah-masalah yang ditemukan kemudian menemukan bagaimana pemecahan masalah tersebut dan mengembangkan menjadi temuan baru melalui R&D yang dapat dijadikan solusi dari masalah-masalah yang ditemukan.

³⁵ M. Djamal, *Paradigma Peneitian Kualitatif*, 138.

b. Perencanaan

Pada tahap perencanaan yaitu merumuskan keterampilan dan keahlian mengenai masalah penelitian, merumuskan tujuan setiap tahap, dan merancang langkah-langkah penelitian dan kebutuhan yang diperlukan.

c. Mengembangkan produk

Pada tahap ini menentukan desain produk yang akan dikembangkan, menentukan sarana dan prasarana penelitian yang dibutuhkan selama proses penelitian dan pengembangan, menentukan tahap-tahap pelaksanaan uji desain di lapangan, memperkirakan anggaran atau dana yang dibutuhkan selama penelitian berlangsung serta menentukan bagaimana pengujian produk agar dapat dikatakan sebagai produk yang akurat dan layak digunakan di masyarakat.

d. Pengujian lapangan

Pengujian lapangan dilakukan minimal tiga kali, lebih baik dilakukan lebih dari tiga kali supaya dapat diketahui kekurangan produk yang telah dibuat yang kemudian diperbaiki sehingga bisa dikatakan produk yang akurat.

e. Merevisi produk

Produk yang telah diuji coba direvisi menggunakan data yang diperoleh ketika dilapangan. Revisi kemungkinan dilakukan lebih dari satu kali tergantung dari hasil uji coba produk.

f. Uji lapangan

Pengujian dilakukan kembali setelah melakukan revisi produk, pengujian disini menggunakan teknik eksperimental yaitu suatu percobaan dengan memberikan perlakuan terhadap sesuatu untuk mengetahui pengaruh dari perlakuan. Dalam eksperimen pada penelitian ini yaitu melakukan percobaan berulang kali dengan instrumen *backstaff* kemudian melakukan evaluasi dan perbaikan dari kekurangan-kekurangan dari instrumen *backstaff*. Setelah dinyatakan akurat maka langkah selanjutnya yaitu pengumpulan data.

- g. Pengumpulan data, mengumpulkan data penentuan arah kiblat dan penentuan awal bulan kamariah menggunakan *backstaff*.
- h. Menyamakan data, menyamakan data hasil pengamatan menggunakan *backstaff* dengan hasil pengamatan menggunakan *theodolite* apakah sama atau ada perbedaan sehingga diketahui selisih antara *backstaff* dengan *theodolite*.
- i. Menyimpulkan hasil pengamatan antara *backstaff* dan *theodolite* untuk mengetahui tingkat akurasi *backstaff* dalam penentuan arah kiblat dan penentuan awal bulan kamariah.

J. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan pada penelitian ini akan peneliti susun dalam lima bab, yaitu Bab I adalah Pendahuluan, dalam bab ini akan

membahas mengenai latar belakang penelitian, rumusan masalah yang akan diteliti, tujuan penelitian, manfaat penelitian, spesifikasi produk, asumsi pengembangan, kajian pustaka, metode penelitian, kerangka teori dan yang terakhir yaitu sistematika penulisan.

Bab II adalah Tinjauan Umum Arah Kiblat, Awal Bulan Kamariah dan *Bcakstaff*, yang didalamnya meliputi penjelasan tentang pengertian, sejarah, dasar hukum dan metode penentuan arah kiblat dan awal bulan kamariah, selain itu bab ini menjelaskan tentang sejarah *backstaff*, gambaran *backstaff* secara umum, bagian-bagian *backstaff*, fungsi dari *backstaff*, dan pembuatan *backstaff*.

Bab III adalah Pengembangan *Backstaff*, dalam bab ini menjelaskan mengenai pengembangan *backstaff* untuk penentuan arah kiblat dan awal bulan kamariah.

Bab IV adalah Analisis Tingkat Akurasi *Backstaff* dalam Penentuan Arah Kiblat dan Awal Bulan Kamariah, bab ini merupakan hasil dari analisis penggunaan *backstaff* dalam penentuan arah kiblat dan awal bulan kamariah, membandingkan keakuratan penentuan arah kiblat dan awal bulan kamariah dengan menggunakan *backstaff* dan *theodolite*, dan yang terakhir Bab V yaitu Penutup, pada bab ini berisi kesimpulan atas pembahasan dan hasil penelitian yang penulis angkat, saran-saran dan kata penutup.

BAB II

TINJAUAN UMUM ARAH KIBLAT, AWAL BULAN KAMARIAH, DAN *BACKSTAFF*

A. Pengertian Arah Kiblat

Ulama fikih telah bersepakat salah satu syarat salat dikatakan sah apabila saat salat tepat menghadap arah kiblat, sehingga umat Islam harus mengetahui arah kiblat. Sebelum menentukan arah kiblat, maka terlebih dahulu mengetahui definisi arah kiblat. Kiblat disini adalah Ka'bah (*Baitullah*) yang berada di tanah suci Makkah. Arah kiblat terdiri dari dua kata yaitu arah dan kiblat, arah mengandung arti tujuan¹. Tujuan disini adalah suatu tujuan kemana atau menunjukkan keberadaan suatu tempat atau wilayah. Arah dalam buku *Ensiklopedia Hisab Rukyat* diartikan sebagai jarak terdekat yang diukur melalui lingkaran besar², sedangkan kata kiblat berasal dari bahasa Arab *قبلة* merupakan bentuk masdar dari *قبل - يقبل - قبلة* yang memiliki arti menghadap.³ Kiblat dalam buku *Kamus Ilmu Falak* diartikan arah yang dituju seseorang yang sedang melaksanakan salat disemua gerakan, baik ketika berdiri, ruku' dan sujud. Arah tersebut berimpit

¹ “Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) Daring,” n.d., Diakses pada tanggal 26 Februari 2022 pukul 22.27 WIB. <https://kbbi.web.id/>.

² Susiknan Azhari, *Ensiklopedi Hisab Rukyat* (Pustaka Pelajar, 2005), 33.

³ Munawwir Ahmad Warson, *Al-Munawwir Kamus Arab-Indonesia* (Surabaya: Pustaka Progresif, 1997), 1087–1088.

dengan arah menuju ka'bah di Makkah⁴. Pengertian kiblat menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) adalah arah ke ka'bah di Makkah pada saat salat⁵.

Pendefinisian arah kiblat menurut beberapa ahli falak, menurut Slamet Hambali arah kiblat adalah arah terdekat menuju ka'bah melalui lingkaran besar (*great circle*) bola Bumi. Lingkaran bola Bumi yang dilalui oleh arah kiblat dapat disebut lingkaran kiblat. Lingkaran kiblat dapat diartikan sebagai lingkaran bola Bumi yang melalui sumbu atau poros kiblat. Sumbu atau poros kiblat yang dimaksud yaitu garis tengah bola Bumi yang menghubungkan ka'bah dengan titik balik ka'bah melalui pusat Bumi⁶. Ahmad Izzuddin mendefinisikan arah kiblat adalah arah terdekat seseorang menuju ka'bah dan setiap muslim wajib menghadap ke arahnya saat mengerjakan salat.⁷ Menurut Muhyiddin Khazin arah kiblat adalah arah atau jarak terdekat sepanjang lingkaran besar yang melewati kota Makkah (ka'bah) dengan tempat kota yang bersangkutan.⁸

Berdasarkan pendefinisian diatas, arah kiblat yang dimaksud adalah menghadap kiblat, kiblat yang dimaksud adalah Ka'bah yang merupakan bangunan suci yang berada di Masjidilharam Makkah. Menghadap kiblat dan mengetahui arah kiblat diharuskan bagi orang

⁴ Khazin, *Kamus Ilmu Falak*, 67.

⁵ “Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) Daring.”

⁶ Slamet Hambali, *Ilmu Falak Arah Kiblat Setiap Saat*, 14.

⁷ Izzudin, *Ilmu Falak Praktis*, 20.

⁸ Khazin, *Ilmu Falak Dalam Teori Dan Praktik: Perhitungan Arah Kiblat, Waktu Shalat, Awal Bulan Dan Gerhana*, 48.

muslim, karena salah satu syarat sah salat sehingga jika arah kiblatnya salah atau melenceng ketika salat maka salat yang dikerjakan menjadi tidak sah. Jadi penulis menyimpulkan bahwa arah kiblat adalah arah terdekat menuju ka'bah melalui lingkaran besar yang menghubungkan suatu tempat atau kota dengan bangunan ka'bah.

Persoalan mengenai arah kiblat di Indonesia masih banyak masjid-masjid maupun mushollah yang arah kiblatnya belum tepat. Selain itu pandangan masyarakat bahwa arah kiblat yaitu menghadap ke Barat. Jika ditelusuri dari Indonesia ke Barat itu bukan menuju ka'bah melainkan ke daerah Afrika jadi perlu adanya sosialisasi kepada masyarakat bahwa kiblat untuk daerah Indonesia yaitu agak menyerong ke kanan sedikit dari arah Barat. Menghadap kiblat ada tiga kaidah, yaitu:

- *Ainul Ka'bah* yaitu menghadap langsung bangunan ka'bah, kondisi ini diperuntukkan bagi seseorang yang berada di dalam Masjidil Haram dan melihat langsung Ka'bah.
- *Jihatul Ka'bah* yaitu menghadap kiblat, namun berada di luar Masjidil Haram dan tidak dapat melihat bangunan ka'bah, akan tetapi masih berada di sekitar Makkah. Jadi, menghadap Kiblatnya adalah menghadap ke arah Masjidil Haram.
- *Jihatul Kiblat* yaitu menghadap kiblat yang diperuntukkan bagi seseorang yang berada di luar kota Makkah atau di luar Negara Arab Saudi. Maka menghadap kiblatnya harus berijtihad memperkirakan bagaimana arah kiblat dari posisi seseorang

tersebut ke arah ka'bah, dengan menggunakan metode penentuan arah kiblat.⁹

B. Dasar Hukum Menghadap Kiblat

1. Dalil Al-Qur'an

- a. Firman Allah dalam QS Al-Baqarah ayat 144

قَدْ نَرَى تَقَلُّبَ وَجْهِكَ فِي السَّمَاءِ ۗ فَلَنُوَلِّيَنَّكَ قِبْلَةً تَرْضَاهَا ۗ فَوَلِّ وَجْهَكَ شَطْرَ الْمَسْجِدِ الْحَرَامِ ۗ وَحَيْثُ مَا كُنْتُمْ فَوَلُّوا وُجُوهَكُمْ شَطْرَهُ ۗ وَإِنَّ الَّذِينَ أُوتُوا الْكِتَابَ لَيَعْلَمُونَ أَنَّهُ الْحَقُّ مِنْ رَبِّهِمْ ۗ وَمَا اللَّهُ بِغَفِيلٍ عَمَّا يَعْمَلُونَ ﴿١٤٤﴾

“Sungguh kami (sering) melihat mukamu menengadahkan ke langit, Maka sungguh kami akan memalingkan kamu ke kiblat yang kamu sukai. palingkanlah mukamu ke arah Masjidil Haram. dan dimana saja kamu berada, palingkanlah mukamu ke arahnya. dan Sesungguhnya orang-orang (Yahudi dan Nasrani) yang diberi Al Kitab (Taurat dan Injil) memang mengetahui, bahwa berpaling ke Masjidil Haram itu adalah benar dari Tuhannya; dan Allah sekali-kali tidak lengah dari apa yang mereka kerjakan.” (QS. Al-Baqarah [2]: 144)

Berdasarkan asbabun nuzul Surah Al-Baqarah ayat 144 dan Hadis-hadis Nabi Muhammad SAW, para fuqaha sepakat menjadikan menghadap ka'bah sebagai kiblat dan merupakan syarat sah salat, apabila seseorang tidak

⁹ Izzudin, *Ilmu Falak Praktis*, 24–25.

menghadap kiblat saat salat maka salatnya menjadi tidak sah. Ada pengecualian diperbolehkannya salat tanpa menghadap kiblat yaitu ketika salat dalam keadaan ketakutan, terpaksa dan sakit berat seperti yang tercantum dalam Surah Al-Baqarah ayat 239 serta ketika melakukan salat sunnah di atas kendaraan seperti yang tercantum dalam Surah Al-Baqarah ayat 115.¹⁰

b. Firman Allah dalam QS Al-Baqarah ayat 115

وَلِلَّهِ الْمَشْرِقُ وَالْمَغْرِبُ ۚ فَأَيُّمَا تُوَلُّوا فَثَمَّ وَجْهُ اللَّهِ ۚ إِنَّ اللَّهَ وَاسِعٌ عَلِيمٌ



Dan kepunyaan Allah-lah timur dan barat, Maka kemanapun kamu menghadap di situlah wajah Allah. Sesungguhnya Allah Maha luas (rahmat-Nya) lagi Maha Mengetahui. (QS Al-Baqarah [2]: 115)

Wajhullah memiliki arti disitulah wajah Allah yang bermakna kekuasaan Allah meliputi seluruh alam, maka dari itu di mana saja manusia berada Allah mengetahuinya, karena ia selalu berhadapan dengan Allah. *Wajhullah* juga bisa memiliki arti dzat atau ridha Allah SWT, yang dimaksud dalam konteks ini adalah arah kiblat yang diridai oleh Allah SWT, ketika seseorang tidak dapat menentukan arah kiblat karena alasan tertentu. Asbabun nuzul Surah Al-Baqarah ayat 115 yaitu yang disampaikan oleh ‘Amir bin Rabi’ah

¹⁰ Ibnu Rusyd Al-Qurtuby, *Bidayatul Mujtahid Wa Nihayatul Muqtashid Juz II* (Beirut: Darul Kutubil ‘Ilmiyyah, n.d.), 115.

R.A, Dia berkata, “Kami menemani Rasulullah SAW dalam sebuah perjalanan. Tiba-tiba langit tertutup mendung sehingga kami kesulitan menentukan arah kiblat. Kami pun salat dan memberi tanda (pada arah salat kami). Ketika Matahari muncul, kami sadar telah salat tanpa menghadap ke arah kiblat. Kami laporkan hal ini kepada Rasulullah, lalu turunlah ayat ini.” (Riwayat Ibnu Majah, Al-Baihaqi, dan Al-Tirmizi).¹¹

- c. Firman Allah dalam QS Al-Baqarah ayat 149

وَمِنْ حَيْثُ خَرَجْتَ فَوَلِّ وَجْهَكَ شَطْرَ الْمَسْجِدِ الْحَرَامِ وَإِنَّهُ
 لِلْحَقِّ مِنْ رَبِّكَ ۗ وَمَا اللَّهُ بِغَفِيلٍ عَمَّا تَعْمَلُونَ ﴿١٤٩﴾

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 [2]: 149)

Ayat tersebut menjelaskan bahwa dimanapun umat Muslim berada, maka saat menunaikan ibadah salat harus menghadapkan badannya ke Masjidil Haram. Masjidil Haram disini memiliki arti ka’bah. Ayat ini memperjelas dan

¹¹ Departemen Agama RI, *Al-Qur’an & Tafsirnya* (Jakarta: Widya Cahaya, 2011), 221.

memperkuat ayat sebelumnya bahwa menghadap ka'bah merupakan perkara yang hak harus dilaksanakan.¹²

d. Firman Allah dalam QSAI-Baqarah ayat 150

وَمِنْ حَيْثُ خَرَجْتَ فَوَلِّ وَجْهَكَ شَطْرَ الْمَسْجِدِ الْحَرَامِ وَحَيْثُ مَا
كُنْتُمْ فَوَلُّوا وُجُوهَكُمْ شَطْرَهُ لِئَلَّا يَكُونَ لِلنَّاسِ عَلَيْكُمْ حُجَّةٌ إِلَّا
الَّذِينَ ظَلَمُوا مِنْهُمْ فَلَا تَخْشَوْهُمْ وَاخْشَوْنِي وَلَا تَمَّ نِعْمَتِي عَلَيْكُمْ
وَلَعَلَّكُمْ تَهْتَدُونَ ﴿١٥٠﴾

Dan dari mana saja kamu (keluar), Maka palingkanlah wajahmu ke arah Masjidil Haram. dan dimana saja kamu (sekalian) berada, Maka palingkanlah wajahmu ke arahnya, agar tidak ada hujjah bagi manusia atas kamu, kecuali orang-orang yang zalim diantara mereka. Maka janganlah kamu takut kepada mereka dan takutlah kepada-Ku (saja). dan agar Ku-sempurnakan nikmat-Ku atasmu, dan supaya kamu mendapat petunjuk. (QS Al-Baqarah [2]: 150)

Kata *syatira* memiliki arti “arah atau bagian” kata *syatira al-masjid al-haram* maknanya adalah arah atau bagian dari Masjidil Haram. Pengertian Masjidil Haram memiliki tiga makna, *pertama* Masjidil Haram bermakna kiblat, yang *kedua* bermakna Masjidil Haram secara keseluruhan yaitu bangunan dan sekitarnya, yang *ketiga* bermakna tanah haram secara keseluruhan. Perintah menghadap ke Masjidil Haram

¹² Ahmad ibn Mustafa al-Maraghi, *Tafsir Al-Maraghi*, ed. Diterjemahkan oleh Anshori Umar Sitanggal dengan judul “Terjemah Tafsir Al-Maraghi” (Semarang: Toha Putra, n.d.), 12.

diulang-ulang di beberapa ayat dalam Al-Qur'an, dalam ayat ini menjelaskan bahwa perintah menghadap kiblat bersifat umum bagi seluruh umat. Ada hikmah yang terdapat di dalamnya yaitu agar tidak ada lagi alasan bagi ahli kitab, kaum musyrik dan kafir untuk menentang Rasulullah mengenai persoalan pemindahan kiblat.¹³

2. Dasar Hukum Hadis

a. Hadis Riwayat Imam Muslim

حَدَّثَنَا أَبُو بَكْرِ بْنُ شَيْبَةَ حَدَّثَنَا عَفَّانُ حَدَّثَنَا حَمَّادُ بْنُ سَلَمَةَ عَنْ نَائِبِ
عَنْ أَنَسٍ أَنَّ رَسُولَ اللَّهِ ﷺ كَانَ يُصَلِّي نَحْوَ بَيْتِ الْمَقْدِسِ فَنَزَلَتْ
"قَدْ نَرَى تَقَلُّبَ وَجْهِكَ فِي السَّمَاءِ فَلَنُوَلِّيَنَّكَ قِبْلَةً تَرْضَاهَا فَوَلِّ وَجْهَكَ
شَطْرَ الْمَسْجِدِ الْحَرَامِ" فَمَرَّ رَجُلٌ مِنْ بَنِي سَلَمَةَ وَهُمْ رُكُوعٌ فِي الصَّلَاةِ
الْفَجْرِ وَقَدِصَلُّوا رُكُوعَةً فَنادَى أَلَا إِنَّ الْقِبْلَةَ فَدَحُوْكَتْ فَمَالُوا كَمَا هُمْ
نَحْوَ الْقِبْلَةَ (رواه مسلم¹⁴)

“Abu Bakar bin Abi Syaibah meriwayatkan kepada kami, Affan meriwayatkan kepada kami, Hammad bin Salamah meriwayatkan kepada kami, dari Tsabit dari Anas: Bahwa sesungguhnya Rasulullah saw (pada suatu hari) sedang salat dengan menghadap Baitul Maqdis, kemudian turunlah ayat “Sesungguhnya Aku melihat mukamu sering menengadahkan ke langit, maka sungguh kami palingkan mukamu ke kiblat yang kamu kehendaki. Palingkanlah mukamu ke arah Masjidil Haram. Kemudian ada seseorang dari Bani Salamah bepergian, menjumpai sekelompok sahabat sedang ruku’

¹³ RI, *Al-Qur'an & Tafsirnya*, 224–225.

¹⁴ Al-Imam Muslim ibn Al-Hajjāj Al-Qusyairī An-Naisābūrī, *Sahih Muslim* (Lebanon: Dār al-Kutub al-‘Ilmiyyah, 1994), 423.

pada salat fajar. Lalu ia menyeru, Sesungguhnya kiblat telah berubah. Lalu mereka berpaling seperti kelompok nabi yakni ke arah kiblat.” (HR. Muslim)

b. Hadis Riwayat Imam Bukhori

حَدَّثَنَا إِسْحَاقُ بْنُ مَنْصُورٍ أَخْبَرَنَا عَبْدُ اللَّهِ بْنُ مُمَيَّرٍ حَدَّثَنَا عَبْدُ اللَّهِ عَنْ سَعِيدِ بْنِ أَبِي سَعِيدٍ الْمَقْبُرِيِّ عَنْ أَبِي هُرَيْرَةَ رَضِيَ اللَّهُ عَنْهُ قَالَ قَالَ رَسُولُ اللَّهِ ﷺ إِذَا قُمْتَ إِلَى الصَّلَاةِ فَاسْبِغِ الوُضُوءَ ثُمَّ اسْتَقْبِلِ الْقِبْلَةَ فَكَبِّرْ
(رواه البخاري)¹⁵

“Ishaq bin Mansyur menceritakan kepada kita, Abdullah bin Umar menceritakan kepada kita, Ubaidullah menceritakan dari Sa'id bin Abi Sa'id al-Maqburiyi dari Abi Hurairah r.a berkata Rasulullah SAW bersabda: “Bila kamu hendak salat maka sempurnakanlah wudhu lalu menghadap Kiblat kemudian bertakbirlah” (HR. Bukhari)

C. Sejarah Kiblat

1. Sejarah Ka'bah

Ka'bah adalah sebuah bangunan suci kaum muslim yang merupakan kiblat ketika melaksanakan ibadah salat dan juga tempat yang diziarahi kaum muslim ketika melaksanakan haji, yang merupakan salah satu rukun haji dan umroh yaitu tawaf. Nama lain Ka'bah yaitu *Baitul Atiq* yang memiliki arti rumah tua. Kaum muslim mengenalnya dengan nama *Baitullah* (Rumah Allah). Sebelum adanya agama Islam, masyarakat Arab sudah memberikan

¹⁵ Al-Imam Muḥammad ibn Ismā'il Al-Bukhārī, *Saḥīḥ Al-Bukhārī* (Lebanon: Dār al-Kutub al-'Ilmiyyah, 1992), 176.

beberapa nama untuk penyebutan ka'bah yaitu *Al-Bait*, *Al-Baniyyah*, *Al-Duwwar*, *Al-Ka'bah*, *Al-Qiblah*, *Al-Qaids*, *Al-Hamsa*, *Al-Mudzhab*, *Al-Qadimah*, *Al-Nadzir*, *Ilal*, *Bakkah*, *Al-Qryatu Al-Qadimah*, dan lain-lain.¹⁶

Bangunan Ka'bah adalah bangunan kubus yang terbuat dari batu-batu granit Makkah yang memiliki panjang kurang lebih 13 meter, lebar 11 meter dan tinggi 16 meter. Batu-batu yang digunakan untuk mendirikan Ka'bah didapatkan dari lima gunung suci yaitu Hira, Sinai, Al-Judi, Olivet dan Lebanon.¹⁷ Seperti yang telah diketahui bahwa Ka'bah adalah tempat ibadah yang dibangun pertama kali di Bumi, sesuai dengan Firman Allah dalam Surah Ali Imran ayat 96-97:

إِنَّ أَوَّلَ بَيْتٍ وُضِعَ لِلنَّاسِ لَلَّذِي بِبَكَّةَ مُبَارَكًا وَهُدًى لِّلْعَالَمِينَ
فِيهِ ءَايَاتٌ بَيِّنَاتٌ مِّمَّا مَقَامُ إِبْرَاهِيمَ^ط

Sesungguhnya rumah yang mula-mula dibangun untuk (tempat beribadat) manusia, ialah Baitullah yang di Bakkah (Mekah) yang diberkahi dan menjadi petunjuk bagi semua manusia. Padanya terdapat tanda-tanda yang nyata, (di antaranya) maqam Ibrahim..... (QS. Ali Imran [3]: 96-97)

Ayat tersebut merupakan sangkalan Allah terhadap ahli kitab bahwa rumah ibadah yang pertama diciptakan adalah *Baitul*

¹⁶ Abdul Quddus Al-Anshariy, *At-Tārikh Al-Mufassshal Li Al-Ka'bari AlMusyarrafah Qabla Al-Islām, Disitir Oleh H.M.H. Al Hamid Al Husaini, Riwayat Kehidupan Nabi Besar Muhammad SAW*, Cet III. (Jakarta: Yayasan Al Hamidiy, 1993), 137.

¹⁷Susiksan Azhari, "Saaduddin Jambek Dalam Sejarah Pemikiran Hisab Di Indonesia" (tesis Pasca Sarjana IAIN Sunan Kalijaga, 1998), 34–35.

Maqdis atau Masjid Al-Aqsha, padahal jarak pembangunan *Baitullah* dengan *Baitul Maqdis* adalah empat puluh tahun, hal ini dijelaskan dalam sebuah Hadits yang diriwayatkan oleh Imam Muslim. Ada dua belas generasi yang ikut serta dalam membangun Ka'bah, yang pertama adalah generasi para Malaikat. Para Malaikat diutus oleh Allah untuk membangun Ka'bah di Bumi dua ribu tahun sebelum Nabi Adam diciptakan, artinya bahwa Ka'bah yang membangun bukan manusia. Bangunan Ka'bah posisinya sejajar dengan *Baitul Makmur* yang berada di 'Arsy yang digunakan para Malaikat untuk tawaf. Ka'bah memiliki bentuk yang serupa dan sebesar Baitul Makmur¹⁸.

Generasi yang kedua yaitu Nabi Adam dan Nabi Shith, Nabi Adam adalah manusia pertama yang diciptakan oleh Allah, karena godaan iblis beliau dan istrinya yaitu Hawa diturunkan oleh Allah ke Bumi. Dengan penuh penyesalan kemudian Nabi Adam dan Hawa bertaubat. Allah berkata kepada mereka "Buatlah untuk-Ku rumah dan beribadahlah kepadanya sebagaimana engkau lihat para Malaikat beribadah di langit". Sesampainya di Bumi, Nabi Adam membangun rumah tersebut dari bebatuan lima gunung yaitu Haro, Tursina, Libanon, Judy dan Turzeta. Nabi Adam membangun Baitullah seperti yang dilihatnya di 'Arsy. Dalam pembangunan tersebut Nabi Adam dibantu oleh Malaikat Jibril untuk memindahkan bebatuan yang sangat berat jika disamakan dengan

¹⁸ Slamet Hambali, *Ilmu Falak 1: Penentuan Awal Waktu Shalat & Arah Kiblat Seluruh Dunia* (Semarang: Program Pascasarjana IAIN Walisongo, 2011), 156–157.

keadaan sekarang berat dari bebatuan tersebut tidak sanggup dipikul oleh 30 orang. Nabi Adam selalu salat dan tawaf di Baitullah terus menerus. Suatu ketika Allah menurunkan angin topan yang menyalakan Baitullah dan yang tersisa hanya fondasinya saja. Setelah Nabi Adam wafat yang meneruskan pembangunan dan memakmurkan Baitullah adalah Nabi Shith putra dari Nabi Adam¹⁹.

Setelah berabad-abad lamanya, di masa Nabi Ibrahim dan Nabi Ismail diperintah Allah untuk memperbaiki dan memperbesar bangunan Ka'bah. Saat Nabi Ismail beranjak dewasa, Nabi Ibrahim mengajak berbicara Nabi Ismail mengenai perintah Allah untuk membangun rumah di sebuah bukit dimana sekarang disebut dengan Masjidil Haram. Kemudian Nabi Ismail bersedia untuk membantu ayahnya melaksanakan perintah Allah. Atas petunjuk Allah melalui Malaikat Jibril, Nabi Ibrahim menemukan pondasi yang pernah dibangun Nabi Adam yang sudah menjadi tandus bahkan tidak ditemukan tanda-tanda kehidupan. Nabi Ibrahim yang dibantu Nabi Ismail membangun rumah diatas pondasi tersebut. Nabi Ibrahim yang menyusun batu-batu yang dibawa oleh Nabi Ismail. Setelah tersusun samakin tinggi, Nabi Ismail membawakan batu untuk ayahnya sebagai pijakan ketika menyusun batu-batu tersebut. Batu tersebut kemudian diberi nama dengan "*Maqam Ibrahim*". Ketika pembangunan sudah hampir selesai, Nabi Ibrahim berkata kepada Nabi Ismail untuk mengambil satu batu yang bisa

¹⁹ Hambali, *Ilmu Falak 1: Penentuan Awal Waktu Shalat & Arah Kiblat Seluruh Dunia*, 159–160.

menarik perhatian manusia. Kemudian Nabi Ismail mencari batu yang dimaksud oleh ayahnya. Saat Nabi Ismail membawa batu temuannya ternyata Nabi Ibrahim sudah memasang batu dari langit yang diberikan oleh Malaikat, batu tersebut yang sekarang dikenal dengan *Hajar Aswad* yang posisinya di sudut (rukun) dekat dengan pintu Ka'bah. Selain bangunan Ka'bah, Nabi Ibrahim juga membangun *Hijir Ismail* yang dibentuk dari batu melingkar yang tidak ada rukunnya (sudutnya).²⁰

Setelah sepeninggalan Nabi Ibrahim dan Nabi Ismail, pengelolaan Ka'bah dipegang oleh keturunannya, kemudian dipegang oleh bangsa Arab yaitu Bani Jurhum, lalu Bani Khuza'ah yang mengenalkan penyembahan berhala. Setelah Bani Khuza'ah, Ka'bah dikelola oleh Bangsa Quraisy yang merupakan suku bangsa keluarga Nabi Muhammad SAW. Di masa ini Ka'bah sempat terbakar kemudian dirobohkan sehingga direnovasi kembali. Ketika akan memasang Hajar Aswad, Bangsa Quraisy terjadi perdebatan mengenai siapa yang meletakkan Hajar Aswad. Perdebatan tersebut tidak kunjung mendapatkan penyelesaian sehingga mereka bermusyawarah dan mengadakan sayembara, dan sayembara tersebut dimenangkan oleh Nabi Muhammad sehingga beliau berhak masuk ke Baitullah melalui pintu Bani Syuaiba dan meletakkan Hajar Aswad. Akan tetapi Nabi Muhammad memutuskan untuk melakukan bersama-sama agar masing-masing

²⁰ Hambali, *Ilmu Falak 1: Penentuan Awal Waktu Shalat & Arah Kiblat Seluruh Dunia*, 161.

suku Quraisy merasa dihormati dan memiliki kewenangan yang sama²¹.

Ketika Islam datang, yaitu masa Rasulullah SAW Ka'bah sempat terkena bencana banjir dan terbakar akibat peperangan yang terjadi di Arab. Pada masa ini beberapa kali mengalami kerusakan akibat peperangan dan usia bangunan yang sudah tua. Pada masa Khalifah Harun Al-Rasyid yaitu Khalifah Abbasiyyah ingin merenovasi Ka'bah sesuai pondasi Nabi Ibrahim dan keinginan Rasulullah, namun niat itu diurungkan karena ditakutkan nantinya menjadi ajang bongkar pasang khalifah-khalifah setelahnya sehingga bangunan Ka'bah tetap sesuai dengan renovasi sebelumnya²².

Tahun 1039 H, Ka'bah tergenang banjir lagi menyebabkan dua dinding Ka'bah mengalami keretakan kemudian runtuh. Atas perintah Sultan Murad Khan, Ka'bah direkonstruksi dengan cara seluruh dinding Ka'bah dihancurkan kecuali dinding yang diletakkan Hajar Aswad, kemudian dibangun sesuai dengan konstruksi Ibnu Zubair sebelumnya. Pada tahun 1996 rekonstruksi besar-besaran dilakukan oleh King Fahd bin Abdul Azis yaitu 400 tahun setelah renovasi Sultan Murad Khan. Pembangunan ini semua material

²¹ Izzudin, *Ilmu Falak Praktis*, 27.

²² Hambali, *Ilmu Falak 1: Penentuan Awal Waktu Shalat & Arah Kiblat Seluruh Dunia*, 165.

diganti dari mulai dinding, langit-langit dan atap kayu. Bagian yang masih asli adalah batu hitam atau Hajar Aswad²³.

2. Sejarah Peralihan Kiblat

Masa sebelum Nabi Muhammad SAW diangkat menjadi Rasul, bangunan Ka'bah direnovasi beberapa kali akibat terjadi banjir yang melanda Makkah dan usia bangunan Ka'bah yang sudah tua. Menjelang diangkatnya Nabi Muhammad menjadi Nabi, Ka'bah dikelilingi oleh ratusan berhala yang digunakan bangsa Arab untuk penyembahan. Berhala tersebut kemudian dihancurkan dan dibersihkan kaum muslimin sesudah penaklukan kota Makkah (*Fathu al-Makkah*) sehingga pemeliharaan Ka'bah jatuh ke tangan kaum muslimin dan pemegang kunci Ka'bah adalah Bani Sya'ibah serta administrasinya dikelola oleh pemerintah²⁴.

Umat Islam ketika melaksanakan salat sebelum terjadinya peristiwa Nabi Muhammad hijrah ke Madinah, menghadap ke *Qubba Bait al-Maqdi (Qubba Bait al-Sakhras)* karena belum ada perintah untuk menghadap kiblat. Terlintas dalam hati Nabi Muhammad SAW ingin agar Allah SWT memindahkan kiblat ke Ka'bah Makkah. Oleh karena itu ketika salat, beliau selalu ada disebelah selatan ka'bah kemudian menghadap ke utara. Dengan

²³ Hambali, *Ilmu Falak 1: Penentuan Awal Waktu Shalat & Arah Kiblat Seluruh Dunia*, 165–166.

²⁴ Susiknan Azhari, *Ilmu Falak Perjumpaan Khazanah Islam Dan Sains Modern* (Yogyakarta: Suara Muhammadiyah, 2011), 43.

demikian Nabi Muhammad SAW menghadap dua arah sekaligus²⁵. Setelah hijrah ke Madinah kiblat hanya ditujukan dengan menghadap ke *Bait al-Maqdis* di Yerusalem. Tujuannya adalah untuk menarik hati orang-orang Yahudi untuk ikut pada ajaran Nabi Muhammad SAW dengan kesamaan kiblatnya, selain itu karena kesulitan yang dialami Nabi Muhammad SAW untuk menentukan arah yang tepat dan lurus dua kiblat tersebut. Rasulullah menghadap ke Baitulmakdis (Masjid al-Aqsha) di Jerussalem selama kurang lebih 16 atau 17 bulan, namun orang Yahudi masih berpaling dari ajaran Nabi Muhammad SAW. Sebenarnya Nabi Muhammad masih rindu dan senang menghadap kiblat Ka'bah, sebab disamping Ka'bah merupakan kiblat nenek moyangnya (Nabi Ibrahim As), menghadapnya Nabi Muhammad pada kiblat Ka'bah lebih bisa menarik orang-orang Arab untuk masuk Islam.

Keinginan Nabi Muhammad agar kiblat diarahkan kembali ke Ka'bah sehingga Nabi Muhammd selalu berdoa mengharap wahyu turun. Suatu ketika Allah mengabulkan do'a Nabi Muhammad sehingga Allah menurunkan wahyu supaya Nabi Muhammad dan umatnya menghadap lagi ke Ka'bah. Tatkala wahyu itu turun, orang-orang Yahudi dan orang musyrik gempar dengan mengejek dan mencemooh Nabi Muhammad SAW., "Bagaimana itu? Menghadap kiblat selalu berpindah-pindah, dulu

²⁵ K. Anshori Umar Sitanggal, Hery Noer Aly, and Bahrun Abu Bakar, *Terjemah Tafsir Al-Maragi Oleh Ahmad Mustofa Al-Maragi*, Juz II. (Semarang: Toha Putera, 1993), 3.

menghadap Ka'bah, kemudian menghadap *Baitul al-Maqdis* dan sekarang menghadap Ka'bah lagi?" kira-kira seperti itulah cemoohnya. Mendengar itu Nabi Muhammad SAW berdo'a kepada Allah dan Allah menurunkan wahyu untuk membantah cemoohan orang-orang Yahudi yaitu Surah Al- Baqarah ayat 142²⁶:

سَيَقُولُ السُّفَهَاءُ مِنَ النَّاسِ مَا وَلَّيْتُمْ مَا وَوَلَّيْتُمْ عَنْ قِبَلَتِكُمْ الَّتِي كَانُوا عَلَيْهَا قُلْ لِلَّهِ
الْمَشْرِقُ وَالْمَغْرِبُ يَهْدِي مَنْ يَشَاءُ إِلَى صِرَاطٍ مُسْتَقِيمٍ ﴿١٤٢﴾

Orang-orang yang kurang akalnya diantara manusia akan berkata: "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 dikehendaki-Nya ke jalan yang lurus".(QS Al-Baqarah [2]: 142).

D. Pandangan Ulama Fikih tentang Arah Kiblat

Pada masa awal perkembangan agama Islam, tidak ada masalah mengenai penentuan arah kiblat, hal ini dikarenakan apabila ada suatu masalah atau pertanyaan para sahabat langsung bertanya kepada Rasulullah SAW. Permasalahan muncul setelah Rasulullah SAW wafat dan para sahabat mulai berkelana ke luar kota Makkah untuk menyebarkan Islam, yang menjadi permasalahan adalah metode yang digunakan dalam penentuan arah kiblat. Para sahabat memanfaatkan posisi bintang dan Matahari untuk mengetahui arah kiblat. Di wilayah Arab, *Qutbi* atau *Polaris* (bintang utara) dijadikan bintang utama yang

²⁶ Musthafa Bisri, *Al-Ibris Li Ma'rifati Tafsir Al-Qur'ani Al-Aziz Bi Al- Lughati Al-Jawiyah*, Juz I. (Kudus: Menara Kudus, n.d.), 46–47.

digunakan untuk rujukan dalam penentuan arah kiblat, karena bintang tersebut merupakan satu-satunya bintang yang mengarah tepat ke arah utara Bumi. Sedangkan di luar kota Makkah, penentuan arah kiblat tidak selalu sama menggunakan acuan bintang *Polaris*, ada yang menggunakan pola pergerakan arah angin, penampakan arah munculnya bintang *Canopus*, terbitnya Matahari, dan terbenamnya Matahari. Perbedaan penentuan arah kiblat tersebut disebabkan karena setiap tempat di belahan Bumi ini memiliki kondisi geografis yang berbeda.²⁷

Pembahasan tentang arah kiblat sudah ada sejak zaman dahulu, para ulama mempunyai pendapat yang berbeda-beda mengenai arah kiblat. Hal tersebut disebabkan para ulama menafsiri ayat-ayat Al-Qur'an dan hadis tentang kewajiban menghadap kiblat berdasarkan sesuai situasi tempat dan kondisi pada masa itu.²⁸ Berdasarkan posisi seseorang, ulama berpendapat mengenai arah kiblat diklasifikasikan menjadi dua yaitu arah kiblat bagi orang yang dapat melihat bangunan ka'bah secara langsung dan arah kiblat bagi orang yang tidak dapat melihat bangunan ka'bah secara langsung atau orang yang berada di luar Masjidil Haram. Adapun pendapat ulama tersebut adalah sebagai berikut:

1. Arah kiblat bagi orang yang dapat melihat ka'bah secara langsung

²⁷ Ahmad Jaelani et al., *Hisab Rukyat Menghadap Kiblat (Fiqh, Aplikasi, Fatwa Dan Software)*, ed. Ahmad Izzuddin (Semarang: Program Studi Ahwal Al-Syakhsyah Konsentrasi Ilmu Falak Fakultas Syari'ah IAIN Walisongo, n.d.), 26–27.

²⁸ Ahmad Jaelani et al., *Hisab Rukyat Menghadap Kiblat (Fiqh, Aplikasi, Fatwa Dan Software)*, ed. Ahmad Izzuddin, 31.

Para ulama telah bersepakat arah kiblat bagi orang yang dapat melihat langsung Ka'bah atau berada di depan bangunan Ka'bah adalah wajib menghadap ke bangunan Ka'bah (*'Ainul Ka'bah*) dan tidak boleh berijtihad untuk menghadap ke arah lain. Imam Hanafi, Imam Maliki Imam Syafi'i, dan Imam Hambali bersepakat jika ada orang yang salat dimana posisinya bisa melihat Ka'bah secara langsung, apabila orang tersebut tidak menghadap bangunan Ka'bah atau melenceng dari bangunan Ka'bah meskipun sedikit maka salat orang tersebut tidak sah.²⁹

Orang-orang yang bermukim di Makkah atau dekat dengan Ka'bah ketika salat menghadap kiblat secara *'ainul ka'bah* dengan yakin dan apabila memungkinkan. Jika tidak memungkinkan menghadap *'ainul ka'bah* dengan yakin, maka wajib bagi seseorang itu berijtihad untuk mengetahui arah menghadap ke *'ainul ka'bah*. Ketika seseorang berada di Makkah maka cukup baginya hanya menghadap ke arah Ka'bah (*Jihatul Ka'bah*). *Jihatul Ka'bah* ini berlaku bagi seseorang yang berada di luar Masjidil Haram namun masih di kota Makkah dimana tidak bisa melihat langsung bangunan Ka'bah. Sah salat seseorang apabila dengan yakin menghadap petunjuk atau arah ke Ka'bah, baik berada di daerah yang lebih tinggi maupun lebih rendah daripada Ka'bah. Artinya apabila seseorang masih berada di daerah Makkah namun berada di gunung atau daerah yang

²⁹ Ahmad Izzuddin, *Tipologi Dan Metode-Metode Penentuan Arah Kiblat (Dari Sejarah, Latar Belakang Dan Akurasinya)* (Semarang: Rafi Sarana Perkasa, n.d.), 46.

lebih tinggi daripada Ka'bah dan sulit baginya menghadap 'aimul ka'bah, maka sah shalatnya hanya menghada ke arah yang menunjukkan bangunan Ka'bah. Hal ini juga berlaku untuk daerah yang lebih rendah dari Ka'bah.

Berbeda dengan pendapat Imam Malik tentang arah kiblat bagi seseorang yang berada di Makkah atau dekat dari Ka'bah yaitu wajib menghadap bangunan Ka'bah. Seluruh anggota tubuh ketika salat harus menghadap ke bangunan Ka'bah, tidak hanya menghadap petunjuk atau arah ke Ka'bah.³⁰

2. Arah kiblat bagi orang yang tidak dapat melihat Ka'bah secara langsung

Para ulama berbeda pendapat mengenai arah kiblat bagi orang yang tidak dapat melihat Ka'bah secara langsung karena berada di luar Masjidil Haram atau berada di luar kota Makkah. Perbedaan pendapat tersebut memperlmasalahakan mengenai kewajiban menghadap langsung ke Ka'bah atau hanya menghadap ke arahnya saja.³¹ Berikut adalah pendapat para ulama mengenai persoalan tersebut:

- a. Madzhab Hanafi

Kebanyakan ulama madzhab Hanafi berpendapat bahwa orang yang tidak dapat melihat langsung Ka'bah, maka wajib menghadap ke arah Ka'bah (*jihatul Ka'bah*)

³⁰ Jaelani et al., *Hisab Rukyat Menghadap Kiblat (Fiqh, Aplikasi, Fatwa Dan Software*, 32.

³¹ Izzuddin, *Tipologi Dan Metode-Metode Penentuan Arah Kiblat (Dari Sejarah, Latar Belakang Dan Akurasinya)*, 49.

yaitu menghadap ke dinding-dinding mihrab yang menunjukkan pada arah Ka'bah, jadi kiblatnya adalah arah Ka'bah bukan bangunan Ka'bah (*'ainul Ka'bah*). Pendapat yang digunakan oleh kebanyakan ulama Hanafiyah ini yaitu yang diwajibkan adalah menghadap kepada sesuatu yang mampu dilakukannya (*al-maqdur 'alaih*). Kondisi tidak dapat melihat Ka'bah secara langsung merupakan kondisi yang sulit apabila diharuskannya salat menghadap langsung ke bangunan Ka'bah, jadi orang yang dalam posisi tersebut wajib baginya menyelidiki, berusaha dan berijtihad sampai ia yakin mengetahui atau memperkirakan arah ke bangunan Ka'bah (arah kiblat) ada di satu arah tertentu.

Sebagian ulama Hanafiyah lainnya diantaranya Ibnu Abdillah al-Bashri berpendapat bahwa yang wajib adalah menghadap ke bangunan Ka'bah (*'ainul ka'bah*) dengan cara berijtihad dan menelitinya, namun jika sudah berusaha dan berijtihad tidak menemukan arah yang lebih kuat untuk dijadikan rujukan arah kiblat, maka ia boleh salat menghadap ke arah mana saja. Kemudian ia mengetahui bahwa arah kiblatnya salah, jika masih dipertengahan salat, ia harus merubah ke arah yang diyakininya atau arah yang dianggap benar. Akan tetapi jika ia baru mengetahui bahwa ia salah setelah salatya

selesai, maka shalatnya tetap sah hukumnya dan tidak diwajibkannya untuk mengulangi.³²

b. Madzhab Maliki

Imam Malik berpendapat bahwa arah Kiblat bagi orang yang jauh dari Ka'bah dan tidak dapat melihat langsung Ka'bah serta tidak dapat mengetahui arah Kiblat secara pasti adalah cukup menghadap ke arah Ka'bah secara *zhan* (perkiraan), sedangkan bagi orang yang jauh dari Ka'bah dan ia mampu mengetahui secara pasti dan yakin arah Kiblat maka ia harus menghadap ke arahnya.

Mayoritas ulama Madzhab Maliki seperti Ibnu Arabi, Imam al-Qurthubi, dan Ibnu Rusyd menyatakan bahwa bagi orang yang tidak dapat melihat Ka'bah, maka ketika salat ia wajib menghadap ke arah Ka'bah (*jihatul Ka'bah*). Pendapat Ibnu Arabi didasarkan pada perintah menghadap kiblat yang terdapat dalam Al-Qur'an Surah Al-Baqarah ayat 144 yang artinya "*Palingkanlah mukamu ke arah Masjidil Haram. dan dimana saja kamu berada, palingkanlah mukamu ke arahnya.*" Dalam ayat tersebut menjelaskan bahwa bagi orang yang berada jauh dari Ka'bah, maka ia menghadap ke arahnya saja, bukan menghadap bangunan Ka'bah, karena sangat sulit menghadap bangunannya bahkan itu tidak mungkin dilakukan kecuali bagi yang melihat langsung Ka'bah.

³² Jaelani et al., *Hisab Rukyat Menghadap Kiblat (Fiqh, Aplikasi, Fatwa Dan Software*, 33.

Menurut Imam al-Qurthubi dalam kitab *al-Jami' li Ahkam al-Qur'an* yaitu menghadap ke arah Ka'bah adalah perintah (*taklif*) yang dapat dilaksanakan, selain itu merupakan implementasi dari perintah yang tercantum dalam Surah Al-Baqarah ayat 144. Para ulama berpendapat bahwa sebuah shaf yang panjang ketika salat berjama'ah di luar daerah Ka'bah. Shaf itu akan menimbulkan masalah jika yang dimaksud *jihat* adalah bangunan Ka'bah itu sendiri. Apabila orang yang salat tidak dapat melihat Ka'bah karena jauh dari Ka'bah tetap diwajibkan menghadap bangunan Ka'bah maka kewajiban tersebut sama seperti dengan mewajibkan sesuatu yang diluar kemampuan manusia dan akan menyulitkan, padahal Islam adalah agama yang mudah.³³

c. Madzhab Syafi'i

Menurut mazhab Syafi'i ada dua pendapat terkait arah kiblat seseorang yang tidak dapat melihat bangunan Ka'bah secara langsung. *Pertama* menghadap persis ke bangunan Ka'bah (*'ainul Ka'bah*), kedua menghadap ke arah (*jihatul Ka'bah*). Dalam kitab *al-Umm* karya Imam Syafi'i dijelaskan bahwa kewajiban menghadap kiblat adalah menghadap ke bangunan Ka'bah dengan tepat (*'ainul Ka'bah*), meskipun tidak dapat melihat secara langsung ia tetap dikenakan hukum seperti halnya orang

³³ Izzuddin, *Tipologi Dan Metode-Metode Penentuan Arah Kiblat (Dari Sejarah, Latar Belakang Dan Akurasinya)*, 52–53.

Makkah. Sedangkan menurut kutipan Imam al-Muzanni (murid Imam Syafi'i) dari Imam Syafi'i mengatakan bahwa menghadap kiblat itu hanya menghadap ke arah kiblatnya saja (*jihatul Ka'bah*), jika harus menghadap ke bangunan Ka'bah persis, dapat menjadikan salat seseorang tidak sah. Karena ukuran luas Ka'bah yang lebih kecil dapat mengakibatkan shaf salat yang memanjang arahnya akan keluar dari bangunan Ka'bah.³⁴

d. Madzhab Hambali

Ulama Madzhab Hambali berpendapat bahwa yang diwajibkan adalah menghadap ke arah Ka'bah (*jihatul Ka'bah*) bukan menghadap ke bangunan Ka'bah (*'ainul Ka'bah*). *'Ainul Ka'bah* berlaku bagi orang yang mampu melihat Ka'bah secara langsung. Menurut pendapat Imam Ibnu Qudamah al-Maqdisi keadaan orang yang menghadap kiblat ada tiga:

- Orang yang sangat yakin yaitu orang yang dapat melihat bangunan Ka'bah atau orang yang merupakan penduduk Makkah, maka wajib baginya menghadap ke bangunan Ka'bah dengan yakin
- Orang yang tidak dapat melihat Ka'bah, namun ia dapat mengetahui arah kiblat, maka ia wajib berjihad untuk mengetahui arah kiblat.

³⁴ Jaelani et al., *Hisab Rukyat Menghadap Kiblat (Fiqh, Aplikasi, Fatwa Dan Software*, 34.

- Orang yang tidak dapat mengetahui Ka'bah karena buta dan tidak memiliki pengetahuan untuk mengetahui arah kiblat, maka ia wajib taklid.³⁵

Dari beberapa pendapat ulama di atas dapat disimpulkan bahwa mayoritas ulama' empat mazhab sepakat tentang kewajiban menghadap tepat ke Ka'bah secara langsung (*'ainul Ka'bah*) adalah sebuah kewajiban untuk orang yang mampu saja dan memungkinkan kondisinya. Namun bagi orang yang tidak dapat melihat Ka'bah secara langsung maka hanya wajib baginya berjihad untuk mengetahui dimana arah ke Ka'bah (*jihatul Ka'bah*). Namun dalam mempraktikkan *jihatul Ka'bah* tidak boleh asal menghadap, harus ada titik yang dituju yaitu koordinat Ka'bah serta dilandasi dengan ilmu pengetahuan.

E. Perhitungan Arah Kiblat

Menentukan arah kiblat merupakan penentuan arah menuju Ka'bah dari suatu titik di permukaan Bumi. Setiap orang dapat menentukan arah kiblatnya sendiri dengan menggunakan berbagai metode yang ada. Perhitungan arah kiblat disini yaitu menggunakan metode *azimuth* kiblat, yaitu arah atau garis yang menunjuk ke kiblat (Ka'bah). Berikut adalah langkah-langkah dalam proses penentuan nilai *azimuth* kiblat:

1. Persiapkan data-data yang diperlukan, yaitu:

³⁵ Izzuddin, *Tipologi Dan Metode-Metode Penentuan Arah Kiblat (Dari Sejarah, Latar Belakang Dan Akurasinya)*, 54.

a. Lintang Tempat

Lintang (ϕ) dibaca *fi* adalah jarak dari khatulistiwa ke kutub, diukur melalui lingkaran kutub ke arah utara disebut lintang utara diberi tanda positif (+) dan ke arah selatan disebut lintang selatan diberi tanda negatif (-).³⁶ Lintang tempat (*Latitude/ 'Ard al-Balad*) adalah jarak tempat dihitung dari Khatulistiwa sebagai titik 0 ke arah utara dan selatan. Untuk tempat yang berada di utara khatulistiwa lintangnya bernilai positif (+) sedangkan yang di selatan bernilai negatif (-). Lintang dinyatakan dengan derajat, menit dan detik busur yaitu 0° di khatulistiwa, 90° di kutub utara, dan -90° di kutub selatan.³⁷



Gambar 2.1 Lintang Tempat³⁸

³⁶ A. Jamil, *Ilmu Falak (Teori & Aplikasi)* (Jakarta: Amzah, 2009), 9.

³⁷ Ahmad Musonnif, *Ilmu Falak Metode Hisab Awal Waktu Shalat, Arah Kiblat, Hisab Urfi Dan Hisab Hakiki Awal Bulan* (Yogyakarta: Teras, 2011), 34–35.

³⁸ Nadia Faradiba, “Pengaruh Garis Lintang Terhadap Suhu Bumi,” *Kompas*, last modified 2021,

b. Bujur Tempat

Di permukaan Bumi ini dihayalkan ada lingkaran-lingkaran besar yang ditarik dari kutub utara sampai kutub selatan melewati tempat kita, kemudian kembali lagi ke kutub utara. Lingkaran-lingkaran ini disebut Lingkaran Bujur atau Garis Bujur. Garis bujur itu dapat dibuat sebanyak orang atau tempat yang berjajar dari barat ke timur atau sebaliknya. ada garis bujur yang istimewa yaitu garis bujur yang melewati kota Greenwich di London Inggris, garis bujur ini dijadikan titik pangkal ukur dalam pengukuran bujur tempat, sehingga harga bujur yang melewati kota Greenwich bernilai 0° .³⁹

Bujur adalah Bujur tempat adalah jarak antara garis bujur yang melewati kota Greenwich sampai garis bujur yang melewati suatu tempat (kota) diukur sepanjang equator (khatulistiwa). Bujur dibagi menjadi dua yaitu bujur timur dan bujur barat. Bujur timur itu diukur dari kota Greenwich ke arah timur, bujur timur bernilai negatif (-). Bujur timur dimulai dari Bujur 0° BT sampai 180° BT. Sedangkan bujur barat diukur dari kota Greenwich ke arah barat, bujur barat bernilai positif (+).⁴⁰

<https://www.kompas.com/sains/read/2021/08/29/194500823/pengaruh-garis-lintang-terhadap-suhu-bumi>.

³⁹ Khazin, *Ilmu Falak Dalam Teori Dan Praktik: Perhitungan Arah Kiblat, Waktu Shalat, Awal Bulan Dan Gerhana*, 41.

⁴⁰ Jamil, *Ilmu Falak (Teori & Aplikasi)*, 10.

Bujur Barat dimulai dari Bujur 0° BB sampai 180° BB. Batas bujur barat dan bujur timur juga merupakan batas hari. Daerah yang mempunyai garis bujur yang sama akan mempunyai waktu yang sama. Akan tetapi berbeda perbandingan siang dan malamnya. Berbeda bujur berbeda pula waktunya sebesar perbedaan bujur keduanya. Setiap perbedaan sebesar 15° akan terjadi perbedaan waktu 1 jam, setiap 1° akan berbeda waktu 4 menit, setiap $15'$ akan berbeda waktu 1 menit, setiap $1'$ akan berbeda waktu 4 detik dan setiap $15''$ akan berbeda waktu 1 detik.⁴¹ Dalam ilmu falak bujur tempat dilambangkan dengan λ (*lamdha*). Nilai bujur tempat dapat diperoleh melalui tabel, peta, GPS (*Global Position System*) dan lain-lain.



Gambar 2.2 Bujur Tempat⁴²

⁴¹ Hambali, *Ilmu Falak 1: Penentuan Awal Waktu Shalat & Arah Kiblat Seluruh Dunia*, 96.

⁴² Kiky Faqih Erwin Dariyanto, "Fungsi Garis Lintang Dan Garis Bujur Apa Saja? Berikut Ini Penjelasan," *DetikEdu*, last modified 2021, <https://www.detik.com/edu/detikpedia/d-5476439/fungsi-garis-lintang-dan-garis-bujur-apa-saja-berikut-ini-penjelasan>.

c. Lintang dan Bujur Makkah

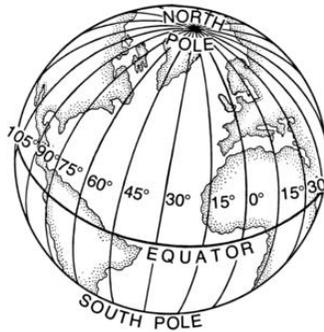
Menurut Ahmad Izzuddin Lintang Ka'bah adalah $21^{\circ} 25' 21,17''$ LU dan Bujur Makkah adalah $39^{\circ} 49' 34,56''$ BT.⁴³ Penentuan lintang dan bujur suatu tempat ada beberapa metode yang dapat digunakan yaitu dengan melihat dalam daftar koordinat geografis dalam buku-buku yang ada, menggunakan peta, menggunakan tongkat istiwa', GPS, theodolite, aplikasi google earth atau dengan melihat di internet.

d. Bujur Daerah

Bujur daerah yaitu garis bujur yang berada di suatu daerah dihitung 15° dari Greenwich. Sehingga garis bujur daerah terbagi menjadi 24 bagian yaitu 0° , 15° , 30° , 45° , 60° , 75° , 90° , 105° , 120° , 135° , 150° , 165° , 180° . Untuk Kota Greenwich bernilai 0° , bernilai negatif untuk tempat di sebelah barat Greenwich dan bernilai positif untuk tempat di sebelah timur Greenwich.⁴⁴

⁴³ Izzudin, *Ilmu Falak Praktis*, 30.

⁴⁴ Moelki Fahmi Ardiansyah, "Kajian Perangkat Hisab Rukyat Nusantara (Rubu' Mujayyab Dan Astrolabe Dalam Hisab Awal Waktu Salat)," *Jurnal Bimas Islam* 8 No. 1 (2015), <https://jurnalbimasislam.kemenag.go.id/jbi/article/download/166/114/519>.



Gambar 2.3 Bujur Daerah⁴⁵

2. Penentuan nilai *azimuth* kiblat dengan menggunakan rumus berikut:

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

Keterangan:

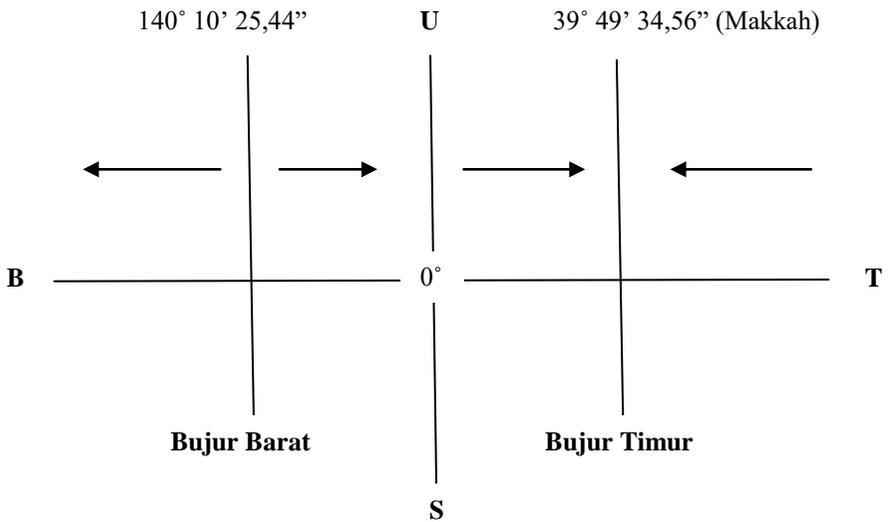
B: Arah Kiblat, jika nilainya positif maka arah kiblatnya diukur dari utara, jika nilainya negatif maka arah kiblatnya diukur dari selatan.

ϕ^m : Lintang Makkah yaitu 21° 25' 21,17" LU.

ϕ^x : Lintang tempat yang akan diukur arah kiblatnya.

C : Jarak bujur antara bujur Makkah λ^m yaitu 39° 49' 34,56" BT dengan bujur tempat yang akan diukur arah kiblatnya λ^x . berikut adala ketentuan untuk mencari jarak bujur (C):

⁴⁵ "Garis Bujur," https://id.wikipedia.org/wiki/Garis_bujur.



Gambar 2.4 Penggambaran Arah Kiblat

Bujur Timur	Rumus SBMD	Arah
$0^\circ - 39^\circ 49' 34,56''$	Bujur Ka'bah - Bujur Tempat ($\lambda^m - \lambda^x$)	Timur
$39^\circ 49' 34,56'' - 180^\circ$	Bujur Tempat - Bujur Ka'bah ($\lambda^x - \lambda^m$)	Barat

Bujur Barat	Rumus SBMD	Arah
$0^\circ - 140^\circ 10' 25,44''$	Bujur Ka'bah + Bujur Tempat ($\lambda^m + \lambda^x$)	Timur
$140^\circ 10' 25,44'' - 180^\circ$	$360^\circ -$ Bujur Ka'bah - Bujur	Barat

$(360^\circ - \lambda^m - \lambda^x)$

Tabel 2. 1Rumus SBMD

F. Metode Penentuan Arah Kiblat

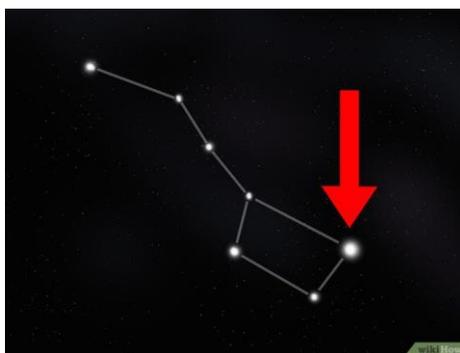
Metode penentuan arah kiblat selalu berkembang mengikuti perkembangan zaman, baik dari segi kualitas maupun kapasitas intelektual manusia. Perkembangan penentuan arah kiblat dapat dilihat dari instrument yang digunakan dalam pengukuran yang dulunya masih menggunakan instrument manual dan sekarang sudah berbasis android yang mudah diaplikasikan, berikut adalah contoh instrument yang digunakan untuk arah kiblat yaitu *tongkat istiwa'*, *istwa'aini*, *kompas*, *rubu' mujayyab*, *mizwala*, *theodolite*, *aplikasi mizandroid* dan lain-lain. Selain dari segi instrument, dalam sistem perhitungan juga mengalami perkembangan baik dari data koordinat, data hisab dan algoritma. Sistem perhitungan arah kiblat, dulu masih menggunakan sistem manual dengan menggunakan data tabel statis, sekarang sudah menggunakan perhitungan dengan data dinamis dengan tingkat aurasi yang lebih tinggi, yaitu dengan menggunakan bantuan alat hitung seperti kalkulator dan aplikasi microsoft excel.

Berikut adalah pengklasifikasian metode penentuan arah kiblat berdasarkan tipologi aplikasinya menurut Ahmad Izzuddin⁴⁶, yaitu:

1. Alamiah (Natural)

⁴⁶ Ahmad Izzuddin, *Kajian Terhadap Metode-Metode Penentuan Arah Kiblat Dan Akurasinya*, ed. Mohamad Arja Imroni, Cetakan Ke. (Jakarta: Kementerian Agama Republik Indonesia Direktorat Jenderal Pendidikan Islam Direktorat Pendidikan Tinggi Islam, 2012), 145.

Metode penentuan arah kiblat alamiah dalam artian berkaitan dengan alam yaitu berdasarkan fenomena benda-benda langit sebagai rujukannya, misalnya adalah Matahari, rasi bintang, bintang-bintang yang ada di langit. Dahulu pada zamannya para sahabat, penentuan arah kiblat menggunakan kedudukan bintang-bintang dan Matahari sebagai petunjuk arah kiblat. Bintang yang dapat menunjukkan arah utara adalah bintang *Al-Quthbi* atau *Polaris* (bintang utara/ bintang kutub). Bintang *Polaris* ini akan menunjukkan arah utara sejati dari manapun di belahan bumi ini. Bintang kutub (*Polaris*) terletak dalam buruj *Al-Juddah* atau *Ursa Minoris* (rasi bajak), rasi ini hanya dapat dilihat oleh penduduk bumi di bagian utara khatulistiwa pada tengah malam di bulan Juli sampai Desember setiap tahunnya. Posisi bintang kutub dapat dikenali berdasarkan bentuk rasi bintangnya.



Gambar 2.5 Rasi Bajak⁴⁷

⁴⁷“Cara Menemukan Bintang Utara,” <https://id.wikihow.com/Menemukan-Bintang-Utara>.

Ada rasi bintang yang langsung menunjukkan arah kiblat yaitu Rasi Bintang Orion (*Al-Babudur*). Rasi bintang tersebut terdiri dari tiga bintang yang berderet yaitu bintang *Mintaka*, bintang *Alnilam*, dan bintang *Alnitak*. Arah kiblat dapat diketahui dengan menghubungkan ketiga bintang tersebut ke arah barat sehingga membentuk garis, garis tersebut menunjukkan arah kiblat. Di Indonesia, pada bulan Juli rasi Orion terlihat ketika waktu subuh dan pada bulan Desember akan terlihat lebih awal. Pada bulan Maret rasi Orion berada di tengah-tengah langit saat waktu Maghrib.



Gambar 2.6 Rasi Orion⁴⁸

Tongkat *istiwa'* termasuk kedalam metode penentuan arah kiblat alamiah, karena merupakan instrument natural yang digunakan untuk mengetahui arah utara sejati dengan mendirikan

⁴⁸“Sabuk Orion Mengarah Ke Kiblat Kah?,” <http://petabandung.net/kiblat/orion4.php>.

benda tegak lurus di tempat yang datar, kemudian melukis sebuah lingkaran dan melakukan pengamatan sebelum dan setelah zawal (Matahari berada tepat di atas kepala) untuk mendapatkan titik utara sejati.⁴⁹

2. Alamiah Ilmiah

Metode alamiah ilmiah adalah penentuan arah kiblat berdasarkan pada suatu kejadian fenomena alam yang kemudian diaplikasikan pada perhitungan arah kiblat.⁵⁰ Berikut yang termasuk metode penentuan arah kiblat alamiah ilmiah:

a. Menggunakan Segitiga Kiblat

Segitiga kiblat yaitu suatu metode penentuan arah kiblat menggunakan segitiga yang bentuknya segitiga siku-siku. Metode ini digunakan untuk memudahkan pengaplikasian sudut kiblat di lapangan. Segitiga kiblat dapat diterapkan setelah mengetahui *azimuth* kiblat. Dasar yang digunakan dalam segitiga kiblat adalah perbandingan rumus trigonometri yaitu ketika panjang salah satu sisi segitiga (a sebagai alas segitiga) maka sisi (b sebagai sisi tegak segitiga) dihitung sebesar sudut kiblat atau *azimuth* kiblat (U-B), kemudian ujung kedua sisinya ditarik membentuk garis, garis tersebut merupakan arah kiblat.⁵¹

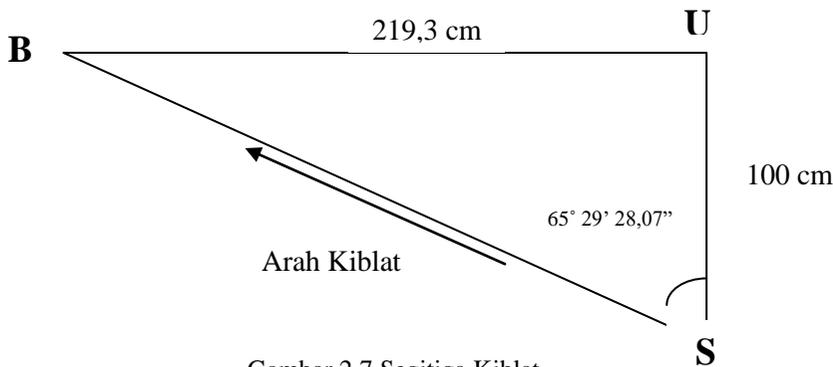
⁴⁹Izzuddin, *Kajian Terhadap Metode-Metode Penentuan Arah Kiblat Dan Akurasinya*, 146.

⁵⁰ Izzuddin, *Kajian Terhadap Metode-Metode Penentuan Arah Kiblat Dan Akurasinya*, 146.

⁵¹ Izzudin, *Ilmu Falak Praktis*, 69.

Segitiga kiblat ini hanya dapat digunakan hanya bisa digunakan di tempat yang dihitung, tidak bisa digunakan di kota lain.

Contoh diketahui sudut arah kiblat atau *azimuth* kiblat Kota Semarang adalah $65^{\circ} 29' 28,07''$ dari Utara ke Barat. Langkah-langkah penggunaan segitiga kiblat sebagai berikut:



Gambar 2.7 Segitiga Kiblat

- 1) Siapkan kertas, kalau bisa kertas yang tebal misalnya kertas karton.
- 2) Buat garis alas segitiga yaitu garis US sepanjang 100 cm.
- 3) Cari panjang sisi tegak segitiga yaitu garis UB dengan rumus:

$$\boxed{US \text{ (cm)} \times \tan \textit{ azimuth kiblat}}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka dihasilkan} &= 100 \text{ cm} \times \tan 65^{\circ} 29' 28,07'' \\ &= 219,3 \text{ cm} \end{aligned}$$

- 4) Buat garis UB sepanjang 219,3 dari titik U.
- 5) Hubungkan titik B dan S sehingga membentuk garis, garis tersebut adalah arah kiblat Kota Semarang.
- 6) Aplikasikan segitiga kiblat yang sudah dibuat untuk menunjukkan arah kiblat yaitu posisikan segitiga kiblatnya sesuai dengan arahnya, namun sebelumnya harus mengetahui utara sejati tempat yang ingin diketahui arah kiblatnya. Posisikan titik U di Utara sejati tadi, titik S di Selatan.
- 7) Garis menggunakan spidol arah kiblat sesuai dengan arah yang ditunjuk pada segitiga kiblat.

b. Menggunakan Kompas

Kompas adalah instrument untuk menunjukkan arah mata angin. Jarum kompas yang terdapat dalam kompas dirancang untuk selalu menunjuk ke arah utara, jarum tersebut terbuat dari logam magnetis. Arah yang ditunjuk oleh jarum kompas bukan utara sejati, namun menunjukkan utara magnet bumi yang posisinya selalu berubah dan tidak berhimpit dengan kutub bumi.⁵²

⁵² Ahmad Izzuddin, *Menentukan Arah Kiblat Praktis*, Cetakan 1. (Semarang: Walisongo Press, 2010), 47.



Gambar 2.8 Kompas⁵³

Secara umum kompas ada dua jenis, yaitu kompas bidik dan kompas orienteering. Kompas bidik memiliki fungsi untuk membidik dan pembacaan di peta, namun dalam pembacaan di peta masih perlu bantuan busur derajat dan penggaris, contoh kompas bidik yaitu kompas prisma. Sedangkan kompas orienteering digunakan untuk membantu dalam pembacaan dan perhitungan di peta, contoh yang termasuk dalam kompas ini adalah kompas silva.⁵⁴

⁵³ “No Title,” accessed April 9, 2023, <https://siplah Telkom.com/product/peraga-fisika/3939926-kompas>.

⁵⁴ Izzuddin, *Menentukan Arah Kiblat Praktis*, 49.



Gambar 2.9 Kompas Bidik⁵⁵



Gambar 2.10 Kompas Silva⁵⁶

Metode penentuan arah kiblat menggunakan kompas, namun sebelumnya adalah harus mengetahui utara

⁵⁵ Yoiyok, “Mengenal Kompas Dan Cara Menggunakannya Untuk Navigasi Darat,” last modified 2018, accessed April 16, 2023, <https://www.santridanalam.com/2018/02/mengenal-kompas-dan-cara-menggunakannya.html>.

⁵⁶ Adhistore.com, “Kompas Silva,” last modified 2016, accessed April 20, 2023, <http://www.adhistore.com/2016/08/kompas-silva.html>.

sejati terlebih dahulu, langkah-langkahnya sebagai berikut⁵⁷:

- 1) Mencari deklinasi magnetik daerah yang ingin dicari pada alamat website www.magnetic-declination.com. Misalnya deklinasi magnetik Kota Jepara adalah $0^{\circ} 41'$ east (Postif)



Gambar 2.11 *Magnetic Declination*⁵⁸

- 2) Letakkan kompas di tempat yang datar
- 3) Tunggu jarum kompas stabil atau berhenti. Tandai arah utara dan selatan magnet yang ditunjukkan oleh jarum kompas.
- 4) Ambil sudut $0^{\circ} 41'$ ke arah barat (karena deklinasi magnetiknya positif) dari titik utara tadi. Tandai arah dari sudut tersebut dan sudut sebaliknya, kemudian

⁵⁷ Qulub, *Ilmu Falak Dari Sejarah Ke Teori Dan Aplikasi*, 242–244.

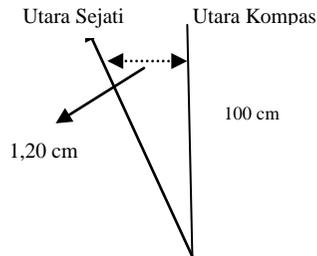
⁵⁸ “No Title,” <https://www.magnetic-declination.com/>.

buat garis dari kedua titik tersebut. Itulah arah utara sejati.

- 5) Atau juga bisa dengan membuat panjang garis dari utara magnetik sampai titik selatan dengan panjang garis 100 cm. kemudian hitunglh dengan rumus :

$$\text{Tan deklinasi magnetic} \times 100$$

Contoh: $\text{Tan } 0^{\circ} 41' \times 100 \text{ cm} = 1,1926982056295$
cm dibulatkan menjadi 1,20 cm

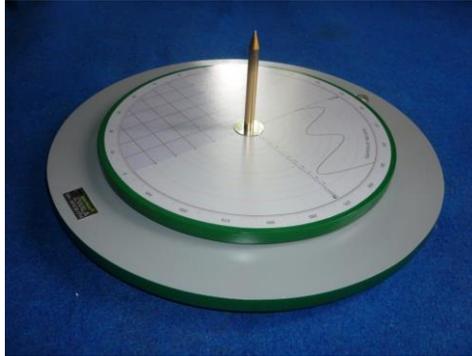


Gambar 2.12 Utara Sejati dari Titik Magnetik Kompas

- 6) Buat garis tegk lurus dari utara sejati sehingga didapatkan arah timur dan barat, kemudian arahkan ke arah kiblat sesuai dengan *azimuth* kiblat.
- c. Menggunakan Mizwala

Mizwala merupakan instrument praktis yang diciptakan oleh Hendro Setyanto untuk menentukan arah kiblat dengan memanfaatkan sinar Matahari. Mizwala merupakan modifikasi bentuk Sundial yang terdiri dari gnomon sebagai pembentuk bayangan, bidang dial sebagai

tempat bayangan, dan kurva waktu sebagai penanda waktu dari bayangan yang dibentuk gnomon pada bidang dial.⁵⁹



Gambar 2.13 Mizwala⁶⁰

Berikut adalah cara penggunaan mizwala untuk menentukan arah kiblat:

- 1) Persiapkan alat-alat yang diperlukan yaitu mizwala, tali atau benang, *waterpass* dan GPS atau apapun yang bisa digunakan untuk mencari data bujur dan lintang tempat yang akan diukur.
- 2) Persiapkan data yang dibutuhkan yaitu lintang tempat, bujur tempat, bujur daerah, deklinasi Mathari, *equation of time* dan waktu pengukuran (jam BMKG⁶¹). Untuk mengetahui data lintang dan

⁵⁹ Izzudin, *Ilmu Falak Praktis*, 72.

⁶⁰ Rukyatul Hilal Indonesia (RHI), “Mizwala Alat Pengukur Kiblat Karya Ustad Hendro Setyanto,” last modified 2021, <https://rukyaatulhilal.org/?p=365>.

⁶¹ “No Title,” <https://time.bmkg.go.id/jam.bmkg>.

bujur tempat yang akurat dapat menggunakan GPS atau *google earth*.

- 3) Hitung nilai *azimuth* kiblat, sudut waktu Matahari, dan *azimuth* Matahari, arah Matahari dan mizwah.

- *Azimuth* kiblat

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

Keterangan:

ϕ^k = Lintang Ka'bah

ϕ^x = Lintang tempat

C = SBMD (Selisih Bujur Makkah dan Daerah)

- Sudut waktu Matahari (t)

$$t = (\text{WD} + e - (\lambda^d - \lambda^x)/15 - 12) \times 15$$

Keterangan:

WD = Waktu bidik

e = *Equation of time*

λ^d = Bujur daerah

λ^x = Bujur tempat

- Arah Matahari (A)

$$\text{Cotan A} = \tan \delta_o \times \cos \phi^x : \sin t - \sin \phi^x : \tan t$$

Keterangan:

δ_o = Deklinasi Matahari

ϕ^x = Lintang tempat

t = Sudut waktu Matahari

- *Azimuth* Matahari

Waktu Pengukuran	Deklinasi Matahari	<i>Azimuth</i> Kiblat
Pagi (Sebelum zawal)	Positif	Arah Matahari
Pagi (Sebelum zawal)	Negatif	180 + Arah Matahari (-)
Siang (Setelah zawal)	Negatif	180 - Arah Matahari (-)
Siang (Setelah zawal)	Positif	360 - Arah Matahari

Tabel 2. 2 *Azimuth* Matahari

- Mizwah (Bayangan Matahari) adalah titik balik dari *azimuth* Matahari.

Mizwah = <i>Azimuth</i> Matahari + 180

- 4) Letakkan mizwala ditempat yang datar dan terkena sinar Matahari, kemudian letakkan *waterpass* di atas mizwala untuk mengukur kedataran bidang level. Jika belum rata dapat diatur dengan cara memutar tripod sampai seimbang dan datar.
- 5) Pasang benang untuk menandai bayangan yang didapatkan nanti pada gnomon.
- 6) Tunggu sampai waktu pengukuran yang kita masukkan dalam rumus, jika sudah tiba waktunya kemudian putar bidag dial lalu posisikan nilai mizwah pada bayangan Matahari yang terbentuk dari gnomon yang tersinari oleh sinar Matahari. Dari posisi tersebut angka 0° pada bidang dial menunjukkan arah utara, 90° menunjukkan arah Timur, 180° menunjukkan arah Selatan dan 270° menunjukkan arah Barat.

7) Tarik benang sesuai dengan nilai *azimuth* kiblat, kemudian buat garis menggunakan spidol atau yang lain sesuai dengan benang. Arah tersebut adalah arah kiblat.

d. Menggunakan Istiwa'aini

Istiwa'aini adalah salah satu instrument Ilmu Falak karya Slamet Hambali pada tahun 2014. Alat ini bernama istiwa'aini karena menggunakan dua tongkat istiwa'. Tongkat istiwa' yang pertama berada di pusat lingkaran dan tongkat istiwa' yang kedua berada dititik 0° . Alat ini didesain untuk menggantikan theodolite dalam menentukan atau mengecek arah kiblat, utara sejati, menghitung tinggi Matahari dan menentukan waktu.⁶²



Gambar 2.14 Istiwa'aini⁶³

Komponen dari istiwa'aini yaitu:

- Dua tongkat istiwa'

⁶² Qulub, *Ilmu Falak Dari Sejarah Ke Teori Dan Aplikasi*, 172.

⁶³ Rukyatul Hilal Indonesia (RHI), "Istiwa'aini Alat Ukur Kiblat Karya Kyai Samet Hambali," last modified 2020, accessed April 13, 2023, <https://rukkyatulhilal.org/?p=362>.

Istiwa'aini memiliki dua tongkat istiwa' yang diletakkan di titik 0° dan pusat lingkaran. Tongkat istiwa' yang berada di titik 0° memiliki fungsi untuk kamera pembidik untuk mendapatkan posisi Matahari melalui bayangannya serta tempat dimulainya pengukuran arah kiblat, utara sejati dan lain-lain. Tongkat istiwa' yang berada di pusat lingkaran berfungsi untuk acuan sudut dalam lingkaran dan acuan benang sebagai petunjuk arah kiblat, utar sejati dan sebagainya. Penempatan tongkat istiwa' harus benar-benar focus dan berdiri tegak lurus agar data yang dihasilkan akurat.

- **Lingkaran Dasar Tongkat Istiwa' (Bidang Dial)**

Bidang dial memiliki bentuk lingkaran yang memiliki fungsi sebagai alas dan tempat tongkat istiwa', penangkap bayang-bayang Matahari yang dihasilkan oleh tongkat istiwa'. Bidang dial ini terdapat skala angka $0^\circ - 360^\circ$.

- **Bidang level**

Bidang level adalah alas untuk lingkaran dasar tongkat istiwa' yang dilengkapi dengan tripod yang dapat diputar untuk menaikkan atau menurunkan bidang dial dan bidang level sehingga bidang dial dan bidang level benar-benar datar atau horizontal serta dapat menguatkan dan mendatarkan komponen-komponen yang ada di atasnya. Tripod ini

dilengkapi dengan mur dan posisinya berada yang berada dibawahnya bidang level.

Bidang level memiliki bentuk yang lebih lebar daripada bidang dia yang bentuknya segi delapan, ditengah-tengah segi delapan terdapat mur untuk memasang tongkat istiwa'dan di tepi bidang terdapat tiga mur untuk tripod.

- Benang

Benang berfungsi untuk menarik garis kiblat yang ditarik dri tongkat istiwa' yang berada di titik pusat kea rah bilangan atau angka beda azimuth antara azimuth kiblat dengan azimuth Matahari. benang juga berfungsi sebagai penunjuk arah atau utara sejati yang ditarik dari tongkat istiwa' yang berada di pusat lingkaran sampai di luar lingkaran.⁶⁴

Pengukuran arah kiblat dengan menggunakan Istiwaaini mempunyai beberapa syarat yang harus dipenuhi. Adapun persyaratannya yaitu:⁶⁵

1. Tongkat istiwa' yang di titik pusat lingkaran harus benar-benar berada di titik pusat dalam posisi tegak lurus.

⁶⁴ Qulub, *Ilmu Falak Dari Sejarah Ke Teori Dan Aplikasi*, 173–176.

⁶⁵ Slamet Hambali, “Uji Kelayakan Istiwa’aini Sebagai Alat Bantu Menentukan Arah Kiblat Yang Akurat,” in *Makalah Seminar Nasional Uji Kelayakan Istiwa’aini Sebagai Alat Bantu Menentukan Arah Kiblat Yang Akurat* (Semarang: IAIN Semarang, 2013), 7.

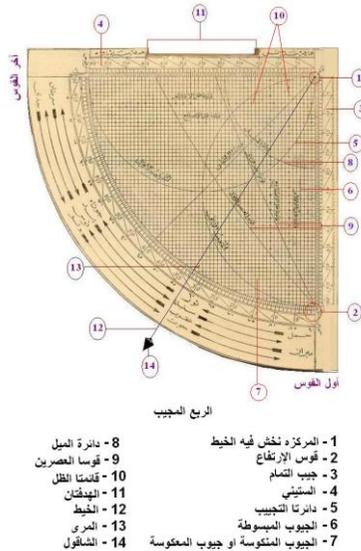
2. Lingkaran yang dijadikan landasan kedua tongkat Istiwa' harus benar-benar dalam posisi datar.
3. Tongkat istiwa' yang berada di titik 0° harus benar-benar di titik 0° dalam posisi tegak lurus.

Langkah-langkah penggunaan alat ini sangat mudah. Posisikan bayangan gnomon yang berada di titik 0° berhimpit dengan garis 0° , bersamaan dengan itu catat waktunya. Hitunglah *azimuth* kiblat tempat tersebut, sudut waktu Matahari, *azimuth* Matahari dan beda *azimuth* antara *azimuth* kiblat dan *azimuth* Matahari. Setelah diketahui beda azimutnya, maka penentuan arah kiblat dapat dilakukan dengan cara menarik benang dari tongkat istiwa' yang berada di pusat lingkaran sebesar beda azimut. Arah benang dari tongkat istiwa' di titik pusat menunjukkan arah kiblat tempat tersebut.

e. Menggunakan Rubu'Mujayyab

Rubu' Mujayyab atau *Quadrant Sinus* (istilah ini murni berasal dari bahasa Arab, *Rubu'* berarti Seperempat dan *Mujayyab* berarti sinus) adalah sebuah alat yang dipergunakan untuk menghitung sudut benda- benda angkasa, menghitung waktu, menentukan waktu salat, kiblat, posisi matahari dalam berbagai macam konstelasi sepanjang tahun. Susiknan mendefinisikan "*quadrant* adalah suatu alat untuk menghitung fungsi *goniometris*

yang sangat berguna untuk memproyeksikan peredaran benda langit pada lingkaran vertikal.⁶⁶



Gambar 2.15 Rubu' Mujayyab⁶⁷

Berikut adalah bagian-bagian dari Rubu' Mujayyab:

- *Markaz*: titik sudut siku-siku rubu' yang memiliki lubang kecil yang dapat dimasuki benang.
- *Khoit*: benang yang terdapat pada lubang *markaz* dan keluar sepanjang melebihi badan rubu' mujayyab yang diakhiri dengan bandul (*syakul*) yang berfungsi

⁶⁶ Ardliansyah, “Kajian Perangkat Hisab Rukyat Nusantara (Rubu' Mujayyab Dan Astrolabe Dalam Hisab Awal Waktu Salat),” 7.

⁶⁷ “Rubu Simulator,” <http://liekwasil.blogspot.com/2012/08/rubu-simulator.html>.

sebagai alat penghitung, dan diantaranya terdapat muri.

- *Syakul*: bandul yang terdapat pada ujung *khoit*.
- *Muri*: benang kecil yang menempel pada *khoit*.
- *Qous al-irtifa'*: busur utama yang bernilai 0° sampai 90° dalam dua arah yang mengelilingi rubu' mujayyab diantara *jaib altamam* dan *al-sittiny*, dengan di bagian ujung busurnya terdapat nama-nama buruj pada setiap skala 30° dan 1° bernilai 60 menit. Adapun permulaan perhitungan (awal *qous*) dimulai dari arah kanan orang yang melihat.
- *Jaib al-tamam*: garis di sisi kanan rubu' mujayyab yang menghubungkan *markaz* dengan awal *qous*. Dan di dalamnya terdapat nilai dengan skala 0 sampai 60 yang dimulai dari *markaz* sebagai awal *jaib*, dimana setiap nilai dihubungkan oleh *jujub al-mankusah* ke *qous al-irtifa'*.
- *Al-sittiny*: garis pada sisi kiri rubu' mujayyab yang menghubungkan *markaz* dengan akhir *qous*, dengan skala yang sama dengan *jaib al tamam*, dan setiap skala nilainya dihubungkan oleh *jujub al-mabsuthoh* ke *qous al- irtifa'*.
- *Jujub al-mankusah*: garis-garis lurus yang ditarik dari nilai *jaib* pada *jaib al-tamam* menuju nilai *qous* pada *qous al-irtifa'*.

- *Juyub al-mabsuthoh*: garis-garis lurus yang menghubungkan bilai *jaib* pada *jaib al-tamam* dengan nilai *qous* pada *qous al-irtifa'*.
- *Hadafatain*: dua tonjolan yang terletak diatas *al-sittiny*, yang berfungsi sebagai sirkulasi cahaya untuk lubang *hadafah*.
- *Lubang hadafah*: lubang didalam yang terletak segaris dengan garis *al-sittiny* (antara *markaz* dan akhir *qous*). Berfungsi sebagai teropong dalam mengukur ketinggian atau kedalaman suatu benda.
- *Dairot al-mail al-a'dhom*: berbentuk busur seperempat lingkaran yang menggambarkan deklinasi maksimum matahari sebesar 23 menit.
- *Qows al-ashr*: garis lengkung yang ditarik dari awal *qous* hingga ke *as- sittiny* pada *jaib*.
- Batang setatif: tiang penyangga yang terdiri dari batang tiang dan kaki statif yang berfungsi untuk mempermudah mengukur, khususnya ketinggian.⁶⁸

⁶⁸ Moh Yusuf Faizin, "Kalkulator Klasik Bernama Rubu' Mujayyab," *Kata Falak*, last modified 2021, accessed April 6, 2023, <https://katafalak.com/kalkulator-klasik-bernama-rubu-mujayyab/>.

f. Menggunakan Qibla Laser



Gambar 2.16 Qibla Laser

Qibla Laser adalah alat sederhana ciptaan Fahrin, sarjana Fakultas Syari'ah Jurusan Ilmu Falak IAIN Walisongo Semarang. Alat ini mempunyai fungsi sama seperti Theodolitee, menjadikan Matahari dan Bulan sebagai acuan untuk menentukan arah kiblat.⁷⁵ Karena fungsi-fungsinya mirip dengan Theodolite, maka cara penggunaannya pun juga mirip dengan cara kerja Theodolite. berikut adalah langkah-langkah penentuan arah kiblat menggunakan Qibla Laser:

- Persiapkan alat-alat yang diperlukan seperti penggaris, lakban, *waterpass*, dan GPS untuk menentukan lintang dan bujur tempat
- Siapkan data yang diperlukan seperti lintang tempat, bujur tempat tanggal dan waktu pengukurann. Untuk

mengetahui lintang, bujur dan waktu akan lebih baik jika menggunakan GPS atau dengan media lain seperti *google earth*, GPS dari android dan lain sebagainya.

- Jalankan program posisi Matahari dan Bulan pada PC atau media lain yang mendukung program *Microsoft office Excel* seperti *handphone*, *notebook*, dsb. Kemudian masukkan data-data yang diperlukan pada tabel posisi Matahari dan Bulan sesuai dengan kolom yang telah disediakan. Setelah itu akan diketahui nilai azimuth kiblat, data azimuth Matahari dan azimuth Bulan, dan nilai Qibla Laser.
- Letakkan Qibla Laser di tempat yang datar dan strategis, kemudian letakkan *waterpass* diatas bidang dial putar untuk mengukur level bidang dial, jika belum sejajar atau seimbang maka dapat diatur dengan cara memutar *tripod*/kaki tiga yang telah terpasang pada bidang level hingga seimbang.
- Apabila Qibla Laser sudah terpasang dengan baik, perhatikan sinar Matahari dengan lubang pengintai, sedangkan untuk Bulan langsung membidik ke arah Bulan dan catatlah waktunya (waktu pengamatan).
- Setelah mendapatkan sinar Matahari atau arah Bulan, bidang dial diputar sampai menunjukkan angka nol derajat.

- Putarlah bidang dial sebesar nilai qibla laser berdasarkan nilai arah kibla yang tertera dalam tabel posisi Matahari dan Bulan.
- Setelah qibla laser mengarah pada nilai qibla laser, maka arah tersebut adalah arah kiblat tempat pengamat.
- Bidiklah dengan menggunakan laser.
- Hasil yang ditunjukkan laser adalah arah kiblat.

g. Menggunakan Busur Derajat



Gambar 2.17 Busur Derajat⁶⁹

Busur derajat atau biasa disebut dengan nama “busur” adalah alat pengukur sudut yang berbentuk setengah lingkaran yang memiliki sudut sebesar 180° dan juga yang berbentuk satu lingkaran dengan besar sudut 360° . Cara penentuan arah kiblat dengan

⁶⁹Alibaba.com, “Alat Peraga Pengajaran Busur Derajat,” <https://indonesian.alibaba.com/product-detail/50cm-Plastic-Removable-Handle-Teaching-Protractor-733176993.html>.

menggunakan busur derajat yaitu letakkan pusat busur pada titik perpotongan garis utara-selatan dan barat-timur. Kemudian tandai besar sudut kiblat tempat yang dicari. Tarik garis dari titik pusat menuju tanda yang tadi, garis tersebut adalah arah kiblat.⁷⁰

h. Menggunakan Theodolite

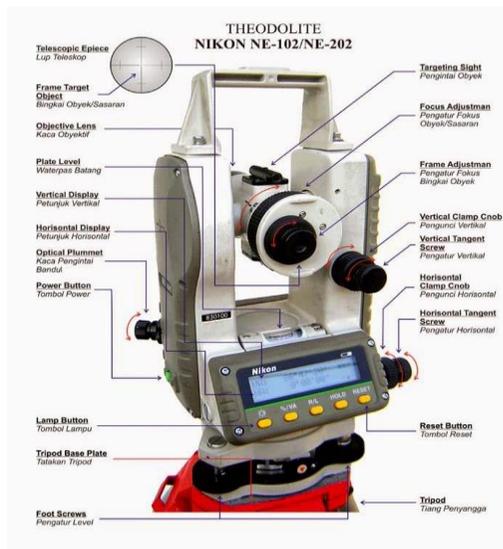
Theodolite adalah salah satu instrumen optik survey yang digunakan untuk mengukur sudut dan arah hingga skala detik busur ($1/3600^\circ$). Sampai saat ini theodolite dianggap sebagai instrumen yang paling akurat daripada instrument yang lainnya dalam metode penentuan arah kiblat. Berdasarkan tingkat ketelitiannya, theodolite dibagi menjadi:

- Tipe T0 (ketelitiannya rendah sampai $20''$, tidak teliti)
- Tipe T1 (ketelitiannya $20''-5''$, agak teliti)
- Tipe T2 (ketelitiannya sampai $1''$, teliti)
- Tipe T3 (ketelitiannya sampai $0.1''$, teliti sekali)
- Tipe T4 (ketelitiannya sampai $0.01''$, sangat teliti)
- Theodolite tipe analog yang pengoperasiannya lebih mudah daripada tipe digital, seperti Nikon, Topcon, Leica, Sokkia dan sebagainya.⁷¹

⁷⁰ Izzudin, *Ilmu Falak Praktis*, 69.

⁷¹ Izzuddin, *Tipologi Dan Metode-Metode Penentuan Arah Kiblat (Dari Sejarah, Latar Belakang Dan Akurasinya)*, 96.

Theodolite merupakan inovasi dari astrolabe dan rubu' mujayyab, yang kegunaannya untuk pengukuran sudut horizontal (*horizontal angle*) dan sudut vertikal (*vertical angle*) dengan acuan benda-benda langit misalnya Matahari, Bulan dan lain-lain. Pada ilmu geologi dan ilmu geodesi, theodolite digunakan sebagai piranti pemetaan tata letak bumi. Dilihat dari fungsinya tersebut maka theodolite diaplikasikan pada ilmu falak untuk mengukur azimuth dan ketinggian benda langit, utara sejati sudut arah kiblat, serta pengamatan benda-bnda langit.⁷²



Gambar 2.18 Theodolite dan Komponennya⁷³

⁷² Qulub, *Ilmu Falak Dari Sejarah Ke Teori Dan Aplikasi*, 263.

⁷³ “Theodolite,” last modified 2015, <http://andipuja3s.blogspot.com/2015/03/theodolite.html>.

Theodolite memiliki beberapa komponen seperti pada gambar diatas, diantaranya:

1. *Objective lens* (Lensa objektif) berfungsi sebagai pembidik objek, lensa ini memiliki sifat bayangan nyata terbalik dan diperkecil.
2. *Ocular lens/ telescope eyepiece* (Lensa okuler) berfungsi sebagai lensa negatif atau lensa mata untuk mengamati atau melihat objek.
3. *Frame target object* (Bingkai objek) biasa disebut dengan diafragma, fungsinya untuk melihat sasaran tepat di tengah-tengah teropong.
4. *Waterpass/ level* (Nivo kotak dan nivo tabung) berfungsi untuk mengukur atau mendatarkan theodolite.
5. *Vertical display* (Display vertikal) berfungsi untuk menampilkan hasil pengukuran vertikal.
6. *Horizontal display* (Display horizontal) berfungsi untuk menampilkan hasil pengukuran horizontal.
7. *Optical plummet* (Kaca pengintai bandul) berfungsi untuk melihat focus bandul.
8. *Power button* (Tombol power) berfungsi untuk mengaktifkan theodolite.
9. *Lamp button* (Tombol lapu) berfungsi untuk mehidupkan lampu.
10. *Tripod base plate* (Tatakan tripod) berfungsi sebagai penyangga theodolite yang ada pada tripod.

11. *Foot screws* (Pengatur level) berfungsi untuk mengatur gelembung nivo tabung.
12. *Tergetting sight* (Pengintai objek) berfungsi untuk melihat dan mengarahkan teropong ke objek.
13. *Focus adjustment* (Pengatur fokus objek) berfungsi untuk memperjelas objek.
14. *Frame adjustment* (Pengatur fokus bingkai objek) berfungsi untuk memperjelas keberadaan benang diafragma.
15. *Vertical clamp knob* (Pengunci vertikal) berfungsi untuk mengunci teropong agar tidak bergerak ke arah vertikal.
16. *Vertical tangent screw* (Pengatur vertikal) berfungsi untuk mengatur gerakan halus vertikal, untuk menepatkan bidikan atau benang diafragma mendatar pada tinggi bidikan yang dikehendaki.
17. *Horizontal clamp knob* (Pengunci horizontal) berfungsi untuk mengunci teropong agar tidak bergerak ke arah horizontal.
18. *Horizontal tangent screw* (Pengatur horizontal) berfungsi untuk mengatur gerakan halus horizontal, untuk menggerakkan bidikan atau benang diafragma tegak ke arah horizontal sehingga tepat pada sasaran.
19. *Reset button* (Tombol reset) berfungsi untuk mereset hasil pengukuran theodolite.

20. *Tripod* (Tiang penyangga) berfungsi untuk menyangga seluruh bagian theodolite.
21. Tempat baterai berfungsi sebagai dudukan baterai.
22. *Handle* (Pembawa) berfungsi sebagai pegangan saat theodolite dipindahkan.⁷⁴

Metode penentuan arah kiblat dengan menggunakan theodolite, berikut adalah langkah-langkahnya:

1) Persiapan theodolite

- Pasang tripod dengan benar, pasang ditempat yang datar, ketiga kakinya seimbang dan datar.
- Pasang theodolite di atas tripod, kemudian pasang lot/ statip.
- Atur nivo tabung agar datar, pastikan gelembung di tengah-tengah dan tidak berubah-ubah. Perhatikan nivo (*waterpass*) dalam segala arah, apabila theodolite tidak tegak lurus maka hasil dtanya menjadi tidak akurat atau bahkan salah.
- Cek dan pasang baterai pada tempat baterai yang berada di sisi samping theodolite.
- Hidupkan theodolite dengan cara tekan tombol *power button*.

2) Penentuan utara sejati

⁷⁴ Qulub, *Ilmu Falak Dari Sejarah Ke Teori Dan Aplikasi*, 266–267.

- Persiapkan data arah Matahari.
 - Bidik Matahari sesuai dengan jam yang telah ditentukan pada perhitungan, jangan melihat Matahari langsung dengan mata, gunakan filter atau dengan menggunakan kertas yang diarahkan pada teropong.
 - Kunci theodolite, kemudian nolkan.
 - Lepas kunci putar ke kanan sesuai dengan bilangan titik utara (data hasil perhitungan arah Matahari), kemudian nolkan. Theodolite sudah mengarah ke utara sejati.
- 3) Penentuan arah kiblat
- Persiapkan data *azimuth* kiblat.
 - Setelah theodolite mengarah ke utara sejati, lepas kunci theodolite kemudian putar searah jarum jam hingga angka *horizontal Angle* menunjukkan angka *azimuth* kiblat.
 - Kunci theodolite, theodolite mengarah ke arah kiblat.
 - Bidik dua titik di depan theodolite menggunakan lensa teropong.
 - Buat garis dengan menghubungkan kedua titik tersebut, maka garis tersebut adalah arah kiblat.⁷⁵

⁷⁵ Qulub, *Ilmu Falak Dari Sejarah Ke Teori Dan Aplikasi*, 272–274.

3. Ilmiah Alamiah

Metode penentuan arah kiblat ilmiah alamiah yaitu metode yang diawali dengan perhitungan kemudian diverifikasi secara alamiah di lapangan.⁷⁶ Berikut merupakan metode penentuan arah kiblat ilmiah alamiah:

a. Raşdul Kiblat

Raşdul kiblat adalah posisi Matahari berada tepat di atas Ka'bah, dimana posisi Matahari berkulminasi di titik zenith ka'bah. raşdul kiblat terjadi ketika lintang ka'bah memiliki nilai sama dengan deklinasi Matahari, sehingga bayangan benda yang terkena sinar Matahari menunjuk ke arah kiblat.⁷⁷ Raşdul kiblat terjadi dua kali dalam satu tahun yaitu setiap tanggal 27 dan 28 Mei pukul 11.57 LMT (waktu Makkah) serta tanggal 15 dan 16 Juli pukul 12.06 LMT. Jika diubah menjadi waktu Indonesia yaitu dengan menambah 4 jam 21 menit sehingga ketika tanggal 27 dan 28 Mei raşdul kiblatnya pukul 16.18 untuk Waktu Indonesia Barat (WIB)⁷⁸, pukul 17.18 untuk Waktu Indonesia Tengah (WITA), pukul 18.18 untuk Waktu Indonesia Timur (WIT). Ketika tanggal 15 Juli dan 16 Juli raşdul kiblatnya pukul 16.27

⁷⁶ Izzuddin, *Kajian Terhadap Metode-Metode Penentuan Arah Kiblat Dan Akurasinya*, 147.

⁷⁷ Slamet Hambali, *Ilmu Falak Arah Kiblat Setiap Saat*, 38.

⁷⁸ Azhari, *Ilmu Falak Perjumpaan Khazanah Islam Dan Sains Modern*, 54.

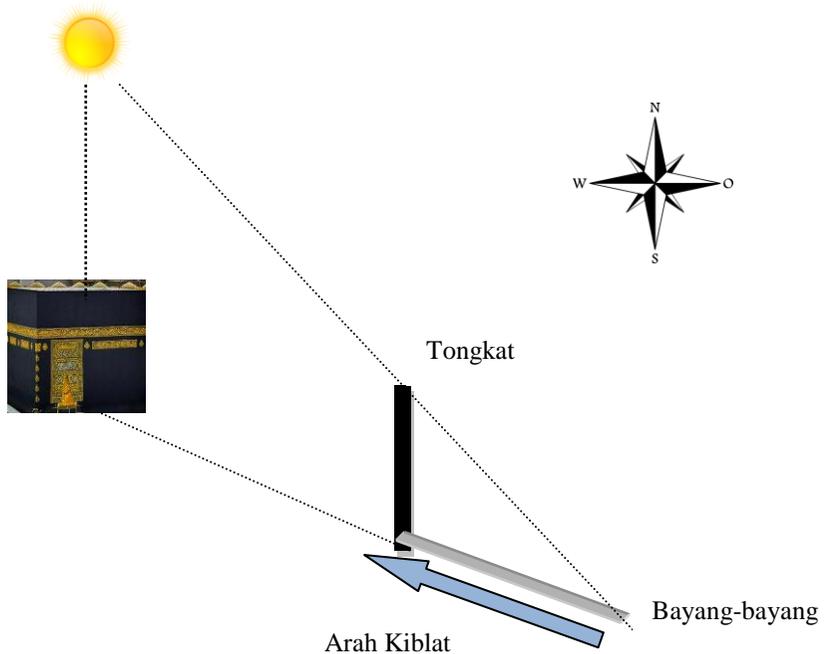
untuk Waktu Indonesia Barat (WIB), pukul 17.27 untuk Waktu Indonesia Tengah (WITA), pukul 18.27 untuk Waktu Indonesia Timur (WIT). Dilihat dari jamnya yang memungkinkan untuk penentuan arah kiblat dengan metode ini adalah seseorang yang tinggal di Indonesia bagian Barat dan Tengah, namun untuk yang Indonesia bagian Tengah memiliki waktu praktek sangat pendek dikarenakan sudah mendekati Matahari terbenam sehingga ketika Matahari terbenam bayangan benda tidak muncul. Sedangkan untuk Indonesia bagian Timur pada saat tersebut Matahari sudah terbenam sehingga tidak tercipta bayangan bendanya.

Penentuan arah kiblat menggunakan bayangan merupakan metode yang paling sederhana dan minim hambatan sehingga raşdul kiblat sangat mudah dilakukan. Hambatan muncul ketika cuaca tidak bersahabat yaitu berawan, mendung bahkan hujan. Raşdul kiblat sangat mudah dipraktikkan, tidak membutuhkan langkah-langkah yang rumit untuk mengetahui arah kiblat yaitu hanya memperhatikan arah jatuhnya bayangan benda yang tersinari Matahari, oleh karena itu raşdul kiblat dapat dilakukan oleh semua orang di semua tempat di permukaan Bumi, namun waktunya yang berbeda. Berdasarkan hal-hal tersebut umat Islam dianjurkan untuk tidak melewatkan kesempatan posisi Matahari di atas ka'bah sebagai momentum penentuan arah kiblat. Berikut

adalah langkah-langkah penentuan arah kiblat dengan metode rasdul kiblat:

- Letakkan benda tegak di tempat yang datar dan terkena sinar Matahari, dianjurkan bendanya yang ujungnya lancip.
- Amati jatuhnya bayangan yang terbentuk oleh sinar Matahari.
- Arah bayangan tersebut merupakan arah kiblat.⁷⁹

Gambar 2.19Rasdul Kiblat



⁷⁹ Azhari, *Ilmu Falak Perjumpaan Khazanah Islam Dan Sains Modern*, 54–56.

Bagi daerah yang tidak mendapatkan kesempatan melakukan penentuan arah kiblat dengan metode raşdul kiblat dikarenakan pada tanggal 27 Mei dan 28 Mei serta 15 Juli dan 16 Juli di daerah tersebut sudah gelap, maka dapat melakukan dengan metode menghitung jam raşdul kiblat lokal. Metode tersebut dapat dilakukan pada hari dan daerah manapun yang diinginkan. Berikut adalah langkah-langkah penentuan jam raşdul kiblat lokal:

1) Menentukan bujur Matahari (*Thulus as-syams*)

Bujur Matahari (*Thulus as-syams*) adalah jarak yang dihitung dari 0^{buruj} 0° sampai dengan Matahari melalui lingkaran ekliptika menurut arah berlawanan dengan putaran jarum jam.

- Rumus I Menentukan Buruj

- Untuk bulan 4 sampai bulan 12 yaitu bulan April sampai Desember, rumusnya: -4^{buruj} (Negatif 4 buruj).

- Untuk bulan 1 sampai bulan 3 yaitu bulan Januari sampai Maret, rumusnya: $+8^{\text{buruj}}$ (Positif 8 buruj)

- Rumus II Menentukan Derajat

- Untuk bulan 2 sampai bulan 7 yaitu bulan Februari sampai Juli, rumusnya: $+9^{\circ}$ (Positif 9 derajat).

- Untuk bulan 8 sampai bulan 1 yaitu bulan Agustus sampai Januari, rumusnya: $+8^\circ$ (Positif 8 derajat).⁸⁰

2) Menentukan selisih bujur Mathari (SBM) yaitu jarak yang dihitung dari Matahari sampai dengan buruj Khatulistiwa.

Rumus SBM yaitu:

- Jika Bujur Matahari (BM) $< 90^\circ$, maka rumus SBM= BM.
- Jika Bujur Matahari (BM) antara 90° sampai 180° , maka rumus SBM= $180^\circ - BM$
- Jika Bujur Matahari (BM) antara 180° sampai 270° , maka rumus SBM= $BM - 180^\circ$
- Jika Bujur Matahari (BM) antara 270° sampai 360° , maka rumus SBM= $360^\circ - BM$

3) Menentukan deklinasi Matahari (δ_0)

Deklinasi Matahari adalah jarak posisi Matahari dengan equator/ khatulistiwa diukur sepanjang lingkaran waktu, jika posisi Matahari di atas equator maka bernilai positif, jika di bawah equator maka bernilai negatif, dan ketika di equator nilainya adalah 0.

$$\sin \delta_0 = \sin SBM \times \sin 23^\circ 27' \text{ (Deklinasi terjauh)}$$

⁸⁰ Izzudin, *Ilmu Falak Praktis*, 47.

Keterangan:

SBM : Selisih Bujur Matahari

- Deklinasi Matahari bernilai positif jika posisi Matahari di sebelah utara equator ketika nilai BM 0^{buruj} sampai 5^{buruj} .
- Deklinasi Matahari bernilai negatif jika posisi Matahari di sebelah selatan equator ketika nilai BM 6^{buruj} sampai 11^{buruj} .⁸¹

Jadi untuk menentukan nilai deklinasi Matahari apakah positif atau negatif, maka setelah menghitung menggunakan rumus dilihat nilai BM nya kemudian sesuaikan dengan ketentuan seperti diatas.

4) Menentukan Raşdul Kiblat

Rumus Raşdul Kiblat:

1) $\text{Cotan A} = \text{Sin } \phi^x \times \text{Cotan AQ}$
2) $\text{Cos B} = \text{Tan } \delta_o \times \text{Cotan } \phi^x \times \text{Cos A}$
3) $\text{RQ} = (\text{A} + \text{B}) : 15 + 12$

Keterangan:

ϕ^x : Lintang tmpat

AQ : Azimuth Kiblat

A : Sudut bantu

B : Sudut bantu, jika nilai A positif maka nilai B

⁸¹ Izzudin, *Ilmu Falak Praktis*, 48.

negatif jika nilai A negatif maka nilai B positif.

RQ : Raşdul Kiblat

Hasil dari rumus diatas adalah jam, dimana masih berupa WH (Waktu Hakiki) maka perlu diubah menjadi Waktu Indonesia yaitu WIB atau WITA atau WIT tergantung daerah yang diinginkan.

5) Mengkonversi menjadi waktu daerah Indonesia

Waktu daerah Indonesia terbagi menjadi 3 yaitu Waktu Indonesia Barat (WIB) bujur daerahnya (λ^d) adalah 105° , Waktu Indonesia Tengah (WITA) bujur daerahnya (λ^d) adalah 120° , dan Waktu Indonesia Timur (WIT) bujur daerahnya (λ^d) adalah 135° .

Rumus Waktu Daerah:

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

Keterangan:

WD : Waktu Daerah

WH : Waktu Hakiki

λ^d : Bujur Daerah

λ^x : Bujur Tempat

Rumus diatas akan menghasilkan waktu raşdul kiblat lokal, jadi ketika waktu tersebut bayang-bayang

benda yang terkena sinar Matahari menunjukkan arah kiblat.⁸²

Jam raşdul kiblat juga dapat ditentukan dengan rumus sebagai berikut:

- 1) **Cotan U : Tan B x Sin ϕ^x**
- 2) **Cos (t-U) : Tan δ_o x Cos U : Tan ϕ^x**
- 3) **t : ((t-U) + U) : 15)**
- 4) **WH : Pk. 12 + t (Jika B= UB/ SB)**
WH : Pk. 12 - t (Jika B= UT/ ST)
- 5) **WD : WH - e + ($\lambda^d - \lambda^x$) : 15**

Keterangan:

U: Sudut bantu

t-U : Jika nilai U negatif maka t-U bernilai positif
 Jika nilai U positif maka t-U bernilai negatif

t : Sudut waktu Matahari

δ_o : Deklinasi Matahari

WH : Waktu Hakiki

WD : Waktu Daerah

e : *Equation of Time*

λ^d : Bujur Daerah

λ^x : Bujur Tempat

⁸² Izzudin, *Ilmu Falak Praktis*, 49–51.

Pengambilan data deklinasi Matahari dan *equation of time* dapat dilihat di Ephemeris, Almanak Nauktika, dan lain-lain.⁸³

G. Penentuan Awal Bulan Kamariah

Penentuan awal bulan kamariah pada penanggalan Hijriah berdasarkan pada revolusi Bulan atau peredaran Bulan mengelilingi Bumi, disebut dengan sistem kalender Hijriah atau *lunar system* atau tahun candra.⁸⁴ Kalender Hijriah dimulai sejak Nabi Muhammad hijrah dari Makkah ke Madinah, namun kalender Hijriah baru mulai diberlakukan 17 tahun setelahnya yaitu pada Khalifah Umar bin Khattab atas usulan dari Ali bin Abi Thalib.⁸⁵ Masyarakat Arab sudah mengenal pengelompokan waktu sebelum adanya kalender Hijriah, namun belum disusun secara sistematis seperti sistem penanggalan yang ada saat ini. Pada masa tersebut, masyarakat Arab sudah memberikan nama pada bulan-bulan selama satu tahun penanggalan, namun belum memberikan sebutan pada angka tahun hanya memberikan nama berdasarkan peristiwa penting yang terjadi pada tahun tersebut misalnya tahun

⁸³ Hambali, *Ilmu Falak 1: Penentuan Awal Waktu Shalat & Arah Kiblat Seluruh Dunia*, 192–193.

⁸⁴ Akh Mukharramkh, *Ilmu Falak: Dasar – Dasar Hisab Praktis* (Sidoarjo: Grafika Media, 2011), 121.

⁸⁵ Slamet Hambali, *Almanak Sepanjang Masa: Sejarah Sistem Peanggalan Masehi, Hijriah, Dan Jawa* (Semarang: Program Pascasarjana IAIN Walisongo, 2011), 57.

“Gajah” karena pada waktu itu terjadi penyerangan pasukan gajah yang dipimpin oleh raja Abrahah untuk menghancurkan ka’bah.⁸⁶

Penyebutan nama pada bulan-bulan dalam satu tahunnya didasarkan dari fenomena alam yang terjadi pada bulan tersebut.⁸⁷ Bulan *pertama* adalah bulan *Muharram*, pada bulan tersebut seluruh suku di semenanjung Arab telah sepakat untuk mengharamkan peperangan. Bulan *kedua* adalah *Safar* yang memiliki makna kuning, pada bulan tersebut yaitu sekitar bulan Oktober daun-daun mulai menguning. Bulan *ketiga* dan *keempat*, sekitar bulan November sampai Desember yang bertepatan dengan musim gugur, maka bulan itu disebut bulan *Rabiulawal* dan *Rabiulakhir*. Bulan *kelima* dan *keenam* bertepatan sekitar bulan Januari hingga Februari, pada masa itu adalah musim yang musim dingin atau musim beku (*Jumad*) maka nama bulannya adalah *Jumadilawal* dan *Jumadilakhir*. Bulan *ketujuh* terjadi sekitar bulan Maret, keadaan semenanjung Arab saat itu mulai mencair maka bulan ini disebut dengan bulan *Rajab*. Pada bulan *kedelapan* yakni bulan *Syakban* yang artinya lembah, karena pada saat itu masyarakat turun ke lembah untuk memulai mengolah pertanian dan peternakan. Bulan *kesembilan* adalah bulan *Ramadan* atau pembakaran, pada saat itu sedang panas, Matahari sangat terik. Dan pada bulan selanjutnya terjadi peningkatan musim panas, maka bulan tersebut disebut dengan bulan

⁸⁶ Muh. Hadi Bashori, *Penanggalan Islam: Peradaban Tanpa Penanggalan, Inikah Pilihan Kita?* (Jakarta: Elex Media Komputindo, 2013), 212–213.

⁸⁷ Hambali, *Almanak Sepanjang Masa: Sejarah Sistem Peanggalan Masehi, Hijriah, Dan Jawa*, 58.

Syawal (peningkatan).⁸⁸ Bulan berikutnya yakni bulan Zulkaidah, pada bulan ini masyarakat Arab terbiasa menjauhkan dari perang, dan lebih suka untuk duduk dirumah. Bulan terakhir yakni bulan Zulhijah, yaitu bulan dimana masyarakat Arab berbondong-bondong untuk melakukan ibadah haji.⁸⁹

Sistem penanggalan Hijriah merupakan sistem penanggalan yang didasarkan pada masa perjalanan Bulan mengelilingi Bumi dan bersama-sama dengan masa Bumi mengelilingi Matahari. Sehingga Bulan menjadi objek perhitungan, dan Hilal atau Bulan Sabit sebagai tanda pergantian bulan sebagaimana praktik bangsa Arab sebelumnya.⁹⁰ Pada kalender Hijriah, dalam satu kali edar membutuhkan waktu dengan lamanya 29 hari 12 jam 44 menit 2,5 detik. Untuk menghindari pecahan tersebut maka ditetapkan bahwa umur Bulan ada yang berumur 30 hari dan 29 hari. Bulan ganjil berumur 30 hari dan bulan genap berumur 29 hari. Kecuali bulan Zulhijah (bulan ke 12), akan berumur 30 hari pada tahun kabisat (tahun panjang).⁹¹ Jadi bulan ganjil yaitu bulan 1, 3, 5, 7, 9, dan 11 memiliki jumlah hari genap(30hari), sedangkan bulan genap yaitu bulan 2, 4, 6, 8, 10, dan 12 memiliki jumlah hari ganjil (29 hari).

⁸⁸ Mukharramkh, *Ilmu Falak: Dasar – Dasar Hisab Praktis*, 110–111.

⁸⁹ Bashori, *Penanggalan Islam: Peradaban Tanpa Penanggalan, Inikah Pilihan Kita?*, 213–214.

⁹⁰ Bashori, *Penanggalan Islam: Peradaban Tanpa Penanggalan, Inikah Pilihan Kita?*, 218.

⁹¹ Bashori, *Penanggalan Islam: Peradaban Tanpa Penanggalan, Inikah Pilihan Kita?*, 67.

H. Dasar Hukum Penentuan Awal Bulan Kamariah

1. Surah Al-Baqarah ayat 185

شَهْرُ رَمَضَانَ الَّذِي أُنزِلَ فِيهِ الْقُرْآنُ هُدًى لِّلنَّاسِ وَبَيِّنَاتٍ مِّنَ الْهُدَىٰ
وَالْفُرْقَانِ ۚ فَمَن شَهِدَ مِنْكُمُ الشَّهْرَ فَلْيَصُمْهُ ۗ وَمَن كَانَ مَرِيضًا أَوْ عَلَىٰ سَفَرٍ
فَعِدَّةٌ مِّنْ أَيَّامٍ أُخَرَ ۗ يُرِيدُ اللَّهُ بِكُمُ الْيُسْرَ وَلَا يُرِيدُ بِكُمُ الْعُسْرَ وَلِتُكْمِلُوا
الْعِدَّةَ وَلِتُكَبِّرُوا اللَّهَ عَلَىٰ مَا هَدَيْتُمْ وَلِعَلَّكُمْ تَشْكُرُونَ ﴿١٨٥﴾

“Bulan Ramadhan, bulan yang di dalamnya diturunkan (permulaan) Al Quran sebagai petunjuk bagi manusia dan penjelasan-penjelasan mengenai petunjuk itu dan pembeda (antara yang hak dan yang bathil). Karena itu, barangsiapa di antara kamu hadir (di negeri tempat tinggalnya) di bulan itu, Maka hendaklah ia berpuasa pada bulan itu, dan barangsiapa sakit atau dalam perjalanan (lalu ia berbuka), Maka (wajiblah baginya berpuasa), sebanyak hari yang ditinggalkannya itu, pada hari-hari yang lain. Allah menghendaki kemudahan bagimu, dan tidak menghendaki kesukaran bagimu. dan hendaklah kamu mencukupkan bilangannya dan hendaklah kamu mengagungkan Allah atas petunjuk-Nya yang diberikan kepadamu, supaya kamu bersyukur.” (Q.S Al-Baqarah [2]: 185)

Ayat tersebut menjelaskan bahwa ketika telah menyaksikan permulaan Bulan (Hilal) maka diwajibkan untuk puasa dan tidak ada alasan untuk tidak menjalankan puasa, baik sedang bermukim maupun sedang musafir serta sedang dalam keadaan yang sehat secara fisik.⁹²

⁹² Abdullah bin Muhammad bin Abdurrahman bin Ishaq Al-Sheikh, *Tafsir Ibnu Katsir: Jilid 1*, Cetakan 4. (Kairo: Mu-assasah Daar al-Hilal Kairo, 2005), 65.

2. Surah Al-Baqarah ayat 189

﴿ يَسْأَلُونَكَ عَنِ الْأَهِلَّةِ ۖ قُلْ هِيَ مَوَاقِيتُ لِلنَّاسِ وَالْحَجِّ ۗ وَلَيْسَ الْبِرُّ بِأَنْ تَأْتُوا الْبُيُوتَ مِنْ ظُهُورِهَا وَلَكِنَّ الْبِرَّ مَنِ اتَّقَىٰ ۗ وَأْتُوا الْبُيُوتَ مِنْ أَبْوَابِهَا ۗ وَاتَّقُوا اللَّهَ لَعَلَّكُمْ تُفْلِحُونَ ۝۱۸۹﴾

“Mereka bertanya kepadamu tentang bulan sabit. Katakanlah: “Bulan sabit itu adalah tanda-tanda waktu bagi manusia dan (bagi ibadat) haji; dan bukanlah kebajikan memasuki rumah-rumah dari belakangnya, akan tetapi kebajikan itu ialah kebajikan orang yang bertakwa. dan masuklah ke rumah-rumah itu dari pintu-pintunya; dan bertakwalah kepada Allah agar kamu beruntung.”(Q.S Al-Baqarah [2]: 189)

Pada ayat tersebut Allah mengajarkan Nabi Muhammad SAW menjawab pertanyaan sahabat mengenai manfaat Bulan bagi manusia yaitu untuk perhitungan waktu dan acuan melaksanakan ibadah seperti salat, puasa, haji dan lainnya serta urusan-urusan dunia. Allah menjelaskan bahwa perhitungan waktu itu menggunakan perhitungan bulan kamariah bukan perhitungan syamsiah, karena lebih mudah dan sesuai dengan pengetahuan bangsa Arab pada zaman tersebut.⁹³

⁹³ Kementerian Agama RI, *Al-Qur'an Dan Tafsirnya (Edisi Yang Disempurnakan)*, Jilid I (Jakarta: Widya Cahaya, 2015), 283–284.

3. Surah At-Taubah ayat 36

إِنَّ عِدَّةَ الشُّهُورِ عِنْدَ اللَّهِ اثْنَا عَشَرَ شَهْرًا فِي كِتَابِ اللَّهِ يَوْمَ خَلَقَ السَّمَوَاتِ
وَالْأَرْضَ مِنْهَا أَرْبَعَةٌ حُرْمٌ ذَلِكَ الدِّينُ الْقَيِّمُ فَلَا تَظْلِمُوا فِيهِنَّ أَنْفُسَكُمْ
وَقَاتِلُوا الْمُشْرِكِينَ كَافَّةً كَمَا يُقَاتِلُونَكُمْ كَافَّةً وَاعْلَمُوا أَنَّ اللَّهَ مَعَ
الْمُتَّقِينَ ﴿٣٦﴾

“Sesungguhnya bilangan bulan pada sisi Allah adalah dua belas bulan, dalam ketetapan Allah di waktu dia menciptakan langit dan bumi, di antaranya empat bulan haram. Itulah (ketetapan) agama yang lurus, Maka janganlah kamu menganiaya diri kamu dalam bulan yang empat itu, dan perangilah kaum musyrikin itu semuanya sebagaimana merekapun memerangi kamu semuanya, dan Ketahuilah bahwasanya Allah beserta orang-orang yang bertakwa.” (Q.S At-Taubah [9]: 36)

Ayat tersebut menjelaskan bahwa Allah SWT menetapkan periode orbit Bumi mengelilingi Matahari selama satu tahun setara dengan dua belas bulan yaitu dua belas kali kemunculan bulan sabit akibat Bulan mengitari Bumi atau disebut dengan bulan kamariah. Allah telah menetapkan jumlah bulan tersebut ketika menciptakan langit dan Bumi. Keteraturan periode orbit Bulan tersebut digunakan untuk acuan perhitungan waktu dan Allah menetapkan waktu untuk mengerjakan ibadah fardhu dan sunnah serta ketentuan lainnya.⁹⁴

⁹⁴ Lajnah Pentashihan mushaf Al-Qur'an, "Kemenag Alquran," *Qur'an Kemenag*, last modified 2022, <https://quran.kemenag.go.id/quran/per-ayat/surah/9?from=36&to=129>.

4. Hadis riwayat Bukhari

عَنْ نَافِعٍ عَنْ عَبْدِ اللَّهِ بْنِ عُمَرَ رَضِيَ اللَّهُ عَنْهُمَا أَنَّ رَسُولَ اللَّهِ ﷺ ذَكَرَ رَمَضَانَ فَقَالَ: لَا تَصُومُوا حَتَّى تَرَوْا الْهَيْلَالَ وَلَا تُفْطِرُوا حَتَّى تَرَوْهُ فَإِنْ غُمَّ عَلَيْكُمْ فَأَقْدُرُوا لَهُ (رواه البخارى)⁹⁵

“Dari Nafi’ dari Abdillah bin Umar bahwasanya Rasulullah SAW menjelaskan bulan amadan kemudian beliau bersabda: janganlah kamu bepuasa sampai kamu melihat hilal dan (kelak) janganlah kamu berbuka sebelum melihatnya lagi. Jika tertutup awan maka perkirakanlah”. (HR. Bukhari)⁹⁶

I. Hisab dan Rukyat dalam Penentuan Awal Bulan Kamariah

Hisab rukyat awal bulan kamariah merupakan pembahasan klasik namun actual yang sering diperdebatkan, terutama di tiga bulan penting bagi umat Islam yaitu Ramadan, Syawal, dan Dzulhijjah. Tiga bulan tersebut sering dibahas dan terjadi perbedaan karena berkaitan erat dengan ibadah penting umat Islam yaitu awal dan akhir puasa, idul fitri, idul adha serta haji. Selain itu perbedaan yang terjadi juga berpengaruh dalam menentukan hari-hari besar lainnya seperti tahun baru Hijriah, peringatan Maulid Nabi, peringatan Isra’ Mi’raj serta peringatan Nuzulul Qur’an. Terjadinya perbedaan dikarenakan adanya perbedaan pemahaman terhadap dalil-dalil hisab dan rukyat sehingga menyebabkan perbedaan pedoman dalam penentuan awal bulan kamariah. Perlu

⁹⁵ Al-Bukhārī, *Saḥiḥ Al-Bukhārī*, 470.

⁹⁶ Ibnu Hjar Al Asqalani, *Fathul Baari Syarah: Sahih Bukhari/ Al Imam Al Hafizh Ibnu Hajar Al Asqalani* (Jakarta: Pustaka Azzam, 2014), 55–56.

adanya kehati-hatian dalam menentukan awal bulan kamariah, karena berhubungan dengan ibadah yang apabila terjadi kesalahan maka akan berakibat pada sah tidaknya ibadah yang dilakukan bahkan menjadi haram.

Di Indonesia terdapat dua kelompok besar dalam penentuan awal bulan kamariah yaitu kelompok hisab (menentukan awal bulan kamariah menggunakan perhitungan astronomis yang menyangkut matematik) dan kelompok rukyat (menentukan awal bulan kamariah dengan melihat Bulan secara langsung)⁹⁷:

1. Hisab

Secara bahasa, kata “hisab” berasal dari bahasa arab *حَسَبَ - حَسَابًا - يَحْسِبُ - حِسَابًا* yang artinya bilangan atau hitungan.⁹⁸ Selain itu juga memiliki arti perhitungan, suatu kemuliaan dan kebaikan yang telah dilakukan oleh nenek moyang atau sesuatu yang mencukupi.⁹⁹ Menurut KBBI hisab berarti hitungan, perhitungan, dan perkiraan. Secara istilah hisab adalah suatu ilmu pengetahuan yang membahas sesuatu yang ada sangkut pautnya mengenai perhitungan.¹⁰⁰ Dalam referensi klasik, ilmu hisab serupa dengan ilmu falak adalah ilmu yang mempelajari benda-benda langit yaitu Matahari, Bumi, Bulan,

⁹⁷ Muh. Hadi Bashori, *Bagimu Rukyatmu Bagiku Hisabku*, Cetakan 1. (Jakarta: Pustaka Al-Kautsar, 2016), 19.

⁹⁸ Warson, *Al-Munawwir Kamus Arab-Indonesia*, 261.

⁹⁹ Moh. Murtadho, *Ilmu Falak Praktis*, Cetakan 1. (Malang: UIN Malang Press, 2008), 214.

¹⁰⁰ “Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) Daring.”

Planet, Bintang, dan lainnya.¹⁰¹ Dalam Al-Qur'an kata hisab diartikan untuk menjelaskan *yaumul hisab* (hari perhitungan). Kata hisab di dalam Al-Qur'an diulang sebanyak 37 kali yang semua katanya memiliki makna perhitungan dan tidak memiliki makna multitafsir (banyak arti).¹⁰²

Hisab yang berkaitan dengan sistem penentuan awal bulan kamariah adalah suatu sistem penentuan awal bulan Kamariah yang berdasarkan pada perhitungan benda-benda langit, Matahari dan Bulan. Dapat disimpulkan bahwa hisab adalah sistem perhitungan awal bulan kamariah yang berdasarkan pada perjalanan (peredaran) Bulan mengelilingi Bumi (revolusi Bulan).¹⁰³ Dalam Al-Qur'an kata hisab banyak disebut dan dipakai seperti yang dijelaskan diatas yang memiliki arti perhitungan, salah satunya dalam Surah Ghafir ayat 17 dan Surah Yunus ayat 5:

- Surah Ghafir ayat 17

الْيَوْمَ تُجْزَىٰ كُلُّ نَفْسٍ بِمَا كَسَبَتْ لَا ظُلْمَ الْيَوْمَ ۗ إِنَّ اللَّهَ سَرِيعُ
الْحِسَابِ

“Pada hari Ini tiap-tiap jiwa diberi balasan dengan apa yang diusahakannya. tidak ada yang dirugikan pada hari ini. Sesungguhnya Allah amat cepat hisabnya.”

¹⁰¹ Murtadho, *Ilmu Falak Praktis*, 214.

¹⁰² Tono Saksono, *Mengkompromikan Rukyat & Hisab* (Jakarta: Amythas Publicita, 2007), 120.

¹⁰³ Murtadho, *Ilmu Falak Praktis*, 215.

Firman Allah pada ayat ini memperjelas dan menguatkan mengenai ayat-ayat yang menyatakan mengenai pertemuan hari dimana pada hari tersebut semuanya akan nampak jelas, serta pada hari itu setiap yang dikerjakan di dunia oleh manusia akan diberi balasanya. Balasan yang diberi oleh Allah setimpal tidak ada yang dirugikan maupun dianiaya karena Allah Maha Bijaksana dan sangat cepat dalam dalam hisab-Nya. Hisab tersebut yang dimaksudkan adalah perhitungan.¹⁰⁴

- Surah Yunus ayat 5

هُوَ الَّذِي جَعَلَ الشَّمْسَ ضِيَاءً وَالْقَمَرَ نُورًا وَقَدَرَهُ مَنَازِلَ لِتَعْلَمُوا عَدَدَ السِّنِينَ وَالْحِسَابَ^ع

“Dia-lah 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)...”

Abdullah bin Muhammad Alu Syaikh dalam tafsir Ibnu Katsir, menafsirkan bahwa Allah SWT memberi kabar tentang ciptaan-Nya berupa tanda-tanda atas kekuasaan dan Keagungan-Nya. Sesungguhnya Allah menjadikan cahaya yang memancar dari Matahari sebagai sinar dan menjadikan cahaya bulan sebagai penerang. Sinar Matahari dan cahaya Bulan, keduanya berbeda dan tidak sama. Allah atas

¹⁰⁴ Lajnah Pentashihan mushaf Al-Qur’an Kemenag Al-Qur’an, “Kemenag Alquran,” *Qur’an Kemenag*, last modified 2022, <https://quran.kemenag.go.id/quran/per-ayat/surah/40?from=17&to=85>.

kekuasaan-Nya menjadikan Mataahri pada siang hari dan Bulan pada malam hari. Allah menentukan bulan pada manzilah-manzilah (tempat-tempat bagi perjalanan bulan), awalnya sinar Bulan yang terlihat dari Bumi itu kecil, kemudian cahaya dan bentuknya semakin bertambah sehingga Bulan menjadi penuh cahayanya dan sempurna pada fase purnama, kemudian kembali mengecil sampai menjadi seperti semula dalam waktu satu bulan.¹⁰⁵

Hisab yang digunakan dalam penentuan awal bulan kamariah didasarkan pada perhitungan benda langit, yakni Bumi, Matahari, dan Bulan. Dengan kata lain hisab adalah sistem perhitungan awal bulan kamariah yang berdasarkan pada perjalanan Bulan mengelilingi Bumi (revolusi Bulan). Dengan demikian penentuan awal bulan dapat ditentukan kapanpun dan tidak tergantung pada terlihatnya hilal saat tenggelamnya Matahari.¹⁰⁶

Semakin berkembangnya zaman para ulama juga semakin berkembang intelektualnya dibuktikan dengan banyak karya-karya yang ada, begitu juga dengan perhitungan hisab awal bulan kamariah yang selalu berkembang sehingga menghasilkan hasil yang akurat. Hisab yang digunakan dan berkembang di Indonesia dikelompokkan menjadi 3 yaitu:

¹⁰⁵ Abdullah bin Muhammad bin ‘Abdurrahman bin Ishaq Alu Syaikh Penerjemah M. Abdul Ghoffar, *Lubaabut Tafsir Min Ibni Katsiir Jilid 4* (Tanpa Tempat: Pustaka Imam Asy-Syafi’I, 2008), 313.

¹⁰⁶ Bashori, *Bagimu Rukyatmu Bagiku Hisabku*, 27.

- Hisab ‘Urfi

Peredaran Bulan mengelilingi Bumi selalu berkisar antara 29 hari dan 30 hari sehingga bulan kamariah juga memiliki jumlah hari 29 atau 30. Hal ini dikarenakan bulan berevolusi mengelilingi Bumi dalam 1 bulan sinodis yaitu dari ijtimak sampai dengan ijtimak yang akan datang rata-rata dibutuhkan waktu selama $29^h 12^j 44^m 3^d$. Dari data tersebut terciptalah sistem hisab ‘urfi yaitu hisab yang sangat sederhana yang hanya didasarkan pada garis-garis umumnya saja. Hisab ‘urfi memiliki umur bulan yang selalu bergantian antara 29 hari dan 30 hari, 29 hari diberlakukan untuk bulan genap dan 30 hari untuk bulan ganjil. Kecuali pada bulan Dzulhijjah ketika tahun kabisat umur bulannya adalah 30 hari.

Satuan masa (*Daurus al-sannah*) tahun Hijriah dalam hisab ‘urfi adalah 30 tahun, 11 tahun sebagai tahun kabisat dan 19 tahun sebagai tahun basithoh. Tahun kabisat jatuh pada tahun ke 2, 5, 7, 10, 13, 15, 18, 21, 24, 26 dan 29, selain tahun-tahun tersebut adalah tahun basithoh. Hisab ‘urfi dikategorikan pada hisab yang memiliki keakuratan yang rendah sehingga tidak dapat digunakan untuk penentuan awal bulan kamariah. Hal tersebut dikarenakan hisab ‘urfi menggunakan perkiraan yang masih kasar.¹⁰⁷

¹⁰⁷ Direktorat Urusan Agama Islam dan Pembinaan Syariah Islam, *Buku Saku Rukyat* (Jakarta: Direktorat Jenderal Bimbingan Masyarakat Kementerian Agama Republik Indonesia, 2021), 145–146.

- Hisab Taqribi

Hisab taqribi yaitu metode penentuan awal bulan kamariah dengan cara menghitung gerak Bulan di langit yang sebenarnya sehingga awal dan akhir bulan kamariah berdasarkan pada posisi atau perjalanan Bulan. Metode hisab ini menggunakan kaidah-kaidah data-data astronomis yang sederhana sehingga perhitungannya kurang teliti dan kurang akurat.¹⁰⁸ *Taqrib* memiliki arti mendekati, dimana data-data yang diperoleh masih berupa data perkiraan bukan data yang sebenarnya. Pada perhitungan metode hisab ini data hasil perhitungan yang diperoleh belum lengkap. Hasil yang muncul dari metode hisab ini berkisar pada konjungsi (*ijtima'*), ketinggian Hilal (*irtifa' al-hilal*), lama Hilal di atas ufuk (*mukts al-hilal*), cahaya Hilal (*nur al-hilal*). Hal tersebut belum bisa menjadi rujukan dan acuan untuk *rukyatulhilal*. Apabila digunakan untuk acuan *rukyatulhilal* maka seseorang akan kesulitan menentukan posisi Hilal saat Matahari tenggelam karena perhitungan ini belum ada perhitungan *azimuth* Hilal dan Matahari, sehingga memungkinkan sekali terjadi salah arah.¹⁰⁹

Hisab taqribi tidak seperti hisab 'urfi dimana umur bulan tidak selalu berumur 29 hari bagi bulan genap dan 30 hari bagi bulan ganjil, akan tetapi acuan dari hiab ini adalah

¹⁰⁸ Bashori, *Bagimu Rukyatmu Bagiku Hisabku*, 30.

¹⁰⁹ Bashori, *Bagimu Rukyatmu Bagiku Hisabku*, 33.

ijtima'. Apabila ijtima' terjadi sebelum Matahari terbenam maka ketika Matahari terbenam hilal sudah di atas ufuk sehingga besoknya sudah berganti bulan, sebaliknya jika ijtima' terjadi setelah Matahari terbenam ketika ghurub posisi hilal pasti masih dibawah ufuk sehingga dibulatkan menjadi 30 hari. Kitab yang termasuk pada hisab taqribi adalah *Sullam al-Nayyirain, Tadzkirah al-Ikhwan, Fath Rauf al-Manan, Al-Qawaid al-Falakiyah, Al-Syams wa al-Qamar bi Husban, Jadawil al-Falakiyah, Risalah al-Qamarain, Risalah al-Falakiyah, Risalah al-Hisabiyah, Risalah Syams al-Hilal, Hisab Qath'I dan lain-lain.*¹¹⁰

- Hisab Hakiki

Hisab hakiki adalah sistem hisab yang berdasarkan pada peredaran Bulan mengelilingi Bumi yang sebenarnya. Menurut hisab hakiki umur setiap bulan tidaklah selalu konstan dan tidak beraturan, akan tetapi tergantung pada posisi hilal setiap akhir bulan atau pada tanggal 29 bulan hijriah ketika Matahari terbenam. Berdasarkan hal tersebut umur bulan bisa jadi berumur 29 maupun 30 hari, dan bisa juga umur bulan seperti hisab 'urfi yang konstan. Hisab hakiki menggunakan data-data astronomis dan gerakan Bulan serta Bumi, selain itu juga menggunakan teoi segitiga bola.¹¹¹ Kitab yang menggunakan hisab hakiki adalah *Al-*

¹¹⁰ Islam, *Buku Saku Rukyat*, 146–147.

¹¹¹ Susiknan Azhari, *Ensiklopedi Hisab Rukyat*, Cetakan II. (Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2012), 78.

*Mathla' al-Said, Manahij al-Hamidiyah, Al-Khulasah al-Wafiyah, Muntaha Nataij al-Aqwal, Badi'ah al-Mitsal, Hisab Hakiki Menara Kudus, Nur al-Anwar, Ittifaq Dzat al-Bain, Markaz al-Flakiyah, dan lain-lain.*¹¹²

- Hisab *Hakiki bi al-Tahqiq* (Kontemporer)

Hisab *hakiki bi al-tahqiq* adalah salah satu metode hisab yang menggunakan hasil penelitian terakhir dan menggunakan teori-teori matematika yang telah dikembangkan. Metodenya sama dengan metode hisab hakiki namun sistem koreksinya lebih akurat dan teliti serta kompleks sesuai dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. Perhitungannya menggunakan rumus-rumus yang lebih sederhana sehingga untuk menghitungnya dapat dilakukan dengan kalkulator maupun Personal Computer (PC).

Hisab kontemporer, sesuai namanya kontemporer yaitu masa kini dimana perkembangan IPTEK sudah sangat maju sehingga dalam perhitungan hisab kontemporer menggunakan kalkulator dan computer. Rumus-rumus dalam penentuan awal bulan kamariah dapat diprogramkan melalui aplikasi yang ada di komputer bahkan dari rumus-rumus bisa dibuat menjadi aplikasi yang sangat memudahkan dalam menentukan awal bulan kamariah. Hasil perhitungan yang

¹¹² Islam, *Buku Saku Rukyat*, 148.

diperoleh lebih teliti dan akurat serta tidak membutuhkan waktu yang lama untuk mendapatkan hasilnya.¹¹³

Berikut adalah karya yang termasuk dalam hisab kontemporer adalah *New Comb*, *EW. Brown*, *Jean Meus*, *Almanak Nauktika*, *Astronomical Almanac*, *Ephemeris Hisab Rukyat*, *Islamic Calender*, *Mawaqit*, *AL-Falakiyah*, *Moon C52*, *Asto Info*, *MABIMS*, *BMG*, dan *Boscha ITB*.¹¹⁴

a. Data Astronomis Ephemeris Penentuan Awal Bulan Kamariah

Hisab awal bulan kamariah memerlukan data-data astronomis yang berkaitan dengan data Matahari dan Bulan. Berikut adalah data-data astronomis yang diperlukan dalam melakukan hisab awal bulan kamariah dalam ephemeris:

1) Data astronomis yang berkaitan dengan Matahari

- a) *Ecliptic Longitude* yang memiliki arti bujur astronomi Matahari, dalam bahasa Arab disebut dengan *at-taqwim/ ath-thul* (التَّقْوِيمُ/الطُّوْلُ) yaitu jarak Matahari dari titik aries diukur sepanjang lingkaran ekliptika. Di data ephemeris *ecliptic longitude* terdapat pada kolom kedua di tabel data Matahari yang disajikan dalam kurun waktu satu tahun yang dijabarkan per hari per jam, setiap jam nya terdiri dari derajat, menit dan detik (° ‘ “).

¹¹³ Direktorat Jenderal Bimas Islam dan Penyelenggara Haji, *Selayang Pandang Hisab Rukyat* (Jakarta: Direktorat Pembinaan Peradilan Agama, 2004), 21–22.

¹¹⁴ Islam, *Buku Saku Rukyat*, 149–150.

- b) *Ecliptic Latitude* yang artinya lintang astronomi Matahari, dalam bahasa Arab disebut dengan ‘*ardh asy-syamsi* (عَرْضُ الشَّمْسِ) yaitu jarak titik pusat Matahari dari lingkaran ekliptika. Di data ephemeris *ecliptic latitude* terdapat pada kolom pertama di tabel data Matahari yang disajikan dalam kurun waktu satu tahun yang dijabarkan per hari per jam, setiap jam nya terdiri dari derajat, menit dan detik (° ‘ “).
- c) *Apparent Right Ascension* atau sering disebut dengan *Asensiorekta*, dalam bahasa Arab adalah *ash-shu’ud al-mustaqim* atau *al-mathali’u al-baladiyyah* (الصُّعُودُ الْمُسْتَوِيمُ الْمَطَالِعُ الْبَلَادِيَّةُ) yaitu jarak Matahari dari titik aries dihitung sepanjang lingkaran equator. Di data ephemeris *apparent right ascension* terdapat pada kolom keempat di tabel data Matahari yang disajikan dalam kurun waktu satu tahun yang dijabarkan per hari per jam, setiap jam nya terdiri dari derajat, menit dan detik (° ‘ “).
- d) *Apparent Declination* atau deklinasi Matahari yaitu jarak Matahari dihitung dari equator. Deklinasi bernilai 0 ketika posisi Matahari berada di khatulistiwa yaitu pada tanggal 21 Maret dan 23 September. Bernilai positif ketika posisi Matahari berada di utara khatulistiwa. Bernilai negatif ketika posisi Matahari berada di selatan khatulistiwa. Di

data ephemeris *apparent declination* terdapat pada kolom kelima di tabel data Matahari yang disajikan dalam kurun waktu satu tahun yang dijabarkan per hari per jam, setiap jam nya terdiri dari derajat, menit dan detik (° ‘ “).

- e) *Semi Diameter* (SD_0), dalam bahasa Arab disebut *nişfu qatr asy-syams* (نِصْفُ قَطْرِ الشَّمْسِ) yaitu jarak titik pusat Matahari sampai piringan bagian luar Matahari. Di data ephemeris *semi diameter* terdapat pada kolom ketujuh di tabel data Matahari yang disajikan dalam kurun waktu satu tahun yang dijabarkan per hari per jam, setiap jam nya terdiri dari derajat, menit dan detik (° ‘ “).
- f) *Equation of Time* adalah perata waktu, dalam bahasa Arab disebut *ta'dil al-waqti* (تَعْدِيلُ الْوَقْتِ) yaitu selisih antara waktu kulminasi hakiki dengan waktu kulminasi rata-rata. Di data ephemeris *equation of time* terdapat pada kolom kesembilan di tabel data Matahari yang disajikan dalam kurun waktu satu tahun yang dijabarkan per hari per jam, setiap jam nya terdiri dari derajat, menit dan detik (° ‘ “).¹¹⁵
- g) *Refraksi*
- Refraksi (*Daqa'iqul Ikhtilaf*) artinya pembiasan sinar/ cahaya, adalah perbedaan antara

¹¹⁵ Jamil, *Ilmu Falak (Teori & Aplikasi)*, 131–132.

tinggi suatu benda langit yang terlihat dengan tinggi benda langit yang sebenarnya sebagai akibat adanya pembiasan sinar. Pembiasan sinar ini terjadi karena sinar yang datang ke mata kita telah melalui lapisan-lapisan atmosfer sehingga posisi benda langit tampak lebih tinggi dari posisi yang sebenarnya.¹¹⁶ Selain itu ada faktor lain yang mengakibatkan adanya refraksi yaitu perbedaan-perbedaan tingkat suhu dan kepadatan udara. Makin dekat dengan bumi, makin padat susunan udara, makin jauh dari bumi, maka makin berkurang susunan udara. Perbedaan suhu dan kepadatan udara ini akan mengakibatkan cahaya yang datang dari sebuah benda langit menjadi tidak tegak lurus (membelok). Sehingga benda langit tersebut lebih tinggi dari posisi sebenarnya. Semakin rendah posisi suatu benda langit semakin besar nilai refraksinya. Untuk benda langit yang sedang terbit dan terbenam, yaitu piringan benda langit bagian atas bersinggungan dengan ufuk, sebenarnya piringan bagian atas benda langit tersebut sudah berada 34' di bawah ufuk.

Tinggi benda langit 90° atau ketika di titik zenith nilai refraksinya adalah 0, benda langit tersebut tidak terjadi refraksi. Untuk tinggi benda

¹¹⁶ Muhyiddin Khazin, *Kamus Ilmu Falak* (Jogjakarta: Buana Pustaka, 2005), 19.

langit 90° sampai dengan 60° nilai refraksi suatu benda langit masih terlalu kecil, hanya bernilai beberapa detik derajat. Untuk ketinggian 60° sampai 10° nilai refraksi juga masih kecil, hanya bernilai beberapa menit derajat saja. Baru setelah 10° ke bawah nilai refraksi bertambah. Pada saat ketinggian 1° refraksi berjumlah 25', jika tinggi benda langit setengah derajat refraksi bernilai 29'. Kemudian apabila benda langit berada di ketinggian 0° (di ufuk) refraksi bernilai 34'.¹¹⁷

h) Kerendahan ufuk (Dip)

Kerendahan ufuk yaitu perbedaan kedudukan antara ufuk yang sebenarnya dengan ufuk yang terlihat oleh seorang pengamat. Dalam astronomi disebut *Dip* yang dapat dihitung dengan rumus¹¹⁸:

$$\text{Dip} = 0,0293 \sqrt{TT} \text{ atau } \text{Dip} = 0^\circ 1,76' \sqrt{TT}$$

Keterangan:

TT = Tinggi tempat dari permukaan laut (meter).

Ufuk dapat dibedakan menjadi tiga, yaitu Ufuk Hakiki, Ufuk Hissi, dan Ufuk Mar'i.

- Ufuk Hakiki atau Horizon Sejati adalah bidang datar yang melalui titik pusat bumi dan membelah bola langit dua bagian yang sama

¹¹⁷ Hambali, *Ilmu Falak 1: Penentuan Awal Waktu Shalat & Arah Kiblat Seluruh Dunia*, 73–75.

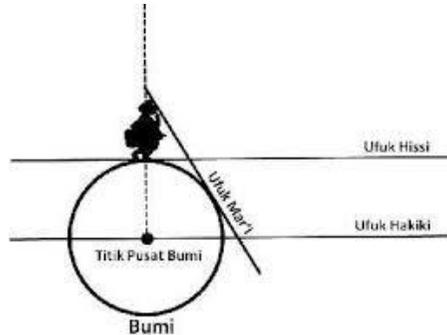
¹¹⁸ Khazin, *Kamus Ilmu Falak*, 33.

besar. Jarak ufuk sampai titik zenit adalah 90° dan jarak ufuk sampai nadzir juga 90° . Ufuk hakiki tidak dapat dilihat oleh pengamat.

- Ufuk Hissi atau Horizon Semu adalah bidang datar yang sejajar dengan ufuk hakiki mealalui mata pengamat. Jarak antara ufuk hakiki dan ufuk hissi adalah setengah garis tengah bumi ditambah dengan ketinggian mata si pengamat dari atas permukaan bumi. Ufuk hissi tidak dapat dilihat oleh pengamat.
- Ufuk Mar'i atau Horizon Pandang adalah bidang datar yang terlihat oleh mata kita di mana seakan-akan ada garis pertemuan antara langit dan bumi. Ufuk mar'i membentuk sudut dengan ufuk hissi dan ufuk hakiki yang kemudian sudut yang terbentuk disebut kerendahan ufuk. Besar kecilnya kerendahan ufuk ditentukan oleh tinggi rendahnya mata dipermukaan bumi, makin tinggi mata di atas permukaan bumi, makin besar pula sudut kerendahan ufuk.¹¹⁹ Oleh karena itu ketika seorang pengamat yang berada di pantai melihat Matahari sudah terbenam, ternyata yang di gunung Matahari belum terbenam.

¹¹⁹ Hambali, *Ilmu Falak 1: Penentuan Awal Waktu Shalat & Arah Kiblat Seluruh Dunia*, 75–76.

Gambar 2.20 Ufuk



Sumber: Hosen, Kilas Balik Kalender Hijriyah Indonesia

- 2) Data astronomis yang berkaitan dengan Bulan
 - a) *Apparent Longitude* adalah bujur astronomi Bulan, dalam bahasa Arab disebut *Thul al-qamar*. *Apparent longitude* adalah jarak antara titik aries sampai Bulan diukur sepanjang lingkaran ekliptika. Di data ephemeris *apparent longitude* terdapat pada kolom kedua di tabel data Bulan yang disajikan dalam kurun waktu satu tahun yang dijabarkan per hari per jam, setiap jam nya terdiri dari derajat, menit dan detik ($^{\circ}$ ‘ ‘’).
 - b) *Apparent Latitude* adalah lintang astronomi Bulan, dalam bahasa Arab dikenal dengan ‘*Ardhul al-qamar*. *Apparent latitude* adalah jarak antara Bulan dengan lingkaran ekliptika diukur sepanjang lingkaran kutub ekliptika. *Apparent latitude* memiliki nilai maksimum $5^{\circ} 8'$. Ketika Bulan berada di utara ekliptika maka nilai latitudenya positif, dan

ketika Bulan berada di selatan ekliptika maka nilainya adalah negatif. Di data ephemeris *apparent latitude* terdapat pada kolom ketiga di tabel data Bulan yang disajikan dalam kurun waktu satu tahun yang dijabarkan per hari per jam, setiap jam nya terdiri dari derajat, menit dan detik (° ‘ “).¹²⁰

- c) *Apparent Right Ascension* atau sering disebut dengan *Asensio rekta*, dalam bahasa Arab adalah *aş-şu'ud al-mustaqim* atau *al-maṭali'u al-baladiyyah* (الصُّعُودُ الْمُسْتَقِيمُ الْمَطَالِعُ الْبَلَادِيَّةُ) yaitu jarak dari titik aries sampai titik pusat Bulan dihitung sepanjang lingkaran equator. Di data ephemeris *apparent right ascension* terdapat pada kolom keempat di tabel data Bulan yang disajikan dalam kurun waktu satu tahun yang dijabarkan per hari per jam, setiap jam nya terdiri dari derajat, menit dan detik (° ‘ “).
- d) *Apparent Declination* atau deklinasi Bulan yaitu jarak Bulan dihitung dari equator. Deklinasi bernilai positif ketika posisi Bulan berada di utara equator dan bernilai negatif ketika posisi Bulan berada di selatan equator. Di data ephemeris *apparent declination* terdapat pada kolom kelima di tabel data Bulan yang disajikan dalam kurun waktu satu tahun yang

¹²⁰ Direktorat Urusan Agama Islam dan Pembinaan Syariah Direktorat Jenderal Bimbingan Masyarakat Islam, *Ephemeris Hisab Rukyat 2023* (Jakarta: Kementerian Agama RI, 2022), 2.

dijabarkan per hari per jam, setiap jam nya terdiri dari derajat, menit dan detik ($^{\circ}$ ‘ “).

- e) Horizontal Parallax, dalam bahasa Indonesia parallax adalah benda lihat, sedangkan dalam bahasa Arab disebut *Ikhtilafu al-mandhar* (اِخْتِلَافُ الْمَنْظَرِ). Horizontal parallax adalah besaran sudut yang dihitung dari titik pusat Bulan ketika di ufuk sampai titik pusat Bumi, tarik garis dari titik pusat Bulan saat itu ke permukaan Bumi. Di data ephemeris *horizontal parallax* terdapat pada kolom keenam di tabel data Bulan yang disajikan dalam kurun waktu satu tahun yang dijabarkan per hari per jam, setiap jam nya terdiri dari derajat, menit dan detik ($^{\circ}$ ‘ “).
- f) *Semi Diameter* (SD_0), dalam bahasa Arab disebut *nişfu qatr al-qamar* (نِصْفُ قَطْرِ الْقَمَرِ) yaitu jarak antara titik pusat Bulan sampai piringan bagian luar Bulan, atau disebut dengan jari-jari Bulan. Di data ephemeris *semi diameter* terdapat pada kolom ketujuh di tabel data Bulan yang disajikan dalam kurun waktu satu tahun yang dijabarkan per hari per jam, setiap jam nya terdiri dari derajat, menit dan detik ($^{\circ}$ ‘ “).
- g) *Angle Bright Limb* adalah sudut kemiringan hilal yaitu sudut kemiringan piringan hilal yang memancarkan sinar dikarenakan arah posisi hilal dari Matahari. Sudut kemiringan hilal diukur dari garis

yang menghubungkan titik pusat hilal dengan zenith ke garis yang menghubungkan titik pusat hilal dengan titik pusat Matahari dengan arah sesuai dengan perputaran jarum jam. Di data ephemeris *angle bright limb* terdapat pada kolom kedelapan di tabel data Bulan yang disajikan dalam kurun waktu satu tahun yang dijabarkan per hari per jam, setiap jamnya terdiri dari derajat, menit dan detik ($^{\circ}$ ‘ “).

h) *Fraction Illumination* (FIB)

Fraction Illumination adalah luas piringan Bulan yang tersinari oleh sinar Matahari yang tampak di Bumi. Ketika Bulan Purnama seluruh piringan Bulan tersinari oleh Matahari sehingga dari Bumi, Bulan berbentuk bulatan penuh dan pada saat purnama nilai FIB adalah 1 pas saat puncak purnama. Saat Bulan, Matahari, dan Bumi berada pada garis lurus akan terjadi Gerhana Matahari Total dan pada saat gerhana ini nilai FIB nya adalah 0.

Nilai FIB akan semakin kecil setelah bulan purnama dan akan semakin mengecil sampai pada nilai yang paling kecil. Nilai FIB paling kecil yaitu ketika ijtima' Matahari, Bulan, dan Bumi berada pada garis bujur yang sama. Setelah ijtima' nilai FIB akan semakin besar sampai mencapai nilai satu yaitu ketika bulan purnama. Data FIB dijadikan pedoman untuk mengetahui kapan terjadinya ijtima' dan bulan

purnama serta fase-fase Bulan yang lain. Di data ephemeris *fraction illumination* terdapat pada kolom kesembilan di tabel data Bulan yang disajikan dalam kurun waktu satu tahun yang dijabarkan per hari per jam, setiap jamnya terdiri dari derajat, menit dan detik (° ‘ “).¹²¹

b. Langkah-langkah Hisab Awal Bulan Kamariah

1. Menentukan bulan dan tahun yang ingin diketahui, maka yang diambil adalah tanggal 29 bulan sebelumnya. Misalnya menentukan awal bulan Ramadan, maka yang dicari adalah ijtima' pada tanggal 29 Sya'ban.

Menghitung Perkiraan 29 Sya'ban 1444 H

Waktu yang telah dilalui sebanyak 1443 tahun, 7 bulan, 29 hari.

1443 H : 30 tahun = 48 daur lebih 3 tahun

48 daur = 48 x 10631 hari = 510.288 hari

3 tahun = 3 x 354 + 1 hari = 1.063 hari

7 bulan = (30 x 4) + (29 x 3) = 207 hari

29 hari = = 29 hari +

511.587 hari

Selisih Kalender Masehi – Hijriah = 227.016 hari

Anggaran baru Gregorius = 13hari +

738.616 hari

511.587 : 7 = 73.083 lebih 6 = Rabu

¹²¹ Direktorat Urusan Agama Islam dan Pembinaan Syariah Direktorat Jenderal Bimbingan Masyarakat Islam, *Ephemeris Hisab Rukyat 2023*, 3.

$$511.587 : 5 = 102.317 \text{ lebih } 2 = \text{Pahing}$$

$$738.616 : 1461 = 505 \text{ siklus lebih } 811 \text{ hari}$$

$$505 \text{ siklus} = 505 \times 4 = 2020 \text{ tahun}$$

$$811 \text{ hari} = 811 : 365 = 2 \text{ tahun } 81 \text{ hari}$$

$$81 \text{ hari} = 2 \text{ bulan } 22 \text{ hari}$$

$$\text{Waktu yang dilewati} = 2022 \text{ tahun, } 2 \text{ bulan, } 22 \text{ hari}$$

Jadi 29 Sya'ban 1444 H bertepatan pada 22 Maret 2023 M

2. Menentukan kapan ijtima' atau konjungsi

a. *Fraction Illumination* (FIB) terkecil pada jam GMT.

b. *Ecliptic Longitude* (ELM) pada jam FIB terkecil GMT

c. *Apparent Longitude* (ALB) pada jam 18 GMT

d. Sabak Matahari (SM) perjam

ELM jam 18 GMT

ELM jam 19 GMT

e. Sabak Bulan (SB) perjam

ALB jam 18 GMT

ALB jam 19 GMT

$$f. \text{ Saat ijtima'} = \text{Jam FIB} + \frac{(\text{ELM} - \text{ALB}) + 7 \text{ jam}}{\text{SB} - \text{SM}}$$

3. Menghitung posisi dan keadaan hilal akhir Sya'ban 1444 H

a. Ijtima' akhir Sya'ban 1444 H terjadi pada Rabu Pahing tanggal 21 Maret

b. Menghitung tinggi Matahari

- 1) Deklinasi Matahari
- 2) *Equation of time*
- 3) Dip
- 4) Refraksi
- 5) Semi diameter

Tinggi Matahari : $h = 0 - sd - ref - Dip$

$$h =$$

- c. Menghitung sudut waktu Matahari terbenam (t_o)

$$\cos t_o = -\tan \phi^x \times \tan \delta_o + \sin h : \cos \phi^x : \cos \delta_o$$

- d. Menghitung saat Matahari terbenam

$$\text{Waktu Hakiki} = 12$$

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

- e. Menghitung Azimuth Matahari saat terbenam (A_o)

$$\text{Cotan } A_o = -\sin \phi^x : \tan t_o + \cos \phi^x \times \tan \delta_o : \sin t_o$$

$$\text{Azimuth Matahari} = 360^\circ - A_o$$

- f. Menentukan *apparent right ascension* Matahari

$$\text{Data 1 (A)} = \text{AR}_o \text{ 10 GMT} =$$

$$\text{Data 2 (B)} = \text{AR}_o \text{ 11 GMT} =$$

$$\text{Interpolasi} =$$

- g. Menentukan *apparent right ascension* Bulan

$$\text{AR}_\zeta \text{ 10 GMT} =$$

$$\text{AR}_\zeta \text{ 11 GMT} =$$

$$\text{Interpolasi} =$$

- h. Menentukan sudut waktu bulan (t_ζ)

$$t_\zeta = \text{AR}_o - \text{AR}_\zeta + t_o$$

- i. Menentukan deklinasi Bulan

$$\delta_{\zeta} 10 \text{ GMT} =$$

$$\delta_{\zeta} 11 \text{ GMT} =$$

Interpolasi

- j. Menentukan tinggi hilal hakiki (h_{ζ})

$$\sin h_{\zeta} = \sin \phi^x \times \sin \delta_o + \cos \phi^x \times \cos \delta_o \times \cos t_{\zeta}$$

- k. Koreksi yang dibutuhkan untuk hilal mar'i

- 1) Menentukan parallax untuk mengurangi tinggi hilal hakiki

- a) Menentukan horizontal parallax

$$\text{HP } 10 \text{ GMT} =$$

$$\text{HP } 11 \text{ GMT} =$$

$$\text{Interpolasi} =$$

- b) Menentukan parallax

$$\text{HP} \times \cos h_{\zeta} =$$

- c) Menentukan semi diameter

$$\text{SD } 10 \text{ GMT} =$$

$$\text{SD } 11 \text{ GMT} =$$

$$\text{Interpolasi} =$$

- d) Menghitung refraksi untuk menambah tinggi

$$\text{hilal hakiki} =$$

$$\text{Ref} =$$

$$\text{Ref} =$$

$$\text{Interpolasi} =$$

- l. Menghitung tinggi hilal mar'i (h'_{ζ})

$$h'_{\zeta} = h_{\zeta} - \text{parallax} + \text{sd} + \text{ref} + \text{Dip}$$

- m. Menghitung lama hilal diatas ufuk

$$\text{Lama hilal di ufuk} = h'_{\zeta} : 15$$

n. Menghitung azimut bulan (A_{ζ})

$$\text{Cotan } A_{\zeta} = -\sin \phi^x : \tan t_{\zeta} + \cos \phi^x \times \tan \delta_{\zeta} : \sin t_{\zeta}$$

o. Menghitung posisi hilal

$$\text{Posisi hilal} = A_o - A_{\zeta}$$

2. Rukyat

Rukyat secara bahasa berasal dari istilah bahasa Arab yaitu رؤية - رأي - يرى yang memiliki makna melihat dengan mata.¹²² Menurut Susiknan Azhari dalam Ensiklopedi Hisab Rukyat, ru'yah secara harfiah berarti melihat dan secara umum adalah melihat dengan mata kepala. Para ahli falak menyebut rukyat dengan *rukyyat al-hilal* merupakan metode rukyat yang berkaitan dengan penentuan awal bulan kamariah. *Rukyyat al-hilal* adalah melihat hilal atau mengamati hilal ketika Matahari terbenam diakhir bulan kamariah menjelang awal bulan kamariah dengan mata maupun teleskop.¹²³ Menurut Muhyiddin Khazin dalam Kamus Ilmu Falak *rukyyat al-hilal* adalah suatu upaya untuk melihat atau mengamati hilal di tempat terbuka yang terlihat ufuk Barat dengan mata telanjang atau menggunakan alat pada saat Matahari terbenam menjelang bulan baru hijriah. Apabila hilal berhasil terlihat maka keesokan harinya merupakan tanggal 1 bulan selanjutnya. Apabila

¹²² Warson, *Al-Munawwir Kamus Arab-Indonesia*, 460.

¹²³ Azhari, *Ensiklopedi Hisab Rukyat*, 183.

hilal tidak berhasil terlihat maka bulan yang sedang berlangsung digenapkan menjadi 30 hari.¹²⁴

Rukyat didasarkan pada hadits yaitu Rasulullah pernah bersabda tentang perintah berpuasa jika melihat hilal:

إِذَا رَأَيْتُمُوهَا هِلَالَ فَصُومُوا، وَإِذَا رَأَيْتُمُوهُ فَأَفْطِرُوا، فَإِنْ غَمَّ عَلَيْكُمْ فَأَقْدُرُوهُ

“Apabila kalian melihatnya (hilal Ramadan), maka berpuasalah, dan jika kalian melihatnya (hilal bulan baru), maka berbukalah. Tetapi jika mendung (tertutup awan) maka estimasikanlah (menjadi 30 hari).” (HR. Muslim)

Hadits tersebut menjelaskan bahwa dalam penentuan kapan puasa Ramadan ada dua metode yaitu dengan melihat hilal atau menyempurnakan (mengistimkalkan) menjadi genap 30 hari. Apabila menggunakan metode rukyat maka belum mengetahui kapan dimulainya Ramadan karena harus menunggu tanggal 29 Sya’ban untuk memastikan apakah hilal terlihat atau tidak. Kalimat *“Faqduru lahu”* memiliki beberapa pemaknaan; pertama, sempurnakanlah bulan Sya’ban 30 hari; kedua, jika hilal belum terlihat maka perkirakanlah bahwa hilal ada dibalik mendungnya awan; ketiga dengan hisab (perhitungan).

Ada hadis lain yang menjelaskan mengapa di zaman Rasulullah menggunakan rukyat bukan hisab dalam menentukan awal bulan Ramadan:

¹²⁴ Khazin, *Kamus Ilmu Falak*, 69.

حَدَّثَنَا آدَمُ حَدَّثَنَا شُعْبَةُ حَدَّثَنَا الْأَسْوَدُ بْنُ قَيْسٍ حَدَّثَنَا سَعِيدُ بْنُ عَمْرٍو أَنَّهُ
 سَمِعَ ابْنَ عُمَرَ رَضِيَ اللَّهُ عَنْهُمَا عَنِ النَّبِيِّ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ أَنَّهُ قَالَ إِنَّا
 أُمَّةٌ أُمِّيَّةٌ لَا نَكْتُبُ وَلَا نَحْسِبُ الشَّهْرَ هَكَذَا وَهَكَذَا يَعْنِي مَرَّةً تِسْعَةً وَعِشْرِينَ
 وَمَرَّةً ثَلَاثِينَ¹²⁵

“*Sesungguhnya umatku ummiy, tidak dapat menulis dan juga berhitung. Adapun bulan ini (Sya’ban/Ramadan) seperti ini dan seperti itu, yakni terkadang 29 hari dan terkadang 30 hari.*” (HR. Muslim)

Dua hadis diatak menjelaskan bahwa rukyat al-hilal digunakan untuk memastikan apakah bulan yang sedang berjalan memiliki umur 29 hari atau 30 hari. Jika hilal tidak terlihat, maka 1 bulan digenapkan menjadi 30 hari. Maka, hadis yang menyebutkan bahwasanya umat Nabi Muhammad SAW itu ummiy menjadi alasan mengapa saat itu tidak menggunakan hisab, karena belum adanya pengetahuan terkait dengan hisab.

Para astronom sudah sejak dahulu telah memprediksi kapan jilal terlihat dengan mengartikan kriteria visibilitas minimum. Visibilitas sendiri menurut KBBI memiliki makna keadaan dapat dilihat dan diamati,¹²⁶ jadi visibilitas hilal adalah keadaan dimana hilal dapat teramati dan dapat dilihat. Sampai sekarang banyak kriteria mengenai visibilitas hilal, antara lain sebagai berikut:

- Babylonian

¹²⁵ An-Naisābūrī, *Sahih Muslim*.

¹²⁶ “Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) Daring.”

Pada zaman orang-orang Babelonia mengembangkan visibilitas yang didasarkan pada data pengamatan yang telah dilakukan. Berikut adalah kriteria visibilitas hilal menurut Babelonia:

- 1) Selisih waktu Matahari terbenam dan Bulan terbenam > 48 menit.
 - 2) Perbedaan *assensioirecta* Matahari dan Bulan saat terbenam $> 12^\circ$.
 - 3) Umur Bulan > 24 jam.¹²⁷
- Ibn Tariq

Pada abad ke-delapan sampai ke-sepuluh para ahli falak melakukan penelitian untuk mengembangkan kriteria visibilitas hilal dan mereka menghasilkan tabel untuk perhitungan. Kriteria yang dikembangkan yaitu implikasi visibilitas hilal dengan ketinggian Bulan saat Matahari terbenam serta selisih waktu Matahari dan Bulan terbenam.

- Fotheringham-Maunder

Fotheringham pada tahun 1910 mengembangkan kriteria visibilitas Bulan berdasarkan pada data pengamatan Schmidt yang dibuat oleh Athena dalam kurun waktu 20 tahun. Data Schmidt telat menguraikan banyak data kenampakan atau ketidakkampakan Bulan. Fotheringham membuat diagram ketinggian Bulan saat Matahari terbenam dengan perbedaan

¹²⁷ Ing. Khafid, "Penentuan Garis Tanggal Kalender Hijriyah Serta Hisab, Awal Ramadhan, Syawal Dan Dzulhijah 1434 H," *Badan Informasi Geospasial* (2012): 1.

azimuth antara Matahari dan Bulan saat Matahari terbenam yang mengacu pada data dari Schmit. Kemudian pada tahun 1911 diagram Fotheringham diperbaiki oleh Maunder dengan menambahkan data observasi. Setelah revisi dari Maunder kriteria visibilitas Bulan dimodifikasi lagi oleh ahli astronomi India dengan menggambar garis sedikit lebih rendah dari Maunder, kriteria India tersebut yang pertama kali mengembangkan adalah Carl Schoch. Kriteria visibilitas hilal Fotheringham-Maunder bervariasi antara $8,5^\circ$ sampai 10° dan selisih sudut azimuth Bulan dan Matahari adalah 10° , sedangkan kriteria visibilitas hilal menurut Carl Schoch bervariasi antara $8,3^\circ$ dan selisih sudut azimuth Bulan dan Matahari adalah 10° sampai $9,4^\circ$.¹²⁸

- Bruin

Bruin pada tahun 1977 mempublikasikan rincian kriteria visibilitas hilal secara teoritis yang didasarkan pada lebar sabit dan ketinggian hilal. Kriteria lebar sabit (hilal) maksimal bernilai 0,5 menit, kemudian Ilyas memberikan pendapat agar memodifikasi kriteria tersebut menjadi maksimal lebar hilal hanya 0,25 menit. Kriteria Bruin merupakan cikal bakal atau pedoman untuk kriteria visibilitas modern.

¹²⁸ Ing. Khafid, "Penentuan Garis Tanggal Kalender Hijriyah Serta Hisab, Awal Ramadhan, Syawal Dan Dzulhijah 1434 H," 1–2.

- Odeh

Kriteria visibilitas hilal menurut Odeh adalah $7,5^\circ$ dan selisih sudut azimuth Bulan dan Matahari adalah 10° sampai $9,1^\circ$.

- Ilyas

Kriteria visibilitas hilal menurut Ilyas yaitu visibilitas hilal tergantung pada ketinggian hilal pada saat Matahari terbenam dan elongasi Matahari dan Bulan saat Matahari terbenam. Kemudian Ilyas memodifikasi dari metode Babilonia kuno dengan memperhitungkan lama hilal dengan merestitusi lintang misalnya jika lintang 0° maka lama hilal 41 menit, jika lintang 30° maka lama hilal 46 menit, jika lintang 40° maka lama hilal 49 menit dan jika lintang 50° maka lama hilal 55 menit. Tidak hanya sampai disini, Ilyas memodifikasi lagi kriteria yang pertama kali diuraikan sehingga kriteria visibilitas hilal menurut Ilyas adalah 4° dan selisih sudut azimuth Bulan dan Matahari adalah diatas 10°

- Shaukat

Kriteria Shaukat yaitu kriteria yang diajukan oleh Khalid Shaukat dan Komite Observasi Hilal di New York yang berbunyi kriteria hilal bergantung pada ketinggian Bulan (hilal) secara toposentrik ketika Matahari terbenam serta lebar hilal yang dihitung saat Matahari terbenam. Kriteria visibilitas Shaukat yaitu tinggi hilal saat Matahari terbenam lebih dari $3,4^\circ$ dan lebar hilal lebih dari 1. Lebar sabit dihitung dengan cara yang tidak standar. Kriteria Shaukat telah mengalami perbaikan

berturut-turut berdasarkan data pengamatan yang dikumpulkan.¹²⁹

- Yallop

Kriteria Yallop berkembang dari kriteria Bruin yang diciptakan oleh Bernard Yallop yang sebelumnya dari Royal Greenwich Observator Combridge UK. Kriteria ini menyajikan data mengenai 295 Bulan tidak dapat dilihat. Data tersebut disusun oleh Schaefer dan Dogget. Kriteria ini didasarkan pada ketinggian geosentris Bulan dan lebar hilal toposentris.

- Ibn Yunus

Ibn Yunus memiliki nama Ali bin Abdurrahman bin Ahmad bin Yunus al-Mishry merupakan ahli falak dari Mesir yang memiliki kemampuan dalam bidang falak. Kriteria visibilitas menurut Ibn Yunus yang didasarkan pada hasil pengkajian dan observasi adalah sebagai berikut:

1. Jarak busur minima 10 derajat.
2. Tinggi hilal minimal 6 sampai 6,5 derajat.
3. Busur edar atau mukts minimal 8 derajat.¹³⁰

- Kesepakatan Istanbul (Konferensi Almanak Islam tahun 1978 M)

¹²⁹ Ing. Khafid, “Penentuan Garis Tanggal Kalender Hijriyah Serta Hisab, Awal Ramadhan, Syawal Dan Dzulhijah 1434 H,” 2.

¹³⁰ Dedi Jamaludin, “Penetapan Awal Bulan Kamariah Dan Permasalahannya Di Indonesia,” *Al-Marshad* 5729, no. November (2018): 168, <http://jurnal.umsu.ac.id/index.php/almarshad>.

Kesepakatan Istanbul adalah hasil dari muktamar Internasional yang diadakan di Istanbul Turki pada tanggal 26-29 Dzulhijjah 1398 H yang bertepatan pada 27-30 November 1978 M. Indonesia ikut andil dalam muktamar tersebut sebagai peserta dalam muktamar. Muktamar tersebut menetapkan keputusan sebagai berikut:

1. Dasar penetapan hilal menggunakan *rukyatulhilal*, baik secara manual (mata telanjang) maupun observasi ilmiah.
 2. Masuknya awal bulan kamariah secara syar'i ditandai dengan wujudnya hilal di atas ufuk setelah Matahari terbenam dan setelah terjadi ijtimak atau konjungsi.
 3. Tinggi hilal minimal 5 derajat.
 4. Jarak sudut Bulan dan Matahari minimal 8 derajat.
- Kriteria LAPAN

Kriteria ini merupakan kriteria yang ditetapkan oleh Lembaga Antariksa dan Penerbangan Nasional (LAPAN) sebagai tindak lanjut Fatwa MUI tahun 2004 untuk mewujudkan adanya kriteria penetapan awal bulan kamariah yang nantinya digunakan pedoman bersama. Kriteria LAPAN didasarkan kajian astronomis berdasarkan data *rukyatulhilal* di Indonesia sejak tahun 1962 M sampai 1997 M. Kriteria LAPAN adalah sebagai berikut:

1. Umur hilal minimal 8 jam.
2. Tinggi hilal bergantung pada beda *azimuth* Bulan dan Matahari.

Beda <i>azimuth</i> Bulan-Matahari	Tinggi minimum hilal
0,0	8,3
0,5	7,4
1,0	6,6
1,5	5,8
2,0	5,2
2,5	4,6
3,0	4,,0

Berdasarkan tabl diatas kriteria ini menetapkan awal bulan ditandai dengan adanya kesesuaian antara beda *azimuth* dengan tinggi hilal, apabila salah satu tidak terpenuhi maka dianggap belum masuk bulan baru. Kriteria ini belum terrealisasikan dan belum terpublikasikan, karena perlu sosialisasi dengan baik terutama di kalangan ormas-ormas Islam.¹³¹

- Wujudul hilal

Kriteria wujudul hilal tidak berdasarkan pada visibilitas hilal, namun sederhana yaitu jika hilal sudah muncul di atas ufuk walaupun ketinggiannya 0,1 derajat dengan kata lain hilal tidak harus dapat diamati di lapangan tetapi sudah diyakinkan dengan perhitungan teliti bahwa hilal berada di atas ufuk. Kriteria ini mensyaratkan umur Bulan sudah positif artinya sudah terjadi konjungsi sebelum Matahari terbenam, dan lama

¹³¹ Dedi Jamaludin, “Penetapan Awal Bulan Kamariah Dan Permasalahannya Di Indonesia,” 167.

hilal juga sudah positif artinya hilal masih berada di atas ufuk saat Matahari terbenam. Kriteria-kriteria lainnya terus dikembangkan untuk mendapatkan kecocokan antara kriteria yang dibuat dengan hasil pengamatan hilal di lapangan.

Pada umumnya kriteria-kriteria yang dikembangkan mengkaitkan visibilitas hilal dengan unsur-unsur umur Bulan saat Matahari terbenam, ketinggian hilal dalam arti posisi Bulan harus berada di atas ufuk, kecerlangan hilal jika kecerlangan 100% maka lebar Bulan (hilal) sama dengan diameternya, sedangkan jika kecerlangan 50% maka lebar Bulan (hilal) sama dengan semidiameternya. Selanjutnya adalah memperhatikan lama hilal, lama hilal adalah selisih waktu antara Matahari terbenam dan Bulan terbenam. Seperti kita ketahui bahwa ru'yah harus dilakukan sesaat setelah Matahari terbenam sampai Bulan terbenam. Jadi adalah hal tidak mungkin untuk mengamati hilal apabila pada hari melakukan ru'yah ternyata Bulan terbenam mendahului Matahari. Dan juga, walaupun jarak waktu Matahari dan Bulan terbenam terlalu pendek, katakanlah beberapa detik saja, inipun mempunyai tingkat kemungkinan visibilitas hilal yang kecil. Visibilitas hilal dapat dikaitkan dengan jarak waktu terbenam antara Matahari dan Bulan terbenam, semakin lama jangka waktunya semakin besar kemungkinan hilal dapat diamati.

Ada lagi yang perlu diperhatikan adalah elongasi semakin besar sudut elongasinya, semakin besar pula kemungkinan hilal dapat dilihat. Hal ini disebabkan karena

pengaruh pencahayaan Matahari yang jauh lebih kuat menjadi berkurang tatkala posisi hilal menjauh dari posisi Matahari. Seringkali tinggi hilal sudah memenuhi syarat visibilitas hilal pada kriteria tertentu, namun karena beda azimutnya sangat kecil sehingga hilal tetap sulit untuk dilihat. Selanjutnya adalah beda azimuth yaitu jarak sudut antara Matahari dan Bulan pada bidang horison dapat diketahui dengan menghitung beda azimuth keduanya pada saat Matahari terbenam. Semakin besar beda azimuthnya, semakin besar pula kemungkinan hilal dapat dilihat. Seringkali beda azimuth ini dikombinasikan dengan ketinggian hilal dipakai untuk menghitung elongasi Matahari dan Bulan.

- **MABIMS**

MABIMS yaitu kriteria yang dikembangkan oleh Malaysia, Brunei Darussalam, Indonesia dan Singapura. Kriteria ini menyatakan bahwa hilal dapat terlihat ketika tinggi hilal minimal 2 derajat, umur Bulan 8 jam, dan sudut elongasi Bulan dan Matahari adalah 3 derajat. Kriteria MABIMS mengacu pada data-data keberhasilan pengamatan hilal yang pernah dilakukan, khususnya di Indonesia.¹³²

- **Neo MABIMS**

Neo-MABIMS yaitu konsep visibilitas hilal penentuan awal bulan kamariah yang merupakan bentuk perbaikan konsep penentuan awal bulan sebelumnya dimana ketinggian hilal 2° dengan elongasi 3° dan umur bulan minimal 8 jam. Gagasan

¹³² Khafid, "Penentuan Garis Tanggal Kalender Hijriyah Serta Hisab, Awal Ramadhan, Syawal Dan Dzulhijah 1434 H," 2–3.

perubahan ini bermula dari pertemuan Negara-negara anggota MABIMS di Jakarta tanggal 21-23 Mei 2014. Visibilitas hilal Neo-MABIMS mensyaratkan ketinggian hilal 3° dan elongasi $6,4^\circ$.¹³³

a. Persiapan Rukyat

Hal-hal yang perlu disiapkan dalam pelaksanaan *rukyatulhilal* yaitu *pertama* membentuk tim rukyat yang terdiri dari Departemen Agama sebagai koordinator, Pengadilan Agama yang menyediakan Hakim untuk menyumpah orang-orang yang melihat hilal, ORMAS (Organisasi Masyarakat), para Ahli yang membidangi, orang-orang yang mempunyai ketrampilan dalam *rukyatulhilal*. Tim tersebut bertugas untuk mempersiapkan *rukyatulhilal*, memilih lokasi rukyat dan merencanakan teknis pelaksanaan *rukyatulhilal*.¹³⁴ *Kedua*, menyediakan data-data yang disiapkan untuk *rukyatulhilal*, membuat peta rukyat. Dan yang *ketiga* adalah menyediakan peralatan dan perlengkapan *rukyatulhilal* misalnya instrument untuk pengamatan, jam untuk melihat waktu, blanko daftar perukyat, blanko berita acara, konsumsi dan lain-lain.

¹³³ Susiknan Azhari, “Neo-Visibilitas Hilal MABIMS,” *Republika*, last modified 2022, <https://www.republika.id/posts/25415/neo-visibilitas-hilal-mabims>.

¹³⁴ Khazin, *Ilmu Falak Dalam Teori Dan Praktik: Perhitungan Arah Kiblat, Waktu Shalat, Awal Bulan Dan Gerhana*, 175–176.

b. Pelaksanaan Rukyat

Rukyat dilaksanakan setiap tanggal 29 pada bulan hijriah, sebelum pelaksanaan para perukyat menyiapkan dan memasang instrument untuk menunjang dalam *rukyyatulhilal*. Setelah itu melakukan pengamatan hilal dengan pandangan ke arah Barat dimana pandangan difokuskan pada titik posisi hilal ketika Matahari terbenam sampai hilal terbenam.

c. Pelaporan

Pelaporan dilakukan setelah semua pelaksanaan *rukyyatulhilal* selesai, kemudian tim memberikan kesimpulan mengenai keberhasilan rukyah yang telah dilakukan yaitu hilal berhasil dilihat atau tidak. Jika ada yang berhasil melihat hilal maka orang yang dapat melihat hilal segera menghadap Hakim Agama yang telah disiapkan oleh tim pelaksana rukyah untuk melakukan sumpah. Sebelum melakukan sumpah hakim akan menanyakan tentang posisi hilal, bentuk hilal dan lain-lain yang berkaitan dengan data-data rukyat.¹³⁵

Pelaporan hasil rukyat harus dilakukan baik hilal berhasil dilihat maupun tidak. Pelaporan tersebut dilakukan oleh tim rukyat di semua titik lokasi *rukyyatulhilal* di seluruh wilayah Indonesia kepada Pemerintah (Departemen Agama Republik Indonesia). Laporan dapat dilakukan dengan datang langsung ke Departemen Agama atau melalui telpon ke nomor (021)3811642 atau (021)3811654 atau 3800200 atau nomor-nomor yang berkaitan

¹³⁵ Khazin, *Ilmu Falak Dalam Teori Dan Praktik: Perhitungan Arah Kiblat, Waktu Shalat, Awal Bulan Dan Gerhana*, 185–186.

dengan Departemen Agama Republik Indonesia. Laporan yang disampaikan adalah nama, jabatan dan tempat pelapor, hilal tampak atau tidak tampak disesuaikan dengan keadaan di lapangan, jika tampak maka laporkan berapa orang yang melihat bsertanamanya.

Laporan hasil rukyat sangat penting, karena digunakan untuk acuan dan bukti ketika idang isbat awal bulan kamariah Departemen Agama Republik Indonesia yang dilaksanakan di Jakarta yang dipimpin oleh Menteri Agama atau pejabat yang ditunjuk untuk mewakili. Ketika pelaksanaan *rukyyatulhilal* diberikan daftar perukyat dan blangko Berta Acara pelaksanaan rukyat.¹³⁶

J. Pengertian *Backstaff*

Backstaff adalah instrument pelayaran yang diciptakan oleh pelaut Inggris John Davis pada abad ke-15. *Backstaff* digunakan para navigator untuk mengukur ketinggian benda langit terutama Matahari dan Bulan.¹³⁷ *Backstaff* disebut juga dengan *Quadrant* Davis, karena yang menemukan adalah John Davis, John Davis berasal dari Sandridge Inggris yang merupakan penjelajah arktik dan Atlantik Selatan serta yang menemukan jalur Barat Laut, lahir pada tahun 1550 dan wafat

¹³⁶ Khazin, *Ilmu Falak Dalam Teori Dan Praktik: Perhitungan Arah Kiblat, Waktu Shalat, Awal Bulan Dan Gerhana*, 186.

¹³⁷ Jeanne Willoz-Egnor, "Backstaff," *The Mariners' Museum*, https://www.ion.org/museum/item_view.cfm?cid=6&scid=13&iid=31.

pada Desember 1605 dibunuh oleh perampok Jepang saat berekspedisi ke Hindia.¹³⁸

Backstaff terdiri dari dua kata yaitu back dan staff, back memiliki arti belakang dan staff adalah silang, sesuai dengan namanya *backstaff* maka cara penggunaannya yaitu membelakangi, artinya ketika mengamati benda langit seorang pengamat membelakangi benda langit yang diobservasi. Pengamat mengamati bayangan yang dilemparkan oleh baling-baling bayangan pada baling-baling horizon.¹³⁹



Gambar 2.21 *Backstaff*

Gambaran umum dari *Backstaff* yaitu terdiri dari busur 30 derajat dan busur 60 derajat. Busur 30 derajat memiliki jari-jari yang besar karena jaraknya yang jauh dari pusat *backstaff* dan di busur 30 derajat terdapat baling-baling penglihatan yang digunakan mata

¹³⁸ Andrey Ansimov, "John Davis," last modified 2008, <http://www.discover-history.com/explorers/Davis-John.htm>.

¹³⁹ Robert Bud dan Deborah Jean Warner, "Instruments of Science An Historical Encyclopedia," *Kristalografi* 66, no. 1 (1998): 159.

pengamat untuk membidik ufuk. Sedangkan busur 60 derajat memiliki jari-jari yang kecil karena terletak dekat dengan pusat *backstaff*. Di busur 60 derajat terdapat baling-baling bayangan sebagai tempat jatuhnya bayangan matahari.

Langkah-langkah menggunakan *backstaff* yaitu *pertama*, menyejajarkan baling-baling penglihatan dan baling-baling horizon. Baling-baling penglihatan diposisikan di mata pengamat sedangkan baling-baling horizon terletak di pusat *backstaff* di mana nantinya ufuk akan terlihat melalui baling-baling ini dan tempat jatuhnya pantulan cahaya Matahari dari baling-baling bayangan. Langkah selanjutnya mengatur bayangan Matahari agar jatuh di baling-baling bayangan dan menembus sampai baling-baling horizon dengan cara menggeser-geser baling-balingnya sampai bayangan Matahari jatuh ditengah-tengah baling-baling horizon.

Langkah selanjutnya yaitu mengatur baling-baling bayangan di busur 60 derajat, dan menjaga punggungnya ke Matahari, setelah itu pengamat menggeser-geser ke atas bawah baling-baling penglihatan sampai sejajar dengan baling-baling horizon sehingga ufuk terlihat dibaling-baling penglihatan.¹⁴⁰ Kemudian jumlahkan angka yang ditunjukkan pada busur 30 derajat dan busur 60 derajat. Penjumlahan ini adalah nilai ketinggian Matahari dari zenith.

¹⁴⁰ Jim Bennett, "Catadioptrics and Commerce in Eighteenth-Century London," *History of Science* 44, no. 2 (June 1, 2006): 250, <https://doi.org/10.1177/007327530604400205>.

K. Biografi John Davis



Gambar 2.22 John Davis¹⁴¹

John Davis adalah navigator Inggris, penjelajah laut, penemu Selat Davis dan Kepulauan Falkland, pencipta arah berlayar menuju Hindia Timur. John Davis merupakan rakyat yang sangat berbakti kepada Negaranya dengan mendedikasikan segala kemampuan ilmu navigasinya. John Davis menulis buku praktis yang dijadikan sebagai pegangan para pelaut ketika melakukan navigasi, buku tersebut berjudul *Seaman's Secrets* yang diterbitkan tahun 1599. Buku *Seaman's Secrets* diterbitkan untuk berbagi dengan sesama pelaut mengenai pengetahuan

¹⁴¹ "Falklands' Day Celebrated on 14 August Remembers First Recorded Sighting by John Davis in 1592," *Mercopress*, last modified 2013, <https://en.mercopress.com/data/cache/noticias/41222/0x0/davis.jpg>.

yang telah diperolehnya melalui pengamatan dan pengalamannya. Seperti yang telah diungkapkan sebelumnya bahwa John Davis adalah penemu instrumen *backstaff* atau *kuadran Davis* pada tahun 1595, selain itu dia juga menulis *The worldes hydrographical description* yang didalamnya menjelaskan pengetahuan geografi pada masanya khususnya mengenai jalur barat laut, dan penemuan kutub utara atlantik selatan.

Sebelum diterbitkannya buku-buku tersebut, para navigator pada masa itu meyakini bahwa ada jalur barat laut. Ketika itu John Davis dan para navigator lainnya berambisi untuk menemukan jalur tersebut supaya akses perdagangan Inggris ke Hindia bebas dari campur tangan Spanyol dan Portugis. Pada tahun 1585 ia dan para navigator lainnya melakukan penjelajahan untuk pertama kalinya agar tercapai misinya. Sebelum berlayar para navigator tadi membujuk sekretaris Ratu, Sir Francis Walsingham untuk memberikan perlindungan dan fasilitas. Kapal dan uang kemudian disiapkan agar segera melakukan ekspedisinya. Mereka berlayar dari Dartmouth 7 Juni 1585 dan kembali pada 30 September 1585, ekspedisi ini melalui pantai timur Greenland yang berbatu es kemudian menuju ke selatan, memutar Cape Farewell dan kemudian berlayar ke utara di sepanjang pantai Greenland barat. Kemudian berlayar agak jauh ke Cumberland Sound yang memotong ke Pulau Baffin yang terletak di sekitar 66° 4' N, kemudian putar balik untuk kembali.¹⁴²

¹⁴² Margaret Montgomery Larnder, "John Davis," *Dictionary of Canadian Biography* Vol. 1 (1966), http://www.biographi.ca/en/bio/davis_john_1605_1E.html.

Tanggal 7 Mei 1586, John Davis memulai kembali pelayarannya untuk menemukan Northwest Passage. Jalur yang dilalui adalah jalur Utara antara Greenland dan Islandia, namun kapal yang dibawa ada yang hilang 1 karena adanya badai sedangkan 2 kapal lainnya melanjutkan ke Selat Davis namun kapal yang 1 nya tidak bisa melalui jalur es kemudian dikirim kembali pulang. John Davis melanjutkan penjelajahannya hanya menggunakan 1 kapal yang masih bertahan yaitu *Mooneshine*, namun berhenti karena ada es dan angin kencang di sekitar 67° N, kemudian belok ke selatan dengan mengadapi angin sampai sekitar 54° 30'N, di titik ini John Davis mengisi kembli persediaan makanannya dengan menangkap ikan dan hasil tangkapannya melimpah. Pada 14 Oktober ia pulang ke rumahnya.

John Davis berlayar lagi 19 Mei 1587 sampa di 72° 92' LU melalui perairan bebas es, namun terpaksa ia mengubah arah karena angin kencang. Di sini, di ujung utara, dia menamai tebing tinggi "Sanderson, Harapannya" (sekarang Hope Sanderson) untuk menghormati orang yang memfasilitasinya ketika ekspedisi utamanya, William Sanderson, pedagang kaya London. Dia kemudian berlayar ke barat sampai di Kanada juga terhalang oleh es. Keudian ia berbelok ke selatan menyusuri pantai Baffin, menjelajahi lagi "Teluk" Cumberland, dan mencatat pintu masuk ke Lord Lumley's Inlet (sekarang Teluk Frobisher) dan Selat Hudson. Ia menamai Cape Chudleigh (sekarang Chidley), batas tenggaranya, memasuki fiord Labrador yang masih menyandang namanya (Davis Inlet) dan akhirnya mencapai sekitar Hamilton Inlet. Dia kembali ke rumah pada 15 September, setelah berhasil menavigasi kapal kecilnya melewati lebih dari 20° perairan

Arktik. Dia telah menyewa bentangan panjang pantai Greenland, Baffin, dan Labrador, telah melakukan pengamatan yang cermat terhadap kondisi es, medan, formasi batuan, cuaca, tumbuh-tumbuhan, dan kehidupan hewan. Pelayaran ketiga ini menjadi model yang menjadi pedoman berlayar sejak saat itu. Peta asli Davis dari ekspedisinya ini telah hilang, tetapi catatan penemuannya tercatat di peta periode yang diterbitkannya.¹⁴³

Pada tahun 1590 teman-teman John Davis yang ikut dalam ekspedisinya meninggal dunia sehingga dia tidak pernah lagi menjelajahi Kutub Utara. Dalam kesedihannya John Davis masih yakin bahwa penemuan jalur barat laut ini akan berkontribusi pada pertumbuhan perdagangan Inggris. Kemudian ia berusaha untuk melanjutkan pencarian. Pada tahun 1591 ia bergabung dengan ekspedisi Thomas Cavendish yang mencoba melakukan pelayaran keliling dunia yang kedua. Disepakati bahwa setelah Selat Magellan dibersihkan, Davis dan kapalnya akan dibebaskan untuk melanjutkan penjelajahan ke "sisi belakang Amerika" untuk mencari pintu masuk bagian barat. Ekspedisi itu gagal total, satu-satunya pencapaiannya adalah penemuan Kepulauan Falkland oleh Davis. Upaya yang dilakukan John Davis kali ini tidak membuahkan hasil.

Dari tahun 1598 hingga 1600 ia bertugas dengan sangat baik sebagai pemimpin ekspedisi Belanda kedua ke Hindia Belanda, dan kembalinya ke London ditunjuk sebagai pemimpin untuk ekspedisi pertama Perusahaan India Timur. Pada penjelajahan ini ia kembali ke

¹⁴³ Margaret Montgomery Larnder, "John Davis,".

rumah September 1603. Pada bulan Desember 1604, ia berlayar bersama Sir Walter Raleigh ke Cadiz dan ke Azores (1596-1597) dan menemani ekspedisi ke Hindia Timur pada 1598 dan 1601. Pada perjalanan ke Hindia ia dibunuh oleh perampok Jepang.¹⁴⁴

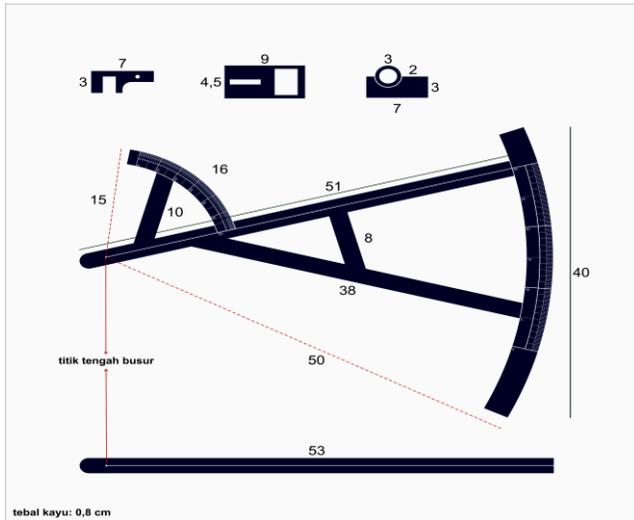
H. Pembuatan *Backstaff*

Buku *The Lo-Tech Navigator* menjelaskan instrument-instrumen navigasi yang digunakan para pelaut terdahulu untuk mengetahui arah dan di buku tersebut dijelaskan bagaimana cara membuat instrument-instrumen tersebut dengan detail baik dari bahan yang digunakan sampai skala-skalanya. Berikut adalah langkah-langkah pembuatan *backstaff*.¹⁴⁵

1. Buat sketsa gambar *backstaff*.
2. Persiapkan bahan-bahan yang digunakan untuk membuat *backstaff*.
Backstaff yang dibuat berukuran panjang 53 tinggi 31 cm dan tebal 1cm.
 - a. Kayu
 - b. Lem kayu
 - c. Stiker skala busur
 - d. Lensa (Kaca Pembesar)
3. Potong kayu sesuai ukuran

¹⁴⁴ Margaret Montgomery Larnder, "John Davis,"

¹⁴⁵ Tony Crowley, *The Lo-Tech Navigator* (Rendlesham: Seafarer Books, 2004), 87.



Gambar 2.23 Design *Backstaff*

- a. Bagian frame

Kayu dengan ukuran panjang 51 cm, tebal 1 cm, 0,5 cm untuk penghubung dengan busur.
- b. Bagian busur derajat
 - 1) Busur 60 derajat

Kayu dengan ukuran 16.5 cm yang membentuk busur 60 derajat, 0.5 cm untuk penghubung dengan frame.
 - 2) Busur 30 derajat

Kayu dengan ukuran 40 cm yang membentuk busur 30 derajat.
- c. Baling-baling horizon

Kayu dengan ukuran panjang 9 cm dan lebar 4.5 cm.
- d. Baling-baling penglihatan

Kayu dengan ukuran panjang 7 cm dan lebar 3 cm.

- e. Baling-baling bayangan
Kayu dengan ukuran panjang 7 cm dan lebar 3 cm.
 - f. Penyangga busur 30°
Kayu dengan ukuran panjang 39 cm, 0.5 cm untuk penghubung dengan frame dan 0.5 cm untuk penghubung dengan busur.
 - g. Penyangga busur 60°
Kayu dengan ukuran panjang 11 cm, 0.5 cm untuk penghubung dengan frame dan dan 0.5 cm untuk penghubung dengan busur.
 - h. Pemegang
Kayu dengan ukuran 9 cm, 0.5 cm untuk penghubung dengan frame dan dan 0.5 cm untuk penghubung dengan busur.
4. Setelah kayu dipotong, kemudian haluskan dengan cara diamplas
 5. Pasang stiker skala derajat di busur derajat.
 6. Gabung semua bagian-bagian *backstaff* dengan menggunakan lem kayu.
 7. Lubangi semua baling-baling
Saat melubangi baling-baling disesuaikan posisinya agar bisa melihat dengan baling-baling horizon atau dalam artian baling-baling penglihatan membentuk garis lurus dengan baling-baling horizon, begitu juga baling-baling bayangan membentuk garis lurus dengan baling-baling horizon.
 8. Pasang lensa di baling-baling bayangan dengan ukuran diameter lensa 3 cm.

9. Pasang baling-baling bayangan di busur 30 derajat.
10. Pasang baling-baling penglihatan di busur 60 derajat.
11. Finishing yaitu diplitur agar serat kayu terlihat lebih jelas sehingga memberi kesan indah.

BAB III

PENGEMBANGAN *BACKSTAFF*

A. Backstaff

Para pelaut barat sebelum adanya *backstaff* menggunakan instrumen navigasi kuadran pelaut untuk menunjukkan arah dan menandai lokasi pesisir. Seiring berjalannya waktu fungsi instrumen navigasi tersebut berkembang yaitu dapat digunakan untuk mengukur ketinggian benda langit dalam bentuk derajat, selain itu juga berfungsi untuk mengetahui posisi kapal. Fungsi kuadran untuk mengetahui posisi kapal dinyatakan belum akurat, karena hanya mengetahui posisi relatif kapal bukan lokasi persisnya kapal. Tapi dengan kuadran para pelaut tetap mendapat informasi mengenai di garis lintang pelabuhan yang terdekat dengan posisi kapal serta mengetahui posisi pelabuhan yang mereka inginkan. Spesifikasi kuadran pada dasarnya adalah seperempat lingkaran yang terbuat dari kayu atau logam dengan dua lubang jarum.¹

Instrumen navigasi terus berkembang, setelah instrumen kuadran pelaut muncul astrolabe mariner. Astrolabe mariner diperkenalkan sebagai alat navigasi yang berfungsi untuk mengamati ketinggian benda langit, terutama ketinggian Matahari, selain itu juga berfungsi untuk menentukan posisi bintang dan waktu pelayaran ketika sedang diposisi tengah laut. Sesuai dengan fungsinya astrolabe mariner memiliki skala derajat yang menunjukkan angka hasil pengamatan. Kuadran pelaut dan astrolabe mariner muncul pada abad ke-15, namun

¹ Cynthia Clark Northrup, *Encyclopedia of World Trade from Ancient Times to The Present*, vol. 1–4 (London: Routledge, 2015), 252.

pada akhir abad keenam belas, kuadran pelaut tidak lagi dianggap cocok untuk navigasi, kecuali untuk pengamatan di darat.

Pada awal abad ke-16, para pelaut Arab mengembangkan sebatang kayu dan tali yang terikat pada kayu untuk mengetahui garis lintang, posisi utara atau selatan dan digunakan untuk menemukan jalan pulang setelah berlayar. Instrumen navigasi tersebut adalah Kamal yang lebih dikenal dengan nama Kamal Arab. Tak lama setelah kemunculan Kamal Arab, muncul instrumen yaitu staf lintas pelaut yang diperkenalkan oleh pelaut Gujarat ketika berlayar ke India. Kamal Arab tetap digunakan setelah kemunculan staf lintas pelaut dan instrumen-instrumen tersebut digunakan bersama oleh para navigator selama beberapa dekade. Menurut bukti sejarah, kamal Arab merupakan asal mula dari *crosstaff*.²

Sekitar tahun 1515 *Potuguese* memperkenalkan *crosstaff*, disebut juga dengan *Jacob's staff*. *Cross staff* digunakan untuk membaca ketinggian matahari, bintang kutub, atau benda langit lainnya. *Crosstaff* pada masa ini hanya memiliki satu skala dari 0° sampai 90°. ³ Penggunaan *crosstaff* dilaut terinspirasi dari kamal Arab yang merupakan alat navigasi sebelumnya. Pada tahun 1571 di Inggris, William Bourne pertama kali menjelaskan bagaimana ketinggian

² Jim Bennett, "Nicolàs de Hilster. Navigation on Wood: Wooden Navigational Instruments, 1590–1731: An Analysis of Early Modern Western Instruments for Celestial Navigation, Their Origins, Mathematical Concepts, and Accuracies. 815 Pp., Bibl., Apps., Indexes. Castricum: ," *Isis* 110, no. 3 (2019): 192.

³ Fiodorova Tatiana, Viktor Sedov, Peter Ulf Moller, Carol L. Urness, *The Journal of Midshipman Chaplin A Record of Bering's First Kamchatka Expedition, Beringiana*, vol. 5 (Russian: Aarhus University Press, 2010), 275.

Matahari dapat diukur dengan *cross staff*. Dia juga membahas paralaks okular, kesalahan instrumental *cross staff*, serta penggunaan kaca berwarna pada ujung baling untuk melindungi mata dari sinar Matahari cerah.⁴ Penamaan *Crosstaff* dilihat dari tampilan dan bentuknya dimana, instrumen ini terbuat dari kayu sekitar 3 kaki atau 36 inch dengan empat potongan melintang yang ukurannya berbeda-beda, potongan melintang ini disebut “*transoms*”. Seorang Navigator akan memegang alat ini dekat matanya, dan mengambil pengukuran untuk menentukan ketinggian. Dengan mengetahui ketinggian, Navigator kemudian dapat menentukan garis lintang dan garis bujur. Tetapi *cross staff* memiliki tantangan, yaitu ketika digunakan untuk melihat Matahari akan berbahaya bagi pengamat. Navigator dan pelaut yang menggunakan *cross staff* dan alat serupa bisa kehilangan penglihatan mereka dari menatap Matahari. Selain itu, penggunaan *cross staff* membutuhkan pengamat untuk melihat dua tempat sekaligus yaitu bagian bawah staf di cakrawala, dan bagian atas untuk melihat benda langit. *Cross staff* telah digunakan pada abad ke-17 dan ke-18.⁵

Pada 1590, Thomas Hood menerbitkan sebuah karya tentang staf-silang (*crosstaff*) yang baru diciptakannya, yang memulai revolusi dalam desain instrumental. Meskipun instrumen biasa-biasa saja ketika akan digunakan di atas kapal, instrumen ini merupakan instrumen pertama yang menggunakan bayangan satu sisi baling-baling yang

⁴ Robert Bud dan Deborah Jean Warner, “Instruments of Science An Historical Encyclopedia,” 159.

⁵“Cross-Staff,” *The Mariners’ Museum & Park*, <https://exploration.marinersmuseum.org/object/cross-staff/>.

terpasang. Kemudian Thomas Harriot meningkatkan desain Hood dengan memutar pengamat dan memperkenalkan metode pelemparan bayangan dua sisi, yang disebut sebagai metode pelemparan bayangan Harriot. Sekarang pengamat dapat melakukan pengamatan dengan cara membelakangi matahari, istilah ini disebut dengan *backstaff*. *Backstaff* digunakan untuk instrumen yang dapat mengukur ketinggian matahari dari bayangannya. Harriot mengilustrasikan tiga bentuk staf punggung, tetapi tidak ada yang benar-benar praktis dan kemungkinan besar tidak pernah terwujud.

Pada 1595, John Davis menerbitkan sebuah karya yang menunjukkan dua staf punggung (*backstaff*) pertama yang praktis. Yang pertama mampu melakukan pengamatan dengan ketinggian hingga 45 derajat, yang kedua hingga 90 derajat. Instrumen Davis muncul dan dikenal di Belanda pada awal abad ketujuh belas.⁶ Sebenarnya *backstaff* (atau *backstave*) adalah semua jenis kuadran yang mengandung 90 derajat. Ada instrument lain yang dinamakan sama seperti *backstaff*. Namun penamaan ini hanya bertahan selama tujuh tahun. Instrument tersebut yaitu instrument yang diciptakan oleh Georges Fournier Prancis pada tahun 1643. Dia menunjukkan instrumen ini, dan menulis bahwa Inggris menggunakannya, tetapi tidak ada nama yang diberikan. Referensi tertua tentang kuadran Davis dalam sebuah karya Belanda berasal dari tahun 1659, ketika Simon Pietersz. menyebutnya dalam

⁶ Bennett, "Nicolàs de Hilster. Navigation on Wood: Wooden Navigational Instruments, 1590–1731: An Analysis of Early Modern Western Instruments for Celestial Navigation, Their Origins, Mathematical Concepts, and Accuracies. 815 Pp., Bibl., Apps., Indexes. Castricum: ," 193–194.

bukunya Stuermans Schoole sebagai instrumen dengan baling-baling yang bisa digeser di atas lengkungan.⁷

Staf pertama yang diciptakan Davis disebut sebagai *backstaff* 45 derajat, karena mampu mengukur ketinggian hanya dengan matahari tidak lebih dari 45 derajat di atas Horizon.⁸

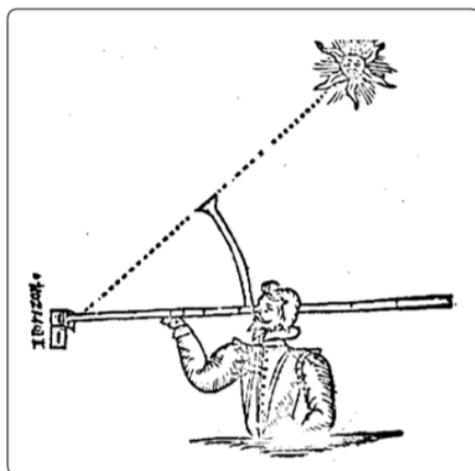


Figure 36

John Davis' 45-degree backstaff (public domain).

Gambar 3.1 *Backstaff* 45 derajat⁹

⁷ Bennett, "Nicolàs de Hilster. Navigation on Wood: Wooden Navigational Instruments, 1590–1731: An Analysis of Early Modern Western Instruments for Celestial Navigation, Their Origins, Mathematical Concepts, and Accuracies. 815 Pp., Bibl., Apps., Indexes. Castricum: ," 211.

⁸ Bennett, "Nicolàs de Hilster. Navigation on Wood: Wooden Navigational Instruments, 1590–1731: An Analysis of Early Modern Western Instruments for Celestial Navigation, Their Origins, Mathematical Concepts, and Accuracies. 815 Pp., Bibl., Apps., Indexes. Castricum: ," 183.

⁹ Bennett, "Nicolàs de Hilster. Navigation on Wood: Wooden Navigational Instruments, 1590–1731: An Analysis of Early Modern Western Instruments for Celestial Navigation, Their Origins, Mathematical Concepts, and Accuracies. 815 Pp., Bibl., Apps., Indexes. Castricum: ,"

Salah satu desain asli Davis - kemungkinan besar versi 45 derajatnya. Desain asli Davis masih digunakan sekitar awal 1630-an.¹⁰

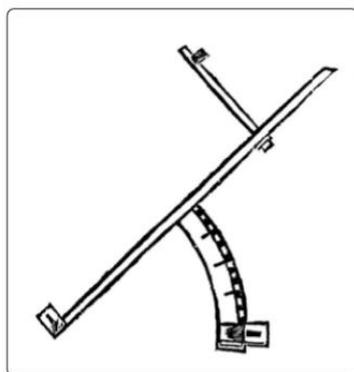


Figure 38

John Davis' 90-degree backstaff according to Metius (collection Het Scheepvaartmuseum, Amsterdam, inv.no. S.4793(546)).

Gambar 3.2 *Backstaff* 90 derajat¹¹

Instrumen kedua Davis adalah versi perbaikan dari *backstaff* 45 derajat dan disebut sebagai *backstaff* 90 derajat, karena ini mampu mengukur ketinggian hingga 90 derajat (lihat gambar 37). Seperti Harriot, Davis menambahkan busur lurus untuk meningkatkan desainnya. Di sini busur tidak akan menjadi kuadran, tetapi bagian 25 derajat. Perbedaan utama dengan instrumen Harriot adalah bahwa Davis membalikkan kuadran (busur menghadap ke arah pengamat) sehingga

¹⁰ Bennett, "Nicolàs de Hilster. Navigation on Wood: Wooden Navigational Instruments, 1590–1731: An Analysis of Early Modern Western Instruments for Celestial Navigation, Their Origins, Mathematical Concepts, and Accuracies. 815 Pp., Bibl., Apps., Indexes. Castricum: ," 185.

¹¹ Bennett, "Nicolàs de Hilster. Navigation on Wood: Wooden Navigational Instruments, 1590–1731: An Analysis of Early Modern Western Instruments for Celestial Navigation, Their Origins, Mathematical Concepts, and Accuracies. 815 Pp., Bibl., Apps., Indexes. Castricum: ."

baling-baling cakrawala dapat dipasang di pusatnya dan menangkap bayangan sebuah transom yang dipasang pada staf. Desain Harriot melemparkan bayangan dari pusat kuadran ke arah baling-baling yang dapat dipindahkan, yang dalam desain Davis menjadi baling-baling penglihatan. Dengan cara ini Davis menciptakan instrumen yang lebih baik daripada Harriot, karena hanya ada satu baling-baling untuk dipindahkan.¹²

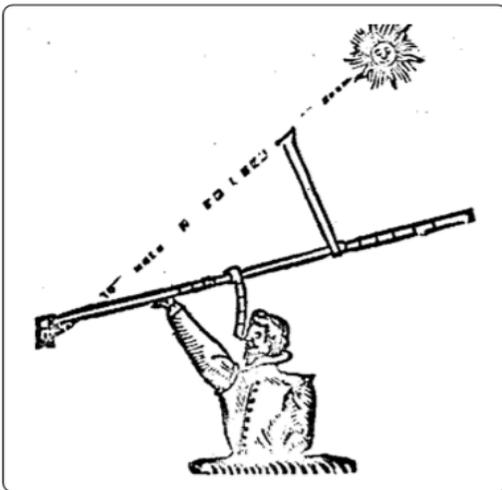


Figure 37

John Davis' 90-degree backstaff
(public domain).

Gambar 3.3 Pembidikan Matahari dengan *Backstaff*¹³

¹² Bennett, "Nicolàs de Hilster. Navigation on Wood: Wooden Navigational Instruments, 1590–1731: An Analysis of Early Modern Western Instruments for Celestial Navigation, Their Origins, Mathematical Concepts, and Accuracies. 815 Pp., Bibl., Apps., Indexes. Castricum: ," 184.

¹³ Bennett, "Nicolàs de Hilster. Navigation on Wood: Wooden Navigational Instruments, 1590–1731: An Analysis of Early Modern Western Instruments for Celestial Navigation, Their Origins, Mathematical Concepts, and Accuracies. 815 Pp., Bibl., Apps., Indexes. Castricum: ."

Pada pertengahan abad ketujuh belas, Kuadran Davis, varian staf belakang yang jauh lebih baik, banyak digunakan oleh pelaut. Kuadran Davis, atau untuk orang Eropa, Kuadran Inggris, digunakan seperti tongkat silang namun penggunaannya membelakangi objek yang diamati. Perbaikan *backstaff* yang terakhir ini tetap digunakan selama lebih dari satu abad, sampai pelaut ahli mengganti *backstaff* dengan instrumen baru.¹⁴ Berbagai kuadran dikembangkan dan diuji hingga pada tahun 1734 tercipta Kuadran Hadley atau lebih dikenal dengan oktan oktan. Instrumen oktan merupakan alat navigasi yang menjadi dasar bagi sebagian besar instrumen kelautan saat ini seperti kompas magnetik dan Kronometer Harrison. Kuadran Hadley menjadi instrumen navigasi yang mencapai akurasi di era tersebut. Beberapa ilmuwan terkemuka menemukan instrumen yang serupa, seperti Isaac Newton dan Edmund Halley, tetapi John Hadley memberikan laporan pertamanya kepada Royal Society pada Mei 1731. Instrumen tersebut dirancang khusus untuk mengurangi gerakan yang mengganggu saat melakukan pengamatan Garis Lintang.

Pada paruh kedua abad ke-18 oktan digantikan dengan instrumen yang berbentuk seperenam lingkaran yaitu *sextant*. *Sextant* merupakan penyempurnaan terakhir dari kuadran yang memiliki tingkat akurasi lebih tinggi dari instrumen-instrumen navigasi yang lainnya. Fungsi dari instrumen ini yaitu untuk mengamati ketinggian meridian

¹⁴ A. Stimson, "The Influence of the Royal Observatory at Greenwich upon the Design of 17th and 18th Century Angle-Measuring Instruments at Sea," *Vistas in Astronomy* 20, no. PART 1 (1976): 123–130, <http://coastalboating.net/Resources/Navigation/Celestial/pix/StimsonNav.pdf>.

Matahari dan bintang yang kemudian digunakan untuk mengetahui garis lintang dan bujur mereka. Akhir abad ke-19, para pelaut mempertahankan oktan dan sextant untuk digunakan ketika berlayar. Hingga pada suatu ketika terjadi cuaca buruk, para navigator tidak bisa mengamati ketinggian meridian Matahari dan tidak bisa mengetahui posisi lintang serta bujur mereka, namun instrumen sextant dapat digunakan ketika cuaca buruk.¹⁵

B. Pengembangan *Backstaff*

Penelitian sebelumnya *backstaff* diaplikasikan untuk penentuan awal waktu salat Zuhur dan Asar masih banyak kekurangan yaitu belum bisa mengamati ketinggian Matahari ketika dalam posisi 90°, instrumennya ringan sehingga ketika ada angin kencang mempengaruhi pengamatan dan menyebabkan hasilnya tidak akurat, instrumennya tidak memiliki tripod sehingga jika kurang konsisten dalam memegang maka hasilnya akan melenceng serta instrument tersebut tidak menggunakan lensa monokuler sehingga bila mata yang kurang fokus, akan kesulitan mengoperasikannya. Dari beberapa kekurangan tersebut, pada penelitian ini penulis mengembangkan dan memperbaiki agar instrumen *backstaff* yang aslinya instrumen pelayaran diaplikasikan menjadi instrumen Ilmu Falak, yang mana ruang lingkup Ilmu Falak yaitu arah kiblat, waktu shalat, awal bulan kamariah, sistem penanggalan serta gerhana.

¹⁵ Northrup, *Encyclopedia of World Trade from Ancient Times to The Present*, 1–4:761.

Pengembangan *backstaff* dalam penelitian ini yaitu dengan mengembangkan *backstaff* sebagai penentu arah kiblat dan awal bulan kamariah. Pembuatan instrumen *backstaff* pada penelitian ini sama seperti pembuatan *backstaff* sebelumnya yaitu menggabungkan beberapa teori :

1. Teori Lingkaran

Lingkaran adalah kumpulan titik-titik yang jika dihubungkan satu sama lain membentuk garis lengkung yang tidak memiliki ujung dan titik-titik tersebut memiliki radius yang sama terhadap titik tertentu, titik tertentu tersebut adalah pusat lingkaran.¹⁶ Lingkaran memiliki unsur-unsur yaitu:

- Titik Pusat, yaitu titik yang terletak di tengah lingkaran.
- Jari-jari Lingkaran, yaitu jarak antara titik pusat dengan titik yang berada pada lengkungan lingkaran.¹⁷
- Busur lingkaran, yaitu garis lengkung yang terletak pada lingkaran yang terbentuk dari dua titik di lengkungan lingkaran.¹⁸

Teori lingkaran ini diterapkan dalam penelitian ketika pembuatan instrumen *backstaff* dengan memperhatikan jarak antara titik pusat *backstaff* dengan busur yang ada pada instrumen serta ketika pembuatan kedua busur *backstaff*, busur 30 derajat dan busur 60 derajat. Teori lingkaran juga digunakan dalam pembuatan skala

¹⁶Asfar, "Pengertian Lingkaran."

¹⁷ Fadila, "Lingkaran: Pengertian, Unsur,Rumus, Dan Contoh Soal."

¹⁸ Asfar, "Pengertian Lingkaran."

bidang dial, dimana di bidang dial terdapat skala dari 0° sampai 360° .

2. Teori Lensa

Lensa adalah kaca transparan yang yang memiliki permukaan lengkung. Lensa bersifat mengumpulkan atau menyebarkan cahaya. Berdasarkan sifat bayangan yang dibentuknya, secara umum lensa dapat dibagi menjadi dua macam, yaitu lensa cembung dan lensa cekung.

- Lensa Cembung

Lensa cembung memiliki ciri yaitu bagian tengah lensa lebih tebal daripada bagian pinggirnya. Bayangan yang dihasilkan yaitu maya, tegak, diperbesar. Lensa cembung sering disebut lensa konveks atau lensa positif. Berikut ini adalah jenis-jenis lensa cembung berdasarkan bentuk lengkung permukaannya:

- ✓ Lensa bikonveks adalah lensa yang memiliki dua permukaan cembung.
- ✓ Lensa plan-konveks adalah lensa yang memiliki satu permukaan cembung dan satu permukaan datar.
- ✓ Lensa konveks-konkaf adalah lensa yang memiliki satu permukaan cembung dan satu permukaan cekung. Dalam hal ini, permukaan yang cembung lebih dominan daripada permukaan yang cekung

- Lensa Cekung

Lensa cekung memiliki ciri yaitu bagian tengahnya lebih tipis daripada bagian pinggirnya. Lensa cekung sering

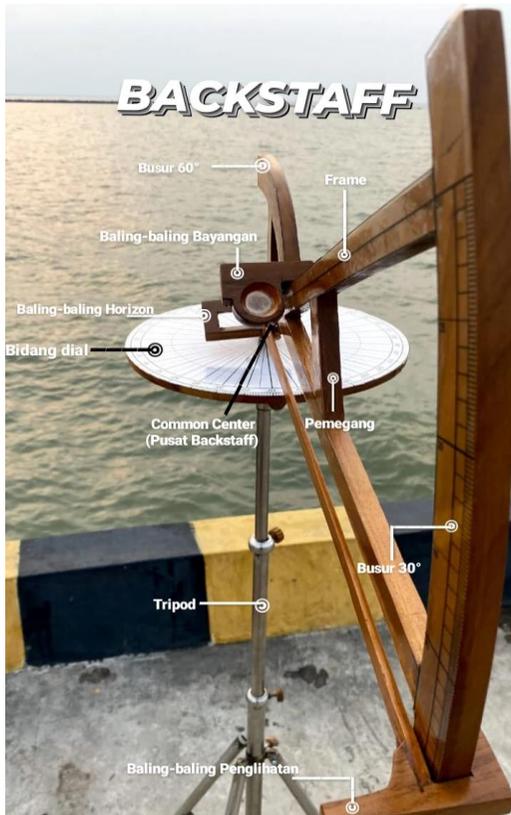
disebut lensa konkaf atau lensa negatif. Jenis-jenis lensa cekung berdasarkan bentuk lengkung permukaannya adalah sebagai berikut :

- ✓ Lensa bikonkaf adalah lensa yang memiliki dua permukaan cekung.
- ✓ Lensa plan-konkaf adalah lensa yang memiliki satu permukaan cekung dan satu permukaan datar.
- ✓ Lensa konkaf-konveks adalah lensa dengan satu permukaan cembung dan satu permukaan cekung. Dalam hal ini, permukaan yang cekung lebih dominan daripada permukaan yang cembung.¹⁹

Lensa ini digunakan untuk pembuatan baling-baling bayangan dimana sinar Matahari yang dipancarkan nantinya akan tembus dan jatuh dibaling-baling horizon, jadi lensa yang dibutuhkan adalah lensa yang memiliki sifat mengumpulkan cahaya.

Komponen utama pada *backstaff* masih sama hanya merevisi dibagian baling-baling bayangan supaya bisa difungsikan dengan baik saat pengamatan Matahari ketika di posisi 90 derajat dari ufuk. Pengembangan selanjutnya yaitu dengan penambahan bidang dial dengan skala 0° sampai 360° dan tripod. Berikut adalah hasil pengembangan *backstaff*:

¹⁹ Nirsal, "Perangkat Lunak Pembentukan Bayangan Pada Cermin Dan Lensa," 30–31.



Gambar 3.4 Design Pengembangan *Backstaff*

Pemilihan bahan dalam pembuatan *backstaff* yaitu memakai bahan dari kayu jati dikarenakan tahan lama tidak mudah memuai jika terlalu lama terkena panas, tidak mudah rusak, mudah dibentuk, perawatannya mudah dan tahan terhadap rayap maupun serangga. Bagian yang memakai kayu adalah komponen utama *backstaff* dan bidang dial yang berbentuk lingkaran. Komponen tambahan yaitu tripod menggunakan bahan stainless steel. Stainless steel memiliki kelebihan yaitu tahan korosi, tahan lama tidak mudah retak, mudah dibersihkan

serta kuat tidak mudah bengkok. Berikut adalah komponen-komponen *backstaff*:

1. Frame

Frame atau bingkai memiliki fungsi untuk menghubungkan komponen-komponen *backstaff*.

2. Common center

Common center merupakan pusat *backstaff*, komponen ini adalah komponen utama dalam instrumen *backstaff*. Common center berfungsi sebagai acuan bagi komponen lainnya yaitu skala pada busur 30° dan busur 60° , angka 0° nya diawali dari garis yang berpusat pada common center. Selain itu juga sebagai tempat baling-baling horizon dan sebagai acuan baling-baling penglihatan. Common center merupakan pusat dari busur 30° dan busur 60° karena busur-busur tersebut jika diteruskan sampai skala 360° akan membentuk lingkaran penuh yang berpusat pada common center ini.

3. Busur Derajat

Fungsi dari busur derajat adalah untuk menentukan nilai derajat dari ketinggian benda langit yang diamati. Busur derajat ini ada dua yaitu busur derajat 30° dan busur derajat 60° .

- a) Busur 30°

Busur 30° terletak di ujung frame, dimana ketika pengamatan busur ini diposisikan dekat dengan pengamat lebih tepatnya didepan wajah pengamat. Pada busur ini terdapat baling-baling penglihatan.



Gambar 3.5 Busur 30°

b) Busur 60°

Busur 60° terletak di atas frame yang merupakan tempat baling-baling bayangan.



Gambar 3. 6 Busur 60°

4. Baling-baling Horizon

Baling-baling horizon mempunyai lubang yang berfungsi sebagai tempat jatuhnya bayangan cahaya matahari yang dipantulkan dari baling-baling bayangan dan tempat dimana pengamat mengamati ufuk yang dilihat melalui baling-baling penglihatan. Baling-baling horizon terletak di pusat *backstaff*.



Gambar 3.7 Baling-baling Horizon

5. Baling-baling Penglihatan

Baling-baling penglihatan berfungsi untuk membidik ufuk. Baling-baling penglihatan ini dapat bergeser menyesuaikan dengan mata pengamat dan nantinya akan membentuk garis lurus dengan baling-baling horizon.



Gambar 3. 8 Baling-baling penglihatan

6. Baling-baling Bayangan

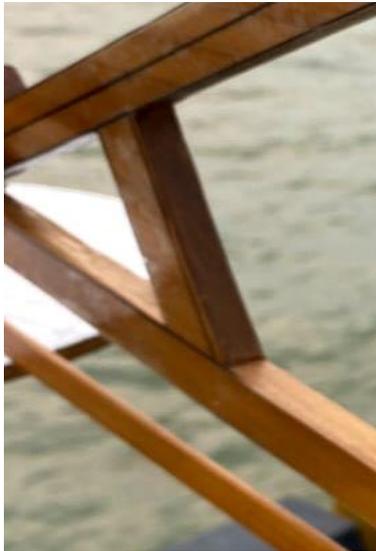
Sinar matahari akan masuk melalui baling-baling bayangan yang kemudian akan dipantulkan ke baling-baling horizon. Di baling-baling bayangan terdapat lensa yang fungsinya sebagai pemantul cahaya matahari ke baling-baling horizon. Baling-baling bayangan terletak di busur 60 derajat dan bisa digeser menyesuaikan cahaya Matahari supaya bisa masuk ke baling-baling bayangan kemudian pantulan sinar Matahari jatuh di lubang di baling-baling horizon.



Gambar 3.9 Baling-baling Bayangan

7. Pemegang

Pegangan ini dibuat sebagai pegangan untuk memudahkan mengambil *backstaff* dan menahan *backstaff* saat digunakan. Selain itu juga sebagai penguat *backstaff* agar tidak mudah patah.



Gambar 3.10 Pemegang

8. Bidang Dial

Bidang dial memiliki bentuk lingkaran penuh dengan skala 0° sampai 360° . Bidang dial dapat diputar 360° dan berfungsi sebagai tempat jatuhnya bayangan *backstaff* ketika digunakan untuk penentuan arah kiblat dan awal bulan kamariah. Komponen ini sebagai penunjuk angka *azimuth* Matahari, *azimuth* kiblat, utara sejati dan lain-lain.



Gambar 3.11 Bidang Dial

9. Tripod

Tripod memiliki fungsi sebagai penyangga komponen-komponen di atasnya supaya tidak goyang ketika ada getaran maupun angin sehingga menghasilkan hasil pengamatan yang akurat. Tripod ini dapat diatur ketinggiannya sesuai dengan kebutuhan pengamat. Pemilihan bahan untuk pembuatan tripod menggunakan stainless steel karena bahannya tahan lama dan tidak mudah korosi.



Gambar 3.12 Tripod

C. Pengembangan *Backstaff* untuk Penentuan Arah Kiblat

Tidak sempurna salat seseorang jika tidak menghadap kiblat, karena menghadap kiblat merupakan salah satu syarat sah salat. Menghadap arah kiblat menurut kesepakatan para ulama dianggap sebagai hal yang sangat penting. Bukti bahwa arah kiblat sangat penting dan harus mendapatkan perhatian lebih yaitu jika menyimpang 1 derajat saja maka akan puluhan bahkan ratusan km menjauhi ka'bah, ini berlaku bagi daerah yang terletak di khatulistiwa.

Rata-rata masyarakat Indonesia berpendapat bahwa arah kiblat itu menghadap ke Barat. Hal tersebut bisa dilihat dari Masjid-masjid maupun mushollah banyak yang kiblatnya mengarah ke Barat, padahal jika ditarik garis arah Barat itu ke Somalia yang berada di Afrika dan tidak sampai ke kota Makkah apalagi ka'bah. Penjelasan tersebut merupakan masalah yang ada di masyarakat Indonesia yang perlu diselesaikan.

Permasalahan ini disebabkan karena tidak adanya kepedulian masyarakat mengenai keakuratan arah kiblat dan kurangnya pemahaman masyarakat tentang penentuan arah kiblat baik yang klasik maupun kontemporer. Kebanyakan masyarakat hanya mengikuti arah kiblat yang telah digunakan sebelum-sebelumnya tanpa melakukan pengecekan kembali arah kiblatnya.

Tidak dipungkiri selain penyebab kurangnya perhatian masyarakat tentang arah kiblat yang telah dijelaskan diatas, penyebab yang lain yaitu dilihat dari harga alat yang digunakan untuk menentukan arah kiblat yang relatif mahal sehingga masyarakat tidak dapat menjangkau untuk membelinya. Pada kesempatan kali ini penulis memberi solusi alternatif agar masyarakat bisa menentukan arah kiblat dengan akurat tanpa mengeluarkan biaya yang mahal yaitu menggunakan instrumen *backstaff*. Berikut adalah langkah-langkah penggunaan *backstaff* dalam penentuan arah kiblat:

1. Penentuan arah kiblat di tempat yang kelihatan ufuk
 - a. Persiapkan alat-alat yang dibutuhkan, yaitu *backstaff*, GPS untuk mengetahui lintang dan bujur tempat yang ingin diketahui arah kiblatnya, *waterpass*, dan spidol.
 - b. Persiapkan data-data yang diperlukan, yaitu lintang dan bujur Makkah, lintang dan bujur tempat, tanggal pengukuran arah kiblat untuk mengetahui deklinasi Matahari dan *equation of time*, waktu pembidikan Matahari.
 - c. Pasang tripod dengan benar di tempat yang datar, pastikan tripod dalam keadaan statis, untuk mengecek apakah tripod sudah terpasang dengan benar atau tidak yaitu dengan

menggunakan *waterpass*. Posisi gelembung pada *waterpass* harus ditengah dan tidak berubah-ubah

- d. Pasang bidang dial diatas tripod, pastikan bidang dial terpasang dengan benar dan tidak miring harus datar. Setelah terpasang pastikan permukaan bidang dial datar dengan mengecek menggunakan *waterpass*.
- e. Pasang *backstaff* dan komponen-komponennya dengan benar, posisikan baling-baling penglihatan dan baling-baling horizon di angka 0° .
- f. Bidik Matahari dengan cara menyejajarkan baling-baling penglihatan dan baling-baling horizon. Baling-baling penglihatan diposisikan di mata pengamat sedangkan baling-baling horizon terletak di pusat *backstaff* di mana nantinya ufuk akan terlihat melalui baling-baling ini dan tempat jatuhnya pantulan cahaya Matahari dari baling-baling bayangan. Langkah selanjutnya mengatur bayangan Matahari agar jatuh di baling-baling bayangan dan menembus sampai baling-baling horizon dengan cara menggeser-geser baling-balingnya sampai bayangan Matahari jatuh ditengah-tengah baling-baling horizon. Kemudian baling-baling penglihatan digeser ke atas atau bawah sampai sejajar dengan baling-baling horizon sehingga ufuk terlihat dibaling-baling penglihatan. Terakhir jumlahkan angka yang ditunjukan pada busur 30 derajat dan busur 60 derajat. Penjumlahan ini adalah nilai ketinggian Matahari dari zenith.
- g. Setelah pas posisinya catat jamnya dan tinggi Mataharinya.

h. Hitung *azimuth* kiblat

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

Keterangan:

B : *Azimuth* Kiblat

ϕ^m : Lintang Makkah

ϕ^x : Lintang Tempat

C : SBMD (Selisih Bujur Makkah dan Daerah)

i. Hitung *azimuth* Matahari

a. Menentukan sudut waktu Matahari

Setelah mendapatkan tinggi Matahari langkah berikutnya adalah memasukkan ke dalam rumus sudut waktu Matahari:

$$\text{Cos } t_o = \sin h_o : \cos \phi^x : \cos \delta_o - \tan \phi^x \times \tan \delta_o$$

Keterangan:

t_o : Sudut Waktu Matahari

h_o : Tinggi Matahari

ϕ^x : Lintang Tempat

δ_o : Deklinasi Matahari

b. Menentukan arah Matahari

$$\text{Cotan } A = \tan \delta_o \cdot \cos \phi^x : \sin t - \sin \phi^x : \tan t_o$$

Keterangan:

A : Arah Matahari

δ_o : Deklinasi Matahari

ϕ^x : Lintang Tempat

t_0 : Sudut Waktu Matahari

c. Menghitung *Azimuth* Matahari

Waktu Pengukuran	Deklinasi Matahari	<i>Azimuth</i> Kiblat
Pagi (Sebelum zawal)	Positif	Arah Matahari
Pagi (Sebelum zawal)	Negatif	180 + Arah Matahari (-)
Siang (Setelah zawal)	Negatif	180 - Arah Matahari (-)
Siang (Setelah zawal)	Positif	360 - Arah Matahari

Tabel 3.1 *Azimuth* Matahari

- d. Hitung selisih antara *azimuth* kiblat dan *azimuth* Matahari. Jika hasilnya negatif maka ditambah 360.
- j. Putar bidang dial dan posisikan *backstaff* di *azimuth* Matahari, angka 0° merupakan arah utara sejati.
- k. Putar bidang dial, posisikan angka 0° sejajar dengan *backstaff*
- l. Putar *backstaff* dan posisikan *backstaff* di angka yang menunjukkan hasil dari titik balik selisih antara *azimuth* kiblat dan *azimuth* Matahari (selisih *azimuth* kiblat dan *azimuth* Matahari - 180°).
- m. Arahkan *backstaff* ke tanah kemudian bidik tanahnya melalui baling-baling penglihatan dan titik pas ditengah-tengah baling-baling penglihatan.
- n. Gerakkan *backstaff* ke atas atau kebawah kemudian bidik satu titik lagi dengan cara yang sama.

- 3) Atur bayangan Matahari agar jatuh di baling-baling bayangan yang terletak di busur 60° dan menembus sampai baling-baling horizon.
 - 4) Catat jamnya
- g. Hitung *azimuth* kiblat dan *azimuth* Matahari.
- 1) Menentukan *azimuth* kiblat

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

Keterangan:

B : *Azimuth* Kiblat

ϕ^m : Lintang Makkah

ϕ^x : Lintang Tempat

C : SBMD (Selisih Bujur Makkah dan Daerah)

- 2) Masukkan jam bidik tadi kedalam rumus Sudut Waktu Matahari²⁰

$$t = \text{WD} + e - (\lambda^d - \lambda^x) : 15 - 12 = x \ 15$$

Keterangan:

t : Sudut Waktu Matahari

WD : Waktu Bidik

e : Equation of Time

λ^d : Bujur Daerah

λ^x : Bujur Tempat

- 3) Menentukan arah Matahari

²⁰ Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis*, 58.

$$\text{Cotan } A = \tan \delta_o \cdot \cos \phi^x : \sin t - \sin \phi^x : \tan t_o$$

Keterangan:

A : Arah Matahari

δ_o : Deklinasi Matahari

ϕ^x : Lintang Tempat

t_o : Sudut Waktu Matahari

4) Menghitung *Azimuth* Matahari

Waktu Pengukuran	Deklinasi Matahari	<i>Azimuth</i> Kiblat
Pagi (Sebelum zawal)	Positif	Arah Matahari
Pagi (Sebelum zawal)	Negatif	180 + Arah Matahari (-)
Siang (Setelah zawal)	Negatif	180 - Arah Matahari (-)
Siang (Setelah zawal)	Positif	360 - Arah Matahari

5) Hitung selisih antara *azimuth* kiblat dan *azimuth* Matahari. Jika hasilnya negatif maka ditambah 360.

- h. Putar bidang dial dan posisikan *backstaff* di *azimuth* Matahari, angka 0 derajat menunjukkan arah utara sejati
- i. Putar bidang dial, posisikan angka 0° sejajar dengan *backstaff*.
- j. Hitung selisih *azimuth* kiblat dan *azimuth* Matahari
- k. Posisikan *backstaff* di angka yang menunjukkan hasil dari titik balik selisih antara *azimuth* kiblat dan *azimuth* Matahari (selisih *azimuth* kiblat dan *azimuth* Matahari - 180°).

- l. Arahkan baling-baling penglihatan ke tanah kemudian titik
- m. Bidik satu titik lagi
- n. Hubungkan kedua titik sehingga membentuk garis, garis tersebut merupakan arah kiblat

D. Pengembangan *Backstaff* untuk Penentuan Awal Bulan Kamariah

Penetapan awal bulan kamariah dimulai dengan munculnya hilal, hilal muncul di langit barat di hari ke-29 bulan kamariah yaitu setelah terjadinya *ijtima'*. Pada saat tersebut hilal hanya berbentuk cahaya tipis yang melengkung, posisinya terletak sangat dekat dengan Matahari karena dihari itu terjadi *ijtima'* dimana posisi Bulan Matahari dan Bumi berada pada satu garis bujur astronomis. Cahaya tipis hilal akan terkalahkan oleh sinar Matahari yang kemudian mempengaruhi pada visibilitas hilal, apalagi jika ada awan di ufuk barat cahaya hilal berpeluang besar tertutup awan. Umur hilal yang sangat singkat sehingga dapat diamati dalam waktu singkat, selain itu ketinggian hilal juga cukup rendah. Dari pemaparan tersebut dapat disimpulkan bahwa pengamatan hilal tergolong cukup sulit sehingga membutuhkan alat bantu untuk memudahkan pengamatan. Alat-alat yang sering digunakan untuk melakukan observasi hilal yaitu *theodolite*, *teleskop*, dan lain-lain. Alat-alat tersebut termasuk alat yang kontemporer yang memiliki kemampuan yang canggih dalam memperbesar dan memperjelas citra hilal. Selain itu alat-alat tersebut memiliki sistem otomatis yang dapat mendeteksi keberadaan hilal dengan cepat dan akurat, namun alat-alat

tersebut memiliki harga yang fantastis sehingga para observer keberatan jika harus memiliki alat-alat tersebut.

Solusi alternatif untuk mengatasi problem tersebut, salah satunya adalah dengan menggunakan alat bantu ruykat klasik. Kelebihan alat bantu ruykat klasik adalah, biaya yang lebih murah jika dibandingkan dengan alat bantu ruykat modern, sehingga memungkinkan bisa dimiliki oleh semua kalangan. Kali ini penulis memperkenalkan *backstaff* diaplikasikan untuk penentuan awal bulan kamariah lebih tepatnya sebagai alat bantu ketika ruykat. *Backstaff* termasuk alat klasik karena pengoperasiannya masih manual dan komponen yang menyusun instrumen tersebut merupakan komponen sederhana. Akurasi dari *backstaff* sangat tergantung pada ketelitian dan ketepatan dalam pengoperasiannya. Beberapa hal yang dapat mempengaruhi akurasi *backstaff* adalah pemasangan tripod yang tidak sejajar antara kaki-kakinya, pemasangan bidang dial tidak datar, kesalahan dalam membidik Matahari sehingga posisi *backstaff* tidak sesuai, pengimplementasian hasil perhitungan nilai *azimuth* baik *azimuth* Matahari maupun selisih *azimuth* Matahari dan Bulan pada bidang dial yang kurang tepat.

Pengembangan *backstaff* bertujuan agar menambah nilai fungsi dari instrumen tersebut serta mengurangi terjadinya *human error*, selain itu juga dapat menghasilkan alat bantu ruykat alternatif yang praktis, akurat, dan mudah digunakan oleh semua kalangan. Berikut adalah cara penggunaan *backstaff* untuk penentuan awal bulan kamariah:

1. Persiapkan alat-alat yang dibutuhkan, yaitu *backstaff*, GPS dan *waterpass*.

2. Persiapkan data-data yang berkaitan dengan data hilal dan Matahari ketika terbenam yaitu:
 - a. Lintang tempat
 - b. Bujur tempat
 - c. Jam ketika Matahari terbenam (ghurub)
 - d. Tinggi hilal
 - e. Lama hilal di atas ufuk
 - f. *Azimuth* Matahari
 - g. *Azimuth* Bulan
 - h. Posisi hilal saat Matahari terbenam apakah di utara atau selatannya Matahari.
3. Pasang tripod dengan benar di tempat yang datar, pastikan tripod dalam keadaan statis, untuk mengecek apakah tripod sudah terpasang dengan benar atau tidak yaitu dengan menggunakan *waterpass*. Posisi gelembung pada *waterpass* harus ditengah dan tidak berubah-ubah.
4. Pasang bidang dial diatas tripod, pastikan bidang dial terpasang dengan benar dan tidak miring harus datar. Setelah terpasang pastikan permukaan bidang dial datar dengan mengecek menggunakan *waterpass*.
5. Pasang backstaff dan komponen-komponennya dengan benar, posisikan baling-baling penglihatan dan baling-baling horizon di angka 0° .
6. Bidik Matahari dengan cara posisikan pengamat membelakangi Matahari, pegang *backstaff* di bagian pemegang, atur bayangan Matahari agar jatuh di baling-baling bayangan yang terletak di

busur 60° dan menembus sampai baling-baling horizon kemudian catat jamnya.

7. Hitung *azimuth* Matahari
8. Putar bidang dial dan posisikan *backstaff* di *azimuth* Matahari, angka 0 derajat menunjukkan arah utara sejati.
9. Putar bidang dial, posisikan angka 0° sejajar dengan *backstaff*.
10. Posisikan *backstaff* di angka yang menunjukkan titik balik dari selisih *azimuth* Bulan dan *azimuth* Matahari saat terbenam (selisih *azimuth* Bulan dan *azimuth* Matahari saat terbenam - 180°).
11. Geser baling-baling penglihatan sesuai dengan ketinggian hilal, kemudian amati hilal di baling-baling penglihatan.

BAB IV
ANALISIS TINGKAT AKURASI *BAKSTAFF* DALAM
PENENTUAN ARAH KIBLAT DAN AWAL BULAN KAMARIAH

A. Analisis Tingkat Akurasi *Backstaff* dalam Penentuan Arah Kiblat

Pengujian tingkat akurasi *backstaff* dalam penentuan arah kiblat menggunakan pengujian komparatif yaitu membandingkan antara hasil metode satu dengan yang lainnya. Pengujian akurasi dilakukan untuk mendapatkan hasil ketepatan pembedikan tinggi Matahari serta pembedikan titik untuk mendapatkan sebuah garis yang menunjukkan arah kiblat.

Penelitian uji akurasi *backstaff* untuk penentuan arah kiblat memilih lokus di Pelabuhan Kendal dan Lapanagn RW 14 Bukit Beringin Lestari Barat Wonosari, Ngaliyan, Semarang. Pemilihan lokus tersebut dikarenakan lokasinya luas tidak terhalang oleh pepohonan, gedung dan rumah. Penelitian untuk penentuan arah kiblat ini dilakukan berkali-kali untuk mendapatkan hasil yang akurat karena arah kiblat merupakan sesuatu yang krusial dimana langsung berhubungan dengan ibadah yaitu salat. Hasil penelitian ini peneliti divalidasi dengan instrument optik yang dianggap mendekati akurat yaitu *theodolite*. Berhubung penelitian ini dilakukan pada bulan Mei dimana pada bulan tersebut terdapat fenomena rasdul kiblat global maka penelitian ini juga divalidasi menggunakan metode rashul kiblat. Berikut adalah langkah-langkah menggunakan *theodolite* untuk menentukan arah kiblat yaitu:

1. Siapkan peralatan yang diperlukan yaitu *theodolite* beserta tripod, kertas untuk membidik cahaya Matahari dari teropong, *waterpass*, GPS untuk mengetahui lintang dan bujur tempat yang ingin diketahui arah kiblatnya jika tidak punya bisa menggunakan aplikasi GPS test, dan arloji (jam).
2. Siapkan data-data yang diperlukan yaitu lintang dan bujur ka'bah, lintang dan bujur tempat, *azimuth* kiblat dan lain-lain.
3. Pasang tripod dengan benar pastikan kaki-kakinya terpasang dengan datar. Masing-masing kaki dicek kedatarannya menggunakan *waterpass* secara bergantian
4. Pasang *theodolite* dengan benar, ketika memasang *theodolite* di atas tripod pastikan dipegang jangan sampai jatuh, selain itu pengatur posisi *backstaff* yang berwarna hitam yang jumlahnya ada 3 masing-masing diposisikan ditengah-tengah kaki tripod.
5. Atur kedataran *theodolite* dengan mengatur gelembung di tengah-tengah lingkaran.
6. Jika sudah datar, masing-masing kaki dicek kembali dengan gelembung yang ada di atas display agar pas ditengah.
7. Pasang baterai.
8. Bidik Matahari dengan melihat sinar Matahari di kertas yang telah disiapkan, dengan cara menggerakkan ke atas bawah teropongnya sampai cahaya yang terbidik merupakan cahaya yang paling terang. Kemudian kunci dan catat jamnya.
9. Hitung *azimuth* Matahari sesuai dengan jam bidiknya.
10. Hitung selisih *azimuth* kiblat dan *azimuth* Matahari.
11. Aktifkan *theodolite*.

12. Buka kunci kemudian putar searah jarum jam sampai menunjukkan angka selisih *azimuth* kiblat dan *azimuth* Matahari.
13. Kunci *theodolite*.
14. Bidik ke tanah dan kemudian buat titik.
15. Geser ke atas atau ke bawah teropong *theodolite* kemudian buat satu titik lagi.
16. Hubungkan kedua titik sehingga membentuk garis, garis tersebut merupakan arah kiblat.

Raşdul kiblat adalah fenomena ketika deklinasi Matahari sama dengan lintang ka'bah sehingga bayangan yang terbentuk oleh sinar Matahari merupakan arah kiblat. Raşdul kiblat terjadi 27 dan 28 Mei pukul 16.18 WIB selain itu juga 15 dan 16 Juli pukul 16.27 WIB. Berikut adalah cara penentuan arah kiblat menggunakan metode ini yaitu siapkan benda apa aja yang berdiri tegak, cocokkan jam yang digunakan dengan jam BMKG dengan membuka link <https://time.bmkg.go.id/jam.bmkg>, tunggu sampai waktu menunjukkan pukul 16.18 WIB atau 16.27 WIB, setelah jam menunjukkan pukul tersebut kemudian garis menggunakan spidol bayangan yang dihasilkan benda tadi, arah tersebut merupakan arah kiblat.

Ada beberapa yang perlu diperhatikan dalam penentuan arah kiblat yaitu harus mempunyai ketelitian dan kecermatan yang tinggi agar tidak terjadi *human error* atau kesalahan pada pengamat dan menghasilkan perhitungan yang akurat. Selain itu ada beberapa faktor lain yang mempengaruhi dalam penentuan arah kiblat yaitu:

- Keadaan cuaca

Terdapat banyak partikel yang bisa menghambat pandangan mata terhadap Matahari di udara, seperti kabut, hujan, debu, dan asap. Gangguan-gangguan ini mempengaruhi cahaya Matahari masuk ke baling-baling bayangan, selain itu juga menyebabkan ufuk terlihat kabur. Sehingga mempengaruhi hasil ukurnya. Jadi, jika cuacanya kurang baik, maka observasi tidak bisa dilakukan secara maksimal dan akan menghasilkan data yang tidak valid. Untuk mengetahui baik buruknya cuaca dapat diketahui melalui website Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) atau ramalan cuaca yang ada di internet. Dengan demikian kondisi cuaca adalah faktor yang dominan mempengaruhi keberhasilan observasi ketinggian Matahari.

- Tempat Observasi

Tempat Observasi merupakan salah satu faktor yang penting, karena dari keadaan lokasi tersebut dapat mempengaruhi hasil observasi. Jadi, dianjurkan untuk mencari tempat yang bebas pandang, tidak terhalang oleh pepohonan maupun gedung-gedung.

Penentuan arah kiblat menggunakan *backstaff* dapat dilakukan di tempat yang terlihat ufuk yaitu di Pelabuhan Kendal dan tempat yang tidak terlihat ufuk yaitu di Pelabuhan Kendal dan Lapangan RW 14 Bukit Beringin Lestari Barat Wonosari, Ngaliyan, Semarang..

1. Penentuan arah kiblat di tempat yang kelihatan ufuk

Markaz Pelabuhan Kendal dengan lintang tempat (ϕ^x) $-6^\circ 55' 4,99''$ LS dan bujur tempat (λ^x) $110^\circ 17' 17,18$ BT. Penelitian ini dilakukan pada Selasa tanggal 23 Mei 2023. Sebelum menentukan arah kiblat terlebih dahulu membidik Matahari

untuk mendapatkan data ketinggian Matahari, untuk mengetahui akurat atau tidak divalidasi menggunakan perhitungan ephemeris. Hasil pengamatan tersebut mendapatkan data sebagai berikut:

Pukul	<i>Backstaff</i>	Perhitungan dengan data <i>ephemeris</i>
14.31 WIB	38° 30' 00"	38° 54' 16,20"
14.48 WIB	35° 30' 00"	35° 20' 27,04"
15.02 WIB	32° 24' 00"	32° 20' 45,38"

Tabel 4. 1 Hasil pengamatan tinggi Matahari menggunakan *backstaff*



Gambar 4. 1 Pembidikan tinggi Matahari menggunakan *backstaff*

Kemelencengan dalam penentuan tinggi Matahari menggunakan *backstaff* dengan perhitungan ephemeris terdapat selisih yaitu 00° 03' 14,62" sampai 00° 24' 16,20". Kemelencengan tersebut dianggap wajar asal tidak lebih 1° masih

bisa diterima dalam ilmu pelayaran di STIMART AMNI karena kemelencengan dalam alat pelayaran dianggap wajar asal tidak lebih dari 1° .¹

Berikut adalah data yang diperlukan untuk penentuan arah kiblat:

- 1) Menggunakan *backstaff* pada Selasa tanggal 23 Mei 2023 pukul 14.31 WIB

Data yang diperlukan	Nilai
Lintang Makkah (ϕ^m)	$21^\circ 25' 21,17''$ LU
Bujur Makkah (λ^m)	$39^\circ 49' 34,56''$ BT
Bujur Daerah (λ^d)	105°
Lintang tempat (ϕ^x)	$-06^\circ 55' 04,99''$ LS
Bujur tempat (λ^x)	$110^\circ 17' 13,18''$ BT
δ_1	$20^\circ 32' 40''$
δ_2	$20^\circ 33' 09''$
e_1	$00^\circ 03' 16''$
e_2	$00^\circ 03' 16''$
SBMD (C)	$70^\circ 27' 38,62''$
Arah kiblat (AQ)	$65^\circ 29' 06,39''$
Azimuth Kiblat	$294^\circ 30' 53,61''$
Sudut waktu Matahari (t_0)	$44^\circ 20' 51,24''$
Arah Matahari	$56^\circ 45' 41,87''$

¹ Akatina, “Uji Akurasi *Sextant* dalam Penentuan Azimuth dan Tinggi Bulan”, *Skripsi* Program Strata 1 UIN Walisongo Semarang, (Semarang: 2018), 88, tidak dipublikasikan.

<i>Azimuth</i> Matahari	303° 14' 18,13"
Selisih <i>azimuth</i>	351° 16' 35,48"
Titik balik selisih <i>azimuth</i>	171° 16' 35,48"

Tabel 4. 2 Data yang diperlukan untuk penentuan arah kiblat menggunakan *backstaff* pada tanggal 23 Mei pukul 14.31 WIB

- 2) Menggunakan *backstaff* pada Selasa tanggal 23 Mei 2023 pukul 14.48 WIB

Data yang diperlukan	Nilai
Lintang Makkah (ϕ^m)	21° 25' 21,17" LU
Bujur Makkah (λ^m)	39° 49' 34,56" BT
Bujur Daerah (λ^d)	105°
Lintang tempat (ϕ^x)	-06° 55' 04,99" LS
Bujur tempat (λ^x)	110° 17' 13,18" BT
δ_1	20° 32' 40"
δ_2	20° 33' 09"
e_1	00° 03' 16"
e_2	00° 03' 16"
SBMD (C)	70° 27' 38,62"
Arah kiblat (AQ)	65° 29' 06,39"
<i>Azimuth</i> Kiblat	294° 30' 53,61"
Sudut waktu Matahari (t_0)	47° 55' 25,46"
Arah Matahari	58° 37' 31,83"

<i>Azimuth</i> Matahari	301° 22' 28,17"
Selisih <i>azimuth</i>	353° 08' 25,44"
Titik balik selisih <i>azimuth</i>	173° 08' 25,44"

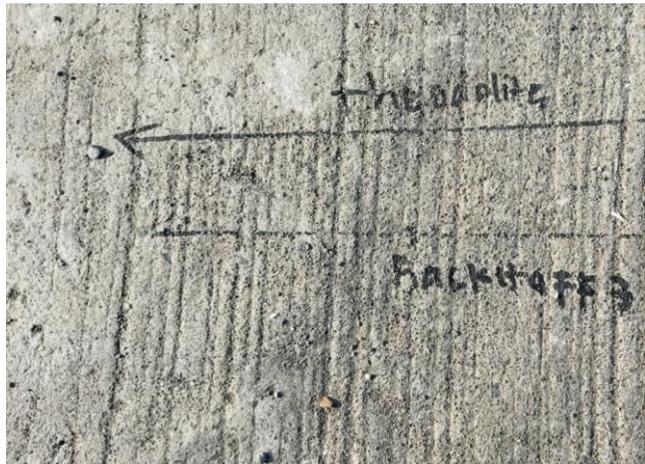
Tabel 4. 3 Data yang diperlukan untuk penentuan arah kiblat menggunakan *backstaff* pada tanggal 23 Mei pukul 14.48 WIB

- 3) Menggunakan *backstaff* pada Selasa tanggal 23 Mei 2023 pukul 15.02 WIB

Data yang diperlukan	Nilai
Lintang Makkah (ϕ^m)	21° 25' 21,17" LU
Bujur Makkah (λ^m)	39° 49' 34,56" BT
Bujur Daerah (λ^d)	105°
Lintang tempat (ϕ^x)	-06° 55' 04,99" LS
Bujur tempat (λ^x)	110° 17' 13,18" BT
δ_1	20° 33' 09"
δ_2	20° 33' 38"
e_1	00° 03' 16"
e_2	00° 03' 16"
SBMD (C)	70° 27' 38,62"
Arah kiblat (AQ)	65° 29' 06,39"
<i>Azimuth</i> Kiblat	294° 30' 53,61"
Sudut waktu Matahari (t_0)	51° 32' 31,45"
Arah Matahari	65° 29' 06,39"

Azimuth Matahari	299° 43' 32,41"
Selisih azimuth	354° 47' 21,12"
Titik balik selisih azimuth	174° 47' 21,20"

Tabel 4. 4 Data yang diperlukan untuk penentuan arah kiblat menggunakan *backstaff* pada tanggal 23 Mei pukul 15.02 WIB



Gambar 4. 2 Hasil penentuan arah kiblat menggunakan *backstaff* Selasa tanggal 23 Mei 2023 pukul 15.02 WIB

Untuk acuan arah kiblat yang diteliti yaitu menggunakan theodolite yang pembidikannya Selasa tanggal 23 Mei 2023 pukul 14.15 WIB, berikut adalah data-data yang diperlukan:

Data yang diperlukan	Nilai
Lintang Makkah (ϕ^m)	21° 25' 21,17" LU
Bujur Makkah (λ^m)	39° 49' 34,56" BT
Bujur Daerah (λ^d)	105°

Lintang tempat (ϕ^x)	-06° 55' 04,99" LS
Bujur tempat (λ^x)	110° 17' 13,18" BT
δ_1	20° 32' 40"
δ_2	20° 33' 09"
e_1	00° 03' 16"
e_2	00° 03' 16"
SBMD (C)	70° 27' 38,62"
Arah kiblat (AQ)	65° 29' 06,39"
<i>Azimuth</i> Kiblat	294° 30' 53,61"
Sudut waktu Matahari (t_0)	39° 51' 13,18"
Arah Matahari	54° 03' 39,67"
<i>Azimuth</i> Matahari	305° 56' 20,33"
Selisih <i>azimuth</i>	348° 34' 33,01"

Tabel 4. 5 Data yang diperlukan untuk penentuan arah kiblat menggunakan *theodolite* pada tanggal 23 Mei pukul 14.45 WIB



Gambar 4. 3 Penentuan arah kiblat menggunakan *theodolite*

2. Penentuan ara kiblat di tempat yang tidak terlihat ufuk

- a. Markaz Pelabuhan Kendal dengan lintang tempat (ϕ^x) $-6^\circ 55' 4,21''$ LS dan bujur tempat (λ^x) $110^\circ 17' 13,18$ BT. Penelitian ini dilakukan pada Ahad tanggal 21 Mei 2023. Berikut adalah dat-data yang diperlukan:

- 1) Menggunakan *theodolite* pada Ahad tanggal 21 Mei pukul 16.20 WIB

Data yang diperlukan	Nilai
Lintang Makkah (ϕ^m)	$21^\circ 25' 21,17''$ LU
Bujur Makkah (λ^m)	$39^\circ 49' 34,56''$ BT

Bujur Daerah (λ^d)	105°
Lintang tempat (ϕ^x)	-06° 55' 04,21" LS
Bujur tempat (λ^x)	110° 17' 13,18" BT
δ_1	20° 09' 54"
δ_2	20° 10' 25"
e_1	00° 03' 25"
e_2	00° 03' 25"
SBMD (C)	70° 27' 38,62"
Arah kiblat (AQ)	65° 29' 06,59"
<i>Azimuth</i> Kiblat	294° 30' 53,41"
Sudut waktu Matahari (t_0)	71° 08' 28,18"
Arah Matahari	66° 54' 16,27"
<i>Azimuth</i> Matahari	293° 05' 58,73"
Selisih <i>azimuth</i>	01° 24' 54,68"

Tabel 4. 6 Data yang diperlukan untuk penentuan arah kiblat menggunakan *theodolite* pada tanggal 21 Mei pukul 16.20 WIB

- 2) Menggunakan *backstaff* pada Ahad tanggal 21 Mei pukul 16.37 WIB

Data yang diperlukan	Nilai
Lintang Makkah (ϕ^m)	21° 25' 21,17" LU
Bujur Makkah (λ^m)	39° 49' 34,56" BT
Bujur Daerah (λ^d)	105°
Lintang tempat (ϕ^x)	-06° 55' 04,21" LS
Bujur tempat (λ^x)	110° 17' 13,18" BT

δ_1	20° 32' 40"
δ_2	20° 33' 09"
e_1	00° 03' 16"
e_2	00° 03' 16"
SBMD (C)	70° 27' 38,62"
Arah kiblat (AQ)	65° 29' 06,59"
<i>Azimuth</i> Kiblat	294° 30' 53,41"
Sudut waktu Matahari (t_0)	75° 23' 28,18"
Arah Matahari	67° 47' 33,39"
<i>Azimuth</i> Matahari	292° 12' 26,61"
Selisih <i>azimuth</i>	02° 18' 26,80"
Titik balik selisih <i>azimuth</i>	177° 41' 33,20"

Tabel 4. 7 Data yang diperlukan untuk penentuan arah kiblat menggunakan *backstaff* pada tanggal 21 Mei pukul 16.37 WIB



Gambar 4. 4 Penentuar arah kiblat menggunakan *backstaff* pada 21 Mei 2023 pukul 16.37 WIB



Gambar 4. 5 Hasil penentuar arah kiblat menggunakan *backstaff* pada 21 Mei 2023 pukul 16.37 WIB

- b. Markaz Lapangan RW 14 pada tanggal 26 Mei 2023
 - 1) Menggunakan *theodolite* pada Jum'at tanggal 26 Mei pukul 10.53 WIB

Data yang diperlukan	Nilai
Lintang Makkah (ϕ^m)	21° 25' 21,17" LU
Bujur Makkah (λ^m)	39° 49' 34,56" BT
Bujur Daerah (λ^d)	105°
Lintang tempat (ϕ^x)	-06° 59' 22,49" LS
Bujur tempat (λ^x)	110° 19' 26,04" BT
δ_1	21° 03' 56"
δ_2	21° 04' 23"
e_1	00° 03' 00"
e_2	00° 03' 00"
SBMD (C)	70° 29' 51,48"
Arah kiblat (AQ)	65° 28' 33,22"
<i>Azimuth</i> Kiblat	294° 31' 26,78"
Sudut waktu Matahari (t_o)	-10° 40' 33,96"
Arah Matahari	-20° 15' 17,51"
<i>Azimuth</i> Matahari	20° 15' 17,51"
Selisih <i>azimuth</i>	274° 16' 9,27"

Tabel 4. 8 Data yang diperlukan untuk penentuan arah kiblat menggunakan *theodolite* pada Jum'at tanggal 26 Mei pukul 10.53 WIB



Gambar 4. 6 Penentuan arah kiblat menggunakan *theodolite* pada Jum'at tanggal 26 Mei pukul 10.53 WIB

- 2) Menggunakan *backstaff* pada Jum'at tanggal 26 Mei pukul 11.11 WIB

Data yang diperlukan	Nilai
Lintang Makkah (ϕ^m)	21° 25' 21,17" LU
Bujur Makkah (λ^m)	39° 49' 34,56" BT
Bujur Daerah (λ^d)	105°
Lintang tempat (ϕ^x)	-06° 59' 22,49" LS
Bujur tempat (λ^x)	110° 19' 26,04" BT
δ_1	21° 04' 23"
δ_2	21° 04' 49"
e_1	00° 03' 00"
e_2	00° 02' 60"

SBMD (C)	70° 29' 51,48"
Arah kiblat (AQ)	65° 28' 33,22"
Azimuth Kiblat	294° 31' 26,78"
Sudut waktu Matahari (t_0)	-06° 10' 33,96"
Arah Matahari	-12° 03' 42,66"
Azimuth Matahari	12° 03' 42,66"
Selisih azimuth	282° 27' 44,12"
Titik balik selisih azimuth	102° 27' 44,12"

Tabel 4. 9 Data yang diperlukan untuk penentuan arah kiblat menggunakan *backstaff* pada tanggal 26 Mei pukul 11.11 WIB



Gambar 4. 7 Hasil penentuan arah kiblat menggunakan *backstaff* pada Jum'at tanggal 26 Mei pukul 11.11 WIB

- 3) Menggunakan *backstaff* pada Jum'at tanggal 26 Mei pukul 11.29 WIB

Data yang diperlukan	Nilai
Lintang Makkah (ϕ^m)	21° 25' 21,17" LU
Bujur Makkah (λ^m)	39° 49' 34,56" BT
Bujur Daerah (λ^d)	105°
Lintang tempat (ϕ^x)	-06° 59' 22,49" LS
Bujur tempat (λ^x)	110° 19' 26,04" BT
δ_1	21° 04' 23"
δ_2	21° 04' 49"
e_1	00° 03' 00"
e_2	00° 02' 60"
SBMD (C)	70° 29' 51,48"
Arah kiblat (AQ)	65° 28' 33,22"
<i>Azimuth</i> Kiblat	294° 31' 26,78"
Sudut waktu Matahari (t_o)	-01° 40' 33,96"
Arah Matahari	-03° 19' 12,99"
<i>Azimuth</i> Matahari	03° 19' 12,99"
Selisih <i>azimuth</i>	291° 12' 13,79"
Titik balik selisih <i>azimuth</i>	111° 12' 13,79"

Tabel 4. 10Data yang diperlukan untuk penentuan arah kiblat menggunakan *backstaff* pada tanggal 26 Mei pukul 11.29 WIB



Gambar 4. 8 Hasil penentuan arah kiblat menggunakan *backstaff* pada Jum'at tanggal 26 Mei pukul 11.29 WIB

- 4) Menggunakan *backstaff* pada Jum'at tanggal 26 Mei pukul 12.11 WIB

Data yang diperlukan	Nilai
Lintang Makkah (ϕ^m)	21° 25' 21,17" LU
Bujur Makkah (λ^m)	39° 49' 34,56" BT
Bujur Daerah (λ^d)	105°
Lintang tempat (ϕ^x)	-06° 59' 22,49" LS
Bujur tempat (λ^x)	110° 19' 26,04" BT
δ_1	21° 04' 49"
δ_2	21° 05' 15"
e_1	00° 02' 60"
e_2	00° 02' 60"
SBMD (C)	70° 29' 51,48"

Arah kiblat (AQ)	65° 28' 33,22"
<i>Azimuth</i> Kiblat	294° 31' 26,78"
Sudut waktu Matahari (t_0)	08° 47' 13,18"
Arah Matahari	16° 53' 48,89"
<i>Azimuth</i> Matahari	343° 06' 11,11"
Selisih <i>azimuth</i>	311° 25' 15,67"
Titik balik selisih <i>azimuth</i>	131° 25' 15,67"

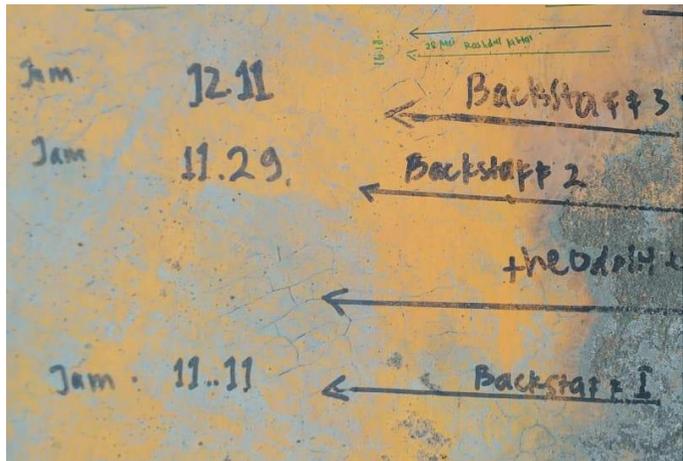
Tabel 4. 11 Data yang diperlukan untuk penentuan arah kiblat menggunakan *backstaff* pada tanggal 26 Mei pukul 12.11 WIB



Gambar 4. 9 Hasil penentuan arah kiblat menggunakan *backstaff* pada Jum'at tanggal 26 Mei 2023



Gambar 4. 10 Penentuan arah kiblat menggunakan *backstaff*



Gambar 4. 11 Hasil pengukuran arah kiblat menggunakan *theodolite*, *backstaff* dan *rasdul kiblat*

Pada penelitian tanggal 26 Mei 2023 hasil penentuan arah kiblat diverifikasi dengan raşdul kiblat global dan mendapatkan selisih kurang lebih $0^{\circ} 30'$ sampai 1° , pengukuran selisih ini dilakukan menggunakan busur derajat. hasil pengukuran pada penelitian tanggal 26 Mei 2023 dapat dilihat pada gambar diatas yaitu gambar 4.

Menurut Slamet Hambali tingkat keakuratan arah kiblat dibagi menjadi 4 kelompok yaitu:

- Sangat akurat, apabila hasil pengukuran arah kiblat berhasil benar-benar mendapatkan atau mengarah ke ka'bah (Masjidil Haram).
- Akurat, apabila hasil pengukuran mendapatkan kemelencengan kurang dari $0^{\circ} 42' 46,43''$.
- Kurang Akurat, apabila hasil pengukuran mendapatkan kemelencengan kurang dari $0^{\circ} 42' 46,43''$ sampai $22^{\circ} 30' 00''$, jika kemelencengan mencapai $22^{\circ} 30' 00''$ maka arah kiblat untuk wilayah Indonesia akan cenderung ke arah barat lurus.
- Tidak Akurat, apabila hasil pengukuran mendapatkan kemelencengan lebih $22^{\circ} 30' 00''$, jika terjadi kemelencengan yang mencapai di atas $22^{\circ} 30' 00''$

arah kiblat untuk wilayah Indonesia akan cenderung condong ke arah selatan dari titik barat.²

Dengan mengacu pada kategori pengelompokkan tingkat akurasi pengukuran arah kiblat tersebut maka instrumen *backstaff* termasuk dalam kelompok akurat.

B. Analisis Tingkat Akurasi *Backstaff* dalam Penentuan Awal Bulan Kamariah

Penentuan awal bulan kamariah yang pertama kali dilakukan oleh Rasulullah SAW yaitu rukyatulhلال dengan cara melihat wujudnya hilal secara langsung dengan mata telanjang tanpa menggunakan alat bantu. Perkembangan zaman semakin canggih apalagi dalam bidang ilmu pengetahuan dan teknologi, maka mulai berkembanglah alat bantu yang memudahkan untuk pelaksanaan rukyatulhلال. Awal perkembangannya, alat bantu rukyatulhلال masih berupa alat sederhana yang hanya berfungsi untuk memperkirakan posisi hilal kemudian seiring berjalannya waktu alat bantu rukyatulhلال semakin berkembang dan canggih dimana fungsi dari alat-alat tersebut dapat mendeteksi keberadaan posisi hilal dengan ketelitian yang tinggi dan juga mampu memperjelas wujud hilalnya. Alat-alat tersebut contohnya adalah *teleskop*, *theodolite*, *binokuler* dan *image processing*. Namun alat-alat

² Slamet Hambali, “Menguji Keakuratan Hasil Pengukuran Arah Kiblat Menggunakan Istiwaa’ini Karya Slamet Hambali,” *Laporan Hasil Penelitian Individual IAIN Walisongo Semarang*, hlm. V (2014): 49–53, <https://core.ac.uk/download/pdf/45433807.pdf>.

tersebut sangatlah mahal sehingga pada penelitian ini memberikan solusi alternatif bagi perukyat yang belum bisa membeli alat-alat canggih tersebut yaitu menggunakan *backstaff* untuk melakukan rukyatulhilar dimana alat ini membantu perukyat mengetahui posisi hilal.

Pengujian keakuratan *backstaff* dalam penentuan awal bulan kamariah dilakukan di markaz Pelabuhan Kendal yang mempunyai lintang tempat (ϕ^x) $-6^\circ 55' 4,21''$ LS dan bujur tempat (λ^x) $110^\circ 17' 13,18$ BT. Pelabuhan Kendal terletak di Desa Wonorejo, Kec. Kaliwungu Kab. Kendal. Pelabuhan ini dibangun pada tahun 2001 pada masa Bupati H. Hendy Boedoro, SH, M.Si., dengan luas 58 ha. Pelabuhan Kendal digunakan pertama kali oleh BHRD Kabupaten Kendal dan Lajnah Falakiyah Nahdlatul Ulama (LFNU) Kabupaten Kendal pada tahun 2008. Terletak pada wilayah Kabupaten Kendal bagian Utara yang ketinggian tempat 0-25 meter dpl, dengan kondisi iklim cenderung lebih panas dengan suhu rata-rata 27° C. Ufuk Barat ke Utara di Pelabuhan Kendal tidak terhalang oleh apapun dan sangat terbuka bersih dari pepohonan maupun gedung-gedung, namun pada ufuk Barat ke Selatan ada bagian yang terhalang oleh gedung dan pepohonan.³

Penelitian ini dilakukan sebanyak 3 kali yaitu akhir Rajab 1444 H, akhir Syawal 1444 H dan tanggal 1 Syawal 1444 H. Berikut adalah hasil penelitian penentuan awal bulan kamariah menggunakan *backstaff*:

1. Akhir Rajab 1444 H

³ Ismail Khudhori, "Analisis Tempat Rukyat Di Jawa Tengah (Studi Analisis Astronomis Dan Geografis)" (Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang, 2015), 115.

Sebelum melakukan pengamatan atau rukyat persiapan data-data yang dibutuhkan untuk rukyatulhilar, data-data tersebut digunakan sebagai acuan ketika pelaksanaan rukyat. Sedangkan untuk mengetahui keakuratan *backstaff* untuk penentuan arah kiblat yaitu menggunakan alat *theodolite* yang merupakan alat yang dianggap memiliki keakuratan yang tinggi. Berikut adalah data-data yang diperlukan ketika rukyatulhilar:

Ijtima' akhir Rajab 1444 H terjadi pada Senin Pahing tanggal 20 Februari 2023 pada pukul 14: 08: 16,08 WIB.

No	Data yng diperlukan	Keterangan
1	Lintang tempat (ϕ^x)	-06° 55' 04,21" LS
2	Bujur tempat (λ^x)	110° 17' 13,18" BT
3	Bujur daerah (λ^d)	105°
4	Tinggi tempat	22 mdpl
5	Matahari terbenam (ghurub)	Pukul 18: 02: 0,31 WIB
6	Tinggi hilal hakiki	03° 09' 0,39"
7	Tinggi hilal mar'i	02° 46' 6,42"
8	Lama hilal di atas ufuk (mukuts)	0 ^j 11 ^m 4,43 ^d
9	<i>Azimuth</i> Bulan	255° 59' 59,80"
10	<i>Azimuth</i> Matahari	258° 51' 55,76"
11	Selisih <i>azimuth</i> Bulan dan Matahari	02° 51' 55,96"
12	Posisi hilal	02° 51' 55,96" di Selatan Matahari

Tabel 4. 12 Data yang diperlukan saat *rukyatulhilar* akhir Rajab 1444 H

2. Akhir Syawal 1444 H

Ijtima' akhir Syawal 1444 H terjadi pada Jum'at Legi tanggal 19 Mei 2023 pada pukul 22: 55: 46,7 WIB.

No	Data yng diperlukan	Keterangan
1	Lintang tempat (ϕ^x)	-06° 55' 04,21" LS
2	Bujur tempat (λ^x)	110° 17' 13,18" BT
3	Bujur daerah (λ^d)	105°
4	Tinggi tempat	22 mdpl
5	Matahari terbenam (ghurub)	Pukul 17: 29: 27,68 WIB
6	Tinggi hilal hakiki	06° 44' 15,99"
7	Tinggi hilal mar'i	06° 19' 30,14"
8	Lama hilal di atas ufuk (mukuts)	0' 25 ^m 18,01 ^d
9	<i>Azimuth</i> Bulan	295° 55' 22,21"
10	<i>Azimuth</i> Matahari	290° 00' 21,16"
11	Selisih <i>azimuth</i> Bulan dan Matahari	05° 55' 01,05"
12	Posisi hilal	05° 55' 01,05" di Utara Matahari

Tabel 4. 13 Data yang diperlukan saat *rukyatulhilal* akhir Syawal 1444 H



Gambar 4. 12 *Rukyatulhilal* akhir Syawal 1444 H



Gambar 4. 13 Keadaan ufuk Barat ketika menjelang Mathari terbenam

3. Tanggal 1 Syawal 1444 H

Pada tanggal 1 Syawal digunakan untuk memverifikasi apakah bisa alat *backstaff* dapat mengamati posisi hilal, karena pada tanggal ini posisi hilal sudah mencapai ketinggian sekitar 17 derajat. berikut adalah data-data yang diperlukan untuk pengamatan:

No	Data yng diperlukan	Keterangan
1	Lintang tempat (ϕ^x)	-06° 55' 04,21" LS
2	Bujur tempat (λ^x)	110° 17' 13,18" BT
3	Bujur daerah (λ^d)	105°
4	Tinggi tempat	22 mdpl
5	Matahari terbenam (ghurub)	Pukul 17: 29: 25,2 WIB
6	Tinggi hilal hakiki	17° 26' 50,47"
7	Tinggi hilal mar'i	17° 00' 06,34"

8	Lama hilal di atas ufuk (mukuts)	$01^{\text{h}} 08^{\text{m}} 0,42^{\text{d}}$
9	<i>Azimuth</i> Bulan	$301^{\circ} 07' 56''$
10	<i>Azimuth</i> Matahari	$290^{\circ} 12' 47,87''$
11	Selisih <i>azimuth</i> Bulan dan Matahari	$10^{\circ} 55' 08,13''$
12	Posisi hilal	$10^{\circ} 55' 08,13''$ di Utara Matahari

Tabel 4. 14 Data yang diperlukan ketika pengamatan hilal tanggal 1 Dzulqo'dah 1444 H



Gambar 4. 14 Keadaan ufuk Barat tanggal 1 Dzulqo'dah 1444 H



Gambar 4. 15 Pengamatan hilal menggunakan *backstaff*



Gambar 4. 16 Pengamatan hilal menggunakan *theodolite*

Pelabuhan Kendal terletak di Utara Pulau Jawa yang semakin dekat dengan equator Bumi (garis katulistiwa), menjadikan troposfer pada atmosfer pantai ini lebih tebal dari pada posisi Selatannya. Keadaan tersebut menjadi salah satu faktor sedikit mempersulit dalam melakukan pengamatan. Kendala yang sering dihadapi setiap kali melaksanakan rukyatulhلال di pelabuhan Kendal ini adalah faktor mendung dan langit-langit tertutup awan. Keadaan tersebut terjadi terjadi dikarenakan pula Kabupaten Kendal termasuk pelabuhan Kendal beriklim basah (tropis). Kualitas udara di pantai ini cukup polutif, karena banyaknya aktifitas kapal dan kendaraan menjadikan langit terkena polusi asap dan juga polusi cahaya. Polusi cahaya dari lampu-lampu kapal yang berlayar juga menjadi kendala dalam pengamatan Hilal. Tempat ini juga terlalu dekat dengan jalan raya pantura sebagai penyebab polusi udara dari asap kendaraan.

Backstaff merupakan alat bantu dalam *rukyatulhلال* untuk mencari dimana posisi hilal berada dengan berdasarkan data-data yang diperlukan untuk rukyatulhلال. Dapat disimpulkan bahwa penggunaan *backstaff* untuk penentuan awal bulan kamariah tidak melanggar batasan-batasan alat bantu rukyat hilal yang diperbolehkan oleh para ulama yang tidak memunculkan hilal padahal hilal masih di bawah ufuk. Hal tersebut dikarenakan, fungsi utama dari *backstaff* ini hanya sebagai petunjuk arah yang membantu perukyat dalam memfokuskan arah pandangannya ke posisi hilal berada. Keseluruhan hasil dari tiga kali uji akurasi tersebut, dapat disimpulkan bahwa *backstaff* mampu melokalisir posisi Bulan dengan cukup akurat. Terbukti dalam uji akurasi yang dikomparasikan dengan *theodolite* memiliki arah pandang yang sama.

Instrumen *backstaff* ini merupakan instrumen yang dirangkai sendiri oleh peneliti dengan panduan buku *the lo-tech navigation*, sehingga untuk mendapatkan keakurasian peneliti melakukan observasi berkali-kali agar instrument *backstaff* ini dikatakan akurat dan layak untuk digunakan. Melihat dari hasil praktek tersebut, terdapat beberapa kelebihan dan kekurangan metode dalam instrument *sextant*. Berikut adalah kelebihan dari *backstaff*, antara lain:

- a. Saat menggunakan *backstaff* pengamat tidak langsung menghadap Matahari, jadi mata pengamat aman dari radiasi Matahari.
- b. Alatnya mudah dibawa.
- c. Alat ini merupakan alat yang ekonomis karena terbuat dari kayu.
- d. Memiliki banyak fungsi yaitu dapat diaplikasikan menjadi instrumen falak.
- e. *Backstaff* tidak menggunakan baterai sehingga praktis.

Di samping memiliki beberapa kelebihan, *backstaff* juga mempunyai beberapa kelemahan alat, yaitu:

- a. *Backstaff* tidak menggunakan lensa monokuler sehingga bila mata yang kurang fokus, akan kesulitan mengoperasikannya.
- b. Skala sudut yang terdapat dalam *backstaff* hanya sampai menit belum skala detik.
- c. *Backstaff* belum bisa digunakan di tempat yang minim cahaya Matahari seperti di tempat dataran tinggi yang memiliki kelembaban udara yang tinggi.

- d. Apabila menggunakan *backstaff* harus mengetahui komponen dan fungsi dari *backstaff* dan menguasai bagaimana cara penggunaannya.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis dari bab-bab sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa:

1. Instrumen *backstaff* dapat dijadikan sebagai instrumen ilmu falak, dimana dalam ilmu falak mengkaji beberapa pembahasan yaitu arah kiblat, awal bulan kamariah, waktu salat, dan gerhana. Sedangkan *backstaff* mampu digunakan untuk menentukan awal waktu salat dzuhur dan asar yang dapat dilihat dalam penelitian yang berjudul “*Uji Akurasi Backstaff dalam Penentuan Awal Waktu Salat Dzuhur dan Asar*”, dan pada penelitian ini *backstaff* dapat digunakan untuk penentuan arah kiblat dan awal bulan kamariah.
2. Keakuratan *backstaff* dalam menentukan arah kiblat yang diuji menggunakan *theodolite* yang dianggap memiliki keakuratan yang tinggi. Dalam hal ini dibuktikan dari beberapa kali pengujian yang dilakukan oleh penulis di Pelabuhan Kendal dan Lapangan RW 14 Bukit Beringin Lestari Barat Wonosari, Ngaliyan, Semarang. Kemelencengan dalam penentuan arah kiblat menggunakan *backstaff* dengan *theodolite* serta *raşdul kiblat* terdapat selisih kurang lebih $0^{\circ} 30'$ sampai 1° . Selisih tersebut dipengaruhi oleh faktor beda penglihatan, *backstaff* yang mungkin bergerak sedikit saat pemutaran bidang dial, serta

kurang fokusnya pengamat saat pembidikan Matahari atau pembidikan titik. Selain itu ukuran dari *backstaff* itu sendiri, semakin besar *backstaff*, maka interval derajat pada skala *backstaff* akan semakin jelas terbaca pada setiap derajatnya. Instrument *backstaff* termasuk dalam kelompok akurat berdasarkan kategori pengelompokkan kemelencengan pengukuran arah kiblat menurut Slamet Hambali. Sedangkan *backstaff* untuk penentuan awal bulan kamariah mampu melokalisir posisi Bulan dengan cukup akurat. Terbukti dalam uji akurasi yang dikomparasikan dengan *theodolite* memiliki arah pandang yang sama.

B. Saran

1. *Backstaff* harus terus dimodifikasi dan dikembangkan agar kaya akan fungsi dan kegunaannya.
2. Ketelitian *backstaff* bisa diperjelas lagi menjadi detik busur.
3. Mengenai fungsi dan kegunaannya harus adanya perhatian lebih bagi para pegiat ilmu falak dan astronomi agar *backstaff* memiliki prosedur atau panduan serta literatur yang jelas untuk menyatukan dan memadukan langkah dalam penggunaan fungsinya.
4. Meskipun sekarang ini sudah terdapat alat yang lebih canggih dan hasilnya pun mencapai akurat akan tetapi seharusnya tetap mempergunakan *backstaff* sebagai khazanah klasik dalam menyelesaikan permasalahan astronomi.

C. Penutup

Alhamdulillah, puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan segala nikmat dan karunia-Nya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan tesis ini sebagai tugas akhir syarat menyelesaikan Studi Ilmu Falak Pascasarjana Fakultas Syari'ah dan Hukum UIN Walisongo Semarang. Shalawat dan salam senantiasa tercurah kepada Nabi Muhammad Saw. Selain berupaya dalam penulisan tesis ini, penulis menyadari bahwa dalam tulisan ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang konstruktif senantiasa penulis nantikan dan harapkan. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat, khususnya bagi penulis sendiri dan bagi para pembaca pada umumnya sebagaimana yang diharapkan oleh penulis dalam bidang Ilmu Falak.

DAFTAR PUSTAKA

Jurnal:

- Angkat, M Arbisora. "IMPLEMENTASI THEODOLITE DALAM PENENTUAN ARAH KIBLAT KAMPUS STAIN SULTAN ABDURRAHMAN KEPULAUAN RIAU." *Bilancia: Jurnal Studi Ilmu Syariah dan Hukum* 16, no. 1 (2022): 117–133. <https://doi.org/10.24239/blc.v16i1.929>.
- Ardliansyah, Moelki Fahmi. "Kajian Perangkat Hisab Rukyat Nusantara (Rubu' Mujayyab Dan Astrolabe Dalam Hisab Awal Waktu Salat)." *Jurnal Bimas Islam* 8 No. 1 (2015). <https://jurnalbimasislam.kemenag.go.id/jbi/article/download/166/114/519>.
- Azmi, Muhammad Farid. "Qibla Rulers: Keakurasian Dalam Pengukuran Arah Kiblat." *Ulul Albab: Jurnal Studi dan Penelitian Hukum Islam* 2, no. 2 (2019). <https://doi.org/10.30659/jua.v2i2.3667>.
- Hambali, Slamet. "Menguji Keakuratan Hasil Pengukuran Arah Kiblat Menggunakan Istiwa'aini Karya Slamet Hambali." *Laporan Hasil Penelitian Individual IAIN Walisongo Semarang, hlm. V* (2014). <https://core.ac.uk/download/pdf/45433807.pdf>.
- . "Uji Kelayakan Istiwa'aini Sebagai Alat Bantu Menentukan Arah Kiblat Yang Akurat." In *Makalah Seminar Nasional Uji Kelayakan Istiwa'aini Sebagai Alat Bantu Menentukan Arah Kiblat Yang Akurat*. Semarang: IAIN Semarang, 2013.
- Izzuddin, Ahmad, Muhammad Habibur Rahman, and Muhammad Himmatur Riza. "Teleskop Ioptron Cube II Dalam Penentuan Arah Kiblat: Teleskop, Arah Kiblat, Theodolite." *AL-AFAQ: Jurnal Ilmu Falak Dan Astronomi* 3, no. 1 (2021). <https://doi.org/10.20414/afaq.v3i1.2776>.

- . “Metode Penentuan Arah Kiblat Dan Akurasinya” (2012). <http://digilib.uinsby.ac.id/id/eprint/8702>.
- Larnder, Margaret Montgomery. “John Davis.” *Dictionary of Canadian Biography* Vol. 1 (1966). http://www.biographi.ca/en/bio/davis_john_1605_1E.html.
- Bennett, Jim. “Catadioptrics and Commerce in Eighteenth-Century London.” *History of Science* 44, no. 2 (June 1, 2006): 247–278. <https://doi.org/10.1177/007327530604400205>.
- . “Nicolàs de Hilster. Navigation on Wood: Wooden Navigational Instruments, 1590–1731: An Analysis of Early Modern Western Instruments for Celestial Navigation, Their Origins, Mathematical Concepts, and Accuracies. 815 Pp., Bibl., Apps., Indexes. Castricum: .” *Isis* 110, no. 3 (2019).
- Jamaludin, Dedi. “Penetapan Awal Bulan Kamariah Dan Permasalahannya Di Indonesia.” *Al-Marshad* 5729, no. November (2018): 156–171. <http://jurnal.umsu.ac.id/index.php/almarshad>.
- Jamil, Antoni. “Metode Penentuan Arah Kiblat Dengan Posisi Matahari.” *ISTINBATH: Jurnal Hukum* 12, no. 2 (2015): 291–328. <https://e-journal.metrouniv.ac.id/index.php/istinbath/article/view/586>.
- Khafid, Ing. “Penentuan Garis Tanggal Kalender Hijriyah Serta Hisab, Awal Ramadhan, Syawal Dan Dzulhijah 1434 H.” *Badan Informasi Geospasial* (2012).
- Nirsal, Nirsal. “Perangkat Lunak Pembentukan Bayangan Pada Cermin Dan Lensa.” *d’ComPutarE: Jurnal Ilmiah Information Technology* 2, no. 1 (2015): 24–33.
- Northrup, Cynthia Clark. *Encyclopedia of World Trade from Ancient Times to The Present*. Vol. 1–4. London: Routledge, 2015.

Robert Bud dan Deborah Jean Warner. *Instrumens of Science An Historical Encyclopedia*. London: An Historical Museum, 1998.
https://www.academia.edu/45105106/Indicator_in_Instrumens_of_Science_An_Historical_Encyclopedia_.

———. “Instruments of Science An Historical Encyclopedia.” *Kristalografi* 66, no. 1 (1998).

Sari, Friska Linia, and Muhammad Himmatur Riza. “UJI AKURASI BACKSTAFF DALAM PENENTUAN AWAL WAKTU SALAT DZUHUR DAN ASHAR.” *ELFALAKY: Jurnal Ilmu Falak* 6, no. 1 (2022): 38–64.
<https://doi.org/10.24252/ifk.v6i1.26686>

Stimson, A. “The Influence of the Royal Observatory at Greenwich upon the Design of 17th and 18th Century Angle-Measuring Instruments at Sea.” *Vistas in Astronomy* 20, no. PART 1 (1976): 123–130.
<http://coastalboating.net/Resources/Navigation/Celestial/pix/StimsonNav.pdf>.

Tatiana, Viktor Sedov, Peter Ulf Moller, Carol L. Urness, Fiodorova. *The Journal of Midshipman Chaplin A Record of Bering's First Kamchatka Expedition*. Beringiana. Vol. 5. Russian: Aarhus University Press, 2010.

Buku:

Ahmad ibn Mustafa al-Maraghi. *Tafsir Al-Maraghi*. Edited by Diterjemahkan oleh Anshori Umar Sitanggal dengan judul “Terjemah Tafsir Al-Maraghi”. Semarang: Toha Putra, n.d.

Ahmad Musonnif. *Ilmu Falak Metode Hisab Awal Waktu Shalat, Arah Kiblat, Hisab Urfi Dan Hisab Hakiki Awal Bulan*. Yogyakarta: Teras, 2011.

Al-Anshariy, Abdul Quddus. *At-Tārikh Al-Mufassshal Li Al-Ka'bari*

AlMusyarrafah Qabla Al-Islām, Disitir Oleh H.M.H. Al Hamid Al Husaini, Riwayat Kehidupan Nabi Besar Muhammad SAW. Cet III. Jakarta: Yayasan Al Hamidiy, 1993.

Al-Bukhārī, Al-Imam Muḥammad ibn Ismāīl. *Saḥiḥ Al-Bukhārī*. Lebanon: Dār al-Kutub al-‘Ilmiyyah, 1992.

Al-Qurtuby, Ibnu Rusyd. *Bidayatul Mujtahid Wa Nihayatul Muqtashid Juz II*. Beirut: Darul Kutubil ‘Ilmiyyah, n.d.

Al-Sheikh, Abdullah bin Muhammasd bin Abdurrahman bin Ishaq. *Tafsir Ibnu Katsir: Jilid 1*. Cetakan 4. Kairo: Mu-assasah Daar al-Hilaal Kairo, 2005.

An-Naisābūrī, Al-Imam Muslim ibn Al-Hajjāj Al-Qusyairī. *Saḥiḥ Muslim*. Lebanon: Dār al-Kutub al-‘Ilmiyyah, 1994.

Asqalani, Ibnu Hjar Al. *Fathul Baari Syarah: Sahih Bukhari/ Al Imam Al Hafizh Ibnu Hajar Al Asqalani*. Jakarta: Pustaka Azzam, 2014.

Azhari, Susiknan. *Ensiklopedi Hisab Rukyat*. Pustaka Pelajar, 2005.

———. *Ensiklopedi Hisab Rukyat*. Cetakan II. Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2012.

———. *Ilmu Falak Perjumpaan Khazanah Islam Dan Sains Modern*. Yogyakarta: Suara Muhammadiyah, 2011.

Azhari, Susiksan. “Saaduddin Jambek Dalam Sejarah Pemikiran Hisab Di Indonesia.” tesis Pasca Sarjana IAIN Sunan Kalijaga, 1998.

Bashori, Muh. Hadi. *Bagimu Rukyatmu Bagiku Hisabku*. Cetakan 1. Jakarta: Pustaka Al-Kautsar, 2016.

———. *Penanggalan Islam: Peradaban Tanpa Penanggalan, Inikah Pilihan Kita?* Jakarta: Elex Media Komputindo, 2013.

Bisri, Musthafa. *Al-Ibris Li Ma’rifati Tafsir Al-Qur’ani Al-Aziz Bi Al-Lughati Al-Jawiiyah*. Juz I. Kudus: Menara Kudus, n.d.

- Crowley, Tony. *The Lo-Tech Navigator*. Rendlesham: Seafarer Books, 2004.
- Ghoffer, Abdullah bin Muhammad bin ‘Abdurrahman bin Ishaq Alu Syaikh Penerjemah M. Abdul. *Lubaabut Tafsir Min Ibni Katsiir Jilid 4*. Tanpa Tempat: Pustaka Imam Asy-Syafi’I, 2008.
- Haji, Direktorat Jenderal Bimas Islam dan Penyelenggara. *Selayang Pandang Hisab Rukyat*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Peradilan Agama, 2004.
- Hambali, Slamet. *Almanak Sepanjang Masa: Sejarah Sistem Peanggalan Masehi, Hijriah, Dan Jawa*. Semarang: Program Pascasarjana IAIN Walisongo, 2011.
- . *Ilmu Falak 1: Penentuan Awal Waktu Shalat & Arah Kiblat Seluruh Dunia*. Semarang: Program Pascasarjana IAIN Walisongo, 2011.
- . *Ilmu Falak Arah Kiblat Setiap Saat*. Cetakan I. Yogyakarta: Pustaka Ilmu, 2013.
- Islam, Direktorat Urusan Agama Islam dan Pembinaan Syariah. *Buku Saku Rukyat*. Jakarta: Direktorat Jenderal Bimbingan Masyarakat Kementerian Agama Republik Indonesia, 2021.
- Islam, Direktorat Urusan Agama Islam dan Pembinaan Syariah Direktorat Jenderal Bimbingan Masyarakat. *Ephemeris Hisab Rukyat 2023*. Jakarta: Kementerian Agama RI, 2022.
- Izzuddin, Ahmad. *Kajian Terhadap Metode-Metode Penentuan Arah Kiblat Dan Akurasinya*. Edited by Mohamad Arja Imroni. Cetakan Ke. Jakarta: Kementerian Agama Republik Indonesia Direktorat Jenderal Pendidikan Islam Direktorat Pendidikan Tinggi Islam, 2012.
- . *Menentukan Arah Kiblat Praktis*. Cetakan 1. Semarang: Walisongo Press, 2010.

- . *Tipologi Dan Metode-Metode Penentuan Arah Kiblat (Dari Sejarah, Latar Belakang Dan Akurasinya)*. Semarang: Rafi Sarana Perkasa, n.d.
- Izzudin, Ahmad. *Ilmu Falak Praktis*. Pustaka Rizki Putra, 2020.
- Jaelani, Ahmad, Anisah Budiwati, Encep Abdul Rozak, Faqih Baidhowi, Hasna Tuddar Putri, Mahya Laila, M. Manan Ma'nawi, et al. *Hisab Rukyat Menghadap Kiblat (Fiqh, Aplikasi, Fatwa Dan Software)*. Edited by Ahmad Izzuddin. Semarang: Program Studi Ahwal Al-Syakhshiyah Konsentrasi Ilmu Falak Fakultas Syari'ah IAIN Walisongo, n.d.
- Jamil, A. *Ilmu Falak (Teori & Aplikasi)*. Jakarta: Amzah, 2009.
- Khafid, Ing. “Penentuan Garis Tanggal Kalender Hijriyah Serta Hisab, Awal Ramadhan, Syawal Dan Dzulhijah 1434 H.” *Badan Informasi Geospasial* (2012).
- Khazin, Muhyiddin. *Ilmu Falak Dalam Teori Dan Praktik: Perhitungan Arah Kiblat, Waktu Shalat, Awal Bulan Dan Gerhana*. Buana pustaka, 2004.
- . *Kamus Ilmu Falak*. Jogjakarta: Buana Pustaka, 2005.
- Kristanto, Vigh Hery. *Metodologi Penelitian Pedoman Penulisan Karya Tulis Ilmiah (KTI)*. Yogyakarta: Deepublish, 2018.
- M. Djamal. *Paradigma Peneitian Kualitatif*. Yogyakarta: Mitra Pustaka, 2017.
- Mujaddid, Ade Yusuf. “Fiqh Ibadah (Inovasi Dan Relasi Antara Teks Dan Praktek).” *Semarang: CV Karya Abadi Jaya* (2015).
- Mukharramkh, Akh. *Ilmu Falak: Dasar – Dasar Hisab Praktis*. Sidoarjo: Grafika Media, 2011.
- Murtadho, Moh. *Ilmu Falak Praktis*. Cetakan 1. Malang: UIN Malang Press, 2008.

- Nazir, Moh. *Metode Penelitian*. Bogor: Ghalia Indonesia, 2017.
- Penyusun, Tim. *Panduan Penulisan Karya Tulis Ilmiah*. Pascasarjana UIN Walisongo, 2018.
- Qulub, Siti Tatmainul. *Ilmu Falak Dari Sejarah Ke Teori Dan Aplikasi*. Cetakan 1. Depok: Rajawali Pers, 2017.
- RI, Departemen Agama. *Al-Qur'an & Tafsirnya*. Jakarta: Widya Cahaya, 2011.
- RI, Kementerian Agama. *Al-Qur'an Dan Tafsirnya (Edisi Yang Disempurnakan), Jilid I*. Jakarta: Widya Cahaya, 2015.
- Saksono, Tono. *Mengkompromikan Rukyat & Hisab*. Jakarta: Amythas Publicita, 2007.
- Sitanggal, K. Anshori Umar, Hery Noer Aly, and Bahrin Abu Bakar. *Terjemah Tafsir Al-Maragi Oleh Ahmad Mustofa Al-Maragi*. Juz II. Semarang: Toha Putera, 1993.
- Sugiyono. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, Dan R&D*. Bandung: Alfabeta, 2017.
- Sukandarrumidi. *Metodologi Penelitian*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press, 2012.
- Warson, Munawwir Ahmad. *Al-Munawwir Kamus Arab-Indonesia*. Surabaya: Pustaka Progresif, 1997.

Tesis:

- Azhari, Susiksan. "Saaduddin Jambek Dalam Sejarah Pemikiran Hisab Di Indonesia." tesis Pasca Sarjana IAIN Sunan Kalijaga, 1998.

Husein, Akhmad. “Perancangan Aplikasi Android Mobile Gawang Lokasi Untuk Rukyat Hilal Berbasis Sensor Gyroscope.” Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang, 2021. https://eprints.walisongo.ac.id/id/eprint/16820/1/Tesis_1902048001_Akhmad_Husein.pdf.

Ikbal, Muhammad. “Pengembangan Istiwa’aini Sebagai Instrumen Penentuan Arah Kiblat Berbasis Teknologi.” Tesis tidak Diterbitkan, Pascasarjana Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang, 2021.

Khudhori, Ismail. “Analisis Tempat Rukyat Di Jawa Tengah (Studi Analisis Astronomis Dan Geografis).” Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang, 2015.

Rahman, Muhammad Habibur. “RUKHAMA MODIFIED (Studi Komodifikasi Sundial Horizontal Penentu Arah Kiblat Dan Penanggalan Jawa Pranoto Mongso).” Tesis tidak Diterbitkan, Pascasarjana Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang, 2022.

Rijal, Arhamu. “Uji Akurasi Hilal Tracker Tripod Untuk Rukyat Hilal.” Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang, 2017.

Web:

(RHI), Rukyatul Hilal Indonesia. “Istiwa’aini Alat Ukur Kiblat Karya Kyai Samet Hambali.” Last modified 2020. Accessed April 13, 2023. <https://ruk yatulhilal.org/?p=362>.

———. “Mizwala Alat Pengukur Kiblat Karya Ustad Hendro Setyanto.” Last modified 2021. <https://ruk yatulhilal.org/?p=365>.

Adhistore.com. “Kompas Silva.” Last modified 2016. Accessed April 20, 2023. <http://www.adhistore.com/2016/08/kompas-silva.html>.

- Al-Qur'an, Lajnah Pentashihan mushaf. "Kemenag Alquran." *Qur'an Kemenag*. Last modified 2022. <https://quran.kemenag.go.id/quran/per-ayat/surah/9?from=36&to=129>.
- Al-Qur'an, Lajnah Pentashihan mushaf Al-Qur'an Kemenag. "Kemenag Alquran." *Qur'an Kemenag*. Last modified 2022. <https://quran.kemenag.go.id/quran/per-ayat/surah/40?from=17&to=85>.
- Alibaba.com. "Alat Peraga Pengajaran Busur Derajat." <https://indonesian.alibaba.com/product-detail/50cm-Plastic-Removable-Handle-Teaching-Protractor-733176993.html>.
- Ansimov, Andrey. "John Davis." Last modified 2008. <http://www.discover-history.com/explorers/Davis-John.htm>.
- Asfar, Afif. "Pengertian Lingkaran." https://www.academia.edu/9301997/PENGERTIAN_LINGKARAN.
- Azhari, Susiksan. "Neo-Visibilitas Hilal MABIMS." *Republika*. Last modified 2022. <https://www.republika.id/posts/25415/neo-visibilitas-hilal-mabims>.
- Erwin Dariyanto, Kiky Faqiha. "Fungsi Garis Lintang Dan Garis Bujur Apa Saja? Berikut Ini Penjelasmnya." *DetikEdu*. Last modified 2021. <https://www.detik.com/edu/detikpedia/d-5476439/fungsi-garis-lintang-dan-garis-bujur-apa-saja-berikut-ini-penjelasmnya>.
- Fadila, Farah. "Lingkaran: Pengertian, Unsur,Rumus, Dan Contoh Soal." *Gramedia Blog*. <https://www.gramedia.com/literasi/lingkaran/>.
- Faizin, Moh Yusuf. "Kalkulator Klasik Bernama Rubu' Mujayyab." *Kata Falak*. Last modified 2021. Accessed April 6, 2023. <https://katafalak.com/kalkulator-klasik-bernama-rubu-mujayyab/>.

- Faradiba, Nadia. “Pengaruh Garis Lintang Terhadap Suhu Bumi.” *Kompas*. Last modified 2021. <https://www.kompas.com/sains/read/2021/08/29/194500823/pen-garuh-garis-lintang-terhadap-suhu-bumi>.
- “Cara Menemukan Bintang Utara.” <https://id.wikihow.com/Menemukan-Bintang-Utara>.
- “Cross-Staff.” *The Mariners’ Museum & Park*. <https://exploration.marinersmuseum.org/object/cross-staff/>.
- “Falklands’ Day Celebrated on 14 August Remembers First Recorded Sighting by John Davis in 1592.” *Mercopress*. Last modified 2013. <https://en.mercopress.com/data/cache/noticias/41222/0x0/davis.jpg>.
- “Garis Bujur.” https://id.wikipedia.org/wiki/Garis_bujur.
- “Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) Daring,” n.d. <https://kbbi.web.id/>.
- “No Title.” <http://www.discover-history.com/explorers/Davis-John.htm>.
- “No Title.” Accessed April 9, 2023. <https://siplahelkom.com/product/peraga-fisika/3939926-kompas>.
- “No Title.” <https://www.magnetic-declination.com/>.
- “No Title.” <https://time.bmkg.go.id/jam.bmkg>.
- “Rubu Simulator.” <http://liekwasil.blogspot.com/2012/08/rubu-simulator.html>.
- “Sabuk Orion Mengarah Ke Kiblat Kah?” <http://petabandung.net/kiblat/orion4.php>.
- “Theodolite.” Last modified 2015.

<http://andipuja3s.blogspot.com/2015/03/theodolite.html>.

Willoz-Egnor, Jeanne. "Backstaff." *The Mariners' Museum*.
https://www.ion.org/museum/item_view.cfm?cid=6&scid=13&iid=31.

———. "No." *The Mariners' Museum*.
https://www.ion.org/museum/item_view.cfm?cid=6&scid=13&iid=31.

Yoiyok. "Mengenal Kompas Dan Cara Menggunakannya Untuk Navigasi Darat." Last modified 2018. Accessed April 16, 2023.
<https://www.santridandalam.com/2018/02/mengenal-kompas-dan-cara-menggunakannya.html>.

LAMPIRAN-LAMPIRAN

1. Penentuan arah kiblat di tempat yang terlihat ufuk

- a. Menggunakan *backstaff* pada Selasa tanggal 23 Mei 2023 pukul 14.31 WIB

Diketahui:

$$\text{Lintang Makkah } (\phi^m) = 21^\circ 25' 21,17'' \text{ LU}$$

$$\text{Bujur Makkah } (\lambda^m) = 39^\circ 49' 34,56'' \text{ BT}$$

$$\text{Lintang tempat } (\phi^x) = -06^\circ 55' 04,99'' \text{ LS}$$

$$\text{Bujur tempat } (\lambda^x) = 110^\circ 17' 13,18'' \text{ BT}$$

$$\text{Tinggi Matahari } (h_o) = 38^\circ 30'$$

$$\text{Jam bidik} = 14.31 \text{ WIB}$$

$$\text{Deklinasi 1 } (\delta_1) = 20^\circ 32' 40''$$

$$\text{Deklinasi 2 } (\delta_2) = 20^\circ 33' 09''$$

$$\text{Equation of time } (e_1) = 00^\circ 03' 16''$$

$$\text{Equation of time } (e_2) = 00^\circ 03' 16''$$

1) Mencari SBMD (C)

$$\begin{aligned} C &= \lambda^x - \lambda^m \\ &= 110^\circ 17' 13,18'' - 39^\circ 49' 34,56'' \\ &= 70^\circ 27' 38,62'' \end{aligned}$$

2) Menghitung *azimuth* kiblat

$$\begin{aligned} \text{Cotan B} &= \tan \phi^m \times \cos \phi^x : \sin C - \sin \phi^x : \tan C \\ &= \tan 21^\circ 25' 21,17'' \times \cos -06^\circ 55' 04,99'' : \sin \\ &\quad 70^\circ 27' 38,62'' - \sin -06^\circ 55' 04,99'' : \tan 70^\circ \end{aligned}$$

$$27^{\circ} 38,62''$$

$$= 65^{\circ} 29' 06,39''$$

$$\text{Azimuth kiblat} = 360^{\circ} - 65^{\circ} 29' 06,39''$$

$$= 294^{\circ} 30' 53,61''$$

3) Interpolasi deklinasi Matahari (δ_o)

$$\delta_o = \delta_1 + (\delta_2 - \delta_1) \times 00^{\circ} 30'$$

$$= 20^{\circ} 32' 40'' + (20^{\circ} 33' 09'' - 20^{\circ} 32' 40'') \times$$

$$00^{\circ} 31'$$

$$= 20^{\circ} 32' 23,98''$$

4) Interpolasi *equation of time* (e)

$$e = e_1 + (e_2 - e_1) \times 00^{\circ} 30'$$

$$= 00^{\circ} 03' 16'' + (00^{\circ} 03' 16'' - 00^{\circ} 03' 16'') \times$$

$$00^{\circ} 31'$$

$$= 00^{\circ} 03' 16''$$

5) Menentukan sudut waktu Matahari

$$\text{Cos } t_o = \sin h_o : \cos \phi^x : \cos \delta_o - \tan \phi^x \times \tan \delta_o$$

$$= \sin 38^{\circ} 30' : \cos -06^{\circ} 55' 04,99'' : \cos 20^{\circ} 32'$$

$$23,98'' - \tan -06^{\circ} 55' 04,99'' \times \tan 20^{\circ} 32'$$

$$23,98''$$

$$= 44^{\circ} 20' 51,24''$$

6) Menentukan Arah Matahari

$$\text{Cotan A} = \tan \delta_o \times \cos \phi^x : \sin t - \sin \phi^x : \tan t_o$$

$$= \tan 20^{\circ} 32' 23,98'' \times \cos -06^{\circ} 55' 04,99'' : \sin$$

$$44^{\circ} 20' 51,24'' - \sin -06^{\circ} 55' 04,99'' : \tan 44^{\circ}$$

$$20' 51,24''$$

$$= 56^\circ 45' 41,87''$$

7) Menentukan *azimuth* Matahari

$$\begin{aligned} \text{Azimuth Matahari} &= 360^\circ - \text{Arah Matahari} \\ &= 360^\circ - 56^\circ 45' 41,87'' \\ &= 303^\circ 14' 18,13'' \end{aligned}$$

8) Selisih *azimuth* = *azimuth* kiblat - *azimuth* Matahari

$$\begin{aligned} &= 294^\circ 30' 53,61'' - 303^\circ 14' 18,13'' \\ &= -08^\circ 43' 24,52'' \\ &= -08^\circ 43' 24,52'' + 360^\circ \\ &= 351^\circ 16' 35,48'' \end{aligned}$$

b. Menggunakan *backstaff* pada Selasa tanggal 23 Mei 2023 pukul 14.48 WIB

Diketahui:

Lintang Makkah (ϕ^m) = 21° 25' 21,17'' LU

Bujur Makkah (λ^m) = 39° 49' 34,56'' BT

Lintang tempat (ϕ^x) = -06° 55' 04,99'' LS

Bujur tempat (λ^x) = 110° 17' 13,18'' BT

Tinggi Matahari (h_o) = 35° 30'

Jam bidik = 14.48 WIB

Deklinasi 1 (δ_1) = 20° 32' 40''

Deklinasi 2 (δ_2) = 20° 33' 09''

Equation of time (e_1) = 00° 03' 16''

Equation of time (e_2) = 00° 03' 16''

1) Mencari SBMD (C)

$$\begin{aligned}C &= \lambda^x - \lambda^m \\ &= 110^\circ 17' 13,18'' - 39^\circ 49' 34,56'' \\ &= 70^\circ 27' 38,62''\end{aligned}$$

2) Menghitung *azimuth* kiblat

$$\begin{aligned}\text{Cotan B} &= \tan \phi^m \times \cos \phi^x : \sin C - \sin \phi^x : \tan C \\ &= \tan 21^\circ 25' 21,17'' \times \cos -06^\circ 55' 04,99'' : \sin \\ &\quad 70^\circ 27' 38,62'' - \sin -06^\circ 55' 04,99'' : \tan 70^\circ \\ &\quad 27' 38,62'' \\ &= 65^\circ 29' 06,39''\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Azimuth kiblat} &= 360^\circ - 65^\circ 29' 06,39'' \\ &= 294^\circ 30' 53,61''\end{aligned}$$

3) Interpolasi deklinasi Matahari (δ_o)

$$\begin{aligned}\delta_o &= \delta_1 + (\delta_2 - \delta_1) \times 00^\circ 48' \\ &= 20^\circ 32' 40'' + (20^\circ 33' 09'' - 20^\circ 32' 40'') \times \\ &\quad 00^\circ 48' \\ &= 20^\circ 32' 15,20''\end{aligned}$$

4) Interpolasi *equation of time* (e)

$$\begin{aligned}e &= e_1 + (e_2 - e_1) \times 00^\circ 48' \\ &= 00^\circ 03' 16'' + (00^\circ 03' 16'' - 00^\circ 03' 16'') \times \\ &\quad 00^\circ 48' \\ &= 00^\circ 03' 16''\end{aligned}$$

5) Menentukan sudut waktu Matahari

$$\text{Cos } t_o = \sin h_o : \cos \phi^x : \cos \delta_o - \tan \phi^x \times \tan \delta_o$$

$$\begin{aligned}
&= \sin 35^\circ 30' : \cos -06^\circ 55' 04,99'' : \cos 20^\circ 32' \\
&\quad 15,20'' - \tan -06^\circ 55' 04,99'' \times \tan 20^\circ 32' \\
&\quad 15,20'' \\
&= 47^\circ 55' 25,46''
\end{aligned}$$

6) Menentukan Arah Matahari

$$\begin{aligned}
\text{Cotan A} &= \tan \delta_o \times \cos \phi^x : \sin t - \sin \phi^x : \tan t_o \\
&= \tan 20^\circ 32' 15,20'' \times \cos -06^\circ 55' 04,99'' : \sin \\
&\quad 47^\circ 55' 25,46'' - \sin -06^\circ 55' 04,99'' : \tan 47^\circ \\
&\quad 55' 25,46'' \\
&= 58^\circ 37' 31,83''
\end{aligned}$$

7) Menentukan *azimuth* Matahari

$$\begin{aligned}
\text{Azimuth Matahari} &= 360^\circ - \text{Arah Matahari} \\
&= 360^\circ - 58^\circ 37' 31,83'' \\
&= 301^\circ 22' 28,17''
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
8) \text{ Selisih } \textit{azimuth} &= \textit{azimuth} \text{ kiblat} - \textit{azimuth} \text{ Matahari} \\
&= 294^\circ 30' 53,61'' - 301^\circ 22' 28,17'' \\
&= -06^\circ 51' 34,56'' \\
&= -06^\circ 51' 34,56'' + 360^\circ \\
&= 353^\circ 08' 25,44''
\end{aligned}$$

c. Menggunakan *backstaff* pada Selasa tanggal 23 Mei 2023 pukul 15.02 WIB

Diketahui:

$$\text{Lintang Makkah } (\phi^m) = 21^\circ 25' 21,17'' \text{ LU}$$

$$\text{Bujur Makkah } (\lambda^m) = 39^\circ 49' 34,56'' \text{ BT}$$

Lintang tempat (ϕ^x)	= -06° 55' 04,99" LS
Bujur tempat (λ^x)	= 110° 17' 13,18" BT
Tinggi Matahari (h_0)	= 32° 24'
Jam bidik	= 15.02WIB
Deklinasi 1 (δ_1)	= 20° 33' 09"
Deklinasi 2 (δ_2)	= 20° 33' 38"
<i>Equation of time</i> (e_1)	= 00° 03' 16"
<i>Equation of time</i> (e_2)	= 00° 03' 16"

1) Mencari SBMD (C)

$$\begin{aligned}
 C &= \lambda^x - \lambda^m \\
 &= 110^\circ 17' 13,18'' - 39^\circ 49' 34,56'' \\
 &= 70^\circ 27' 38,62''
 \end{aligned}$$

2) Menghitung *azimuth* kiblat

$$\begin{aligned}
 \text{Cotan B} &= \tan \phi^m \times \cos \phi^x : \sin C - \sin \phi^x : \tan C \\
 &= \tan 21^\circ 25' 21,17'' \times \cos -06^\circ 55' 04,99'' : \sin \\
 &\quad 70^\circ 27' 38,62'' - \sin -06^\circ 55' 04,99'' : \tan 70^\circ \\
 &\quad 27' 38,62'' \\
 &= 65^\circ 29' 06,39''
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Azimuth kiblat} &= 360^\circ - 65^\circ 29' 06,39'' \\
 &= 294^\circ 30' 53,61''
 \end{aligned}$$

3) Interpolasi deklinasi Matahari (δ_0)

$$\begin{aligned}
 \delta_0 &= \delta_1 + (\delta_2 - \delta_1) \times 00^\circ 02' \\
 &= 20^\circ 33' 09'' + (20^\circ 33' 38'' - 20^\circ 33' 09'') \times \\
 &\quad 00^\circ 02'
 \end{aligned}$$

$$= 20^{\circ} 33' 09,97''$$

4) Interpolasi *equation of time* (e)

$$\begin{aligned} e &= e_1 + (e_2 - e_1) \times 00^{\circ} 02' \\ &= 00^{\circ} 03' 16'' + (00^{\circ} 03' 16'' - 00^{\circ} 03' 16'') \times \\ &\quad 00^{\circ} 02' \\ &= 00^{\circ} 03' 16'' \end{aligned}$$

5) Menentukan sudut waktu Matahari

$$\begin{aligned} \cos t_o &= \sin h_o : \cos \phi^x : \cos \delta_o - \tan \phi^x \times \tan \delta_o \\ &= \sin 32^{\circ} 24' : \cos -06^{\circ} 55' 04,99'' : \cos 20^{\circ} 33' \\ &\quad 09,97'' - \tan -06^{\circ} 55' 04,99'' \times \tan 20^{\circ} 33' \\ &\quad 09,97'' \\ &= 51^{\circ} 32' 31,45'' \end{aligned}$$

6) Menentukan Arah Matahari

$$\begin{aligned} \cotan A &= \tan \delta_o \times \cos \phi^x : \sin t - \sin \phi^x : \tan t_o \\ &= \tan 20^{\circ} 33' 09,97'' \times \cos -06^{\circ} 55' 04,99'' : \sin \\ &\quad 51^{\circ} 32' 31,45'' - \sin -06^{\circ} 55' 04,99'' : \tan 51^{\circ} \\ &\quad 32' 31,45'' \\ &= 60^{\circ} 16' 27,59'' \end{aligned}$$

7) Menentukan *azimuth* Matahari

$$\begin{aligned} \text{Azimuth Matahari} &= 360^{\circ} - \text{Arah Matahari} \\ &= 360^{\circ} - 60^{\circ} 16' 27,59'' \\ &= 299^{\circ} 43' 32,41'' \end{aligned}$$

8) Selisih *azimuth* = *azimuth* kiblat - *azimuth* Matahari

$$= 294^{\circ} 30' 53,61'' - 299^{\circ} 43' 32,41''$$

$$\begin{aligned}
&= -06^{\circ} 51' 34,56'' \\
&= -05^{\circ} 12' 38,80'' + 360^{\circ} \\
&= 354^{\circ} 47' 21,12''
\end{aligned}$$

- d. Menggunakan *theodolite* pada Selasa tanggal 23 Mei 2023 pukul 14.15 WIB

Diketahui:

$$\text{Lintang Makkah } (\phi^m) = 21^{\circ} 25' 21,17'' \text{ LU}$$

$$\text{Bujur Makkah } (\lambda^m) = 39^{\circ} 49' 34,56'' \text{ BT}$$

$$\text{Lintang tempat } (\phi^x) = -06^{\circ} 55' 04,99'' \text{ LS}$$

$$\text{Bujur tempat } (\lambda^x) = 110^{\circ} 17' 13,18'' \text{ BT}$$

$$\text{Bujur daerah } (\lambda^d) = 105^{\circ}$$

$$\text{Jam bidik} = 14.15 \text{ WIB}$$

$$\text{Deklinasi 1 } (\delta_1) = 20^{\circ} 32' 40''$$

$$\text{Deklinasi 2 } (\delta_2) = 20^{\circ} 33' 09''$$

$$\text{Equation of time } (e_1) = 00^{\circ} 03' 16''$$

$$\text{Equation of time } (e_2) = 00^{\circ} 03' 16''$$

- 1) Mencari SBMD (C)

$$\begin{aligned}
C &= \lambda^x - \lambda^m \\
&= 110^{\circ} 17' 13,18'' - 39^{\circ} 49' 34,56'' \\
&= 70^{\circ} 27' 38,62''
\end{aligned}$$

- 2) Menghitung *azimuth* kiblat

$$\begin{aligned}
\text{Cotan B} &= \tan \phi^m \times \cos \phi^x : \sin C - \sin \phi^x : \tan C \\
&= \tan 21^{\circ} 25' 21,17'' \times \cos -06^{\circ} 55' 04,99'' : \sin \\
&\quad 70^{\circ} 27' 38,62'' - \sin -06^{\circ} 55' 04,99'' : \tan 70^{\circ}
\end{aligned}$$

$$27^{\circ} 38,62''$$

$$= 65^{\circ} 29' 06,39''$$

$$\text{Azimuth kiblat} = 360^{\circ} - 65^{\circ} 29' 06,39''$$

$$= 294^{\circ} 30' 53,61''$$

3) Interpolasi deklinasi Matahari (δ_o)

$$\delta_o = \delta_1 + (\delta_2 - \delta_1) \times 00^{\circ} 15'$$

$$= 20^{\circ} 32' 40'' + (20^{\circ} 33' 09'' - 20^{\circ} 32' 40'') \times 00^{\circ} 15'$$

$$= 20^{\circ} 32' 47,25''$$

4) Interpolasi *equation of time* (e)

$$e = e_1 + (e_2 - e_1) \times 00^{\circ} 15'$$

$$= 00^{\circ} 03' 16'' + (00^{\circ} 03' 16'' - 00^{\circ} 03' 16'') \times 00^{\circ} 15'$$

$$= 00^{\circ} 03' 16''$$

5) Menentukan sudut waktu Matahari (t_o)

$$t = \text{WD} + e - (\lambda^d - \lambda^x) : 15 - 12$$

$$= 14^{\circ} 15' + 00^{\circ} 03' 16'' - (105^{\circ} - 110^{\circ} 17' 13,18'') : 15 - 12$$

$$= 02^{\circ} 39' 24,88'' \times 15$$

$$= 39^{\circ} 51' 13,18''$$

6) Menentukan Arah Matahari

$$\text{Cotan A} = \tan \delta_o \times \cos \phi^x : \sin t - \sin \phi^x : \tan t_o$$

$$= \tan 20^{\circ} 32' 47,25'' \times \cos -06^{\circ} 55' 04,99'' : \sin 45^{\circ} 21' 13,18'' - \sin -06^{\circ} 55' 04,99'' : \tan 45^{\circ}$$

$$21' 13,18''$$

$$= 54^{\circ} 03' 39,67''$$

7) Menentukan *azimuth* Matahari

$$\begin{aligned} \text{Azimuth Matahari} &= 360^{\circ} - \text{Arah Matahari} \\ &= 360^{\circ} - 54^{\circ} 03' 39,67'' \\ &= 305^{\circ} 56' 20,33'' \end{aligned}$$

8) Selisih *azimuth* = *azimuth* kiblat - *azimuth* Matahari

$$\begin{aligned} &= 294^{\circ} 30' 53,61'' - 305^{\circ} 56' 20,33'' \\ &= -11^{\circ} 25' 26,72'' \\ &= -11^{\circ} 25' 26,72'' + 360^{\circ} \\ &= 348^{\circ} 34' 33,28'' \end{aligned}$$

2. Penentuan arah kiblat di tempat yang terlihat ufuk

a. Di Markaz Pelabuhan Kendal

1) Menggunakan *theodolite* pada Ahad tanggal 21 Mei pukul 16.20 WIB

Diketahui:

Lintang Makkah (ϕ^m) = $21^{\circ} 25' 21,17''$ LU

Bujur Makkah (λ^m) = $39^{\circ} 49' 34,56''$ BT

Lintang tempat (ϕ^x) = $-06^{\circ} 55' 04,21''$ LS

Bujur tempat (λ^x) = $110^{\circ} 17' 13,18''$ BT

Bujur daerah (λ^d) = 105°

Jam bidik = 16.20 WIB

Deklinasi 1 (δ_1) = $20^{\circ} 09' 54''$

Deklinasi 2 (δ_2) = $20^{\circ} 10' 25''$

$$\text{Equation of time } (e_1) = 00^\circ 03' 25''$$

$$\text{Equation of time } (e_2) = 00^\circ 03' 25''$$

a) Mencari SBMD (C)

$$\begin{aligned} C &= \lambda^x - \lambda^m \\ &= 110^\circ 17' 13,18'' - 39^\circ 49' 34,56'' \\ &= 70^\circ 27' 38,62'' \end{aligned}$$

b) Menghitung *azimuth* kiblat

$$\begin{aligned} \text{Cotan B} &= \tan \phi^m \times \cos \phi^x : \sin C - \sin \phi^x : \tan C \\ &= \tan 21^\circ 25' 21,17'' \times \cos -06^\circ 55' \\ &\quad 04,21'' : \sin 70^\circ 27' 38,62'' - \sin -06^\circ \\ &\quad 55' 04,21'' : \tan 70^\circ 27' 38,62'' \\ &= 65^\circ 29' 06,59'' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Azimuth kiblat} &= 360^\circ - 65^\circ 29' 06,39'' \\ &= 294^\circ 30' 53,41'' \end{aligned}$$

c) Interpolasi deklinasi Matahari (δ_o)

$$\begin{aligned} \delta_o &= \delta_1 + (\delta_2 - \delta_1) \times 00^\circ 20' \\ &= 20^\circ 09' 54'' + (20^\circ 10' 25'' - 20^\circ 09' \\ &\quad 54'') \times 00^\circ 20' \\ &= 20^\circ 10' 04,33'' \end{aligned}$$

d) Interpolasi *equation of time* (e)

$$\begin{aligned} e &= e_1 + (e_2 - e_1) \times 00^\circ 20' \\ &= 00^\circ 03' 25'' + (00^\circ 03' 25'' - 00^\circ 03' \\ &\quad 25'') \times 00^\circ 20' \\ &= 00^\circ 03' 25'' \end{aligned}$$

e) Menentukan sudut waktu Matahari (t_o)

$$\begin{aligned}t &= \text{WD} + e - (\lambda^d - \lambda^x) : 15 - 12 \\ &= 16^\circ 20' + 00^\circ 03' 25'' - (105^\circ - 110^\circ \\ &\quad 17' 13,18'') : 15 - 12 \\ &= 04^\circ 44' 33,88'' \times 15 \\ &= 71^\circ 08' 28,18''\end{aligned}$$

f) Menentukan Arah Matahari

$$\begin{aligned}\text{Cotan A} &= \tan \delta_o \times \cos \phi^x : \sin t - \sin \phi^x : \tan t_o \\ &= \tan 20^\circ 10' 04,33'' \times \cos -06^\circ 55' \\ &\quad 04,99'' : \sin 71^\circ 08' 28,18'' - \sin - \\ &\quad 06^\circ 55' 04,99'' : \tan 71^\circ 08' 28,18'' \\ &= 66^\circ 54' 16,27''\end{aligned}$$

g) Menentukan *azimuth* Matahari

$$\begin{aligned}\text{Azimuth Matahari} &= 360^\circ - \text{Arah Matahari} \\ &= 360^\circ - 66^\circ 54' 16,27'' \\ &= 293^\circ 05' 43,73''\end{aligned}$$

h) Selisih *azimuth* = *azimuth* kiblat - *azimuth* Matahari

$$\begin{aligned}&= 294^\circ 30' 53,41'' - 293^\circ 05' \\ &\quad 43,73'' \\ &= 01^\circ 25' 09,68''\end{aligned}$$

2) Menggunakan *backstaff* pada Ahad tanggal 21 Mei pukul 16.37 WIB

Diketahui:

$$\text{Lintang Makkah } (\phi^m) = 21^\circ 25' 21,17'' \text{ LU}$$

Bujur Makkah (λ^m)	= 39° 49' 34,56" BT
Lintang tempat (ϕ^x)	= -06° 55' 04,21" LS
Bujur tempat (λ^x)	= 110° 17' 13,18" BT
Bujur daerah (λ^d)	= 105°
Jam bidik	= 16.37 WIB
Deklinasi 1 (δ_1)	= 20° 09' 54"
Deklinasi 2 (δ_2)	= 20° 10' 25"

Equation of time (e_1) = 00° 03' 25"

Equation of time (e_2) = 00° 03' 25"

a) Mencari SBMD (C)

$$\begin{aligned}
 C &= \lambda^x - \lambda^m \\
 &= 110^\circ 17' 13,18'' - 39^\circ 49' 34,56'' \\
 &= 70^\circ 27' 38,62''
 \end{aligned}$$

b) Menghitung *azimuth* kiblat

$$\begin{aligned}
 \text{Cotan B} &= \tan \phi^m \times \cos \phi^x : \sin C - \sin \phi^x : \tan C \\
 &= \tan 21^\circ 25' 21,17'' \times \cos -06^\circ 55' \\
 &\quad 04,21'' : \sin 70^\circ 27' 38,62'' - \sin -06^\circ \\
 &\quad 55' 04,21'' : \tan 70^\circ 27' 38,62'' \\
 &= 65^\circ 29' 06,59''
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Azimuth kiblat} &= 360^\circ - 65^\circ 29' 06,39'' \\
 &= 294^\circ 30' 53,41''
 \end{aligned}$$

c) Interpolasi deklinasi Matahari (δ_o)

$$\begin{aligned}
 \delta_o &= \delta_1 + (\delta_2 - \delta_1) \times 00^\circ 20' \\
 &= 20^\circ 09' 54'' + (20^\circ 10' 25'' - 20^\circ 09'
 \end{aligned}$$

$$54'') \times 00^\circ 37'$$

$$= 20^\circ 10' 13,12''$$

d) Interpolasi *equation of time* (e)

$$e = e_1 + (e_2 - e_1) \times 00^\circ 37'$$

$$= 00^\circ 03' 25'' + (00^\circ 03' 25'' - 00^\circ 03' 25'')$$

$$\times 00^\circ 37'$$

$$= 00^\circ 03' 25''$$

e) Menentukan sudut waktu Matahari (t_0)

$$t = \text{WD} + e - (\lambda^d - \lambda^x) : 15 - 12$$

$$= 16^\circ 37' + 00^\circ 03' 25'' - (105^\circ - 110^\circ$$

$$17' 13,18'') : 15 - 12$$

$$= 05^\circ 01' 33,88'' \times 15$$

$$= 75^\circ 23' 28,18''$$

f) Menentukan Arah Matahari

$$\text{Cotan } A = \tan \delta_0 \times \cos \phi^x : \sin t - \sin \phi^x : \tan t_0$$

$$= \tan 20^\circ 10' 13,12'' \times \cos -06^\circ 55'$$

$$04,99'' : \sin 75^\circ 23' 28,18'' - \sin -$$

$$06^\circ 55' 04,99'' : \tan 75^\circ 23' 28,18''$$

$$= 67^\circ 47' 33,39''$$

g) Menentukan *azimuth* Matahari

$$\text{Azimuth Matahari} = 360^\circ - \text{Arah Matahari}$$

$$= 360^\circ - 67^\circ 47' 33,39''$$

$$= 292^\circ 12' 26,61''$$

h) Selisih *azimuth* = *azimuth* kiblat - *azimuth* Matahari

$$= 294^{\circ} 30' 53,41'' - 292^{\circ} 12' 26,61''$$

$$= 02^{\circ} 18' 26,80''$$

b. Di Markaz Lapangan RW 14 Bukit Beringin Lestari Barat Wonosari, Ngaliyan, Semarang.

1) Menggunakan *theodolite* pada Jum'at tanggal 26 Mei pukul 10.53 WIB

Diketahui:

$$\text{Lintang Makkah } (\phi^m) = 21^{\circ} 25' 21,17'' \text{ LU}$$

$$\text{Bujur Makkah } (\lambda^m) = 39^{\circ} 49' 34,56'' \text{ BT}$$

$$\text{Lintang tempat } (\phi^x) = -06^{\circ} 59' 22,49'' \text{ LS}$$

$$\text{Bujur tempat } (\lambda^x) = 110^{\circ} 19' 26,04'' \text{ BT}$$

$$\text{Bujur daerah } (\lambda^d) = 105^{\circ}$$

$$\text{Jam bidik} = 10.53 \text{ WIB}$$

$$\text{Deklinasi 1 } (\delta_1) = 21^{\circ} 03' 56''$$

$$\text{Deklinasi 2 } (\delta_2) = 21^{\circ} 04' 23''$$

$$\text{Equation of time } (e_1) = 00^{\circ} 03' 00''$$

$$\text{Equation of time } (e_2) = 00^{\circ} 03' 00''$$

a) Mencari SBMD (C)

$$C = \lambda^x - \lambda^m$$

$$= 110^{\circ} 19' 26,04'' - 39^{\circ} 49' 34,56''$$

$$= 70^{\circ} 29' 51,48''$$

b) Menghitung *azimuth* kiblat

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

$$= \tan 21^{\circ} 25' 21,17'' \times \cos -06^{\circ} 59'$$

$$\begin{aligned}
& 22,49'' : \sin 70^\circ 29' 51,48'' - \sin -06^\circ \\
& 59' 22,49'' : \tan 70^\circ 29' 51,48'' \\
& = 65^\circ 28' 33,22''
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Azimuth kiblat} &= 360^\circ - 65^\circ 28' 33,22'' \\
&= 294^\circ 31' 26,78''
\end{aligned}$$

c) Interpolasi deklinasi Matahari (δ_o)

$$\begin{aligned}
\delta_o &= \delta_1 + (\delta_2 - \delta_1) \times 00^\circ 53' \\
&= 21^\circ 03' 56'' + (21^\circ 04' 23'' - 21^\circ 03' 56'') \times \\
&\quad 00^\circ 53' \\
&= 21^\circ 25' 21,17''
\end{aligned}$$

d) Interpolasi *equation of time* (e)

$$\begin{aligned}
e &= e_1 + (e_2 - e_1) \times 00^\circ 53' \\
&= 00^\circ 03' 00'' + (00^\circ 03' 00'' - 00^\circ 03' 00'') \times \\
&\quad 00^\circ 53' \\
&= 00^\circ 03' 00''
\end{aligned}$$

e) Menentukan sudut waktu Matahari (t_o)

$$\begin{aligned}
t &= \text{WD} + e - (\lambda^d - \lambda^x) : 15 - 12 \\
&= 10^\circ 53' + 00^\circ 03' 00'' - (105^\circ - 110^\circ 17' \\
&\quad 13,18'') : 15 - 12 \\
&= -00^\circ 42' 42,26'' \times 15 \\
&= -10^\circ 40' 33,96''
\end{aligned}$$

f) Menentukan Arah Matahari

$$\begin{aligned}
\text{Cotan A} &= \tan \delta_o \times \cos \phi^x : \sin t - \sin \phi^x : \tan t_o \\
&= \tan 21^\circ 25' 21,17'' \times \cos -06^\circ 55'
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& 22,49'' : \sin -10^\circ 40' 33,96'' - \sin - \\
& 06^\circ 55' 22,49'' : \tan -10^\circ 40' \\
& 33,96'' \\
& = -20^\circ 15' 17,51''
\end{aligned}$$

g) Menentukan *azimuth* Matahari

$$\begin{aligned}
\text{Azimuth Matahari} &= \text{Arah Matahari} \\
&= -20^\circ 15' 17,51'' \\
&= 20^\circ 15' 17,51''
\end{aligned}$$

h) Selisih *azimuth* = *azimuth* kiblat - *azimuth* Matahari

$$\begin{aligned}
&= 294^\circ 30' 53,41'' - 20^\circ 15' 17,51'' \\
&= 274^\circ 16' 09,27''
\end{aligned}$$

2) Menggunakan *backstaff* pada Jum'at tanggal 26 Mei pukul 11.11 WIB

Diketahui:

Lintang Makkah (ϕ^m)	= 21° 25' 21,17'' LU
Bujur Makkah (λ^m)	= 39° 49' 34,56'' BT
Lintang tempat (ϕ^x)	= -06° 59' 22,49'' LS
Bujur tempat (λ^x)	= 110° 19' 26,04'' BT
Bujur daerah (λ^d)	= 105°
Jam bidik	= 11.11 WIB
Deklinasi 1 (δ_1)	= 21° 04' 23''
Deklinasi 2 (δ_2)	= 21° 04' 49''
<i>Equation of time</i> (e_1)	= 00° 03' 00''
<i>Equation of time</i> (e_2)	= 00° 02' 60''

a) Mencari SBMD (C)

$$\begin{aligned}C &= \lambda^x - \lambda^m \\ &= 110^\circ 19' 26,04'' - 39^\circ 49' 34,56'' \\ &= 70^\circ 29' 51,48''\end{aligned}$$

i) Menghitung *azimuth* kiblat

$$\begin{aligned}\frac{\text{Cotan } B}{\phi^x : \tan C} &= \tan \phi^m \times \cos \phi^x : \sin C - \sin \\ &= \tan 21^\circ 25' 21,17'' \times \cos -06^\circ \\ &\quad 59' 22,49'' : \\ &\quad \sin 70^\circ 29' 51,48'' - \sin -06^\circ \\ &\quad 59' 22,49'' : \\ &\quad \tan 70^\circ 29' 51,48'' \\ &= 65^\circ 28' 33,22'' \\ \text{Azimuth kiblat} &= 360^\circ - 65^\circ 28' 33,22''\end{aligned}$$

$$= 294^\circ 31' 26,78''$$

b) Interpolasi deklinasi Matahari (δ_o)

$$\begin{aligned}\delta_o &= \delta_1 + (\delta_2 - \delta_1) \times 00^\circ 11' \\ &= 21^\circ 04' 23'' + (21^\circ 04' 49'' - \\ &\quad 21^\circ 04' 23'') \times \\ &\quad 00^\circ 11' \\ &= 21^\circ 04' 27,77''\end{aligned}$$

c) Interpolasi *equation of time* (e)

$$\begin{aligned}e &= e_1 + (e_2 - e_1) \times 00^\circ 11' \\ &= 00^\circ 03' 00'' + (00^\circ 02' 60'' - \\ &\quad 00^\circ 03' 00'') \times\end{aligned}$$

$$00^{\circ} 37'$$

$$= 00^{\circ} 03' 00''$$

d) Menentukan sudut waktu Matahari (t_0)

$$t = \text{WD} + e - (\lambda^d - \lambda^x) : 15 - 12$$

$$= 11^{\circ} 11' + 00^{\circ} 03' 00'' - (105^{\circ} - 110^{\circ} 19' 26,04'') : 15 - 12$$

$$= -00^{\circ} 24' 42,26'' \times 15$$

$$= -06^{\circ} 10' 33,96''$$

e) Menentukan Arah Matahari

$$\frac{\text{Cotan } A}{\tan t_0} = \tan \delta_0 \times \cos \phi^x : \sin t - \sin \phi^x :$$

$$= \tan 21^{\circ} 04' 27,77'' \times \cos -06^{\circ} 55' 04,99'' :$$

$$\frac{\sin -06^{\circ} 10' 33,96'' - \sin -06^{\circ} 55' 04,99''}{\tan -06^{\circ} 10' 33,96''}$$

$$= -12^{\circ} 03' 42,66''$$

f) Menentukan *azimuth* Matahari

$$\text{Azimuth Matahari} = \text{Arah Matahari}$$

$$= -12^{\circ} 03' 42,66''$$

$$= 12^{\circ} 03' 42,66''$$

g) Selisih *azimuth* Matahari = *azimuth* kiblat - *azimuth* Matahari

$$= 294^{\circ} 30' 53,41'' - 12^{\circ} 03' 42,66''$$

$$= 282^{\circ} 27' 44,12''$$

- 3) Menggunakan *backstaff* pada Jum'at tanggal 26 Mei pukul 11.29 WIB

Diketahui:

$$\text{Lintang Makkah } (\phi^m) = 21^{\circ} 25' 21,17'' \text{ LU}$$

$$\text{Bujur Makkah } (\lambda^m) = 39^{\circ} 49' 34,56'' \text{ BT}$$

$$\text{Lintang tempat } (\phi^x) = -06^{\circ} 59' 22,49'' \text{ LS}$$

$$\text{Bujur tempat } (\lambda^x) = 110^{\circ} 19' 26,04'' \text{ BT}$$

$$\text{Bujur daerah } (\lambda^d) = 105^{\circ}$$

$$\text{Jam bidik} = 11.29 \text{ WIB}$$

$$\text{Deklinasi 1 } (\delta_1) = 21^{\circ} 04' 23''$$

$$\text{Deklinasi 2 } (\delta_2) = 21^{\circ} 04' 49''$$

$$\text{Equation of time } (e_1) = 00^{\circ} 03' 00''$$

$$\text{Equation of time } (e_2) = 00^{\circ} 02' 60''$$

- a) Mencari SBMD (C)

$$\begin{aligned} C &= \lambda^x - \lambda^m \\ &= 110^{\circ} 19' 26,04'' - 39^{\circ} 49' 34,56'' \\ &= 70^{\circ} 29' 51,48'' \end{aligned}$$

- j) Menghitung *azimuth* kiblat

$$\begin{aligned} \text{Cotan B} &= \tan \phi^m \times \cos \phi^x : \sin C - \sin \phi^x : \tan C \\ &= \tan 21^{\circ} 25' 21,17'' \times \cos -06^{\circ} 59' \\ &\quad 22,49'' : \sin 70^{\circ} 29' 51,48'' - \sin -06^{\circ} \\ &\quad 59' 22,49'' : \tan 70^{\circ} 29' 51,48'' \\ &= 65^{\circ} 28' 33,22'' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Azimuth kiblat} &= 360^\circ - 65^\circ 65' 28'' 33,22'' \\ &= 294^\circ 31' 26,78'' \end{aligned}$$

b) Interpolasi deklinasi Matahari (δ_o)

$$\begin{aligned} \delta_o &= \delta_1 + (\delta_2 - \delta_1) \times 00^\circ 29' \\ &= 21^\circ 04' 23'' + (21^\circ 04' 49'' - 21^\circ 04' 23'') \times \\ &\quad 00^\circ 29' \\ &= 21^\circ 04' 35,7'' \end{aligned}$$

c) Interpolasi *equation of time* (e)

$$\begin{aligned} e &= e_1 + (e_2 - e_1) \times 00^\circ 29' \\ &= 00^\circ 03' 00'' + (00^\circ 02' 60'' - 00^\circ 03' 00'') \times \\ &\quad 00^\circ 29' \\ &= 00^\circ 03' 00'' \end{aligned}$$

d) Menentukan sudut waktu Matahari (t_o)

$$\begin{aligned} t &= \text{WD} + e - (\lambda^d - \lambda^x) : 15 - 12 \\ &= 11^\circ 29' + 00^\circ 03' 00'' - (105^\circ - 110^\circ 19' \\ &\quad 26,04'') : 15 - 12 \\ &= -00^\circ 06' 42,26'' \times 15 \\ &= -01^\circ 40' 33,96'' \end{aligned}$$

e) Menentukan Arah Matahari

$$\begin{aligned} \text{Cotan A} &= \tan \delta_o \times \cos \phi^x : \sin t - \sin \phi^x : \tan t_o \\ &= \tan 21^\circ 04' 35,7'' \times \cos -06^\circ 55' \\ &\quad 04,99'' : \sin -01^\circ 40' 33,96'' - \sin - \\ &\quad 06^\circ 55' 04,99'' : \tan -01^\circ 40' 33,96'' \\ &= -03^\circ 19' 12,99'' \end{aligned}$$

f) Menentukan *azimuth* Matahari

$$\begin{aligned} \text{Azimuth Matahari} &= \text{Arah Matahari} \\ &= -03^\circ 19' 12,99'' \\ &= 03^\circ 19' 12,99'' \end{aligned}$$

g) Selisih *azimuth* = *azimuth* kiblat - *azimuth* Matahari

$$\begin{aligned} &= 294^\circ 30' 53,41'' - 03^\circ 19' 12,99'' \\ &= 291^\circ 12' 13,79'' \end{aligned}$$

4) Menggunakan *backstaff* pada Jum'at tanggal 26 Mei pukul 12.11 WIB

Diketahui:

$$\text{Lintang Makkah } (\phi^m) = 21^\circ 25' 21,17'' \text{ LU}$$

$$\text{Bujur Makkah } (\lambda^m) = 39^\circ 49' 34,56'' \text{ BT}$$

$$\text{Lintang tempat } (\phi^x) = -06^\circ 59' 22,49'' \text{ LS}$$

$$\text{Bujur tempat } (\lambda^x) = 110^\circ 19' 26,04'' \text{ BT}$$

$$\text{Bujur daerah } (\lambda^d) = 105^\circ$$

$$\text{Jam bidik} = 12.11 \text{ WIB}$$

$$\text{Deklinasi 1 } (\delta_1) = 21^\circ 04' 49''$$

$$\text{Deklinasi 2 } (\delta_2) = 21^\circ 05' 15''$$

$$\text{Equation of time } (e_1) = 00^\circ 02' 60''$$

$$\text{Equation of time } (e_2) = 00^\circ 02' 60''$$

a) Mencari SBMD (C)

$$\begin{aligned} C &= \lambda^x - \lambda^m \\ &= 110^\circ 19' 26,04'' - 39^\circ 49' 34,56'' \\ &= 70^\circ 29' 51,48'' \end{aligned}$$

b) Menghitung *azimuth* kiblat

$$\begin{aligned}\text{Cotan B} &= \tan \phi^m \times \cos \phi^x : \sin C - \sin \phi^x : \tan C \\ &= \tan 21^\circ 25' 21,17'' \times \cos -06^\circ 59' \\ &\quad 22,49'' : \sin 70^\circ 29' 51,48'' - \sin -06^\circ \\ &\quad 59' 22,49'' : \tan 70^\circ 29' 51,48'' \\ &= 65^\circ 28' 33,22''\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Azimuth kiblat} &= 360^\circ - 65^\circ 28' 33,22'' \\ &= 294^\circ 31' 26,78''\end{aligned}$$

c) Interpolasi deklinasi Matahari (δ_o)

$$\begin{aligned}\delta_o &= \delta_1 + (\delta_2 - \delta_1) \times 00^\circ 11' \\ &= 21^\circ 04' 49'' + (21^\circ 05' 15'' - 21^\circ 04' 49'') \times \\ &\quad 00^\circ 11' \\ &= 21^\circ 04' 53,77''\end{aligned}$$

d) Interpolasi *equation of time* (e)

$$\begin{aligned}e &= e_1 + (e_2 - e_1) \times 00^\circ 11' \\ &= 00^\circ 02' 60'' + (00^\circ 02' 60'' - 00^\circ 02' 60'') \times \\ &\quad 00^\circ 11' \\ &= 00^\circ 02' 60''\end{aligned}$$

e) Menentukan sudut waktu Matahari (t_o)

$$\begin{aligned}T &= \text{WD} + e - (\lambda^d - \lambda^x) : 15 - 12 \\ &= 12^\circ 11' + 00^\circ 02' 60'' - (105^\circ - 110^\circ 19' \\ &\quad 26,04'') : 15 - 12 \\ &= 05^\circ 01' 33,88'' \times 15 \\ &= 08^\circ 47' 13,18''\end{aligned}$$

f) Menentukan Arah Matahari

$$\begin{aligned}
 \text{Cotan A} &= \tan \delta_o \times \cos \phi^x : \sin t - \sin \phi^x : \tan t_o \\
 &= \tan 21^\circ 04' 53,77'' \times \cos -06^\circ 55' \\
 &\quad 22,49'' : \sin 08^\circ 47' 13,18'' - \sin -06^\circ \\
 &\quad 55' 22,49'' : \tan 08^\circ 47' 13,18'' \\
 &= 16^\circ 53' 48,89''
 \end{aligned}$$

g) Menentukan *azimuth* Matahari

$$\begin{aligned}
 \text{Azimuth Matahari} &= 360^\circ - \text{Arah Matahari} \\
 &= 360^\circ - 16^\circ 53' 48,89'' \\
 &= 343^\circ 06' 11,11''
 \end{aligned}$$

h) Selisih *azimuth* = *azimuth* kiblat - *azimuth* Matahari

$$\begin{aligned}
 &= 294^\circ 30' 53,41'' - 343^\circ 06' 11,11'' \\
 &= 311^\circ 25' 15,67''
 \end{aligned}$$

3. Akhir Rajab 1444 H

Menghitung Perkiraan 29 Rajab 1444 H

Waktu yang telah dilalui sebanyak 1443 tahun, 6 bulan, 29 hari.

1443 H : 30 tahun	= 48 daur lebih 3 tahun	
48 daur	= 48 x 10631 hari	= 510.288 hari
3 tahun	= 3 x 354 + 1 hari	= 1.063 hari
6 bulan	= (30 x 3) + (29 x 3)	= 177 hari
29 hari	=	= 29 hari +
		511.557 hari
Selisih Kalender Masehi – Hijriah		= 227.016 hari
Anggaran baru Gregorius		= 13 hari +
		738.586 hari

$$511.557 : 7 = 73.079 \text{ lebih } 4 = \text{Senin}$$

$$511.587 : 5 = 102.311 \text{ lebih } 2 = \text{Pahing}$$

$$738.586 : 1461 = 505 \text{ siklus lebih } 781 \text{ hari}$$

505 siklus = 505 x 4 = 2020 tahun
 781 hari = 781 : 365 = 2 tahun 51 hari
 51 hari = = 1 bulan 20 hari
 Waktu yang dilewati = 2022 tahun, 1 bulan, 20 hari
 Jadi 29 Rajab 1444 H bertepatan pada Senin Pahing 20 Februari 2023 M

1. Menentukan kapan ijtima' atau konjungsi

a. *Fraction Illumination* (FIB) terkecil pada jam GMT.

FIB terkecil pada tanggal 20 Februari 2023 terjadi pada jam 8 GMT.

b. *Ecliptic Longitude* (ELM) pada jam FIB terkecil GMT

ELM 8 GMT = 331° 24' 45"

c. *Apparent Longitude* (ALB) pada jam 18 GMT

ALB = 331° 55' 12"

d. Sabak Matahari (SM) perjam

ELM jam 8 GMT = 331° 24' 45"

ELM jam 9 GMT = 331° 27' 16" -

$$\underline{\hspace{10em} 00^{\circ} 02' 31''}$$

e. Sabak Bulan (SB) perjam

ALB jam 8 GMT = 331° 55' 12"

ALB jam 9 GMT = 332° 33' 02" -

$$\underline{\hspace{10em} 00^{\circ} 37' 50''}$$

f. Saat ijtima' = Jam FIB + $\frac{(ELM-ALB)}{SB - SM}$ + 7 jam

= Jam 8 + $\frac{(331^{\circ} 24' 45'' - 331^{\circ} 55' 12'')}{00^{\circ} 37' 50'' - 00^{\circ} 02' 31''}$ + 7 jam
 = 14 : 08 : 16,08 WIB

2. Menghitung posisi dan keadaan hilal akhir Sya'ban 1444 H

a. Ijtima' akhir Sya'ban 1444 H terjadi pada Rabu Pahing tanggal 21 Maret

b. Menghitung tinggi Matahari

1) Deklinasi Matahari = -10° 55' 49"

2) *Equation of time* = -00° 13' 45"

3) Dip = 0° 1,76' x √22 = 00° 08' 15,31"

4) Refraksi = 00° 34' 30"

5) Semi diameter = 00° 16' 10,57"

Tinggi Matahari : h = 0 - sd - ref - Dip

h = 0 - 00° 16' 10,57" - 00° 34'
 30" - 00° 08' 15,31"
 = -00° 58' 55,88"

- c. Menghitung sudut waktu Matahari terbenam (t_o)
- $$\begin{aligned}\cos t_o &= -\tan \phi^x \times \tan \delta_o + \sin h : \cos \phi^x : \cos \delta_o \\ &= -\tan -06^\circ 55' 04,21'' \times \tan -10^\circ 55' 49'' + \sin \\ &\quad -00^\circ 58' 55,88'' : \cos -06^\circ 55' 04,21'' : \cos - \\ &\quad 10^\circ 55' 49'' \\ &= 92^\circ 21' 02,77''\end{aligned}$$
- d. Menghitung saat Matahari terbenam
- $$\begin{aligned}\text{Waktu Hakiki} &= 12 \\ \text{WD} &= \text{WH} - e + (\lambda^d - \lambda^x) : 15 \\ &= 12 - (-00^\circ 13' 45'') + (105^\circ - 110^\circ 17' \\ &\quad 13,18'') : 15 \\ &= 18 : 02 : 0,31 \text{ WIB}\end{aligned}$$
- e. Menghitung Azimuth Matahari saat terbenam (A_o)
- $$\begin{aligned}\text{Cotan } A_o &= -\sin \phi^x : \tan t_o + \cos \phi^x \times \tan \delta_o : \sin t_o \\ &= -\sin -06^\circ 55' 04,21'' : \tan 92^\circ 21' \\ &\quad 02,77'' + \cos -06^\circ 55' 04,21'' \times \tan - \\ &\quad 10^\circ 55' 49'' : \sin 92^\circ 21' 02,77'' \\ &= -78^\circ 51' 55,76'' \\ \text{Azimuth Matahari} &= 180^\circ - A_o \\ &= 180^\circ - (-78^\circ 51' 55,76'') \\ &= 258^\circ 51' 55,76''\end{aligned}$$
- f. Menentukan *apparent right ascension* Matahari
- $$\begin{aligned}\text{Data 1 (A)} &= \text{AR}_o \text{ 11 GMT} = 333^\circ 32' 55'' \\ \text{Data 2 (B)} &= \text{AR}_o \text{ 12 GMT} = 333^\circ 35' 19'' \\ \text{Interpolasi} &= \text{AR}_{o1} + (\text{AR}_{o2} - \text{AR}_{o1}) \times 02' 0,31'' \\ &= 333^\circ 32' 55'' + (333^\circ 35' 19'' - 333^\circ 32' 55'') \\ &\quad \times 02' 0,31'' \\ &= 333^\circ 32' 59,81''\end{aligned}$$
- g. Menentukan *apparent right ascension* Bulan
- $$\begin{aligned}\text{AR}_\zeta \text{ 11 GMT} &= 337^\circ 23' 10'' \\ \text{AR}_\zeta \text{ 12 GMT} &= 337^\circ 58' 42'' \\ \text{Interpolasi} &= \text{AR}_{\zeta 1} + (\text{AR}_{\zeta 2} - \text{AR}_{\zeta 1}) \times 02' 0,31'' \\ &= 337^\circ 23' 10'' + (337^\circ 58' 42'' - 337^\circ 23' 10'') \\ &\quad \times 02' 0,31'' \\ &= 337^\circ 24' 21,25''\end{aligned}$$
- h. Menentukan sudut waktu bulan (t_ζ)
- $$\begin{aligned}t_\zeta &= \text{AR}_o - \text{AR}_\zeta + t_o \\ &= 333^\circ 32' 59,81'' - 337^\circ 24' 21,25'' + 92^\circ 21' 02,77'' \\ &= 88^\circ 29' 41,33''\end{aligned}$$

- i. Menentukan deklinasi Bulan
- $$\delta_{\zeta} 11 \text{ GMT} = -14^{\circ} 16' 27''$$
- $$\delta_{\zeta} 12 \text{ GMT} = -14^{\circ} 01' 06''$$
- $$\begin{aligned} \text{Interpolasi} &= \delta_{\zeta 1} + (\delta_{\zeta 2} - \delta_{\zeta 1}) \times 02' 0,31'' \\ &= -14^{\circ} 16' 27'' + (-14^{\circ} 01' 06'' - (-14^{\circ} 16' 27'')) \times \\ &\quad 02' 0,31'' \\ &= -14^{\circ} 15' 56,22'' \end{aligned}$$
- j. Menentukan tinggi hilal hakiki (h_{ζ})
- $$\begin{aligned} \sin h_{\zeta} &= \sin \phi^x \times \sin \delta_{\zeta} + \cos \phi^x \times \cos \delta_{\zeta} \times \cos t_{\zeta} \\ &= \sin -06^{\circ} 55' 04,21'' \times \sin -14^{\circ} 15' 56,22'' + \\ &\quad \cos -06^{\circ} 55' 04,21'' \times \cos -14^{\circ} 15' 56,22'' \times \\ &\quad \cos 88^{\circ} 29' 41,33'' \\ &= 03^{\circ} 09' 0,39'' \end{aligned}$$
- k. Koreksi yang dibutuhkan untuk hilal mar'i
- 2) Menentukan parallax untuk mengurangi tinggi hilal hakiki
- e) Menentukan horizontal parallax
- $$\begin{aligned} \text{HP 11 GMT} &= 01^{\circ} 01' 01'' \\ \text{HP 12 GMT} &= 01^{\circ} 01' 00'' \\ \text{Interpolasi} &= \text{HP}_1 + (\text{HP}_2 - \text{HP}_1) \times 02' \\ &\quad 0,31'' \\ &= 01^{\circ} 01' 01'' + (01^{\circ} 01' 00'' - \\ &\quad 01^{\circ} 01' 01'') \times 02' 0,31'' \\ &= 01^{\circ} 01' 0,97'' \end{aligned}$$
- f) Menentukan parallax
- $$\begin{aligned} \text{HP} \times \cos h_{\zeta} &= 01^{\circ} 01' 0,97'' \times \cos 03^{\circ} 09' \\ &\quad 0,39'' \\ &= 01^{\circ} 00' 55,44'' \end{aligned}$$
- g) Menentukan semi diameter
- $$\begin{aligned} \text{SD 11 GMT} &= 00^{\circ} 16' 37,65'' \\ \text{SD 12 GMT} &= 00^{\circ} 16' 37,41'' \\ \text{Interpolasi} &= \text{SD}_1 + (\text{SD}_2 - \text{SD}_1) \times 02' \\ &\quad 0,31'' \\ &= 00^{\circ} 16' 37,65'' + (00^{\circ} 16' \\ &\quad 37,41'' - 00^{\circ} 16' 37,65'') \times \\ &\quad 02' 0,31'' \\ &= 00^{\circ} 16' 37,64'' \end{aligned}$$
- h) Menghitung refraksi untuk menambah tinggi hilal hakiki

$$\begin{aligned}
\text{Ref} &= 03^\circ 07' &= 00^\circ 13,14' \\
\text{Ref} &= 03^\circ 12' &= 00^\circ 13,12' \\
\text{Interpolasi} &= \text{Ref}_1 + (\text{Ref}_2 - \text{Ref}_1) \times 02' \\
& & 0,31'' \\
&= 00^\circ 13,14' + (00^\circ 13,12' - 00^\circ \\
& & 13,14') \times 02' \times 0,31'' \\
&= 00^\circ 13' 08,52''
\end{aligned}$$

- l. Menghitung tinggi hilal mar'i (h'_ζ)
- $$\begin{aligned}
h'_\zeta &= h_\zeta - \text{parallax} + \text{sd} + \text{ref} + \text{Dip} \\
&= 03^\circ 09' 0,39'' - 01^\circ 00' 55,44'' + 00^\circ 16' 37,64'' + 00^\circ \\
& \quad 13' 08,52'' + 00^\circ 08' 15,31'' \\
&= 02^\circ 46' 06,42''
\end{aligned}$$
- m. Menghitung lama hilal diatas ufuk
- $$\begin{aligned}
\text{Lama hilal di ufuk} &= h'_\zeta : 15 \\
&= 02^\circ 46' 06,42'' : 15 \\
&= 0^j 11^m 04,43^d
\end{aligned}$$
- n. Menghitung azimut bulan (A_ζ)
- $$\begin{aligned}
\text{Cotan } A_\zeta &= -\sin \phi^x : \tan t_\zeta + \cos \phi^x \times \tan \delta_\zeta : \sin t_\zeta \\
&= -\sin -06^\circ 55' 04,21'' : \tan 88^\circ 29' 41,33'' + \cos \\
& \quad -06^\circ 55' 04,21'' \times \tan -14^\circ 15' 56,22'' : \sin 88^\circ \\
& \quad 29' 41,33'' \\
&= -75^\circ 59' 59,8'' \\
\text{Aimuth Bulan} &= 180 - (-75^\circ 59' 59,8'') \\
&= 255^\circ 59' 59,8''
\end{aligned}$$
- o. Menghitung posisi hilal
- $$\begin{aligned}
\text{Posisi hilal} &= A_o - A_\zeta \\
&= 258^\circ 51' 55,76'' - 255^\circ 59' 59,8'' \\
&= 02^\circ 51' 55,66'' \text{ (Di Selatan Matahari)}
\end{aligned}$$

4. Akhir Syawal 1444 H

Menghitung Perkiraan 29 Syawa 1444 H

Waktu yang telah dilalui sebanyak 1443 tahun, 9 bulan, 29 hari.

1443 H : 30 tahun	= 48 daur lebih 3 tahun	
48 daur	= 48 x 10631 hari	= 510.288 hari
3 tahun	= 3 x 354 + 1 hari	= 1.063 hari
9 bulan	= (30 x 5) + (29 x 4)	= 266 hari
29 hari	=	= <u>29 hari +</u>

$$\begin{array}{r}
511.646 \text{ hari} \\
\text{Selisih Kalender Masehi – Hijriah} = 227.016 \text{ hari} \\
\text{Anggaran baru Gregorius} = \frac{13 \text{ hari} +}{738.675 \text{ hari}}
\end{array}$$

$$\begin{array}{r}
511.646 : 7 = 73.092 \text{ lebih } 2 = \text{Sabtu} \\
511.646 : 5 = 102.311 \text{ lebih } 2 = \text{Pahing} \\
738.586 : 1461 = 505 \text{ siklus lebih } 870 \text{ hari} \\
505 \text{ siklus} = 505 \times 4 = 2020 \text{ tahun} \\
870 \text{ hari} = 870 : 365 = 2 \text{ tahun } 140 \text{ hari} \\
140 \text{ hari} = 4 \text{ bulan } 20 \text{ hari}
\end{array}$$

Waktu yang dilewati = 2022 tahun, 4 bulan, 20 hari

Jadi 29 Syawal 1444 H bertepatan pada Sabtu Pahing 20 Mei 2023 M

1. Menentukan kapan ijtima' atau konjungsi

a. *Fraction Illumination* (FIB) terkecil pada jam 0 GMT.
Maka lihat FIB terkecil pada tangga sebelumnya yaitu 19 Mei 2023 terjadi pada jam 17 GMT.

b. *Ecliptic Longitude* (ELM) pada jam FIB terkecil GMT
ELM 17 GMT = 58° 28' 36"

c. *Apparent Longitude* (ALB) pada jam 18 GMT
ALB 17 GMT = 59° 00' 48"

d. Sabak Matahari (SM) perjam
ELM jam 17 GMT = 58° 28' 36"
ELM jam 18 GMT = 58° 31' 01" -
00° 02' 25"

e. Sabak Bulan (SB) perjam
ALB jam 17 GMT = 59° 00' 48"
ALB jam 18 GMT = 59° 33' 18" -
00° 32' 30"

f. Saat ijtima' = Jam FIB + $\frac{(\text{ELM} - \text{ALB})}{\text{SB} - \text{SM}} + 7 \text{ jam}$
= Jam 17 + $\frac{(58^\circ 28' 36'' - 59^\circ 00' 48'')}{00^\circ 32' 30'' - 00^\circ 02' 25''} + 7 \text{ jam}$
= 22 : 55 : 46,7 WIB

2. Menghitung posisi dan keadaan hilal akhir Syawal 1444 H

a. Ijtima' akhir Syawal 1444 H terjadi pada Jum'at Legi tanggal 19 Mei 2023

b. Menghitung tinggi Matahari

1) Deklinasi Matahari 11 GMT = 19° 58' 34"

2) *Equation of time* = 00° 03' 28"

$$\begin{aligned}
3) \text{ Dip} &= 0^\circ 1,76' \times \sqrt{22} && = 00^\circ 08' 15,31'' \\
4) \text{ Refraksi} &&& = 00^\circ 34' 30'' \\
5) \text{ Semi diameter} &&& = 00^\circ 15' 48,40'' \\
\text{Tinggi Matahari: } h &= 0 - \text{sd} - \text{ref} - \text{Dip} \\
h &= 0 - 00^\circ 15' 48,40'' - 00^\circ 34' 30'' - 00^\circ 08' \\
& \quad 15,31'' \\
&= -00^\circ 58' 33,71''
\end{aligned}$$

c. Menghitung sudut waktu Matahari terbenam (t_o)

$$\begin{aligned}
\cos t_o &= -\tan \phi^x \times \tan \delta_o + \sin h : \cos \phi^x : \cos \delta_o \\
&= -\tan -06^\circ 55' 04,21'' \times \tan 19^\circ 58' 34'' + \sin -00^\circ \\
& \quad 58' 33,71'' : \cos -06^\circ 55' 04,21'' : \cos 19^\circ 58' 34'' \\
&= 88^\circ 31' 08,41''
\end{aligned}$$

d. Menghitung saat Matahari terbenam

$$\begin{aligned}
\text{Waktu Hakiki} &= 12 \\
\text{WD} &= \text{WH} - e + (\lambda^d - \lambda^s) : 15 \\
&= 12 - (00^\circ 03' 28'') + (105^\circ - 110^\circ 17' 13,18'') : \\
& \quad 15 \\
&= 17 : 29 : 27,68 \text{ WIB}
\end{aligned}$$

e. Menghitung Azimuth Matahari saat terbenam (A_o)

$$\begin{aligned}
\text{Cotan } A_o &= -\sin \phi^x : \tan t_o + \cos \phi^x \times \tan \delta_o : \sin t_o \\
&= -\sin -06^\circ 55' 04,21'' : \tan 88^\circ 31' 08,41'' + \cos -06^\circ \\
& \quad 55' 04,21'' \times \tan 19^\circ 58' 34'' : \sin 88^\circ 31' 08,41'' \\
&= 69^\circ 59' 38,84''
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Azimuth Matahari} &= 360^\circ - A_o \\
&= 360^\circ - 69^\circ 59' 38,84'' \\
&= 290^\circ 00' 21,16''
\end{aligned}$$

f. Menentukan *apparent right ascension* Matahari

$$\begin{aligned}
\text{Data 1 (A)} &= \text{AR}_o \text{ 10 GMT} = 56^\circ 56' 08'' \\
\text{Data 2 (B)} &= \text{AR}_o \text{ 11 GMT} = 56^\circ 58' 38'' \\
\text{Interpolasi} &= \text{AR}_{o1} + (\text{AR}_{o2} - \text{AR}_{o1}) \times 29' 27,68'' \\
&= 56^\circ 56' 08'' + (56^\circ 58' 38'' - 56^\circ 56' 08'') \times \\
& \quad 29' 27,68'' \\
&= 56^\circ 57' 21,65''
\end{aligned}$$

g. Menentukan *apparent right ascension* Bulan

$$\begin{aligned}
\text{AR}_\zeta \text{ 10 GMT} &= 65^\circ 53' 37'' \\
\text{AR}_\zeta \text{ 11 GMT} &= 66^\circ 27' 58'' \\
\text{Interpolasi} &= \text{AR}_{\zeta 1} + (\text{AR}_{\zeta 2} - \text{AR}_{\zeta 1}) \times 29' 27,68'' \\
&= 65^\circ 53' 37'' + (66^\circ 27' 58'' - 65^\circ 53' 37'') \times \\
& \quad 29' 27,68''
\end{aligned}$$

$$= 66^{\circ} 10' 29''$$

h. Menentukan sudut waktu bulan (t_c)

$$\begin{aligned} t_c &= AR_o - AR_c + t_o \\ &= 56^{\circ} 57' 21,65'' - 66^{\circ} 10' 29'' + 88^{\circ} 31' 08,41'' \\ &= 79^{\circ} 18' 1,06'' \end{aligned}$$

i. Menentukan deklinasi Bulan

$$\begin{aligned} \delta_c \text{ 10 GMT} &= 24^{\circ} 34' 27'' \\ \delta_c \text{ 11 GMT} &= 24^{\circ} 41' 59'' \\ \text{Interpolasi} &= \delta_{c1} + (\delta_{c2} - \delta_{c1}) \times 29' 27,68'' \\ &= 24^{\circ} 34' 27'' + (24^{\circ} 41' 59'' - 24^{\circ} 34' 27'') \times \\ &\quad 29' 27,68'' \\ &= 24^{\circ} 38' 8,94'' \end{aligned}$$

j. Menentukan tinggi hilal hakiki (h_c)

$$\begin{aligned} \sin h_c &= \sin \phi^x \times \sin \delta_c + \cos \phi^x \times \cos \delta_c \times \cos t_c \\ &= \sin -06^{\circ} 55' 04,21'' \times \sin 24^{\circ} 38' 8,94'' + \cos -06^{\circ} 55' \\ &\quad 04,21'' \times \cos 24^{\circ} 38' 8,94'' \times \cos 79^{\circ} 18' 1,06'' \\ &= 06^{\circ} 44' 15,99'' \end{aligned}$$

k. Koreksi yang dibutuhkan untuk hilal mar'i

3) Menentukan parallax untuk mengurangi tinggi hilal hakiki

i) Menentukan horizontal parallax

$$\begin{aligned} \text{HP 10 GMT} &= 00^{\circ} 56' 15'' \\ \text{HP 11 GMT} &= 00^{\circ} 56' 13'' \\ \text{Interpolasi} &= \text{HP}_1 + (\text{HP}_2 - \text{HP}_1) \times 29' \\ &\quad 27,68'' \\ &= 00^{\circ} 56' 15'' + (00^{\circ} 56' 13'' - \\ &\quad 00^{\circ} 56' 15'') \times 29' 27,68'' \\ &= 00^{\circ} 56' 14,02'' \end{aligned}$$

j) Menentukan parallax

$$\begin{aligned} \text{HP} \times \cos h_c &= 00^{\circ} 56' 14,02'' \times \cos 06^{\circ} 44' \\ &\quad 15,99'' \\ &= 00^{\circ} 55' 50,72'' \end{aligned}$$

k) Menentukan semi diameter

$$\begin{aligned} \text{SD 10 GMT} &= 00^{\circ} 15' 19,64'' \\ \text{SD 11 GMT} &= 00^{\circ} 15' 19,25'' \\ \text{Interpolasi} &= \text{SD}_1 + (\text{SD}_2 - \text{SD}_1) \times 29' \\ &\quad 27,68'' \\ &= 00^{\circ} 15' 19,64'' + (00^{\circ} 15' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& 19,25'' - 00^\circ 15' 19,64'' \times 29' \\
& 27,68'' \\
& = 00^\circ 15' 19,45''
\end{aligned}$$

- l) Menghitung refraksi untuk menambah tinggi hilal hakiki

$$\begin{aligned}
\text{Ref} & = 06^\circ 42' & = 00^\circ 07' 36'' \\
\text{Ref} & = 06^\circ 53' & = 00^\circ 07' 24'' \\
\text{Interpolasi} & = \text{Ref}_1 + (\text{Ref}_2 - \text{Ref}_1) \times 29' \\
& 27,68'' \\
& = 00^\circ 07' 36'' + (00^\circ 07' 24'' - \\
& 00^\circ 07' 36'') \times 29' 27,68'' \\
& = 00^\circ 07' 30,11''
\end{aligned}$$

- l. Menghitung tinggi hilal mar'i (h'_c)

$$\begin{aligned}
h'_c & = h_c - \text{parallax} + \text{sd} + \text{ref} + \text{Dip} \\
& = 06^\circ 44' 15,99'' - 00^\circ 55' 50,72'' + 00^\circ 15' 19,45'' + 00^\circ \\
& 07' 30,11'' + 00^\circ 08' 15,31'' \\
& = 06^\circ 19' 30,14''
\end{aligned}$$

- m. Menghitung lama hilal diatas ufuk

$$\begin{aligned}
\text{Lama hilal di ufuk} & = h'_c : 15 \\
& = 06^\circ 19' 30,14'' : 15 \\
& = 0^j 25^m 18,01^d
\end{aligned}$$

- n. Menghitung azimuth bulan (A_c)

$$\begin{aligned}
\text{Cotan } A_c & = -\sin \phi^x : \tan t_c + \cos \phi^x \times \tan \delta_c : \sin t_c \\
& = -\sin -06^\circ 55' 04,21'' : \tan 79^\circ 18' 1,06'' + \cos - \\
& 06^\circ 55' 04,21'' \times \tan 24^\circ 38' 8,94'' : \sin 79^\circ 18' \\
& 1,06'' \\
& = 64^\circ 04' 37,79''
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Aimuth Bulan} & = 360 - 64^\circ 04' 37,79'' \\
& = 295^\circ 55' 22,21''
\end{aligned}$$

- o. Menghitung posisi hilal

$$\begin{aligned}
\text{Posisi hilal} & = A_c - A_o \\
& = 295^\circ 55' 22,21'' - 290^\circ 00' 21,16'' \\
& = 05^\circ 55' 1,05'' \text{ (Di Utara Matahari)}
\end{aligned}$$

5. 1 Dzulqo'dah 1444 H

Menghitung posisi dan keadaan hilal tanggal 1 Dzulqo'dah 1444 H

- a. Menghitung tinggi Matahari jam 11 GMT

- 1) Deklinasi Matahari = $20^{\circ} 10' 49''$
 - 2) *Equation of time* = $00^{\circ} 03' 24''$
 - 3) Dip = $0^{\circ} 1,76' \times \sqrt{22}$ = $00^{\circ} 08' 15,31''$
 - 4) Refraksi = $00^{\circ} 34' 30''$
 - 5) Semi diameter = $00^{\circ} 15' 48,21''$
- Tinggi Matahari : h = $0 - sd - ref - Dip$
h = $0 - 00^{\circ} 15' 48,21'' - 00^{\circ} 34' 30'' - 00^{\circ} 08' 15,31''$
= $-00^{\circ} 58' 33,52''$
- b. Menghitung sudut waktu Matahari terbenam (t_0)
 $\cos t_0 = -\tan \phi^x \times \tan \delta_0 + \sin h : \cos \phi^x : \cos \delta_0$
= $-\tan -06^{\circ} 55' 04,21'' \times \tan 20^{\circ} 10' 49'' + \sin -00^{\circ} 58' 33,52'' : \cos -06^{\circ} 55' 04,21'' : \cos 20^{\circ} 10' 49''$
= $88^{\circ} 29' 31,2''$
- c. Menghitung saat Matahari terbenam
Waktu Hakiki = 12
WD = $WH - e + (\lambda^d - \lambda^x) : 15$
= $12 - 00^{\circ} 03' 24'' + (105^{\circ} - 110^{\circ} 17' 13,18'') : 15$
= $17 : 29 : 25,2$ WIB
- d. Menghitung Azimuth Matahari saat terbenam (A_0)
 $\text{Cotan } A_0 = -\sin \phi^x : \tan t_0 + \cos \phi^x \times \tan \delta_0 : \sin t_0$
= $-\sin -06^{\circ} 55' 04,21'' : \tan 88^{\circ} 29' 31,2'' + \cos -06^{\circ} 55' 04,21'' \times \tan 20^{\circ} 10' 49'' : \sin 88^{\circ} 29' 31,2''$
= $69^{\circ} 47' 12,13''$
Azimuth Matahari = $180^{\circ} - A_0$
= $180^{\circ} - 69^{\circ} 47' 12,13''$
= $290^{\circ} 12' 47,87''$
- e. Menentukan *apparent right ascension* Matahari
Data 1 (A) = AR_0 11 GMT = $57^{\circ} 56' 13''$
Data 2 (B) = AR_0 12 GMT = $57^{\circ} 58' 43''$
Interpolasi = $AR_0 1 + (AR_0 2 - AR_0 1) \times 29' 25,2''$
= $57^{\circ} 56' 13'' + (57^{\circ} 58' 43'' - 57^{\circ} 56' 13'') \times 29' 25,2''$
= $57^{\circ} 57' 26,55''$
- f. Menentukan *apparent right ascension* Bulan
 AR_{ζ} 11 GMT = $79^{\circ} 46' 50''$
 AR_{ζ} 12 GMT = $80^{\circ} 21' 50''$

$$\begin{aligned} \text{Interpolasi} &= AR_{(1)} + (AR_{(2)} - AR_{(1)}) \times 02' 0,31'' \\ &= 79^\circ 46' 50'' + (80^\circ 21' 50'' - 79^\circ 46' 50'') \times \\ &\quad 29' 25,2'' \\ &= 80^\circ 03' 59,7'' \end{aligned}$$

g. Menentukan sudut waktu bulan (t_ζ)

$$\begin{aligned} t_\zeta &= AR_o - AR_\zeta + t_o \\ &= 57^\circ 57' 26,55'' - 80^\circ 03' 59,7'' + 88^\circ 29' 31,2'' \\ &= 66^\circ 22' 58,05'' \end{aligned}$$

h. Menentukan deklinasi Bulan

$$\begin{aligned} \delta_\zeta \text{ 11 GMT} &= 26^\circ 56' 12'' \\ \delta_\zeta \text{ 12 GMT} &= 27^\circ 00' 17'' \\ \text{Interpolasi} &= \delta_{(1)} + (\delta_{(2)} - \delta_{(1)}) \times 29' 25,2'' \\ &= 26^\circ 56' 12'' + (27^\circ 00' 17'' - 26^\circ 56' 12'') \times 29' \\ &\quad 25,2'' \\ &= 26^\circ 58' 12,13'' \end{aligned}$$

i. Menentukan tinggi hilal hakiki (h_ζ)

$$\begin{aligned} \sin h_\zeta &= \sin \phi^x \times \sin \delta_\zeta + \cos \phi^x \times \cos \delta_\zeta \times \cos t_\zeta \\ &= \sin -06^\circ 55' 04,21'' \times \sin 26^\circ 58' 12,13'' + \cos \\ &\quad -06^\circ 55' 04,21'' \times \cos 26^\circ 58' 12,13'' \times \cos 66^\circ \\ &\quad 22' 58,05'' \\ &= 17^\circ 26' 50,47'' \end{aligned}$$

j. Koreksi yang dibutuhkan untuk hilal mar'i

1) Menentukan parallax untuk mengurangi tinggi hilal hakiki

a) Menentukan horizontal parallax

$$\begin{aligned} \text{HP 11 GMT} &= 00^\circ 55' 41'' \\ \text{HP 12 GMT} &= 00^\circ 55' 40'' \\ \text{Interpolasi} &= \text{HP}_1 + (\text{HP}_2 - \text{HP}_1) \times 02' \\ &\quad 0,31'' \\ &= 00^\circ 55' 41'' + (00^\circ 55' 40'' - \\ &\quad 00^\circ 55' 41'') \times 29' 25,2'' \\ &= 00^\circ 55' 40,51'' \end{aligned}$$

b) Menentukan parallax

$$\begin{aligned} \text{HP} \times \cos h_\zeta &= 00^\circ 55' 40,51'' \times \cos 17^\circ 26' \\ &\quad 50,47'' \\ &= 00^\circ 53' 6,87'' \end{aligned}$$

c) Menentukan semi diameter

$$\begin{aligned} \text{SD 11 GMT} &= 00^\circ 15' 10,55'' \\ \text{SD 12 GMT} &= 00^\circ 15' 10,19'' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Interpolasi} &= SD_1 + (SD_2 - SD_1) \times 29' \\
&= 25,2'' \\
&= 00^\circ 15' 10,55'' + (00^\circ 15' \\
&10,19'' - 00^\circ 15' 10,19'') \times 29' \\
&= 25,2'' \\
&= 00^\circ 15' 10,37''
\end{aligned}$$

d) Menghitung refraksi untuk menambah tinggi hilal hakiki

$$\begin{aligned}
\text{Ref} &= 17^\circ 25' &= 00^\circ 03,0' \\
\text{Ref} &= 18^\circ 59' &= 00^\circ 02,9' \\
\text{Interpolasi} &= \text{Ref}_1 + (\text{Ref}_2 - \text{Ref}_1) \times 29' \\
&= 25,2'' \\
&= 00^\circ 03,0' + (00^\circ 02,9' - 00^\circ \\
&03,0') \times 29' 25,2'' \\
&= 00^\circ 02' 57,06''
\end{aligned}$$

k. Menghitung tinggi hilal mar'i (h'_ζ)

$$\begin{aligned}
h'_\zeta &= h_\zeta - \text{parallax} + \text{sd} + \text{ref} + \text{Dip} \\
&= 17^\circ 26' 50,47'' - 00^\circ 53' 6,87'' + 00^\circ 15' 10,37'' + 00^\circ \\
&02' 57,06'' + 00^\circ 08' 15,31'' \\
&= 17^\circ 00' 06,34''
\end{aligned}$$

l. Menghitung lama hilal diatas ufuk

$$\begin{aligned}
\text{Lama hilal di ufuk} &= h'_\zeta : 15 \\
&= 17^\circ 00' 06,34'' : 15 \\
&= 1^j 08^m 0,42^d
\end{aligned}$$

m. Menghitung azimut bulan (A_ζ)

$$\begin{aligned}
\text{Cotan } A_\zeta &= -\sin \phi^x : \tan t_\zeta + \cos \phi^x \times \tan \delta_\zeta : \sin t_\zeta \\
&= -\sin -06^\circ 55' 04,21'' : \tan 66^\circ 22' 58,05'' + \cos \\
&-06^\circ 55' 04,21'' \times \tan 26^\circ 58' 12,13'' : \sin 66^\circ \\
&22' 58,05'' \\
&= 58^\circ 52' 04''
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Aimuth Bulan} &= 360^\circ - 58^\circ 52' 04'' \\
&= 301^\circ 07' 56''
\end{aligned}$$

n. Menghitung posisi hilal

$$\begin{aligned}
\text{Posisi hilal} &= A_\zeta - A_o \\
&= 301^\circ 07' 56'' - 290^\circ 12' 47,87'' \\
&= 10^\circ 55' 08,13'' \text{ (Di Utara Matahari)}
\end{aligned}$$

6. Data Ephemeris

20 Februari 2023

DATA MATAHARI

Jan	Ecliptic Longitude °)	Ecliptic Latitude °)	Apparent Right Ascension	Apparent Declination	True Geocentric Distance	Semi Diameter	True Obliquity	Equation Of Time
0	331° 04' 34"	-0.70°	333° 06' 30"	-13° 55' 40"	0.9886272	16' 33.67"	23° 26' 13"	-13 m. 48 s.
1	331° 07' 06"	-0.70°	333° 08' 54"	-13° 54' 47"	0.9886360	16' 33.66"	23° 26' 13"	-13 m. 48 s.
2	331° 09' 37"	-0.70°	333° 11' 18"	-13° 53' 53"	0.9886449	16' 33.65"	23° 26' 13"	-13 m. 47 s.
3	331° 12' 08"	-0.70°	333° 13' 42"	-13° 52' 59"	0.9886537	16' 33.64"	23° 26' 13"	-13 m. 47 s.
4	331° 14' 40"	-0.71°	333° 16' 06"	-13° 52' 06"	0.9886626	16' 33.63"	23° 26' 13"	-13 m. 47 s.
5	331° 17' 11"	-0.71°	333° 18' 31"	-13° 51' 12"	0.9886715	16' 33.63"	23° 26' 13"	-13 m. 47 s.
6	331° 19' 42"	-0.71°	333° 20' 55"	-13° 50' 18"	0.9886803	16' 33.62"	23° 26' 13"	-13 m. 46 s.
7	331° 22' 14"	-0.71°	333° 23' 19"	-13° 49' 24"	0.9886892	16' 33.61"	23° 26' 13"	-13 m. 46 s.
8	331° 24' 45"	-0.71°	333° 25' 43"	-13° 48' 30"	0.9886981	16' 33.60"	23° 26' 13"	-13 m. 46 s.
9	331° 27' 16"	-0.74°	333° 28' 07"	-13° 47' 37"	0.9887069	16' 33.59"	23° 26' 13"	-13 m. 45 s.
10	331° 29' 47"	-0.74°	333° 30' 31"	-13° 46' 43"	0.9887158	16' 33.58"	23° 26' 13"	-13 m. 45 s.
11	331° 32' 18"	-0.74°	333° 32' 55"	-13° 45' 49"	0.9887247	16' 33.57"	23° 26' 13"	-13 m. 45 s.
12	331° 34' 50"	-0.74°	333° 35' 19"	-13° 44' 55"	0.9887336	16' 33.56"	23° 26' 13"	-13 m. 45 s.
13	331° 37' 21"	-0.73°	333° 37' 43"	-13° 44' 01"	0.9887425	16' 33.56"	23° 26' 13"	-13 m. 44 s.
14	331° 39' 53"	-0.73°	333° 40' 07"	-13° 43' 07"	0.9887513	16' 33.55"	23° 26' 13"	-13 m. 44 s.
15	331° 42' 24"	-0.73°	333° 42' 30"	-13° 42' 13"	0.9887602	16' 33.54"	23° 26' 13"	-13 m. 44 s.
16	331° 44' 55"	-0.73°	333° 44' 54"	-13° 41' 19"	0.9887691	16' 33.53"	23° 26' 13"	-13 m. 44 s.
17	331° 47' 26"	-0.72°	333° 47' 18"	-13° 40' 25"	0.9887780	16' 33.52"	23° 26' 13"	-13 m. 43 s.
18	331° 49' 58"	-0.72°	333° 49' 42"	-13° 40' 31"	0.9887869	16' 33.51"	23° 26' 13"	-13 m. 43 s.
19	331° 52' 29"	-0.72°	333° 52' 06"	-13° 40' 37"	0.9887958	16' 33.50"	23° 26' 13"	-13 m. 43 s.
20	331° 55' 00"	-0.72°	333° 54' 30"	-13° 40' 43"	0.9888047	16' 33.49"	23° 26' 13"	-13 m. 42 s.
21	331° 57' 32"	-0.71°	333° 56' 54"	-13° 40' 49"	0.9888137	16' 33.49"	23° 26' 13"	-13 m. 42 s.
22	332° 00' 03"	-0.71°	333° 59' 17"	-13° 40' 55"	0.9888226	16' 33.48"	23° 26' 13"	-13 m. 42 s.
23	332° 02' 34"	-0.71°	334° 01' 41"	-13° 40' 01"	0.9888315	16' 33.47"	23° 26' 13"	-13 m. 42 s.
24	332° 05' 05"	-0.71°	334° 04' 05"	-13° 40' 07"	0.9888404	16' 33.46"	23° 26' 13"	-13 m. 41 s.

*) Minimum Equation of Time

DATA BULAN

Jan	Apparent Longitude	Apparent Latitude	Apparent Right Ascension	Apparent Declination	Horizontal Parallax	Semi Diameter	Angle Bright Limb	Fraction Illumination
0	326° 51' 30"	-4° 47' 20"	330° 45' 43"	-16° 59' 32"	1° 01' 00"	16' 39.70"	21° 27' 40"	0.00306
1	327° 29' 39"	-4° 42' 00"	331° 22' 21"	-16° 45' 11"	1° 01' 08"	16' 39.55"	17° 11' 18"	0.00270
2	328° 07' 38"	-4° 40' 55"	331° 58' 54"	-16° 30' 45"	1° 01' 08"	16' 39.40"	12° 22' 02"	0.00238
3	328° 45' 36"	-4° 39' 46"	332° 35' 26"	-16° 16' 12"	1° 01' 07"	16' 39.25"	6° 57' 09"	0.00212
4	329° 23' 33"	-4° 38' 32"	333° 11' 40"	-16° 01' 33"	1° 01' 06"	16' 39.08"	0° 55' 44"	0.00191
5	329° 01' 29"	-4° 37' 03"	333° 47' 54"	-15° 46' 48"	1° 01' 06"	16' 38.90"	349° 19' 37"	0.00175
6	328° 39' 24"	-4° 35' 43"	334° 24' 02"	-15° 31' 58"	1° 01' 05"	16' 38.71"	349° 14' 20"	0.00165
7	328° 17' 19"	-4° 34' 18"	335° 00' 04"	-15° 17' 02"	1° 01' 04"	16' 38.52"	339° 59' 01"	0.00160
8	328° 55' 12"	-4° 32' 52"	335° 35' 60"	-15° 02' 01"	1° 01' 04"	16' 38.31"	332° 19' 30"	0.00160
9	329° 33' 05"	-4° 31' 25"	336° 11' 48"	-14° 46' 56"	1° 01' 03"	16' 38.10"	324° 57' 33"	0.00164
10	330° 10' 51"	-4° 29' 55"	336° 47' 52"	-14° 31' 44"	1° 01' 02"	16' 37.88"	317° 56' 10"	0.00176
11	330° 48' 47"	-4° 28' 24"	337° 23' 10"	-14° 16' 27"	1° 01' 01"	16' 37.65"	311° 54' 29"	0.00192
12	331° 26' 31"	-4° 26' 50"	337° 58' 42"	-14° 01' 06"	1° 01' 00"	16' 37.41"	305° 29' 32"	0.00214
13	332° 04' 19"	-4° 25' 15"	338° 34' 08"	-13° 45' 40"	1° 00' 59"	16' 37.16"	300° 18' 52"	0.00240
14	332° 42' 04"	-4° 23' 38"	339° 09' 29"	-13° 30' 09"	1° 00' 58"	16' 36.90"	295° 27' 52"	0.00272
15	333° 19' 49"	-4° 21' 59"	339° 44' 44"	-13° 14' 34"	1° 00' 57"	16' 36.64"	291° 17' 45"	0.00309
16	333° 57' 32"	-4° 20' 18"	340° 19' 53"	-12° 58' 54"	1° 00' 56"	16' 36.36"	287° 37' 01"	0.00351
17	334° 35' 14"	-4° 18' 35"	340° 54' 56"	-12° 43' 10"	1° 00' 55"	16' 36.08"	284° 22' 02"	0.00398
18	335° 12' 54"	-4° 16' 51"	341° 29' 54"	-12° 27' 22"	1° 00' 54"	16' 35.79"	281° 29' 32"	0.00450
19	335° 50' 32"	-4° 15' 05"	342° 04' 46"	-12° 11' 31"	1° 00' 53"	16' 35.49"	278° 56' 17"	0.00508
20	336° 28' 09"	-4° 13' 16"	342° 29' 33"	-11° 55' 35"	1° 00' 52"	16' 35.19"	276° 39' 39"	0.00571
21	346° 05' 45"	-4° 11' 27"	343° 14' 15"	-11° 39' 36"	1° 00' 51"	16' 34.87"	274° 37' 19"	0.00639
22	346° 43' 19"	-4° 09' 35"	343° 48' 51"	-11° 23' 33"	1° 00' 50"	16' 34.55"	272° 47' 20"	0.00711
23	347° 20' 51"	-4° 07' 42"	344° 23' 21"	-11° 07' 27"	1° 00' 49"	16' 34.22"	271° 8' 01"	0.00789
24	347° 58' 21"	-4° 05' 46"	344° 57' 49"	-10° 51' 17"	1° 00' 48"	16' 33.88"	269° 37' 60"	0.00872

21 Maret 2023

DATA MATAHARI

Jam	Ecliptic Longitude (°)	Ecliptic Latitude (°)	Apparent Right Ascension	Apparent Declination	True Geocentric Distance	Semi Diameter	True Obliquity	Equation Of Time
0	0° 06' 54"	-0.60°	0° 05' 52"	0° 02' 32"	0.9959643	16'03.58"	23° 26' 39"	-7 m 22 s
1	0° 09' 23"	-0.60°	0° 08' 09"	0° 03' 31"	0.9959160	16'03.57"	23° 26' 39"	-7 m 21 s
2	0° 11' 52"	-0.59°	0° 10' 26"	0° 04' 31"	0.9958777	16'03.55"	23° 26' 39"	-7 m 21 s
3	0° 14' 21"	-0.59°	0° 12' 42"	0° 05' 30"	0.9958394	16'03.54"	23° 26' 39"	-7 m 20 s
4	0° 16' 50"	-0.59°	0° 14' 59"	0° 06' 29"	0.9958011	16'03.53"	23° 26' 39"	-7 m 19 s
5	0° 19' 19"	-0.58°	0° 17' 16"	0° 07' 28"	0.9957628	16'03.52"	23° 26' 39"	-7 m 18 s
6	0° 21' 48"	-0.58°	0° 19' 33"	0° 08' 28"	0.9957244	16'03.51"	23° 26' 39"	-7 m 18 s
7	0° 24' 17"	-0.58°	0° 21' 50"	0° 09' 27"	0.9956861	16'03.50"	23° 26' 39"	-7 m 17 s
8	0° 26' 46"	-0.57°	0° 24' 06"	0° 10' 26"	0.9956478	16'03.49"	23° 26' 39"	-7 m 16 s
9	0° 29' 15"	-0.57°	0° 26' 23"	0° 11' 26"	0.9956095	16'03.47"	23° 26' 39"	-7 m 15 s
10	0° 31' 44"	-0.56°	0° 28' 40"	0° 12' 25"	0.9955712	16'03.46"	23° 26' 39"	-7 m 15 s
11	0° 34' 14"	-0.56°	0° 30' 57"	0° 13' 24"	0.9955329	16'03.45"	23° 26' 39"	-7 m 14 s
12	0° 36' 43"	-0.55°	0° 33' 13"	0° 14' 24"	0.9954945	16'03.44"	23° 26' 39"	-7 m 13 s
13	0° 39' 12"	-0.55°	0° 35' 30"	0° 15' 23"	0.9954562	16'03.43"	23° 26' 39"	-7 m 12 s
14	0° 41' 41"	-0.55°	0° 37' 47"	0° 16' 22"	0.9954179	16'03.42"	23° 26' 39"	-7 m 12 s
15	0° 44' 10"	-0.54°	0° 40' 04"	0° 17' 21"	0.9953796	16'03.41"	23° 26' 39"	-7 m 11 s
16	0° 46' 39"	-0.54°	0° 42' 20"	0° 18' 21"	0.9953412	16'03.40"	23° 26' 39"	-7 m 10 s
17	0° 49' 08"	-0.53°	0° 44' 37"	0° 19' 20"	0.9953029	16'03.38"	23° 26' 39"	-7 m 09 s
18	0° 51' 37"	-0.53°	0° 46' 54"	0° 20' 19"	0.9952646	16'03.37"	23° 26' 39"	-7 m 09 s
19	0° 54' 06"	-0.52°	0° 49' 11"	0° 21' 19"	0.9952263	16'03.36"	23° 26' 39"	-7 m 08 s
20	0° 56' 35"	-0.52°	0° 51' 27"	0° 22' 18"	0.9951880	16'03.35"	23° 26' 39"	-7 m 07 s
21	0° 59' 04"	-0.51°	0° 53' 44"	0° 23' 17"	0.9951496	16'03.34"	23° 26' 39"	-7 m 06 s
22	1° 01' 33"	-0.51°	0° 56' 01"	0° 24' 16"	0.9951113	16'03.33"	23° 26' 39"	-7 m 06 s
23	1° 04' 02"	-0.51°	0° 58' 18"	0° 25' 16"	0.9950730	16'03.32"	23° 26' 39"	-7 m 05 s
24	1° 06' 31"	-0.50°	1° 00' 34"	0° 26' 15"	0.9950346	16'03.31"	23° 26' 39"	-7 m 04 s

*For times before 2000

DATA BULAN

Jam	Apparent Longitude	Apparent Latitude	Apparent Right Ascension	Apparent Declination	Horizontal Parallax	Semi Diameter	Angle Bright Limb	Fraction Illumination
0	350° 12' 37"	-3° 36' 56"	352° 26' 07"	-7° 12' 05"	1° 00' 14"	16' 24.69"	46° 52' 08"	0.00448
1	350° 49' 23"	-3° 34' 32"	352° 59' 07"	-6° 55' 22"	1° 00' 13"	16' 24.66"	45° 55' 00"	0.00762
2	351° 26' 08"	-3° 32' 07"	353° 32' 05"	-6° 38' 38"	1° 00' 12"	16' 24.63"	44° 51' 53"	0.00681
3	352° 02' 52"	-3° 29' 40"	354° 04' 59"	-6° 21' 52"	1° 00' 11"	16' 23.97"	43° 41' 41"	0.00606
4	352° 39' 35"	-3° 27' 12"	354° 37' 50"	-6° 05' 04"	1° 00' 10"	16' 23.71"	42° 23' 04"	0.00535
5	353° 16' 16"	-3° 24' 43"	355° 10' 39"	-5° 48' 15"	1° 00' 09"	16' 23.45"	40° 54' 20"	0.00469
6	353° 52' 56"	-3° 22' 12"	355° 43' 26"	-5° 31' 24"	1° 00' 08"	16' 23.18"	39° 11' 23"	0.00408
7	354° 29' 35"	-3° 19' 40"	356° 16' 06"	-5° 14' 32"	1° 00' 07"	16' 22.90"	37° 17' 30"	0.00352
8	355° 06' 12"	-3° 17' 07"	356° 48' 45"	-4° 57' 39"	1° 00' 06"	16' 22.62"	35° 3' 15"	0.00301
9	355° 42' 47"	-3° 14' 32"	357° 21' 22"	-4° 40' 45"	1° 00' 05"	16' 22.33"	32° 26' 08"	0.00255
10	356° 19' 22"	-3° 11' 57"	357° 53' 56"	-4° 23' 50"	1° 00' 04"	16' 22.03"	29° 20' 23"	0.00214
11	356° 55' 54"	-3° 09' 19"	358° 26' 27"	-4° 06' 54"	1° 00' 03"	16' 21.73"	25° 38' 32"	0.00178
12	357° 32' 26"	-3° 06' 41"	358° 58' 56"	-3° 49' 58"	1° 00' 02"	16' 21.42"	21° 11' 45"	0.00146
13	358° 08' 55"	-3° 04' 02"	359° 31' 25"	-3° 33' 01"	1° 00' 01"	16' 21.10"	15° 46' 20"	0.00120
14	358° 45' 23"	-3° 01' 21"	0° 03' 45"	-3° 16' 03"	0° 59' 59"	16' 20.78"	9° 11' 50"	0.00099
15	359° 21' 50"	-2° 58' 40"	0° 36' 07"	-2° 59' 05"	0° 59' 58"	16' 20.45"	1° 15' 38"	0.00082
16	359° 58' 15"	-2° 55' 57"	1° 08' 26"	-2° 42' 07"	0° 59' 57"	16' 20.11"	31° 53' 40"	0.00071
17	0° 34' 38"	-2° 53' 13"	1° 40' 42"	-2° 25' 09"	0° 59' 56"	16' 19.77"	341° 17' 50"	0.00064
18	1° 10' 59"	-2° 50' 28"	2° 12' 57"	-2° 08' 10"	0° 59' 54"	16' 19.42"	330° 1' 56"	0.00063
19	1° 47' 19"	-2° 47' 42"	2° 45' 09"	-1° 51' 12"	0° 59' 53"	16' 19.07"	318° 59' 07"	0.00066
20	2° 23' 37"	-2° 44' 55"	3° 17' 20"	-1° 34' 13"	0° 59' 52"	16' 18.71"	308° 42' 43"	0.00074
21	2° 59' 53"	-2° 42' 07"	3° 49' 28"	-1° 17' 15"	0° 59' 50"	16' 18.34"	299° 51' 04"	0.00087
22	3° 36' 06"	-2° 39' 18"	4° 21' 33"	-1° 00' 18"	0° 59' 49"	16' 17.97"	292° 25' 40"	0.00105
23	4° 12' 18"	-2° 36' 28"	4° 53' 38"	-0° 43' 21"	0° 59' 48"	16' 17.59"	286° 18' 15"	0.00127
24	4° 48' 29"	-2° 33' 38"	5° 25' 41"	-0° 26' 24"	0° 59' 46"	16' 17.21"	281° 16' 41"	0.00155

23 Maret 2023

DATA MATAHARI

Jam	Ecliptic Longitude °)	Ecliptic Latitude °)	Apparent Right Ascension	Apparent Declination	True Geocentric Distance	Semi Diameter	True Obliquity	Equation Of Time
0	2° 06' 07"	-0.38°	1° 57' 15"	0° 49' 57"	0.9664546	16'03.03"	23° 26' 19"	-6 m 46 s
1	2° 08' 36"	-0.38°	1° 57' 32"	0° 50' 50"	0.9664762	16'03.02"	23° 26' 19"	-6 m 46 s
2	2° 11' 05"	-0.37°	1° 59' 49"	0° 51' 55"	0.9664879	16'03.01"	23° 26' 19"	-6 m 45 s
3	2° 13' 34"	-0.37°	2° 02' 05"	0° 52' 54"	0.9664995	16'03.00"	23° 26' 19"	-6 m 44 s
4	2° 16' 03"	-0.36°	2° 04' 22"	0° 53' 54"	0.9665112	16'02.99"	23° 26' 19"	-6 m 43 s
5	2° 18' 32"	-0.36°	2° 06' 39"	0° 54' 53"	0.9665228	16'02.98"	23° 26' 19"	-6 m 43 s
6	2° 21' 01"	-0.35°	2° 08' 55"	0° 55' 52"	0.9665345	16'02.97"	23° 26' 19"	-6 m 42 s
7	2° 23' 30"	-0.34°	2° 11' 12"	0° 56' 51"	0.9665461	16'02.96"	23° 26' 19"	-6 m 41 s
8	2° 25' 59"	-0.34°	2° 13' 29"	0° 57' 50"	0.9665578	16'02.94"	23° 26' 19"	-6 m 40 s
9	2° 28' 28"	-0.33°	2° 15' 45"	0° 58' 50"	0.9665694	16'02.93"	23° 26' 19"	-6 m 40 s
10	2° 30' 56"	-0.33°	2° 18' 02"	0° 59' 49"	0.9665811	16'02.92"	23° 26' 19"	-6 m 39 s
11	2° 33' 25"	-0.32°	2° 20' 19"	1° 00' 48"	0.9665927	16'02.91"	23° 26' 19"	-6 m 38 s
12	2° 35' 54"	-0.32°	2° 22' 35"	1° 01' 47"	0.9666044	16'02.90"	23° 26' 19"	-6 m 37 s
13	2° 38' 23"	-0.31°	2° 24' 52"	1° 02' 46"	0.9666160	16'02.89"	23° 26' 19"	-6 m 37 s
14	2° 40' 52"	-0.31°	2° 27' 09"	1° 03' 45"	0.9666277	16'02.88"	23° 26' 19"	-6 m 36 s
15	2° 43' 21"	-0.30°	2° 29' 25"	1° 04' 45"	0.9666393	16'02.87"	23° 26' 19"	-6 m 35 s
16	2° 45' 50"	-0.30°	2° 31' 42"	1° 05' 44"	0.9666509	16'02.85"	23° 26' 19"	-6 m 34 s
17	2° 48' 19"	-0.29°	2° 33' 59"	1° 06' 43"	0.9666626	16'02.84"	23° 26' 19"	-6 m 34 s
18	2° 50' 47"	-0.28°	2° 36' 15"	1° 07' 42"	0.9666742	16'02.83"	23° 26' 19"	-6 m 33 s
19	2° 53' 16"	-0.28°	2° 38' 32"	1° 08' 41"	0.9666859	16'02.82"	23° 26' 19"	-6 m 32 s
20	2° 55' 45"	-0.27°	2° 40' 48"	1° 09' 41"	0.9666975	16'02.81"	23° 26' 19"	-6 m 31 s
21	2° 58' 14"	-0.27°	2° 43' 05"	1° 10' 40"	0.9667092	16'02.80"	23° 26' 19"	-6 m 31 s
22	3° 00' 43"	-0.26°	2° 45' 22"	1° 11' 39"	0.9667208	16'02.79"	23° 26' 19"	-6 m 30 s
23	3° 03' 12"	-0.26°	2° 47' 38"	1° 12' 38"	0.9667324	16'02.78"	23° 26' 19"	-6 m 29 s
24	3° 05' 41"	-0.25°	2° 49' 55"	1° 13' 37"	0.9667441	16'02.76"	23° 26' 19"	-6 m 28 s

*) For times 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	19° 06' 19"	-1° 21' 41"	18° 08' 59"	0° 13' 12"	0° 59' 07"	16' 06.42"	252° 17' 46"	0.02210
1	19° 41' 35"	-1° 18' 37"	18° 40' 40"	0° 29' 23"	0° 59' 05"	16' 05.91"	251° 59' 33"	0.02352
2	20° 16' 49"	-1° 15' 31"	19° 12' 20"	0° 45' 31"	0° 59' 03"	16' 05.40"	251° 46' 35"	0.02497
3	20° 52' 01"	-1° 12' 24"	19° 44' 01"	7° 01' 36"	0° 59' 01"	16' 04.89"	251° 34' 45"	0.02647
4	21° 27' 10"	-1° 09' 17"	20° 15' 42"	7° 17' 37"	0° 58' 59"	16' 04.37"	251° 23' 59"	0.02801
5	22° 02' 16"	-1° 06' 10"	20° 47' 22"	7° 33' 36"	0° 58' 57"	16' 03.85"	251° 14' 11"	0.02959
6	22° 37' 21"	-1° 03' 03"	21° 19' 03"	7° 49' 31"	0° 58' 55"	16' 03.32"	251° 4' 39"	0.03121
7	23° 12' 22"	0° 59' 55"	21° 50' 45"	8° 05' 23"	0° 58' 53"	16' 02.80"	250° 57' 17"	0.03287
8	23° 47' 25"	0° 56' 47"	22° 22' 26"	8° 21' 11"	0° 58' 51"	16' 02.28"	250° 50' 03"	0.03457
9	24° 22' 18"	0° 53' 39"	22° 54' 08"	8° 36' 55"	0° 58' 49"	16' 01.77"	250° 43' 34"	0.03632
10	24° 57' 13"	0° 50' 31"	23° 25' 50"	8° 52' 36"	0° 58' 47"	16' 01.19"	250° 37' 48"	0.03810
11	25° 32' 04"	0° 47' 23"	23° 57' 33"	9° 08' 13"	0° 58' 45"	16' 00.65"	250° 32' 41"	0.03992
12	26° 06' 54"	0° 44' 15"	24° 29' 16"	9° 23' 47"	0° 58' 43"	16' 00.10"	250° 28' 12"	0.04178
13	26° 41' 40"	0° 41' 06"	25° 00' 60"	9° 39' 16"	0° 58' 41"	15' 59.56"	250° 24' 18"	0.04368
14	27° 16' 24"	0° 37' 58"	25° 32' 44"	9° 54' 41"	0° 58' 39"	15' 59.01"	250° 20' 58"	0.04561
15	27° 51' 06"	0° 34' 50"	26° 04' 30"	10° 10' 03"	0° 58' 37"	15' 58.45"	250° 18' 30"	0.04759
16	28° 25' 45"	0° 31' 41"	26° 36' 15"	10° 25' 20"	0° 58' 35"	15' 57.90"	250° 15' 53"	0.04960
17	29° 00' 21"	0° 28' 33"	27° 08' 02"	10° 40' 32"	0° 58' 33"	15' 57.34"	250° 14' 05"	0.05165
18	29° 34' 55"	0° 25' 25"	27° 39' 49"	10° 55' 41"	0° 58' 31"	15' 56.78"	250° 12' 44"	0.05374
19	30° 09' 30"	0° 22' 16"	28° 11' 38"	11° 10' 45"	0° 58' 29"	15' 56.22"	250° 11' 51"	0.05586
20	30° 43' 55"	0° 19' 08"	28° 43' 27"	11° 25' 45"	0° 58' 27"	15' 55.65"	250° 11' 22"	0.05802
21	31° 18' 21"	0° 16' 00"	29° 15' 17"	11° 40' 40"	0° 58' 25"	15' 55.09"	250° 11' 39"	0.06021
22	31° 52' 44"	0° 12' 52"	29° 47' 08"	11° 55' 30"	0° 58' 23"	15' 54.52"	250° 11' 38"	0.06245
23	32° 27' 09"	0° 9' 44"	30° 19' 01"	12° 10' 16"	0° 58' 21"	15' 53.95"	250° 12' 21"	0.06471
24	33° 01' 23"	0° 6' 37"	30° 50' 54"	12° 24' 57"	0° 58' 19"	15' 53.37"	250° 13' 25"	0.06701

19 Mei 2023

DATA MATAHARI

Jan	Ecliptic Longitude (°)	Ecliptic Latitude (°)	Apparent Right Ascension	Apparent Declination	True Geocentric Distance	Semi Diameter	True Obliquity	Equation Of Time
0	37° 47' 30"	0.19°	55° 31' 15"	19° 39' 56"	1.011560	15' 48.68"	23° 26' 18"	3 m 32 s
1	37° 50' 04"	0.19°	55° 33' 44"	19° 40' 29"	1.011556	15' 48.67"	23° 26' 18"	3 m 32 s
2	37° 52' 28"	0.20°	55° 36' 14"	19° 41' 01"	1.011502	15' 48.66"	23° 26' 18"	3 m 32 s
3	37° 54' 53"	0.20°	55° 38' 44"	19° 41' 34"	1.0115718	15' 48.65"	23° 26' 18"	3 m 32 s
4	37° 57' 17"	0.21°	55° 41' 13"	19° 42' 06"	1.0115804	15' 48.64"	23° 26' 18"	3 m 32 s
5	37° 59' 42"	0.21°	55° 43' 43"	19° 42' 39"	1.0115890	15' 48.64"	23° 26' 18"	3 m 32 s
6	38° 02' 06"	0.22°	55° 46' 12"	19° 43' 11"	1.0115976	15' 48.63"	23° 26' 18"	3 m 32 s
7	38° 04' 31"	0.22°	55° 48' 42"	19° 43' 43"	1.0116061	15' 48.62"	23° 26' 18"	3 m 32 s
8	38° 06' 56"	0.23°	55° 51' 12"	19° 44' 16"	1.0116147	15' 48.61"	23° 26' 18"	3 m 32 s
9	38° 09' 20"	0.24°	55° 53' 41"	19° 44' 48"	1.0116232	15' 48.60"	23° 26' 18"	3 m 31 s
10	38° 11' 45"	0.24°	55° 56' 11"	19° 45' 20"	1.0116318	15' 48.60"	23° 26' 18"	3 m 31 s
11	38° 14' 09"	0.25°	55° 58' 41"	19° 45' 52"	1.0116403	15' 48.59"	23° 26' 18"	3 m 31 s
12	38° 16' 34"	0.25°	56° 01' 10"	19° 46' 24"	1.0116488	15' 48.58"	23° 26' 18"	3 m 31 s
13	38° 18' 58"	0.26°	56° 03' 40"	19° 46' 57"	1.0116574	15' 48.57"	23° 26' 18"	3 m 31 s
14	38° 21' 23"	0.26°	56° 06' 10"	19° 47' 29"	1.0116659	15' 48.56"	23° 26' 18"	3 m 31 s
15	38° 23' 47"	0.27°	56° 08' 40"	19° 48' 01"	1.0116744	15' 48.55"	23° 26' 18"	3 m 31 s
16	38° 26' 12"	0.27°	56° 11' 09"	19° 48' 33"	1.0116829	15' 48.55"	23° 26' 18"	3 m 31 s
17	38° 28' 36"	0.28°	56° 13' 39"	19° 49' 05"	1.0116913	15' 48.54"	23° 26' 18"	3 m 30 s
18	38° 31' 01"	0.28°	56° 16' 09"	19° 49' 37"	1.0116998	15' 48.53"	23° 26' 18"	3 m 30 s
19	38° 33' 25"	0.29°	56° 18' 39"	19° 50' 09"	1.0117083	15' 48.52"	23° 26' 18"	3 m 30 s
20	38° 35' 50"	0.29°	56° 21' 09"	19° 50' 40"	1.0117167	15' 48.52"	23° 26' 18"	3 m 30 s
21	38° 38' 14"	0.30°	56° 23' 39"	19° 51' 12"	1.0117252	15' 48.51"	23° 26' 18"	3 m 30 s
22	38° 40' 39"	0.31°	56° 26' 08"	19° 51' 44"	1.0117336	15' 48.50"	23° 26' 18"	3 m 30 s
23	38° 43' 03"	0.31°	56° 28' 38"	19° 52' 16"	1.0117421	15' 48.49"	23° 26' 18"	3 m 30 s
24	38° 45' 27"	0.32°	56° 31' 08"	19° 52' 48"	1.0117505	15' 48.48"	23° 26' 18"	3 m 30 s

*15 minutes equation of time

DATA BULAN

Jan	Apparent Longitude	Apparent Latitude	Apparent Right Ascension	Apparent Declination	Horizontal Parallax	Semi Diameter	Angle Bright Limb	Fraction Illumination
0	49° 44' 26"	1° 25' 32"	46° 53' 09"	19° 02' 34"	0° 57' 03"	15' 32.64"	64° 17' 00"	0.0511
1	49° 17' 23"	1° 28' 26"	47° 25' 52"	19° 14' 16"	0° 57' 01"	15' 32.29"	65° 23' 07"	0.0451
2	49° 59' 15"	1° 31' 19"	47° 58' 38"	19° 25' 51"	0° 56' 60"	15' 31.90"	66° 42' 26"	0.0396
3	51° 23' 08"	1° 34' 12"	48° 31' 27"	19° 37' 29"	0° 56' 58"	15' 31.52"	68° 11' 40"	0.0354
4	51° 55' 59"	1° 37' 04"	49° 04' 19"	19° 48' 42"	0° 56' 57"	15' 31.15"	69° 53' 18"	0.0329
5	52° 28' 48"	1° 39' 55"	49° 37' 14"	19° 59' 58"	0° 56' 56"	15' 30.77"	71° 49' 54"	0.0324
6	53° 01' 36"	1° 42' 48"	50° 10' 12"	20° 11' 07"	0° 56' 54"	15' 30.39"	74° 5' 20"	0.0324
7	53° 34' 23"	1° 45' 39"	50° 43' 13"	20° 22' 09"	0° 56' 53"	15' 30.01"	76° 44' 38"	0.0317
8	54° 07' 08"	1° 48' 34"	51° 16' 18"	20° 33' 05"	0° 56' 52"	15' 29.64"	79° 54' 33"	0.0317
9	54° 39' 52"	1° 51' 12"	51° 49' 25"	20° 43' 53"	0° 56' 50"	15' 29.26"	103° 44' 32"	0.0311
10	55° 12' 34"	1° 53' 60"	52° 22' 36"	20° 54' 35"	0° 56' 49"	15' 28.88"	108° 26' 25"	0.0306
11	55° 45' 15"	1° 56' 47"	52° 55' 50"	21° 05' 10"	0° 56' 47"	15' 28.49"	114° 17' 01"	0.0307
12	56° 17' 54"	1° 59' 33"	53° 29' 07"	21° 15' 38"	0° 56' 46"	15' 28.11"	121° 36' 10"	0.0300
13	56° 50' 32"	2° 02' 18"	54° 02' 26"	21° 25' 59"	0° 56' 45"	15' 27.73"	130° 44' 08"	0.0300
14	57° 23' 08"	2° 05' 02"	54° 35' 49"	21° 36' 13"	0° 56' 43"	15' 27.35"	141° 51' 00"	0.0300
15	57° 55' 43"	2° 07' 46"	55° 09' 16"	21° 46' 19"	0° 56' 42"	15' 26.97"	154° 38' 55"	0.0306
16	58° 28' 16"	2° 10' 29"	55° 42' 45"	21° 56' 19"	0° 56' 40"	15' 26.58"	168° 8' 42"	0.0306
17	59° 00' 48"	2° 13' 10"	56° 16' 17"	22° 06' 11"	0° 56' 39"	15' 26.20"	181° 6' 18"	0.0300
18	59° 33' 18"	2° 15' 52"	56° 49' 52"	22° 15' 56"	0° 56' 37"	15' 25.81"	192° 12' 53"	0.0304
19	60° 05' 47"	2° 18' 32"	57° 23' 30"	22° 25' 33"	0° 56' 36"	15' 25.43"	201° 26' 40"	0.0309
20	60° 38' 14"	2° 21' 11"	57° 57' 11"	22° 35' 03"	0° 56' 35"	15' 25.04"	208° 51' 15"	0.0304
21	61° 10' 39"	2° 23' 49"	58° 30' 55"	22° 44' 25"	0° 56' 33"	15' 24.66"	214° 46' 27"	0.0303
22	61° 43' 04"	2° 26' 27"	59° 04' 42"	22° 53' 40"	0° 56' 32"	15' 24.27"	219° 32' 29"	0.0316
23	62° 15' 28"	2° 29' 03"	59° 38' 31"	23° 02' 47"	0° 56' 30"	15' 23.88"	222° 52' 50"	0.0314
24	62° 47' 47"	2° 31' 39"	60° 12' 24"	23° 11' 46"	0° 56' 29"	15' 23.50"	230° 39' 06"	0.0314

20 Mei 2023

DATA MATAHARI

Jam	Ecliptic Longitude °)	Ecliptic Latitude °)	Apparent Right Ascension	Apparent Declination	True Geocentric Distance	Semi Diameter	True Obliquity	Equation Of Time
0	58° 45' 27"	0.32°	56° 37' 08"	19° 52' 48"	1.0117505	15' 44.48"	23° 26' 18"	3 m 30 s
1	58° 47' 52"	0.32°	56° 37' 38"	19° 53' 19"	1.0117589	15' 44.48"	23° 26' 18"	3 m 29 s
2	58° 50' 16"	0.33°	56° 36' 08"	19° 53' 51"	1.0117673	15' 44.47"	23° 26' 18"	3 m 29 s
3	58° 52' 41"	0.33°	56° 38' 38"	19° 54' 22"	1.0117757	15' 44.46"	23° 26' 18"	3 m 29 s
4	58° 55' 05"	0.34°	56° 41' 08"	19° 54' 54"	1.0117841	15' 44.45"	23° 26' 18"	3 m 29 s
5	58° 57' 30"	0.34°	56° 43' 38"	19° 55' 26"	1.0117925	15' 44.45"	23° 26' 18"	3 m 29 s
6	58° 59' 54"	0.35°	56° 46' 08"	19° 55' 57"	1.0118009	15' 44.44"	23° 26' 18"	3 m 29 s
7	59° 02' 19"	0.35°	56° 48' 38"	19° 56' 29"	1.0118092	15' 44.43"	23° 26' 18"	3 m 29 s
8	59° 04' 43"	0.36°	56° 51' 08"	19° 57' 00"	1.0118176	15' 44.42"	23° 26' 18"	3 m 28 s
9	59° 07' 08"	0.36°	56° 53' 38"	19° 57' 31"	1.0118260	15' 44.41"	23° 26' 18"	3 m 28 s
10	59° 09' 32"	0.37°	56° 56' 08"	19° 58' 03"	1.0118343	15' 44.41"	23° 26' 18"	3 m 28 s
11	59° 11' 57"	0.37°	56° 58' 38"	19° 58' 34"	1.0118426	15' 44.40"	23° 26' 18"	3 m 28 s
12	59° 14' 21"	0.38°	57° 01' 08"	19° 59' 05"	1.0118510	15' 44.39"	23° 26' 18"	3 m 28 s
13	59° 16' 45"	0.38°	57° 03' 38"	19° 59' 37"	1.0118593	15' 44.38"	23° 26' 18"	3 m 28 s
14	59° 19' 10"	0.39°	57° 06' 08"	20° 00' 08"	1.0118676	15' 44.38"	23° 26' 18"	3 m 28 s
15	59° 21' 34"	0.39°	57° 08' 38"	20° 00' 39"	1.0118759	15' 44.37"	23° 26' 18"	3 m 27 s
16	59° 23' 59"	0.40°	57° 11' 08"	20° 01' 10"	1.0118842	15' 44.36"	23° 26' 18"	3 m 27 s
17	59° 26' 23"	0.40°	57° 13' 38"	20° 01' 41"	1.0118925	15' 44.35"	23° 26' 18"	3 m 27 s
18	59° 28' 48"	0.40°	57° 16' 08"	20° 02' 12"	1.0119007	15' 44.34"	23° 26' 18"	3 m 27 s
19	59° 31' 12"	0.41°	57° 18' 39"	20° 02' 44"	1.0119090	15' 44.34"	23° 26' 18"	3 m 27 s
20	59° 33' 37"	0.41°	57° 21' 09"	20° 03' 15"	1.0119173	15' 44.33"	23° 26' 18"	3 m 27 s
21	59° 36' 01"	0.42°	57° 23' 39"	20° 03' 46"	1.0119255	15' 44.32"	23° 26' 18"	3 m 27 s
22	59° 38' 25"	0.42°	57° 26' 09"	20° 04' 16"	1.0119338	15' 44.31"	23° 26' 18"	3 m 26 s
23	59° 40' 50"	0.43°	57° 28' 39"	20° 04' 47"	1.0119420	15' 44.31"	23° 26' 18"	3 m 26 s
24	59° 43' 14"	0.43°	57° 31' 10"	20° 05' 18"	1.0119502	15' 44.30"	23° 26' 18"	3 m 26 s

* For better equation of Time

DATA BULAN

Jam	Apparent Longitude	Apparent Latitude	Apparent Right Ascension	Apparent Declination	Horizontal Parallax	Semi Diameter	Angle Bright Limb	Fraction Illumination
0	62° 47' 47"	2° 31' 39"	60° 12' 24"	23° 11' 46"	0° 56' 29"	15' 23.50"	226° 39' 06"	0.00174
1	63° 20' 07"	2° 34' 13"	60° 46' 19"	23° 20' 38"	0° 56' 28"	15' 23.11"	229° 21' 34"	0.00204
2	63° 52' 26"	2° 36' 47"	61° 20' 17"	23° 29' 22"	0° 56' 26"	15' 22.72"	231° 04' 07"	0.00246
3	64° 24' 42"	2° 39' 20"	61° 54' 18"	23° 37' 58"	0° 56' 25"	15' 22.34"	232° 39' 51"	0.00288
4	64° 56' 57"	2° 41' 52"	62° 28' 21"	23° 46' 26"	0° 56' 23"	15' 21.95"	235° 24' 35"	0.00334
5	65° 29' 10"	2° 44' 22"	63° 02' 28"	23° 54' 46"	0° 56' 22"	15' 21.57"	236° 57' 12"	0.00383
6	66° 01' 22"	2° 46' 52"	63° 36' 37"	24° 02' 59"	0° 56' 20"	15' 21.18"	238° 19' 57"	0.00437
7	66° 33' 33"	2° 49' 21"	64° 10' 48"	24° 11' 03"	0° 56' 19"	15' 20.80"	239° 34' 32"	0.00493
8	67° 05' 42"	2° 51' 49"	64° 45' 02"	24° 18' 59"	0° 56' 18"	15' 20.41"	240° 42' 20"	0.00554
9	67° 37' 49"	2° 54' 15"	65° 19' 18"	24° 26' 47"	0° 56' 16"	15' 20.02"	241° 44' 25"	0.00618
10	68° 09' 55"	2° 56' 41"	65° 53' 37"	24° 34' 27"	0° 56' 15"	15' 19.64"	242° 41' 40"	0.00686
11	68° 41' 60"	2° 59' 06"	66° 27' 58"	24° 41' 59"	0° 56' 13"	15' 19.25"	243° 34' 46"	0.00757
12	69° 14' 03"	3° 01' 29"	67° 02' 22"	24° 49' 23"	0° 56' 12"	15' 18.87"	244° 24' 19"	0.00833
13	69° 46' 04"	3° 03' 51"	67° 36' 48"	24° 56' 38"	0° 56' 11"	15' 18.48"	245° 10' 48"	0.00911
14	70° 18' 04"	3° 06' 13"	68° 11' 16"	25° 03' 45"	0° 56' 09"	15' 18.10"	245° 54' 35"	0.00994
15	70° 50' 03"	3° 08' 33"	68° 45' 46"	25° 10' 44"	0° 56' 08"	15' 17.71"	246° 36' 02"	0.01080
16	71° 21' 59"	3° 10' 52"	69° 20' 19"	25° 17' 34"	0° 56' 06"	15' 17.33"	247° 15' 26"	0.01169
17	71° 53' 55"	3° 13' 10"	69° 54' 53"	25° 24' 16"	0° 56' 05"	15' 16.95"	247° 52' 60"	0.01262
18	72° 25' 49"	3° 15' 27"	70° 29' 29"	25° 30' 49"	0° 56' 04"	15' 16.57"	248° 28' 57"	0.01359
19	72° 57' 41"	3° 17' 43"	71° 04' 08"	25° 37' 14"	0° 56' 02"	15' 16.18"	249° 3' 28"	0.01459
20	73° 29' 32"	3° 19' 57"	71° 38' 48"	25° 43' 31"	0° 56' 01"	15' 15.80"	249° 36' 42"	0.01562
21	74° 01' 21"	3° 22' 11"	72° 13' 30"	25° 49' 39"	0° 55' 59"	15' 15.42"	250° 8' 47"	0.01669
22	74° 33' 09"	3° 24' 23"	72° 48' 14"	25° 55' 38"	0° 55' 58"	15' 15.04"	250° 39' 49"	0.01780
23	75° 04' 55"	3° 26' 34"	73° 22' 59"	26° 01' 28"	0° 55' 57"	15' 14.66"	251° 9' 55"	0.01894
24	75° 36' 40"	3° 28' 44"	73° 57' 47"	26° 07' 11"	0° 55' 55"	15' 14.28"	251° 39' 19"	0.02011

21 Mei 2023

DATA MATAHARI

Jan	Ecliptic Longitude (°)	Ecliptic Latitude (°)	Apparent Right Ascension	Apparent Declination	True Geocentric Distance	Semi Diameter	True Obliquity	Equation Of Time
0	59° 43' 14"	0.43°	57° 31' 10"	20° 05' 18"	1.0119502	15' 48.30"	23° 20' 18"	3 m 26.4 s
1	59° 45' 36"	0.44°	57° 33' 40"	20° 05' 49"	1.0119518	15' 48.29"	23° 20' 18"	3 m 26.4 s
2	59° 48' 03"	0.44°	57° 36' 10"	20° 06' 20"	1.0119667	15' 48.28"	23° 20' 18"	3 m 26.4 s
3	59° 50' 27"	0.45°	57° 38' 40"	20° 06' 51"	1.0119749	15' 48.27"	23° 20' 18"	3 m 26.4 s
4	59° 52' 52"	0.45°	57° 41' 11"	20° 07' 21"	1.0119831	15' 48.27"	23° 20' 18"	3 m 26.4 s
5	59° 55' 16"	0.45°	57° 43' 41"	20° 07' 52"	1.0119912	15' 48.26"	23° 20' 18"	3 m 25.4 s
6	59° 57' 41"	0.46°	57° 46' 11"	20° 08' 23"	1.0119994	15' 48.25"	23° 20' 18"	3 m 25.4 s
7	60° 00' 05"	0.46°	57° 48' 42"	20° 08' 53"	1.0120076	15' 48.24"	23° 20' 18"	3 m 25.4 s
8	60° 02' 30"	0.47°	57° 51' 12"	20° 09' 24"	1.0120158	15' 48.24"	23° 20' 18"	3 m 25.4 s
9	60° 04' 54"	0.47°	57° 53' 42"	20° 09' 54"	1.0120239	15' 48.23"	23° 20' 18"	3 m 25.4 s
10	60° 07' 18"	0.48°	57° 56' 13"	20° 10' 25"	1.0120321	15' 48.22"	23° 20' 18"	3 m 25.4 s
11	60° 09' 43"	0.48°	57° 58' 43"	20° 10' 55"	1.0120402	15' 48.21"	23° 20' 18"	3 m 24.4 s
12	60° 12' 07"	0.48°	58° 01' 13"	20° 11' 26"	1.0120483	15' 48.21"	23° 20' 18"	3 m 24.4 s
13	60° 14' 31"	0.49°	58° 03' 44"	20° 11' 56"	1.0120564	15' 48.20"	23° 20' 18"	3 m 24.4 s
14	60° 16' 56"	0.49°	58° 06' 14"	20° 12' 27"	1.0120644	15' 48.19"	23° 20' 18"	3 m 24.4 s
15	60° 19' 20"	0.50°	58° 08' 45"	20° 12' 57"	1.0120727	15' 48.18"	23° 20' 18"	3 m 24.4 s
16	60° 21' 45"	0.50°	58° 11' 15"	20° 13' 27"	1.0120807	15' 48.18"	23° 20' 18"	3 m 24.4 s
17	60° 24' 09"	0.50°	58° 13' 45"	20° 13' 58"	1.0120888	15' 48.17"	23° 20' 18"	3 m 23.4 s
18	60° 26' 33"	0.51°	58° 16' 16"	20° 14' 28"	1.0120969	15' 48.16"	23° 20' 18"	3 m 23.4 s
19	60° 28' 58"	0.51°	58° 18' 46"	20° 14' 58"	1.0121050	15' 48.15"	23° 20' 18"	3 m 23.4 s
20	60° 31' 22"	0.52°	58° 21' 17"	20° 15' 28"	1.0121131	15' 48.15"	23° 20' 18"	3 m 23.4 s
21	60° 33' 46"	0.52°	58° 23' 47"	20° 15' 58"	1.0121211	15' 48.14"	23° 20' 18"	3 m 23.4 s
22	60° 36' 11"	0.52°	58° 26' 18"	20° 16' 28"	1.0121292	15' 48.13"	23° 20' 18"	3 m 23.4 s
23	60° 38' 35"	0.53°	58° 28' 49"	20° 16' 58"	1.0121372	15' 48.12"	23° 20' 18"	3 m 22.4 s
24	60° 40' 60"	0.53°	58° 31' 19"	20° 17' 28"	1.0121452	15' 48.11"	23° 20' 18"	3 m 22.4 s

© The contents are copyright of the author.

DATA BULAN

Jan	Apparent Longitude	Apparent Latitude	Apparent Right Ascension	Apparent Declination	Horizontal Parallax	Semi Diameter	Angle Bright Limb	Fraction Illumination
0	75° 36' 40"	3° 28' 44"	73° 57' 47"	26° 07' 11"	0° 55' 55"	15' 14.28"	251° 39' 10"	0.02011
1	76° 08' 23"	3° 30' 53"	74° 32' 35"	26° 12' 44"	0° 55' 54"	15' 13.91"	252° 7' 39"	0.02132
2	76° 40' 04"	3° 33' 06"	75° 07' 25"	26° 18' 09"	0° 55' 52"	15' 13.53"	252° 35' 26"	0.02256
3	77° 11' 45"	3° 35' 07"	75° 42' 17"	26° 23' 25"	0° 55' 51"	15' 13.15"	253° 2' 34"	0.02383
4	77° 43' 23"	3° 37' 12"	76° 17' 10"	26° 28' 32"	0° 55' 50"	15' 12.78"	253° 29' 07"	0.02514
5	78° 15' 00"	3° 39' 16"	76° 52' 04"	26° 33' 31"	0° 55' 48"	15' 12.41"	253° 55' 08"	0.02648
6	78° 46' 36"	3° 41' 18"	77° 26' 59"	26° 38' 21"	0° 55' 47"	15' 12.03"	254° 20' 40"	0.02786
7	79° 18' 10"	3° 43' 20"	78° 01' 55"	26° 43' 02"	0° 55' 46"	15' 11.66"	254° 45' 44"	0.02927
8	79° 49' 43"	3° 45' 20"	78° 36' 53"	26° 47' 34"	0° 55' 44"	15' 11.29"	255° 10' 22"	0.03071
9	80° 21' 14"	3° 47' 19"	79° 11' 51"	26° 51' 57"	0° 55' 43"	15' 10.92"	255° 34' 38"	0.03218
10	80° 52' 44"	3° 49' 17"	79° 46' 50"	26° 56' 12"	0° 55' 41"	15' 10.55"	255° 58' 52"	0.03368
11	81° 24' 12"	3° 51' 13"	80° 21' 50"	27° 00' 17"	0° 55' 40"	15' 10.19"	256° 22' 05"	0.03522
12	81° 55' 39"	3° 53' 08"	80° 56' 51"	27° 04' 14"	0° 55' 39"	15' 09.82"	256° 45' 21"	0.03679
13	82° 27' 04"	3° 55' 02"	81° 31' 52"	27° 08' 02"	0° 55' 37"	15' 09.46"	257° 8' 19"	0.03839
14	82° 58' 28"	3° 56' 55"	82° 06' 54"	27° 11' 41"	0° 55' 36"	15' 09.09"	257° 31' 00"	0.04002
15	83° 29' 50"	3° 58' 46"	82° 41' 56"	27° 15' 11"	0° 55' 35"	15' 08.73"	257° 43' 27"	0.04169
16	84° 01' 11"	4° 00' 36"	83° 16' 59"	27° 18' 32"	0° 55' 33"	15' 08.37"	258° 15' 39"	0.04338
17	84° 32' 31"	4° 02' 25"	83° 52' 01"	27° 21' 45"	0° 55' 32"	15' 08.01"	258° 37' 37"	0.04511
18	85° 03' 49"	4° 04' 12"	84° 27' 05"	27° 24' 48"	0° 55' 31"	15' 07.66"	258° 59' 23"	0.04686
19	85° 35' 05"	4° 05' 58"	85° 02' 08"	27° 27' 42"	0° 55' 30"	15' 07.30"	259° 20' 57"	0.04865
20	86° 06' 20"	4° 07' 43"	85° 37' 11"	27° 30' 28"	0° 55' 28"	15' 06.95"	259° 42' 20"	0.05047
21	86° 37' 34"	4° 09' 27"	86° 12' 14"	27° 33' 04"	0° 55' 27"	15' 06.59"	260° 3' 32"	0.05231
22	87° 08' 46"	4° 11' 09"	86° 47' 17"	27° 35' 32"	0° 55' 26"	15' 06.24"	260° 24' 34"	0.05419
23	87° 39' 57"	4° 12' 49"	87° 22' 20"	27° 37' 51"	0° 55' 24"	15' 05.89"	260° 45' 36"	0.05610
24	88° 11' 06"	4° 14' 29"	87° 57' 22"	27° 40' 00"	0° 55' 23"	15' 05.55"	261° 6' 09"	0.05803

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama : Friska Linia Sari

Tempat, Tanggal Lahir : Pati, 09 Juni 1998

Alamat Asal : Desa Troso Rt 06 Rw 02 Kecamatan
Pecangaan Kabupaten Jepara

Alamat Sekarang : Pondok Pesantren Life Skill Daarun Najaah,
Jl. Bukit Beringin Lestari Barat Kav. C21
Wonosari Ngaliyan Semarang

Email : friskaliniasari@gmail.com

No. hp : 085950109088

Jenjang Pendidikan :

A. Pendidikan Formal

1. RA Matholiul Huda Troso (2002-2003)
2. SD Negeri 1 Ngeling (2003-2010)
3. SMP Negeri 2 Pecangaan (2010-2013)
4. SMA Negeri 1 Pecangaan (2013-2016)
5. S1 Ilmu Falak UIN Walisongo Semarang (2016-2020)

B. Pendidikan Non Formal

1. Taman Pendidikan Al-Qur'an Al-Falah Troso
2. Madrasah Diniyah Mansyaul Falah Walisongo Pecangaan Jepara
3. Madrasah Diniyah Wustho Mansyaul Falah Walisongo Pecangaan Jepara
4. Madrasah Diniyah Ulya Athfal Islam Pecangaan Wetan Jepara
5. Pondok Pesantren Life Skill Daarun Najaah

C. Pengalaman Organisasi

1. Sekretaris Palang Merah Remaja (2014/2015)
2. Tim Hisab Rukyat Masjid Agung Jawa Tengah (2017-Sekarang)
3. Koordinator Divisi Administrasi dan Keuangan Melawan Takut (Komunitas Bimbingan Belajar untuk UTBK) (2017 – Sekarang)

4. Karya Ilmiah

1. “Uji Akurasi *Backstaff* dalam Penentuan Awal Waktu Salat Dzuhur dan Ashar, (*Jurnal Elfalaky: Jurnal Ilmu Falak*, Vol. 6, No. 1, 2022), <https://doi.org/10.24252/ifk.v6i1.266>

