

**ANALISIS PERBEDAAN LINTANG DAN BUJUR KAKBAH
TERHADAP PENENTUAN ARAH KIBLAT DENGAN
MENGUNAKAN *GLOBAL POSITIONING SYSTEM* DAN
*GOOGLE EARTH***

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Tugas dan Melengkapi Syarat
Guna Memperoleh Gelar Sarjana Program Strata 1 (S1)
Dalam Ilmu Syari'ah dan Hukum



Oleh :
RUWAIDAH
NIM : 122111119

**JURUSAN ILMU FALAK
FAKULTAS SYARI'AH DAN HUKUM
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
SEMARANG
2016**

Drs. H. Maksun, M. Ag.
Perum Griya Indo Permai A22
Tambak Aji Ngaliyan Semarang

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Lamp : 4 (empat) eks
Hal : Naskah Skripsi
An. Sdri. Ruwaidah

Assalamu'alaikum. Wr. Wb.

Setelah saya mengoreksi dan mengadakan perbaikan seperlunya, bersama ini saya kirim naskah skripsi saudara :

Nama : Ruwaidah

NIM : 122111119

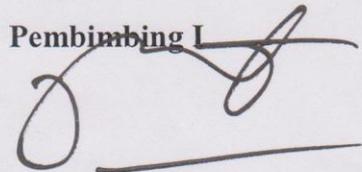
Judul Skripsi : **Analisis Perbedaan Lintang dan Bujur Kakbah Terhadap Penentuan Arah Kiblat Dengan Menggunakan *Global Positioning System* dan *Google Earth***

Dengan ini saya mohon kiranya skripsi saudara tersebut dapat segera dimunaqosyahkan.

Demikian harap menjadikan maklum.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Pembimbing I



Drs. H. Maksun, M. Ag.
NIP. 19680515 199303 1002

Drs. H. Slamet Hambali
Jl. Candi Permata II / 180 Semarang

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Lamp : 4 (empat) eks
Hal : Naskah Skripsi
An. Sdri. Ruwaidah

Assalamu'alaikum. Wr. Wb.

Setelah saya mengoreksi dan mengadakan perbaikan seperlunya, bersama ini saya kirim naskah skripsi saudara :

Nama : Ruwaidah
NIM : 122111119

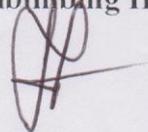
Judul Skripsi : **Analisis Perbedaan Lintang dan Bujur Kakbah Terhadap Penentuan Arah Kiblat Dengan Menggunakan *Global Positioning System* dan *Google Earth***

Dengan ini saya mohon kiranya skripsi saudara tersebut dapat segera dimunaqosyahkan.

Demikian harap menjadikan maklum.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Pembimbing II



Drs. Slamet Hambali, M.S.I
NIP. 19540805 198003 100



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
FAKULTAS SYARI'AH DAN HUKUM

Jl. Prof.Dr. Hamka Kampus III Ngaliyan Telp./ Fax. 7601291 Semarang 50185

PENGESAHAN

Nama : Ruwaidah
NIM : 122111119
Fakultas / Jurusan : Syari'ah dan Hukum / Ilmu Falak
Judul Skripsi : Analisis Perbedaan Lintang dan Bujur Kakbah Terhadap
Penentuan Arah Kiblat Dengan Menggunakan *Global Positioning System* dan *Google Earth*

telah dimunaqosyahkan oleh Dewan Penguji Fakultas Syari'ah dan Hukum
Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang, pada tanggal :

14 Juni 2016

dan dapat diterima sebagai kelengkapan ujian akhir dalam rangka menyelesaikan
studi Program Strata I (S.1) tahun akademik 2016/2017 guna memperoleh gelar
Sarjana dalam Ilmu Syari'ah dan Hukum

Semarang, 14 Juni 2016

Dewan Penguji,

Ketua Sidang

Drs. Sahidin, M. Si.
NIP. 19670321 199303 1 005

Sekretaris Sidang

Drs. H. Maksun, M. Ag.
NIP. 19680515 199303 1 002



Penguji I

Dr. H. Akhmad Arif Junaidi, M. Ag.
NIP. 19701208 199603 1 002

Penguji II

Dr. H. Ahmad Izzuddin, M. Ag.
NIP. 19720512 199903 1 003

Pembimbing I

Drs. H. Maksun, M. Ag.
NIP. 19680515 199303 1 002

Pembimbing II

Drs. Slamet Hambali, M.S.I
NIP. 19540805 198003 100

DEKLARASI

Dengan penuh kejujuran dan tanggung jawab, penulis menyatakan bahwa skripsi ini tidak berisi materi yang pernah ditulis oleh orang lain atau diterbitkan. Demikian juga skripsi ini tidak berisi satupun pikiran-pikiran orang lain, kecuali informasi yang terdapat dalam referensi yang dijadikan bahan rujukan.

Semarang, 14 Juni 2016

Deklarator,



Ruwaitdah

NIM : 122111119

ABSTRAK

Penelitian ini berawal dari persoalan banyaknya variasi lintang dan bujur Kakbah yang digunakan dalam penentuan arah kiblat. Para tokoh Ilmu Falak pun berbeda dalam hal penentuan lintang dan bujur Kakbah. Ada yang menggunakan GPS (*Global Positioning System*) ada juga yang menggunakan *Google Earth*.

Dalam penelitian ini, persoalan yang dibahas adalah mengapa terjadi perbedaan hasil lintang dan bujur Kakbah, kemudian bagaimana signifikansi perbedaan lintang dan bujur Kakbah terhadap penentuan arah kiblat.

Penelitian ini bersifat penelitian lapangan (*field research*), di mana data primernya adalah data yang diperoleh langsung dari hasil wawancara serta buku-buku yang terdapat pembahasan mengenai perolehan lintang dan bujur Kakbah dan data sekundernya adalah seluruh dokumen berupa buku, tulisan, makalah-makalah yang berkaitan dengan obyek penelitian. Data-data tersebut dianalisis dengan menggunakan metode pembuktian lapangan yakni praktek pada tiga tempat yaitu di pelabuhan Kartini, Stadion Glora Bumi Kartini dan Masjid Agung Jawa Tengah Semarang antara GPS (*Global Positioning System*) dengan *Google Earth* dalam penentuan lintang dan bujur.

Penelitian ini menghasilkan dua temuan. *Pertama*, faktor-faktor penyebab terjadinya perbedaan lintang dan bujur Kakbah adalah alat yang digunakan. Dari GPS faktor yang mempengaruhi adalah geometri satelit, pengamatan receiver, keadaan alam, *users* sampai dengan tempat pengamatan berada. Kemudian dari *Google Earth* adalah citra yang ada pada *Google Earth* tidak begitu jelas, sehingga penempatan titik dalam mengambil koordinat memperoleh hasil yang berbeda, maka dalam penggunaan *Google Earth* perlu kehati-hatian dari *users*. *Kedua*, Selisih antara GPS dengan *Google Earth* yang mana GPS sebagai acuan, selisihnya hanya terdapat pada detiknya saja, sehingga aplikasi *Google Earth* cukup akurat dalam menentukan koordinat suatu tempat, di mana hasil yang diperoleh dari *Google Earth* yang dilakukan oleh penulis adalah lintang Kakbah $21^{\circ} 25' 20.93''$ dan bujur Kakbah $39^{\circ} 49' 34.31''$. Jika dibandingkan dengan lintang dan bujur Kakbah yang ada, ternyata tidak terdapat selisih yang signifikan atau masih dalam simpangan yang diperkenankan.

Kata kunci : Perbedaan, Lintang, Bujur, Kakbah, GPS (*Global Positioning System*), *Google Earth*.

MOTTO

Apabila kamu dihormati dengan suatu penghormatan,
balaslah penghormatan itu dengan yang lebih baik, atau
balaslah (dengan serupa). Sesungguhnya Allah selalu
membuat perhitungan atas segala sesuatu

(Q.S al-Nisa': 86)

PERSEMBAHAN

Saya persembahkan untuk :

Orang tuaku

(Bapak Sirajudin dan Ibu Darmawati)

Yang telah merawat, mengasuh serta mendidik saya sehingga saya dapat memperoleh gelar sarjana dan akan diwisuda pada tanggal 28 Juli 2016 di Gedung Audit II.

Kakakku dan adikku

(Jamaruddin dan Syarif Hidayat)

Yang telah memberikan energi positif untuk terus berkarya.

Keluarga dan para guru-guruku

(Abah Hisyam Zamroni, Ibu Kholifat, Bapak Rusliawan dan guru-guru yang lain yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu)

Yang telah ikhlas memberikan barokahnya dan juga ilmu yang begitu besar kepada saya.

Pengasuh Pondok Pesantren "Daarun Najaah"

(KH. Shiroj Chudlori dan Gus Thoriqul Huda)

Yang telah memberikan bantuan yang besar selama di Semarang.

Yang telah mengenalkanku pada lingkungan santri.

"Aa"

Pangeran tangguh yang menjadi tempat berbagi sukla dan dukaku.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur senantiasa penulis panjatkan kehadirat Allah SWT Rabbul Alamin atas segala limpahan rahmat, hidayah, dan inayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **Analisis Perbedaan Lintang dan Bujur Kakbah Terhadap Penentuan Arah Kiblat Dengan Menggunakan *Global Positioning System* dan *Google Earth***, dengan baik tanpa banyak mengalami kendala yang berarti. Sholawat serta salam senantiasa penulis sanjungkan kepada *sayidul mursalin wa khotamul anbiya'* Nabi Muhammad SAW beserta keluarganya, sahabat-sahabatnya, dan para pengikutnya yang telah membawa Islam dan mengembangkannya hingga sekarang ini.

Penulis menyadari bahwa terselesaikannya skripsi ini bukanlah hasil “jerih payah” penulis sendiri. Akan tetapi semua itu merupakan wujud akumulasi dari usaha dan bantuan, pertolongan serta do'a dari berbagai pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi tersebut. Oleh karena itu, penulis haturkan terima kasih yang sebesar-besarnya, terutama kepada :

1. Dekan Fakultas Syari'ah dan Hukum UIN Walisongo Semarang, dan para pembantu dekan, yang telah memberikan izin kepada penulis untuk menulis skripsi tersebut dan memberikan fasilitas belajar hingga akhir.
2. Kementerian Agama Republik Indonesia khususnya Pedepontren yang telah memberikan beasiswa sampai tahap akhir kepada penulis.
3. Drs. H. Maksun, M. Ag. dan Drs. H. Slamet Hambali, M.SI., selaku pembimbing, atas bimbingan dan pengarahan yang diberikan dengan sabar dan tulus ikhlas.
4. Drs. H. Abdul Ghafur, M.Ag., selaku dosen wali yang telah memberikan bimbingan dan arahan sampai sekarang sehingga seluruh perkuliahan dapat penulis selesaikan.
5. Bapak Kajur, Sekjur, dosen-dosen, dan karyawan Fakultas Syari'ah dan Hukum UIN Walisongo Semarang, atas segala didikan, bantuan, dan kerjasamanya.
6. Kedua orang tua penulis beserta segenap keluarga, atas segala do'a, perhatian, dan curahan kasih sayangnya yang tidak dapat penulis ungkapkan dalam untaian kata-kata.
7. Keluarga Besar Pondok Pesantren Kelautan Safinatul Huda khususnya Abah Hisyam Zamroni, Bapak Rusliawan, Bapak Bagus, Bapak Yuda, Bapak Muhsin, Siti Kholifah serta semua guru-guru yang tidak dapat penulis sebut satu-persatu, atas segala bantuan dan dorongannya sehingga penulis dapat menempuh pendidikan dengan baik.

8. Keluarga Besar Pondok Pesantren Daarun Najaah Jerakah Semarang, khususnya kepada KH. Sirodj Chudlori dan Gus Thorikul Huda selaku pengasuh, atas bimbingan dan arahnya selama berada di sini.
9. Sahabat-sahabat Babarblast (Bareng-bareng 2012), MANUSH 2012 (MANU Safinatul Huda 2012), CSS MoRA UIN Walisongo serta MIAAMI (Maya, Idayah, Aida, Aminah, Midah), terimakasih sudah menjadi sahabat serta saudara selama ini.
10. Kawan-kawan D' Najira (Daarun Najaah Putri Utara) khususnya penghuni kamar “empat”, Daarus Salaam (Mbak Dessy ndut, Dek Chucum, Dek Afisas, Dek Pipe, Dek Ayuk, Dek Fatim dan Dek Zuzu), terimakasih sudah menjadi sahabat tidur serta teman canda tawa selama di perantauan.
11. Aa (pangeran tangguh, teman terbaik serta sahabat hati yang menemani dikala susah maupun bahagia).

Atas semua kebaikannya, penulis hanya mampu berdo'a semoga Allah SWT menerima segala amal kebaikannya dan membalasnya dengan pahala yang lebih baik dan berlipat.

Penulis juga menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Semua itu karena keterbatasan kemampuan penulis. Oleh karena itu, penulis mengharap saran dan kritik dari para pembaca demi sempurnanya skripsi ini.

Akhirnya penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat bagi penulis pada khususnya, dan para pembaca pada umumnya.

Semarang, 14 Juni 2016

Penulis,

Ruwaitdah

PEDOMAN TRANSLITERASI HURUF ARAB – LATIN¹

A. Konsonan

ع = ‘	ز = z	ق = q
ب = b	س = s	ك = k
ت = t	ش = sy	ل = l
ث = ts	ص = sh	م = m
ج = j	ض = dl	ن = n
ح = h	ط = th	و = w
خ = kh	ظ = zh	ه = h
د = d	ع = ‘	ي = y
ذ = dz	غ = gh	
ر = r	ف = f	

B. Vokal

اَ-	a
اِ-	i

¹ Pedoman Penulisan Skripsi Fakultas Syariah Institut Agama Islam Negeri Walisongo Semarang.

◌ْ-	u
-----	---

C. Diftong

اي	Ay
او	Aw

D. Syaddah (◌ْ-)

Syaddah dilambangkan dengan konsonan ganda, misalnya الطَّبّ *at-thibb*.

E. Kata Sandang (... ال)

Kata Sandang (... ال) ditulis dengan *al-...* misalnya الصناعه = *al-shina'ah*. *Al-*

ditulis dengan huruf kecil kecuali jika terletak pada permulaan kalimat.

F. Ta' Marbutah (◌ة)

Setiap *ta' marbutah* ditulis dengan "h" mislanya المعيشه الطبيعية = *al-*

ma'isyah al-thabi'iyah.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
HALAMAN DEKLARASI	v
HALAMAN ABSTRAK.....	vi
HALAMAN MOTTO	vii
HALAMAN PERSEMBAHAN	viii
HALAMAN KATA PENGANTAR	ix
PEDOMAN TRANSLITERASI	xi
HALAMAN DAFTAR ISI	xiii

BAB I : PENDAHULUAN

A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	8
C. Tujuan Penelitian	9
D. Telaah Pustaka	9
E. Metode Penelitian	11
F. Sistematika pembahasan	13

BAB II : TINJAUAN UMUM TENTANG LINTANG DAN BUJUR TERHADAP PENENTUAN ARAH KIBLAT

A. Pengertian Lintang dan Bujur	16
B. Metode Penentuan Lintang dan Bujur	19
C. Pengertian Arah Kiblat	26
D. Hisab Arah Kiblat dan Azimuth Kiblat	29
E. Metode Penentuan Arah Kiblat	31

BAB III : METODE PENENTUAN VARIASI LINTANG DAN BUJUR KAKBAH DAN DAMPAKNYA	
A. Variasi Lintang dan Bujur Kakbah dan Metode Penentuannya	45
B. Dampak Variasi Lintang dan Bujur Kakbah Terhadap Penentuan Arah Kiblat	52
BAB IV : ANALISIS PERBEDAAN LINTANG DAN BUJUR KAKBAH TERHADAP PENENTUAN ARAH KIBLAT	
A. Analisis Perbedaan Lintang dan Bujur Kakbah	61
1. Penentuan Lintang dan Bujur dengan GPS (<i>Global Positioning System</i>)	62
2. Penentuan Lintang dan Bujur dengan <i>Google Earth</i>	74
B. Signifikansi Perbedaan Lintang dan Bujur Kakbah Terhadap Penentuan Arah Kiblat.....	82
1. Praktek <i>Google Earth</i> dengan GPS (<i>Global Positioning System</i>) dalam Penentuan Lintang dan Bujur Tempat.....	82
2. Signifikansi Perbedaan Lintang dan Bujur Kakbah Terhadap Penentuan Arah Kiblat.....	93
BAB V : PENUTUP	
A. Kesimpulan	96
B. Saran-saran	97
C. Penutup	97
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN-LAMPIRAN	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Masalah kiblat tiada lain adalah masalah arah, yakni arah Kakbah di Makah. Arah Kakbah ini dapat ditentukan dari setiap titik atau tempat di permukaan Bumi dengan melakukan perhitungan dan pengukuran. Oleh sebab itu, perhitungan arah kiblat pada dasarnya adalah perhitungan untuk mengetahui guna menetapkan ke arah mana Kakbah di Makah itu dilihat dari suatu tempat di permukaan Bumi ini, sehingga semua gerakan orang yang sedang melaksanakan salat, baik ketika berdiri, ruku', maupun sujudnya selalu berimpit dengan arah yang menuju Kakbah.¹

Menghadap ke arah kiblat merupakan salah satu syarat sahnya salat, sehingga apabila ada seseorang mengerjakan salat tidak menghadap ke arah kiblat maka salatnya tidak sah. Kewajiban menghadap kiblat ini berdasarkan firman Allah SWT. dalam surat al Baqarah ayat 149:

وَمِنْ حَيْثُ خَرَجْتَ فَوَلِّ وَجْهَكَ شَطْرَ الْمَسْجِدِ الْحَرَامِ وَإِنَّهُ لَلْحَقُّ

مِنْ رَبِّكَ وَمَا اللَّهُ بِغَفِيلٍ عَمَّا تَعْمَلُونَ ١٤٩

Artinya : Dan dari mana saja kamu keluar (datang), maka palingkanlah wajahmu ke arah Masjidil Haram, sesungguhnya ketentuan itu benar-benar sesuatu yang hak dari Tuhanmu. Dan Allah sekali-kali tidak lengah dari apa yang kamu kerjakan..²

¹ Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak Dalam Teori dan Praktik*, (Yogyakarta: Buana Pustaka, 2004), hal. 47.

² Yayasan Penyelenggara Penterjemah Al-Qur'an, *Al-Qur'an dan Terjemahnya*, (Bandung: Sinar Baru Algensindo, 2013), hal. 17.

Seiring berkembangnya zaman, ilmu pengetahuan dan teknologi pun terus berkembang. Hal ini terbukti dari beberapa alat yang juga semakin canggih untuk digunakan dalam penentuan arah kiblat. Tujuannya adalah tidak lain agar umat Islam menghadap kiblat dengan benar, dimulai dari metode tradisional seperti tongkat *istiwa*³, *rubu' mujayyab*⁴ sampai dengan metode-metode modern berbasis citra satelit seperti *qibla locator*⁵, *Google Earth*⁶, *Global Positioning System* selanjutnya disebut GPS⁷ dan

³ Tongkat Istiwa' adalah tongkat biasa yang ditancapkan tegak lurus pada bidang datar di tempat terbuka (sinar matahari tidak terhalang). Kegunaannya untuk menentukan arah secara tepat dengan menghubungkan dua titik ujung bayangan tongkat saat matahari di sebelah timur dengan ujung bayangan setelah matahari bergeser ke barat. Lihat Susiknan Azhari, *Ensiklopedi Hisab Rukyat*, (Yogyakarta : Pustaka Pelajar), hal. 80-81.

⁴ Rubu' Mujayyab atau Rubu' artinya seperempat. Dalam istilah astronomi disebut kuadran (Quadrant), yaitu suatu alat untuk menghitung fungsi goniometris yang sangat berguna untuk memproyeksikan peredaran benda langit pada lingkaran vertikal. Bagian-bagian dari rubu' terdiri: (1) Qaus (busur) yaitu bagian yang melengkung, (2) Jaib (sinus) yaitu satu sisi tempat mengincar, yang memuat skala yang mudah terbaca berapa sinus dari tinggi suatu benda langit yang dilihat, (3) Jiab at-Tamam (cosinus) yaitu yang memuat skala-skala yang mudah terbaca berapa cosinus dari tinggi benda tersebut, (4) Awwalu al-Qaus (permulaan busur) yaitu bagian busur yang berimpit dengan sisi jaib at-tamam, (5) Akhiru al-Qaus yaitu bagian busur yang berimpit dengan sisi jaib. Dari Awwalu al-qaus sampai Akhiru al-Qaus dibagi-bagi dengan skala dari 0 derajat sampai 90 derajat, (6) Hadafah (sasaran) yaitu lubang untuk mengincar, (7) Markaz yaitu titik sudut siku-siku, pada sudut ini terdapat lubang kecil untuk dimasuki tali yang biasanya dibuat dari benang sutera, maksudnya supaya tali itu dibuat sekecil-kecilnya, (8) Muri yaitu simpulan benang kecil yang dapat digeser, (9) Syaql yaitu ujung tali yang diberi beban yang terbuat dari metal. Apabila seseorang mengincar suatu benda langit maka syaql itu bergerak mengikuti gaya tarik Bumi, dan terbentuklah sebuah sudut yang dapat terbaca pada qaus, berapa tingginya benda langit tersebut. Lihat Susiknan Azhari, *Ensiklopedi Hisab Rukyat...*, hal. 129-130.

⁵ Qibla locator adalah alat menentukan kiblat menggunakan website www.qiblalocator.com. dengan hanya memasukkan nama tempat atau daerah yang kita kehendaki dalam hitungan detik software tersebut dapat menunjukkan hasil sudut arah kiblat. kemudian dapat diaplikasikan di lapangan sesuai dengan ukuran sudut yang telah dihitung. Lihat Ahmad Izzuddin, *Menentukan Arah Kiblat Praktis*, (Semarang: Walisongo Press, 2010), hal. 61.

⁶ Google earth merupakan aplikasi pemetaan interaktif yang dikeluarkan Google. Google Earth menampilkan peta bola dunia, kadaan topografi, foto satelit, terrain yang dapat dioverlay dengan jalan, bangunan, lokasi ataupun informasi geografis lainnya. Lihat Yeyep Yousman, *Google Earth*, (Yogyakarta : Andi Offset, 2008), hal. 3.

⁷ GPS (Global Positioning System) adalah alat elektronik yang dapat digunakan untuk mengetahui koordinat lintang dan bujur tempat untuk suatu kota. Setelah distel sedemikian rupa kemudian diletakkan di tempat terbuka dan ditunggu agar ada signal yang dianggap. Dengan signal itu, alat tersebut memberi informasi tentang tata koordinat

lain-lain. Di samping itu dari segi teori penentuan arah kiblat tidak hanya dapat diperhitungkan dengan teori trigonometri bola, sekarang teori keilmuan yang lain seperti geodesi dapat digunakan pula untuk menghitung azimuth kiblat dengan pendekatan bentuk Bumi sebagai *ellipsoid*⁸ dan juga teori navigasi. Kedua hal ini menunjukkan bahwa metode dan teori penentuan arah kiblat terus berkembang.

Dalam penentuan arah kiblat ini tidak hanya dalam metode dan penentuannya saja yang berbeda, melainkan juga di antaranya dalam pengambilan koordinat tempat maupun koordinat Kakbah pun bervariasi. Sebagaimana diketahui bahwa koordinat Kakbah merupakan salah satu data yang harus diketahui dalam perhitungan arah kiblat, maka dengan demikian data tersebut harus terpenuhi. Perbedaan data yang dihasilkan bervariasi itu dikarenakan metode yang digunakanpun berbeda-beda. Seperti data yang dihasilkan oleh Ahmad Izzuddin, yakni data lintang Makkah $21^{\circ} 25' 21.17''$ dan bujur Makkah $39^{\circ} 49' 34.56''$ pada suatu kesempatan yaitu tepatnya ketika menunaikan ibadah haji tahun 2007. Pengukuran tersebut dilaksanakan pada hari Selasa 04 Desember 2007 pukul 13.45 sampai 14.30 LMT menggunakan GPSmap Garmin 76CS⁹. Data yang dihasilkan ini berbeda dengan data tokoh-tokoh falak lainnya.

di tempat itu lewat layar kaca yang ada. Lihat Muhyiddin Khazin, *Kamus Ilmu Falak*, (Yogyakarta : Buana Pustaka, 2005), hal. 27.

⁸ Ellipsoid adalah bentuk lingkaran yang tidak bundar, melainkan bulat seperti telur. Benda-benda langit beredar pada falaknya masing-masing dalam bentuk ellips. Misalnya Bumi beredar mengelilingi Matahari dalam bentuk ellips pula dengan Matahari berada di salah satu titik apinya. Lihat Muhyiddin Khazin, *Kamus Ilmu Falak...*, hal. 23.

⁹ Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis*, (Semarang : Pustaka Rizki Putra, 2012), hal. 30.

Contoh lain dari hasil penelitian Nabhan Maspoetra tahun 1994 dengan menggunakan GPS menyebutkan bahwa lintang Makah $21^{\circ} 25' 14.7''$ dan bujur Makah sebesar $39^{\circ} 49' 40''$.¹⁰ Meskipun kedua data tersebut diambil menggunakan GPS namun keduanya memiliki selisih pada detik dan tentu hasil perhitungan arah kiblatnya pun akan berbeda.

Di bawah ini adalah contoh perhitungan arah kiblat berdasarkan data lintang dan bujur Kakbah dari Ahmad Izzuddin dan Nabhan Maspoetra :

1. Menurut data Ahmad Izzuddin

Arah kiblat Masjid UIN Walisongo Semarang

Kakbah	Lintang: $21^{\circ} 25' 21.17''$
	Bujur : $39^{\circ} 49' 34.56''$
Masjid UIN Walisongo Semarang ¹¹	Lintang: $-6^{\circ} 59' 13,11''$
	Bujur : $110^{\circ} 21' 33,98''$

Data yang diperlukan:

$$\begin{aligned}
 a &= 90^{\circ} - LT \\
 &= 90^{\circ} - (-6^{\circ} 59' 13.11'') \\
 &= 96^{\circ} 59' 13.11'' \\
 b &= 90^{\circ} - LK \\
 &= 90^{\circ} - (+21^{\circ} 25' 21.17'') \\
 &= 68^{\circ} 34' 38.83''
 \end{aligned}$$

¹⁰ Slamet Hambali, *Ilmu Falak 1*, (Semarang: Program Pascasarjana IAIN Walisongo Semarang, 2011), hal. 181.

¹¹ Slamet Hambali, *Ilmu Falak : Arah Kiblat Setiap Saat*, (Yogyakarta : Pustaka Ilmu Yogyakarta, 2013), hal. 24.

$$= 110^{\circ} 21' 33,98'' - 39^{\circ} 49' 40''$$

$$= 70^{\circ} 31' 53.98''$$

(C kelompok 1, arah kiblat condong ke Barat).

Data dimasukkan dalam rumus :¹⁴

Cotan B : $\cotan b \times \sin a : \sin C - \cos a \times \cotan C$

$$: \cotan 68^{\circ} 34' 45.3'' \times \sin 96^{\circ} 59' 13.11'' : \sin 70^{\circ} 31'$$

$$53.98'' - \cos 96^{\circ} 59' 13.11'' \times \cotan 70^{\circ} 31' 53.98''$$

$$: 65^{\circ} 29' 10.76'' \text{ (Utara - Barat)}$$

Keterangan:¹⁵

B adalah arah kiblat dihitung dari titik Utara atau Selatan, jika hasil perhitungan positif arah kiblat dihitung dari titik Utara dan jika hasil perhitungan negatif, arah kiblat dihitung dari titik Selatan. B juga disebut busur arah kiblat atau sudut arah kiblat.

a adalah busur atau jarak yang dihitung dari kutub Utara Bumi sampai dengan tempat atau kota yang diukur arah kiblatnya melalui lingkaran garis bujur. a dapat di peroleh dengan rumus $a = 90^{\circ} - LT$ (lintang tempat) yang akan diukur arah kiblatnya.

b adalah busur atau jarak yang dihitung dari kutub Utara Bumi sampai dengan Kakbah melalui lingkaran garis bujur. b dapat diperoleh dengan rumus $b = 90^{\circ} - LK$ (Lintang Kakbah)

C adalah jarak bujur terdekat dari Kakbah ke Timur atau Barat sampai dengan bujur tempat yang akan diukur arah kiblatnya.

¹⁴ Slamet Hambali, *Ilmu Falak : Arah Kiblat Setiap Saat...*, hal. 17.

¹⁵ Slamet Hambali, *Ilmu Falak : Arah Kiblat Setiap Saat...*, hal. 17.

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa terjadi selisih antara hasil akhir keduanya sebesar $0^{\circ} 0' 05.23''$. Untuk menghitung penyimpangan yang terjadi bisa digunakan rumus : jika sudut penyimpangan arah kiblat $> 0,4^{\circ}$, tetapi $\leq 10^{\circ}$ maka rumus yang digunakan adalah $x = 110,62 \alpha B - 0,16$. Jika sudut penyimpangan arah kiblat $> 10^{\circ}$ dan $\leq 20^{\circ}$ maka menggunakan rumus $x = 110,97 \alpha B - 4,09$.

αB = sudut penyimpangan arah kiblat (dalam derajat)

x = jarak penyimpangan arah kiblat (dalam bentuk kilometer)¹⁶

Sedangkan jika dilacak terdapat banyak variasi lintang dan bujur Kakbah yang dipegang serta dijadikan acuan dalam penentuan arah kiblat. Berikut variasi data lintang dan bujur Kakbah yang diambil dalam materi Sosialisasi Rasydul Kiblat¹⁷ di Kantor Kementerian Agama Semarang pada Kamis, 27 Mei 2010¹⁸ :

Tabel 1
Variasi lintang dan bujur Kakbah

No.	Sumber Data	Lintang	Bujur
1	Atlas PR Bos 38	21° 31' LU	39° 58' BT
2	Mohammad Ilyas	21° LU	40° BT
3	Sa'aduddin Djambek	21° 25' LU	39° 50' BT

¹⁶ Muh. Ma'rufin Sudibyo, *Sang Nabi Pun Berputar*, (Solo : Tinta Medina, 2011), hal. 144.

¹⁷ Rasydul kiblat adalah petunjuk arah kiblat yang diambil dari posisi Matahari ketika sedang berkulminasi (mer pass) di titik zenith, yang terjadi antara tanggal 27 Mei atau 28 Mei pk. 16.18 WIB (pk. 09.18 GMT) dan 15 Juli atau 16 Juli pk. 16.27 WIB (pk. 09.27 GMT). Lihat Slamet Hambali, *Ilmu Falak : Arah Kiblat Setiap Saat...*, hal. 38.

¹⁸ Ahmad Izzuddin, "Beberapa Metode Pengukuran Arah Kiblat dan Plus Minusnya" www.slideshare.net/mobile/kipanji/beberapa-metode-pengukuran-arah-kiblat-dan-plus-minusnya&ei=uEGKreXS&lc=id-ID&m=833&&host, diakses 2 Januari 2016.

4	Nabhan Maspoetra	21° 25' 14.7" LU	39° 49' 40" BT
5	Ma'shum Bin Ali	21° 50' LU	40° 13' BT
6	Google earth	21° 25' 23.2" LU	39° 49' 34" BT
7	Manzur Ahmed	21° 25' 18 LU	39° 49' 30" BT
8	Ali Alhadad	21° 25' 21.4" LU	39° 49' 38" BT
9	Gerhard Kaufmann	21° 25' 21.4" LU	39° 49' 34" BT
10	S. Kamal Abdali	21° 25' 24" LU	39° 24' 24" BT
11	Moh. Basil At-ta'i	21° 26' LU	39° 49' BT
12	Muhammad Odeh	21° 25' 22" LU	39° 49' 31" BT
13	Prof. Hasanuddin	21° 25' 25" LU	39° 49' 39" BT

Perbedaan data lintang dan bujur Kakbah yang bervariasi di atas menyebabkan adanya selisih akhir dalam penentuan arah kiblat. Sedangkan setiap tokoh falak pun memiliki data lintang dan bujur Kakbah masing-masing, sehingga perlu adanya penelitian yang mendalam mengenai data lintang dan bujur Kakbah yang akurat dalam penentuan arah kiblat.

B. Rumusan Masalah

Dari latar belakang di atas dapat diambil rumusan masalah sebagai berikut:

1. Mengapa terjadi perbedaan lintang dan bujur Kakbah?
2. Bagaimana signifikansi perbedaan lintang dan bujur Kakbah terhadap penentuan arah kiblat?

C. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui mengapa terjadi perbedaan lintang dan bujur Kakbah.
2. Untuk mengetahui bagaimana signifikansi perbedaan lintang dan bujur Kakbah terhadap penentuan arah kiblat.

D. Telaah Pustaka

Telaah pustaka dilakukan dengan cara penelusuran terhadap penelitian-penelitian sebelumnya (*previous finding*) yang memiliki objek pembahasan yang sama. Hal ini dilakukan untuk menekankan nilai originalitas dari penelitian ini. Di antara penelitian terdahulu yang terkait dengan permasalahan variasi lintang dan bujur Kakbah dalam penentuan arah kiblat adalah :

Skripsi Nurdiansyah Maulana dengan judul “ Dampak Perbedaan Data Lintang dan Bujur Kakbah dalam Penentuan Arah Kiblat di Indonesia”. Di dalam skripsi ini disampaikan bahwa perbedaan lintang dan bujur Kakbah di Indonesia memberikan dampak perbedaan pada hasil azimuth kiblatnya sehingga jika setiap data itu bervariasi maka perlu adanya penyatuan data secara universal oleh Kementrian Agama. Di dalam skripsi ini tidak membahas manakah yang bisa dijadikan acuan data

diantara data-data yang bervariasi tersebut dengan melihat dengan kaca mata ilmu pengetahuan.¹⁹

Skripsi Minda Sari Nurjamilah dengan judul “Uji Akurasi Data *Global Positioning System* (GPS) dan *Azimuth* Matahari pada *Smartphone* Berbasis Android untuk Hisab Arah Kiblat (Studi Analisis Aplikasi GPS Status dan *Qibla Compass Sundial Lite*)”. Di dalam skripsi ini disampaikan bahwa selisih antara data yang dihasilkan dari *smartphone* android dan GPS Handheld, serta perhitungan manual untuk azimuth Matahari hanya pada kisaran detik yaitu antara $0^{\circ} 00' 00''$ - $0^{\circ} 00' 17''$, sehingga tidak akan menyebabkan kemelencengan arah kiblat yang signifikan. Data koordinat dan nilai azimuth Matahari dari *smartphone* android sudah cukup akurat untuk digunakan dalam perhitungan arah kiblat.²⁰

Skripsi Achmad Jaelani dengan judul “Akurasi Arah Kiblat Masjid Agung Sunan Ampel Surabaya Jawa Timur”. Di dalam skripsi ini disampaikan bahwa kemelencengan kiblat masjid Agung Sunan Ampel sangat kecil akan tetapi kurang akurat dan seyogyanya shaf masjid dirubah agar memberikan keyakinan yang matang kepada para jamaah bahwa arah kiblat masjid Agung Sunan Ampel benar dan dapat dipertanggungjawab

¹⁹ Nurdiansyah Maulana, “Dampak Perbedaan Data Lintang dan Bujur Ka’bah Dalam Penentuan Arah Kiblat di Indonesia”, (Skripsi Fakultas Syariah dan Hukum, Yogyakarta: Perpustakaan UIN Sunan Kalijaga, 2014), t.d.

²⁰ Minda Sari Nurjamilah, “Uji Akurasi Data *Global Positioning System* (GPS) dan *Azimuth* Matahari pada *Smartphone* Berbasis Android untuk Hisab Arah Kiblat (Studi Analisis Aplikasi GPS Status dan *Qibla Compass Sundial Lite*)”, (Skripsi Fakultas Syariah dan Ekonomi Islam, Semarang: Perpustakaan IAIN Walisongo), 2013, t.d.

karena diukur dengan alat *theodolite* yang dapat di pertanggungjawabkan keakurasiannya.²¹

Dalam telaah pustaka tersebut, penulis belum menemukan tulisan yang membahas secara spesifik tentang analisis variasi lintang dan bujur Kakbah dalam penentuan arah kiblat sesuai apa yang ingin diteliti oleh penulis. Oleh karena itu, penulis dalam skripsi ini mengkaji tentang analisis variasi lintang dan bujur Kakbah terhadap penentuan arah kiblat.

E. Metode Penelitian

1. Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian lapangan (*field research*) dengan pendekatan kualitatif²² dan menggunakan deskriptif-analitik serta komparatif, yaitu dengan cara mengambil data lintang dan bujur Kakbah dari beberapa tokoh kemudian menganalisis mengapa terjadi perbedaan lintang dan bujur Kakbah serta mengetahui signifikansi perbedaan beberapa lintang dan bujur Kakbah dengan menggunakan GPS dan *Google Earth*.

2. Sumber Data

Dalam penelitian ini, ada dua data yang digunakan yakni:

²¹ Achmad Jaelani, "Akurasi Arah Kiblat Masjid Agung Sunan Ampel Surabaya Jawa Timur", (Skripsi Fakultas Syari'ah, Semarang: Perpustakaan IAIN Walisongo, 2010), t.d.

²² Lexy J. Moleong, *Metodologi Penelitian Kualitatif*, cet ke-27, (Bandung : Remaja Rosdakarya, 2007), hal. 6.

- a. Data Primer²³ atau data tangan pertama adalah data yang diperoleh langsung dari subjek penelitian sebagai sumber informasi yang dicari.²⁴ Data utama ini diperoleh dari wawancara dengan Rinto Anugraha dan AR Sugeng Riyadi. Data utama ini juga diperoleh dari buku karya Slamet Hambali dan Ahmad Izzuddin.
- b. Data sekunder yakni berupa dokumen, yaitu berupa buku-buku yang terkait dengan penelitian ini, seperti jurnal, makalah, kamus ensiklopedi dan buku yang berkaitan dengan penelitian ini sebagai tambahan atau pelengkap.²⁵

3. Metode Pengumpulan Data

Metode yang digunakan penulis dalam pengumpulan data adalah sebagai berikut :

- a. Dokumentasi yaitu dengan cara mengambil data-data dari referensi terkait yakni buku karya Slamet Hambali dan Ahmad Izzuddin.
- b. Wawancara yaitu dengan bertanya langsung kepada para ahli yang terkait yakni wawancara dengan Rinto Anugraha dan AR Sugeng Riyadi.
- c. Observasi yakni melakukan praktek lapangan dengan menggunakan GPS dan *Google Earth*.

²³ Data Primer adalah data tangan pertama atau data yang diperoleh atau dikumpulkan langsung di lapangan oleh orang yang melakukan penelitian atau yang bersangkutan yang memerlukan. Iqbal Hasan, *Pokok-Pokok Metodologi Penelitian dan Aplikasinya*, (Bogor : Ghalia Indonesia, 2002), cet I, hal. 82.

²⁴ Saifuddin Azwar, *Metode Penelitian...*, hal. 91.

²⁵ Data Sekunder adalah data kedua atau data yang diperoleh atau dikumpulkan langsung oleh peneliti dari subyek penelitiannya. Data sekunder biasanya berwujud data dokumentasi atau data laporan yang telah tersedia. Syaifuddin Azwar, *Metode Penelitian...*, hal. 91.

4. Metode Analisis Data

Untuk memperoleh data yang valid, penulis akan menganalisis data ini dengan menggunakan teknik diantaranya :

- a. *Deskriptif*, yaitu menggambarkan sifat atau keadaan yang dijadikan obyek dalam penelitian²⁶ yakni menggambarkan teknik pengambilan data lintang dan bujur Kakbah.
- b. *Komparatif*, yaitu membandingkan antara dua atau lebih pemikiran tokoh, atau dua pendapat tokoh²⁷ yakni membandingkan variasi lintang dan bujur Kakbah kemudian melakukan praktek lapangan antara GPS dengan *Google Earth*.

F. Sistematika Pembahasan

Untuk memahami penulisan yang dilakukan penulis secara runtut, maka penulis akan membuat sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini menerangkan *Latar Belakang Masalah* penelitian ini dilakukan. Kemudian mengemukakan *Rumusan Masalah* yang berisi pembatasan masalah dan rumusan masalah dari penelitian. Berikutnya dibahas tentang *Tujuan Penelitian* yang memaparkan tujuan dari penelitian ini dilakukan. Selanjutnya dikemukakan *Telaah Pustaka* yang berisi penelitian-penelitian terdahulu yang berhubungan dengan obyek yang dikaji dalam penelitian ini.

²⁶ Tim Fakultas Syari'ah IAIN Walisongo Semarang, *Pedoman Penulisan Skripsi...*, hal. 17.

²⁷ Tim Fakultas Syari'ah IAIN Walisongo Semarang, *Pedoman Penulisan Skripsi...*, hal 18.

Metode penelitian juga dikemukakan dalam bab ini, dimana dalam *Metode Penelitian* ini dijelaskan bagaimana teknis/cara dan analisis yang dilakukan dalam penelitian. Dan terakhir, dikemukakan tentang *Sistematika Penulisan*.

BAB II TINJAUAN UMUM TENTANG LINTANG DAN BUJUR TERHADAP PENENTUAN ARAH KIBLAT

Bab ini membahas mengenai tinjauan umum tentang pengertian lintang dan bujur, metode penentuan data lintang dan bujur, pengertian arah kiblat, hisab atau perhitungan arah kiblat serta berbagai metode dalam penentuan arah kiblat.

BAB III METODE PENENTUAN VARIASI LINTANG DAN BUJUR KAKBAH DAN DAMPAKNYA

Bab ini membahas tentang bagaimana metode pengambilan berbagai varian lintang dan bujur Kakbah oleh para tokoh falak. Di dalam bab ini juga terdapat perhitungan mengenai arah kiblat dengan menggunakan berbagai varian data lintang dan bujur Kakbah dari para tokoh, kemudian hasil akhir adalah selisih.

BAB IV ANALISIS PERBEDAAN LINTANG DAN BUJUR KAKBAH TERHADAP PENENTUAN ARAH KIBLAT

Bab ini merupakan pokok dari pembahasan penulisan skripsi ini. Penulis menganalisis mengapa terjadi perbedaan lintang dan bujur Kakbah kemudian menganalisis signifikansi perbedaan lintang dan bujur Kakbah terhadap penentuan arah kiblat.

BAB V PENUTUP

Bab ini akan memuat kesimpulan atas bahasan yang penulis angkat, kemudian saran-saran dan kata penutup.

BAB II

TINJAUAN UMUM TENTANG LINTANG DAN BUJUR TERHADAP PENENTUAN ARAH KIBLAT

A. Pengertian Lintang dan Bujur

1. Pengertian Lintang

Bumi yang luas ini, terdapat garis tengah yang berukuran 12.756 km. Bagian Utara disebut Lintang Utara dan bagian Selatan disebut Lintang Selatan.¹ Garis lintang yaitu garis vertikal yang mengukur sudut antara suatu titik dengan garis katulistiwa. Titik di Utara garis katulistiwa dinamakan Lintang Utara sedangkan titik di Selatan katulistiwa dinamakan Lintang Selatan.² Jarak antara katulistiwa atau equator sampai garis lintang diukur sepanjang garis meridian disebut *Lintang Tempat* atau *Lintang Geografis* atau "*Urdu al-Balad* yang dalam astronomi dilambangkan dengan ϕ (phi).³

Harga Lintang Tempat Utara adalah 0° sampai 90° , yakni 0° bagi tempat (kota) yang tepat di equator sedangkan 90° tepat di titik kutub Utara. Sedangkan harga Lintang Tempat Selatan adalah 0° sampai -90° ,

¹ Salamun Ibrahim, *Ilmu Falak (Cara Mengetahui Awal Bulan, Awal Tahun, Musim, Kiblat dan Perbedaan Waktu)*, (Surabaya: Pustaka Progressif, 2003), cet. 3, hal 33.

² Slamet Hambali, *Pengantar Ilmu Falak (Menyimak Proses Pembentukan Alam Semesta)*, (Banyuwangi: Bismillah Publisher, 2012), hal. 298.

³ Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak Dalam Teori dan Praktik*, (Yogyakarta: Buana Pustaka, 2008), hal. 40.

yakni 0° adalah bagi tempat yang tepat di equator sedangkan -90° tepat di titik kutub Selatan.

2. Pengertian Bujur

Di permukaan Bumi ini dihayalkan pula ada lingkaran-lingkaran besar yang ditarik dari kutub Utara sampai kutub Selatan melewati tempat kita berada kemudian kembali ke kutub Utara lagi. Lingkaran-lingkaran ini disebut Lingkaran Bujur atau *Garis Bujur* yang dikenal pula dengan nama Lingkaran Meridian atau *Meridian* saja. Sehingga garis bujur itu dapat dibuat sebanyak orang atau tempat yang berjajar dari Barat ke Timur atau sebaliknya. Garis bujur yang melalui suatu tempat disebut Garis Bujur tempat itu.

Ada satu garis bujur yang istimewa, yaitu Garis bujur yang melewati kota Greenwich (di London-Inggris). Garis bujur Greenwich ini dijadikan titik pangkal ukur dalam pengukuran bujur tempat, sehingga harga bujur yang melewati kota Greenwich itu bernilai 0° .⁴

Dalam sejarahnya, terdapat banyak usulan terkait letak garis bujur 0° , misalnya garis meridian Greenwich, Paris, Warsawa, ataupun Washington. Namun, konferensi Meridian Internasional di Washington (AS) tahun 1884 TU⁵ menyepakati garis bujur 0° adalah garis meridian

⁴ Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak Dalam Teori dan Praktik...*, hal. 41.

⁵ Konferensi diselenggarakan pada bulan Oktober 1884 atas undangan Presiden Chester A. Arthur. terdapat 41 delegasi konferensi yang berasal dari 25 negara: Austria-Hungaria, Brasil, Cile, Kolombia, Kosta Rika, Denmark, Prancis, Jerman, Inggris, Guatemala,

Greenwich, yakni garis yang melintasi kompleks observatorium Kerajaan Inggris di Greenwich, dengan alasan 70% armada pelayaran saat itu telah menggunakan Greenwich sebagai acuan. Akan tetapi, dalam sistem WGS-84, posisi garis bujur 0° telah dicoba diukur lebih objektif berdasarkan posisi bintang-bintang sembari memperhitungkan konsep *ellipsoid*. Hasilnya, garis bujur 0° tidaklah tepat sama dengan garis meridian Greenwich, tetapi berselisih 102,5 m disebelah Timurnya.⁶

Sekalipun demikian, ada pula yang menggunakan bujur 0° dengan garis bujur yang melewati *Jazâ'irul Khâlidat* (Kanarichi), misalnya buku *Sullam al-Naiyyirain* dan buku *al-Durûs al-Falakyyah Jazâ'irul Khâlidat* berposisi $35^\circ 11'$ di sebelah Barat Greenwich. Demikian pula buku *al-Khulashatul Wafiyah* menggunakan garis bujur 0° yang melewati kota Makah. Posisi kota Makah $39^\circ 50'$ di sebelah Timur Greenwich.

Jarak antara garis bujur yang melewati kota Greenwich sampai garis bujur yang melewati suatu tempat (kota) diukur sepanjang equator disebut *Bujur Tempat* atau *Thul al-Balad* atau *Bujur Geografis* yang dalam astronomi dilambangkan dengan λ (*lamda*).⁷

Hawai, Italia, Jepang, Meksiko, Belanda, Paraguay, Rusia, Salvador, San Domingo, Spanyol, Swedia, Swiss, Turki, Venezuela dan tuan rumah Amerika. Terdapat tujuh resolusi yang dihasilkan, di antaranya penetapan meridian Greenwich sebagai bujur 0° yang harus melalui voting. Skor voting adalah 22 banding 1. Hanya San Domingo yang menolak, sementara Prancis dan Brasil memilih abstain.

⁶ Muh. Ma'rufin Sudiby, *Sang Nabi Pun Berputar (Arah Kiblat dan Tata Cara Pengukurannya)*, (Solo: Tinta Medina, 2011), hal. 101-102.

⁷ Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak Dalam Teori dan Praktik...*, hal. 41.

Harga bujur tempat adalah 0° sampai 180° , baik positif maupun negatif. Bujur tempat $+180^\circ$ dan -180° bertemu di daerah lautan Atlantik yang kemudian dijadikan sebagai Batas Tanggal (International Date Line). Misalnya di tempat A ($\lambda = +175^\circ$) menunjukkan hari Kamis tanggal 1 Januari 2004 jam 12 siang waktu setempat maka pada saat itu di tempat B ($\lambda = -175^\circ$) masih hari Rabu tanggal 31 Desember 2003 jam 11:40 siang waktu setempat.⁸

B. Metode Penentuan Lintang dan Bujur

Untuk menentukan posisi suatu tempat terdapat berbagai cara. Pada masa silam, cendekiawan Muslim mengembangkan instrumen *exstant* guna keperluan itu, yaitu dengan jalan mengukur posisi Matahari.⁹ Instrumen tersebut kini berkembang menjadi *theodolite* yang banyak digunakan dalam pengukuran arah kiblat. Pengukuran dengan instrumen ini membutuhkan data deklinasi Matahari dan perata waktu (*equation of time*), di samping harus dilaksanakan secara terus-menerus dalam selang waktu tertentu (sekitar jam 12:00 waktu lokal) guna mengetahui kapan Matahari mencapai kulminasi atasnya. Dengan demikian, meskipun menghasilkan data cukup akurat, dengan alasan efisiensi waktu dan kepraktisan, kini *exstant* banyak ditinggalkan.¹⁰

⁸ Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak Dalam Teori dan Praktik...*, hal. 42.

⁹ Posisi Matahari yang dimaksud di sini adalah altitude Matahari dihitung dari horizon sejati.

¹⁰ Muh. Ma'rufin Sudibyo, *Sang Nabi Pun Berputar...*, hal. 106.

Cara lain yang lebih sederhana dan lebih teliti adalah dengan menggunakan tongkat istiwa'. Langkah-langkah yang harus ditempuh dalam kegiatan ini adalah sebagai berikut:¹¹

Tegakkan tongkat yang lurus sepanjang 1,5 meter atau tongkat yang lebih panjang, karena ia lebih baik. Tempat menegakkan tongkat tersebut harus terbuka dan sinar Matahari tak boleh terhalang oleh apapun. Bahkan untuk memastikan tegak lurus atau tidaknya mesti digunakan alat kontrol dengan menggunakan benang yang diberi pemberat di puncak tongkat tersebut.¹²

1. Buat satu atau beberapa lingkaran di sekeliling tongkat tersebut, dengan titik pusat lingkaran-lingkaran tersebut berhimpit dengan tempat berdirinya tongkat.¹³
2. Perhatikan saat bayang-bayang ujung tongkat menyentuh lingkaran-lingkaran yang ada, pada jam-jam di pagi hari (sebelum dhuhur) dan pada jam-jam di sore hari (setelah dhuhur), lalu beri tanda titik dari keduanya.¹⁴
3. setelah diketahui ada titik-titik di sebelah Barat dan Timur, maka tentunya ada dua titik di sebelah Timur dan Barat yang bila dihubungkan dengan melintasi titik koordinat, maka akan membentuk garis lurus. Selanjutnya

¹¹ Encup Supriatna, *Hisab Rukyat dan Aplikasinya*, (Bandung: PT Refika Aditama, 2007), hal. 73.

¹² Encup Supriatna, *Hisab Rukyat dan Aplikasinya...*, hal. 73.

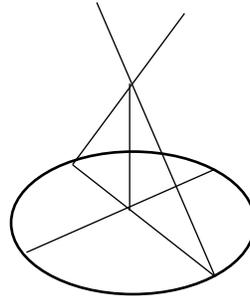
¹³ Encup Supriatna, *Hisab Rukyat dan Aplikasinya...*, hal. 73.

¹⁴ Encup Supriatna, *Hisab Rukyat dan Aplikasinya...*, hal. 73.

buata garis tegak lurus dengan garis arah Timur – Barat tersebut dan inilah garis arah Utara Selatan.¹⁵

Gambar 1
Matahari sesudah *zawal* dan sebelum *zawal*

Matahari sesudah *zawal* Matahari sebelum *zawal*



4. Cocokkan jam yang akan dipakai dalam pengukuran ini.
5. Perhatikan bayang-bayang tersebut saat berhimpit dengan garis arah Utara-Selatan pada waktu kulminasi/menjelang awal waktu dhuhur. Catat waktu, ukur panjang bayang-bayang tersebut dan perhatikan arah bayang-bayang tersebut. Misalkan bayang-bayang kulminasi tersebut berada di sebelah Selatan, ini berarti tempat pengukuran berada di sebelah Selatan Matahari.
6. Lihat data *equation of time* dalam ephemeris yang ada. Kemudian 12-*equation of time*, data ini menunjukkan saat Matahari berkulminasi pada setiap tempat di Bumi menurut waktu setempat (LMT- *Local Mean Time*). Hasil pengurangan *equation of time* dikurangi dengan waktu pada saat

¹⁵ Encup Supriatna, *Hisab Rukyat dan Aplikasinya...*, hal. 74.

Matahari berhimpit dengan tongkat. Setelah diketahui hasilnya, hasil tersebut dikalikan dengan 15 untuk diubah menjadi waktu. Perlu diketahui saat Matahari berkulminasi berada pada bujur berapa, misal berada pada bujur WIB maka 105° . Dengan demikian bujur tempat yang diukur adalah bujur WIB ditambah dengan hasil perkalian saat Matahari berhimpit.

7. Pada langkah di atas telah diukur panjang bayang-bayang tongkat pada saat Matahari berkulminasi. Dengan data ini, maka tinggi Matahari dapat dicari pada saat berkulminasi yaitu:

Tangen h (tinggi Matahari): panjang tongkat / panjang bayang-bayang

Jarak zenith ini sendiri dapat diukur langsung dengan rumus:

Cotangen ZM : panjang tongkat / panjang bayang-bayang

8. Lihat data deklinasi Matahari dengan jam pengukur saat Matahari berhimpit dengan tongkat.
9. Kemudian untuk mengetahui lintang tempat maka deklinasi Matahari tersebut dikurangi jarak zenith yang sudah dihitung.

Demikian langkah-langkah dalam penggunaan tongkat istiswa yang merupakan alat sederhana. Selanjutnya adalah penggunaan instrumen *GPS receiver (Global Positioning System receiver)*. *GPS receiver* merupakan instrumen yang lebih disukai dibanding dengan yang lainnya. *GPS receiver* adalah instrumen penerima sinyal dari sistem satelit navigasi GPS. Sistem ini mencakup 24 buah satelit Navstar GPS, yang terdistribusi dalam enam bidang

orbit unik dengan ketinggian rata-rata 2.200 km dari permukaan Bumi. Setiap titik mana pun di permukaan Bumi, akan dapat dilihat minimal 3 satelit dan maksimal 4 satelit GPS. Satelit-satelit ini memancarkan sinyal secara terus-menerus, yang ditangkap *GPS receiver* sehingga jaraknya terhadap satelit bisa dihitung dengan sangat akurat. Jika ada sinyal dari 3 satelit berbeda secara bersamaan, koordinat lokasi *GPS receiver* dalam sistem WGS-84 bisa ditentukan sangat akurat lewat metod trilaterasi. Jika terdapat satu sinyal tambahan dari satelit keempat, kombinasinya bisa untuk menentukan koordinat tempat dan elevansinya (ketinggiannya) dihitung dari permukaan rata-rata air laut (permukaan geoida).¹⁶

Cara menentukan koordinat tempat dengan menggunakan *GPS receiver*:

1. Hidupkan *GPS receiver* di tempat terbuka yang tidak tertutup atap ataupun gedung bertingkat. Usahakan posisi *GPS receiver* menghadap ke atas dan bagian antenanya tidak tertutupi gengaman tangan atau benda lain.
2. Tunggu sampai *GPS receiver* mendeteksi sinyal dari sejumlah satelit GPS. Sinyal yang terdeteksi ditunjukkan dengan gambar lingkaran dengan kotak berisi balok-balok di bawahnya. Jumlah balok menunjukkan jumlah satelit yang sinyalnya berhasil ditangkap, sementara tinggi rendahnya balok menunjukkan kekuatan tiap sinyal. Semakin tinggi dan semakin banyak jumlah balok, akurasinya akan semakin bagus.

¹⁶ Muh. Ma'rufin Sudiby, *Sang Nabi Pun Berputar...*, hal. 107.

3. Setelah cukup menerima sinyal dari satelit, *GPS receiver* secara otomatis akan menampilkan garis bujur dan garis lintang yang menjadi koordinat tempat tersebut, umumnya dalam format dms (*degree-minute-second*) atau derajat-menit sudut-detik sudut.¹⁷

Cara lain yang lebih praktis dan populer adalah memanfaatkan jaringan internet dan *software Google Earth*¹⁸ atau laman Wikimapia¹⁹. Baik *Google Earth* maupun Wikimapia menggunakan basis data (*database*) citra satelit visual dengan resolusi beragam sehingga tidak semua lokasi memiliki citra beresolusi tinggi. Demikian pula, tidak semua lokasi memiliki citra cerah (bebas dari awan) meskipun resolusinya tinggi. Hal-hal tersebut menjadi salah satu batasan penggunaan *Google Earth* dan Wikimapia, khususnya untuk daerah pelosok. Penggunaan Wikimapia ataupun *Google Earth*, meski lebih murah dibanding *GPS receiver*, membutuhkan kemampuan mengenali penanda-penanda umum di seputar lokasi yang hendak kita tentukan koordinatnya. Penanda-penanda umum tersebut misalnya desa, jalan raya, lapangan, bangunan yang menarik (pasar, pusat perbelanjaan, masjid dan lain-lain), sungai, danau dan sebagainya.

¹⁷ Muh. Ma'rufin Sudibyoy, *Sang Nabi Pun Berputar...*, hal. 107-108.

¹⁸ *Software Google Earth* adalah perangkat lunak gratis (*freeware*) yang disediakan oleh Google Inc. dan khusus digunakan sebagai alat bantu guna memahami rupa bumi (topografi) berdasarkan citra-citra visual bresolusi tinggi yang dihasilkan bidikan satelit-satelit penginderaan jauh.

¹⁹ Laman Wikimapia (situs Wikimapia) adalah situs yang beralamatkan di <http://www.wikimapia.org>. Kegunaan laman ini hampir sama dengan *software Google Earth* dengan beberapa keterbatasan.

Cara menentukan koordinat tempat dengan menggunakan *Google Earth*. Di sini hendak ditentukan koordinat Islamic Centre Kabupaten Kebumen (Jawa Tengah). Islamic Centre ini berada di jalan Tentara Pelajar, Desa Kembaran, Kecamatan Kebumen, berhadapan dengan Mapolres Kebumen dan hanya dipisahkan oleh sebuah perempatan besar. Titik istimewa di lokasi ini adalah sebuah masjid. Penanda-penanda yang hendak digunakan untuk menemukannya adalah nama jalan raya, nama desa dan bangunan menarik. Adapun langkah-langkahnya adalah sebagai berikut:

1. Nyalakan komputer, pastikan terhubung dengan jaringan internet, lalu aktifkan *software Google Earth*. Tunggu sampai proses inialisasi selesai.
2. Pastikan panel *sidebar* di sebelah kiri terbuka dengan menekan tombol *sidebar* panel atas. Lihat bagian *Layers* di kiri bawah dan pastikan kotak kecil di depan *Border and Labels* dan *Roads* telah dicentang.
3. Pada gambar Bumi yang muncul, tekan tombol kiri *mouse* (tertikus) dan gerakkan *mouse* agar Bumi nampak berputar sehingga citra Indonesia muncul.
4. Pada citra Pulau Jawa, tekan cepat tombol kiri *mouse* dua kali (*double click*) sehingga citra Pulau Jawa akan membesar. Lakukan terus hingga nama Kebumen mulai muncul di pesisir Selatan Jawa, di antara kota Purwokerto dan Yogyakarta.
5. *Double click* di Kebumen hingga citra kota muncul secara cukup jelas. Cari nama jalan Tentara Pelajar dan susuri hingga menemukan nama Desa

Kembaran. Cari perempatan besar jalan Tentara Pelajar di Desa Kembaran. Pastikan di Selatan perempatan terdapat bangunan besar adalah Mapoires Kebumen. Jika sudah ditemukan, bangunan besar di sebelah Utaranya adalah Islamic Centre Kebumen.

6. Cari lokasi masjid di dalam kompleks Islamic Centre, kemudian letakkan kursor *mouse* pada lokasi tersebut, selanjutnya baca angka garis lintang dan bujur yang tampak di panel paling bawah.²⁰

C. Pengertian Arah Kiblat

Persoalan kiblat adalah persoalan azimuth, yaitu jarak dari titik Utara ke lingkaran vertikal melalui benda langit atau melalui suatu tempat diukur sepanjang lingkaran horizon menurut arah per Utara jarum jam.²¹ Arah ini dapat ditentukan dari setiap titik di permukaan Bumi. Cara untuk mendapatkannya adalah dengan melakukan perhitungan dan pengukuran. Perhitungan arah kiblat pada dasarnya untuk mengetahui dan menetapkan arah menuju Kakbah yang berada di Makah.²²

Dalam berbagai kitab Fiqih, para ‘ulama telah bersepakat bahwa keabsahan ibadah umat Islam yaitu salat, salah satunya ditentukan oleh ketepatan menghadap arah kiblat. Karena itulah menghadap kiblat tidak dapat dilepaslan dari umat Islam. Kiblat yang dimaksud dalam hal ini adalah

²⁰ Muh. Ma’rufin Sudiby, *Sang Nabi Pun Berputar...*, hal. 109-110.

²¹ A. Jamil, *Ilmu Falak (Teori dan Aplikasinya)*, (Jakarta: Amzah, 2009), hal. 109.

²² Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis*, (Semarang: Pustaka Rizki Putra, 2012), hal.

Kakbah (Baitullah) di Makah. Kakbah ini merupakan satu arah yang menyatukan arah segenap umat Islam dalam melaksanakan salat.²³

Kata kiblat berasal dari bahasa Arab القبلة asal katanya adalah مقبلة, sinonimnya adalah وجهة yang berasal dari kata مواجهة artinya adalah keadaan arah yang dihadapi. Kemudian pengertiannya dikhususkan pada suatu arah, di mana semua orang yang mendirikan salat menghadap kepadanya.²⁴

Kata kiblat berasal dari bahasa Arab yaitu قبلة salah satu bentuk masdar (derivasi) dari يقبل - يقبل - قبلة yang berarti menghadap.²⁵ Sedangkan dalam Ensiklopedi Hukum Islam karya Abdul Aziz Dahlan menyebutkan bahwa kiblat diartikan sebagai bangunan Kakbah atau arah yang dituju kaum Muslimin dalam melaksanakan sebagian ibadah.²⁶

Menurut pandangan para ahli, definisi kiblat yaitu di antaranya:²⁷

1. Abdul Aziz Dahlan mendefinisikan kiblat sebagai bangunan Kakbah atau arah yang dituju kaum Muslimin dalam melaksanakan sebagian ibadah.
2. Harun Nasution, mengartikan kiblat sebagai arah untuk menghadap pada waktu salat.

²³ Achmad Jaelani, Anisah Budiwati, dkk, *Hisab Rukyat Menghadap Kiblat (fiqh, aplikasi praktis, fatwa dan software)*, (Semarang: Pustaka Rizki Putra, 2012), hal. 1.

²⁴ Ahmad Mustafa Al-Maraghi, *Terjemahan Tafsir al Maraghi Juz 2*, Penerjemah Anshori Umar Sitanggal, (Semarang: CV Toha).

²⁵ Lihat Achmad Warson Munawwir, *Kamus Al-Munawwir Arab-Indonesia*, (Surabaya: Pustaka Progresif, 1997), edisi kedua, hal. 1087-1088.

²⁶ Muh. Hadi bashori, *Kepunyaan Allah Timur dan Barat (Sejarah, Permasalahan, dan Teknik Pengukuran Arah Kiblat)*, (Jakarta: PT Elex Media Komputindo, 2014), hal. 2.

²⁷ Zainul Arifin, *Ilmu Falak (Cara Menghitung dan Menentukan Arah Kiblat, Rashdul Kiblat, Awal Waktu Salat, Kalender Penanggalan, Awal Bulan Kamariyah, Hisab Kontemporer)*, (Yogyakarta: Lukita, 2012), hal. 15-16.

3. Mochtar Effendy, mengartikan kiblat sebagai arah salat, arah Kakbah di kota Makah.
4. Slamet Hambali memberikan definisi arah kiblat yaitu arah menuju Kakbah (Makah) lewat jalur terdekat yang mana setiap Muslim dalam mengerjakan salat harus menghadap ke arah tersebut.
5. Muhyiddin Khazin menyebutkan arah kiblat adalah arah atau jarak terdekat sepanjang lingkaran besar yang melewati ke Kakbah (Makah) dengan tempat kota yang bersangkutan.
6. Susiknan Azhari menyebut kiblat adalah arah yang dihadap oleh Muslim ketika melaksanakan salat, yakni arah menuju Kakbah.
7. Nurmal Nur, kiblat diartikan sebagai arah yang menuju ke Kakbah di Masjidil Haram Makah, dalam hal ini seorang Muslim wajib menghadap mukanya tatkala ia mendirikan salat atau saat jenazah dibaringkan di liang lahat.

Demikian para ahli mendefinisikan arah kiblat sehingga dapat diambil kesimpulan bahwa kiblat berarti:

1. Arah yang merujuk ke suatu tempat di mana bangunan Kakbah di Masjidil Haram, Makah, Arab Saudi.
2. Jarak terdekat dengan Kakbah.²⁸

²⁸ CSS MoRA (*Community of Santri of Schollars of Ministry of Religijs Affair*), *Modul Pelatihan Ilmu Falak Praktis, Arah Kiblat dan Waktu Salat*, (Semarang: IAIN Walisongo, tt), hal. 15-16.

D. Hisab Arah Kiblat dan Azimuth Kiblat

1. Hisab Arah Kiblat

Arah kiblat yang dimaksud di sini adalah arah kiblat dihitung dari titik Utara (U) atau dari titik Selatan (S) melalui ufuk baik ke arah Barat ataupun ke arah Timur yang biasanya diberi lambang dengan huruf B.²⁹

Untuk menghitung arah kiblat dapat digunakan rumus sebagai berikut:

$$a. \text{Cotan } B = \sin a \times \text{cotan } b : \sin C - \cos a \times \text{cotan } C^{30}$$

$$b. \text{Cotan } B = \text{cotan } b \times \sin a : \sin C - \cos a \times \text{cotan } C^{31}$$

Keterangan :

B adalah arah kiblat dihitung dari titik Utara atau Selatan, jika hasil perhitungan positif arah kiblat dihitung dari titik Utara dan jika hasil perhitungan negatif, arah kiblat dihitung dari titik Selatan. B juga disebut busur arah kiblat atau sudut arah kiblat.

a adalah busur atau jarak yang dihitung dari kutub Utara bumi sampai dengan tempat atau kota yang diukur arah kiblatnya melalui lingkaran garis bujur. a dapat di peroleh dengan rumus $a = 90^\circ - LT$ (lintang tempat) yang akan diukur arah kiblatnya.

²⁹ Slamet Hambali, *Ilmu Falak Arah Kiblat Setiap Saat*, (Yogyakarta: Pustaka Ilmu Yogyakarta, 2013), hal. 17.

³⁰ Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak Dalam Teori dan Praktik...*, hal. 54.

³¹ Departemen Agama RI, *Almanak Hisab Rukyat*, (Jakarta: Departemen Agama RI, 1981), hal. 90.

b adalah busur atau jarak yang dihitung dari kutub Utara Bumi sampai dengan Kakbah melalui lingkaran garis bujur. b dapat diperoleh dengan rumus $b = 90^\circ - LK$ (lintang Kakbah)

C adalah jarak bujur terdekat dari Kakbah ke Timur atau Barat sampai dengan bujur tempat yang akan diukur arah kiblatnya. Untuk mendapatkan C dapat digunakan rumus sebagai berikut:³²

a. Jika BT^x lebih besar dari BT^k , maka untuk mendapatkan C adalah $BT^x - BT^k$

b. Jika BT^x lebih kecil dari BT^k , maka untuk mendapatkan C adalah $BT^k - BT^x$

c. Jika X terletak pada bujur Barat antara BB^0 sampai dengan BB^x $140^\circ 10' 25,67''$, maka $C = BB^x + BT^k$

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

2. Hisab Azimuth Kiblat³³

Azimuth kiblat adalah sudut (busur) yang dihitung dari titik Utara ke arah Timur (searah jarum jam) melalui ufuk sampai dengan proyeksi Kakbah. Atau dapat juga didefinisikan sebagai sudut yang dibentuk oleh garis yang menghubungkan titik pusat dan titik Utara dengan garis yang

³² Slamet Hambali, *Ilmu Falak Arah Kiblat Setiap Saat...*, hal. 18.

³³ Slamet Hambali, *Ilmu Falak Arah Kiblat Setiap Saat...*, hal. 22.

menghubungkan titik pusat dan proyeksi Kakbah melalui ufuk ke arah Timur (searah perputaran jarum jam).

Untuk mendapatkan nilai azimuth kiblat dapat digunakan rumus sebagai berikut :

- a. Jika B (arah kiblat) = UT, maka azimuth kiblatnya adalah tetap.
- b. Jika B (arah kiblat) = ST, maka azimuth kiblatnya adalah $180^\circ + B$.
- c. Jika B (arah kiblat) = SB, maka azimuth kiblatnya adalah $180^\circ - B$.
- d. Jika B (arah kiblat) = UB, maka azimuth kiblatnya adalah $360^\circ - B$.

E. Metode Penentuan Arah Kiblat

Di Indonesia penentuan arah kiblat yang dilakukan oleh umat Islam mengalami perkembangan dari waktu ke waktu sejalan dengan perkembangan ilmu pengetahuan yang ada. Pertama kali mereka menentukan arah kiblat ke Barat dengan alasan Saudi Arabia tempat di mana Kakbah berada terletak di sebelah Barat Indonesia. Hal ini dilakukan dengan kira-kira saja tanpa perhitungan pengukuran terlebih dahulu. Oleh karena itu, arah kiblat sama persis dengan tempat Matahari terbenam. Dengan demikian arah kiblat identik dengan arah Barat.

Perkembangan dalam penentuan arah kiblat ini dapat dilihat dari perubahan besar di masa K.H. Ahmad Dahlan atau dapat pula dari alat-alat yang digunakan untuk mengukurnya, seperti *miqyas*, *tongkat istiwa'*, *rubu'*

*mujayyab, kompas, theodolite, dan GPS. Dengan demikian canggihnya alat-alat bantu tersebut, data azimuth semakin tinggi akurasiya.*³⁴

Metode pengukuran arah kiblat yang berkembang di Indonesia selama ini yakni sebagai berikut:

1. Metode pengukuran arah kiblat menggunakan alat bantu kompas.

Kompas adalah alat penunjuk arah mata angin. Jarum kompas yang terdapat pada kompas ini terbuat dari logam magnetis yang dipasang sedemikian rupa sehingga mudah bergerak menunjukkan arah Utara. Hanya saja arah Utara yang ditunjukkan bukan arah Utara sejati (titik kutub Utara), tapi menunjukkan arah Utara magnet Bumi, yang posisinya selalu berubah-ubah dan tidak berhimpit dengan kutub Bumi.³⁵ Pada prinsipnya, kompas bekerja berdasarkan medan magnet. Kompas dapat menunjukkan kedudukan kutub-kutub magnet Bumi. Karena sifat magnetnya, maka jarumnya akan selalu menunjuk ke arah Utara – Selatan magnetis. Maka dari itu, dalam penggunaannya perlu dijauhkan dari benda-benda yang mengandung logam seperti pisau, kabiner, jam tangan dan lain-lain, karena dapat mempengaruhi jarum kompas sehingga tidak menunjukkan Utara sejati Bumi.³⁶

³⁴ Ahmad Wahidi, Evi Dahliyatini Nuroini, *Arah Kiblat dan Pergeseran Lempeng Bumi Perspektif Syar'iyah dan Ilmiah*, cet 2, (Malang: Uin Malik Press, 2012), hal. 28.

³⁵ Ahmad Izzuddin, *Menentukan Arah Kiblat Praktis*, (Semarang: Walisongo Press, 2010), hal. 47-48.

³⁶ Kementerian Agama, *Kajian Terhadap Metode-Metode Penentuan Arah Kiblat dan Akurasiya*, (Jakarta Pusat: Kementerian Agama Republik Indonesia, 2012), hal. 67.

Cara penggunaan kompas dalam menentukan arah kiblat adalah sebagai berikut:³⁷

- a. Mempersiapkan data garis bujur Kakbah, garis lintang Kakbah, garis bujur tempat yang akan diukur arah kiblatnya dan garis lintang tempat yang akan diukur arah kiblatnya.
- b. Memperhatikan deklinasi magnetik tempat yang akan diukur arah kiblat.
- c. Melakukan perhitungan-perhitungan untuk mendapatkan arah kiblat dan azimuth kiblat.
- d. Jika deklinasi magnetik negatif (E)³⁸, maka untuk mendapatkan azimuth kiblat ala kompas adalah kiblat azimuth kiblat yang sebenarnya dikurangi deklinasi magnetik. Sebaliknya jika deklinasi magnetik positif (W), maka untuk mendapatkan azimuth kiblat yang sebenarnya ditambah deklinasi magnetik.
- e. Mempersiapkan kompas yang akan digunakan untuk pengukuran kiblat.

³⁷ Slamet Hambali, *Ilmu Falak Arah Kiblat Setiap Saat...*, hal. 24.

³⁸ Lihat di www.ngdc.noaa.gov.

2. Metode pengukuran arah kiblat menggunakan alat bantu tongkat istiwa' dengan mengambil bayangan Matahari sebelum *zawal* dan sesudah *zawal*.

Langkah-langkah pengukuran arah kiblat menggunakan alat bantu tongkat istiwa' dengan mengambil bayangan Matahari sebelum *zawal* dan sesudah *zawal* adalah sebagai berikut :³⁹

- a. Pilihlah tempat yang rata, datar dan terbuka.
- b. Buatlah sebuah lingkaran di tempat itu dengan jari-jari sekitar 0,5 meter.
- c. Tancapkan sebuah tongkat lurus setinggi 1,5 meter tegak lurus tepat di tengah lingkaran.
- d. Berikan tanda titik B pada titik perpotongan antara bayangan tongkat itu dengan garis lingkaran sebelah Barat (ketika bayangan Matahari mulai masuk lingkaran). Titik B ini terjadi sebelum *zawal*.
- e. Berikan tanda titik T pada titik perpotongan antara bayangan tongkat itu dengan garis lingkaran sebelah Timur (ketika bayangan sinar Matahari keluar lingkaran). Titik T terjadi sesudah *zawal*.
- f. Hubungkan titik B dan titik T tersebut dengan garis lurus atau tali.
- g. Titik B merupakan titik Barat dan titik T merupakan titik Timur, sehingga didapatkan garis lurus yang menunjukkan arah Barat dan Timur.

³⁹ Zainul Arifin, *Ilmu Falak...*, hal. 20-21.

- h. Buatlah garis ke arah Utara tegak lurus pada garis Barat-Timur tadi, maka garis ini menunjukkan titik Utara sejati.
- i. Kemudian dari arah Utara ditarik sesuai hasil perhitungan arah kiblat yang dihasilkan menggunakan busur.
- j. Metode pengukuran arah kiblat menggunakan alat bantu *rasyd al-kiblat global*.⁴⁰

Yang dimaksud *rasyd al kiblat global* adalah petunjuk arah kiblat yang diambil dari posisi Matahari ketika sedang berkulminasi (*mer pass*) dititik zenith Kakbah, yang terjadi antara tanggal 27 Mei atau 28 Mei pk. 16.18 WIB (pk. 09.18 GMT) dan 15 Juli atau 16 Juli pk.16.27 WIB (pk. 09.27 GMT).

Dalam metode ini langkah-langkah yang perlu dilakukan adalah sebagai berikut:

- a. Mempersiapkan garis bujur dan garis lintang Kakbah, garis bujur lokasi atau tempat yang akan diukur arah kiblatnya serta garis bujur daerah atau garis bujur *local mean time* (BT^d atau BB^d atau BT^L atau BB^L) baik untuk Kakbah maupun tempat atau lokasi yang akan diukur arah kiblatnya.
- b. Menghitung *time zone* tempat atau lokasi yang akan diukur arah kiblatnya dari Kakbah.

⁴⁰ Slamet Hambali, *Ilmu Falak Arah Kiblat Setiap Saat...*, hal. 38-40.

- c. Memperhatikan, mencermati dan menghitung kapan terjadi Matahari *zawal* (*mer pass*) berimpit dengan titik zenith Kakbah (setidaknya tidaknya terdekat dengan titik zenith Kakbah), yaitu ketika *zawal* (*mer pass*) deklinasi Matahari sama dengan lintang Kakbah. Ketika Matahari *zawal* di atas Kakbah, pada saat tersebut adalah merupakan *rasyd al kiblat global* bagi daerah lain (separuh permukaan Bumi) yang dapat melihat Matahari pada saat itu.
- d. Menghitung saat terjadinya *rasyd al kiblat global* di tempat yang akan diukur arah kiblatnya. Dalam hal ini dapat dilakukan dengan mengubah waktu *zawal* di atas Kakbah ke waktu daerah setempat (BT^d) atau *local mean time* (LMT) dengan cara, waktu *mer pass* di atas Kakbah (Makah) ditambah atau dikurangi *time zonenya* antara Kakbah dengan tempat yang akan diukur arah kiblatnya. Waktu *zawal* Kakbah dapat dihitung dengan rumus *zawal* : pk. $12 - e + (45^\circ - \text{Bujur Kakbah})$: 15.
- e. Atau langsung berdasarkan waktu pertengahan setempat atau *local mean time* (LMT) yang akan diukur arah kiblatnya, dengan menggunakan rumus:
- $$WD = WH - e + (BT^d - BT^x) : 15$$
- f. Mempersiapkan benda apapun yang berdiri tegak lurus di tempat yang datar. Bayangan benda tersebut pada saat *rasyd al kiblat global* adalah arah kiblat (arah menuju Matahari pada saat itu adalah arah kiblat).

- g. Mempersiapkan jam (waktu) yang tepat (akurat).⁴¹
3. Metode pengukuran arah kiblat menggunakan alat bantu *rasyd al kiblat lokal*.⁴²

Rasyd al kiblat lokal adalah salah satu metode pengukuran arah kiblat dengan memanfaatkan posisi Matahari saat memotong lingkaran kiblatnya suatu tempat, sehingga semua benda yang berdiri tegak lurus pada saat tersebut bayangan adalah menunjukkan arah kiblat di tempat tersebut.

Arah kiblat yang diperoleh dengan sistem ini bersifat lokal, tidak berlaku di tempat yang lain, masing-masing tempat harus diperhitungkan sendiri-sendiri.

Rasyd al kiblat lokal hanya terjadi manakala azimuth Matahari sama dengan azimuth kiblat atau azimuth kiblat dikurangi 180° atau azimuth kiblat ditambah 180° , yang berarti bisa pagi hari bisa juga sore hari.

Langkah-langkah untuk mendapatkan saat terjadinya *Rasyd al kiblat lokal* adalah sebagai berikut:

- a. Melakukan hisab arah kiblat untuk tempat, masjid, mushalla, rumah, hotel dan sebagainya yang akan diukur arah kiblatnya menggunakan metode *Rasyd al kiblat lokal*.
- b. Menghitung sudut pembantu (U), dengan menggunakan rumus :

⁴¹ Untuk mendapatkan waktu yang tepat dapat menggunakan GPS, dapat pula menggunakan radio RRI, yaitu ketika menjelang berita diselingi musik khusus, kemudian diakhiri dengan suara tit tit tit, suara tit terakhir adalah tepat waktu awal berita (pk. 06 umpamanya), dapat juga menggunakan telepon duduk (telkom) dengan nomor 103, atau dapat juga menggunakan internet. (<http://www.Greenwichmeantime.com>).

⁴² Slamet Hambali, *Ilmu Falak Arah Kiblat Setiap Saat...*, hal. 45-47.

$$\text{Cotan } U = \tan B \times \sin LT$$

Keterangan :

B adalah arah kiblat dari titik Utara (+) atau dari titik Selatan (-)

LT adalah lintang tempat.

- c. Menghitung t-U dengan menggunakan rumus :

$$\text{Cos (t-U)} = \tan D \times \cos U : \tan LT$$

Keterangan :

t adalah sudut waktu Matahari

D adalah deklinasi Matahari saat *Rasyd al kiblat lokal*

t-U tetap positif jika U negatif dan diubah menjadi negatif jika U positif.

- d. Menghitung t dengan menggunakan rumus :

$$t = t-U + U$$

- e. Menghitung saat terjadinya *Rasyd al kiblat lokal* dengan menggunakan waktu hakiki atau istiwak (WH) atau *solar time* (ST), dengan menggunakan rumus :

Bilamana arah kiblat (B) condong ke Barat, maka:

$$\text{WH atau ST} : \text{pk.12} + t$$

Bilamana arah kiblat (B) condong ke Timur, maka:

$$\text{WH atau ST} : \text{pk.12} - t.$$

- f. Mengubah waktu dari waktu hakiki (WH) atau *solar time* ke waktu daerah (WD) atau *local mean time* (LMT), dengan menggunakan rumus :

Bilamana lokasi yang akan diukur arah kiblatnya berada di wilayah bujur Timur (BT), maka:

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

$$\mathbf{WD} = \mathbf{WH} - \mathbf{e} + (\mathbf{BT}^{\mathbf{L}} - \mathbf{BT}^{\mathbf{x}}) \text{ atau } \mathbf{15}.^{43}$$

Bilamana lokasi yang akan diukur arah kiblatnya berada di wilayah bujur Barat (BB), maka digunakan rumus:

$$\mathbf{WD} = \mathbf{WH} - \mathbf{e} - (\mathbf{BB}^{\mathbf{d}} - \mathbf{BB}^{\mathbf{x}}) \text{ atau } \mathbf{15}, \text{ atau:}$$

$$\mathbf{LMT} = \mathbf{WH} - \mathbf{e} - (\mathbf{BB}^{\mathbf{L}} - \mathbf{BB}^{\mathbf{x}}) \text{ atau } \mathbf{15}.^{44}$$

Untuk mendapatkan hasil perhitungan saat *Rasyd al kiblat lokal* yang akurat diperlukan perhitungan dua kali, yaitu:

- a. Menggunakan data deklinasi dan e Matahari sekitar *zawal* atau *mer pass* yang terjadi sekitar pk. 12 LMT, yang menghasilkan *Rasyd al kiblat lokal taqribi*.
- b. Menggunakan data deklinasi dan e Matahari yang didasarkan pada jam saat terjadi *Rasyd al kiblat lokal taqribi*. Hasil perhitungan langkah

⁴³ e adalah *equation of time* atau perata waktu. Bt^d adalah bujur Timur untuk waktu daerah, yaitu untuk wilayah Indonesia ada tiga waktu, yaitu Waktu Indonesia Barat (WIB) menggunakan BT^d 105° , Waktu Indonesia Tengah (WITA) menggunakan BT^d 120° dan Waktu Indonesia Timur (WIT) menggunakan BT^d 135° . BT^x adalah bujur Timur tempat yang akan diukur arah kiblatnya. BT^L adalah bujur Timur untuk *local mean time* dengan bt^d .

⁴⁴ BB^d dan BT^L adalah sama, yaitu bujur Barat untuk waktu daerah atau bujur Barat untuk *local mean time*, yaitu bujur Barat 0° atau bujur lipatan 15° . BB^x adalah bujur Barat tempat yang akan diukur arah kiblatnya.

kedua ini menghasilkan *Rasyd al kiblat lokal haqiqi bi at-tahqiq* (akurat).

4. Metode pengukuran arah kiblat menggunakan alat bantu *theodolite* berdasarkan Matahari setiap saat.

Theodolite merupakan instrumen optik survei yang digunakan untuk mengukur sudut dan arah yang dipasang pada tripod. Sampai saat ini *theodolite* dianggap sebagai alat yang paling akurat di antara metode-metode yang sudah ada dalam penentuan arah kiblat. Dengan bantuan pergerakan benda langit yakni Matahari, *theodolite* dapat menunjukkan sudut hingga satuan detik busur. Dengan mengetahui posisi Matahari yaitu memperhitungkan azimuth Matahari, maka Utara Sejati ataupun azimuth kiblat dari suatu tempat akan dapat ditentukan secara akurat. Alat ini dilengkapi dengan teropong yang mempunyai pembesaran lensa yang bervariasi, juga ada sebagiannya yang sudah menggunakan laser untuk mempermudah dalam penunjukan garis kiblat. Oleh karena itu, penentuan arah kiblat dengan menggunakan alat ini menghasilkan data yang akurat.⁴⁵

Azimuth kiblat adalah busur yang diukur dari titik Utara ke Timur (searah jarum jam) melalui ufuk sampai dengan titik kiblat. Azimuth Matahari adalah busur yang diukur dari titik Utara ke Timur (searah perputaran jarum jam) melalui ufuk sampai proyeksi Matahari. Dalam

⁴⁵ Kementerian Agama, *Ilmu Falak Praktik*, (Jakarta: Sub Direktorat Pembinaan Syariah dan Hisab Rukyat, 2013), hal. 55-56.

menentukan azimuth bintang maupun azimuth kiblat berdasarkan posisi Matahari dengan alat bantu *theodolite*, diperlukan langkah-langkah sebagai berikut:

a. Persiapan⁴⁶

Dalam melaksanakan pengukuran kiblat pada suatu tempat dengan menggunakan *theodolite*, maka harus dilakukan terlebih dahulu adalah:

- 1) Menentukan data lintang tempat dan bujur tempat dengan GPS
- 2) Menyiapkan data astronomi (ephemeris hisab rukyat) pada hari yang akan dilaksanakan
- 3) Jam (waktu) yang dijadikan acuan harus benar dan tepat. Hal ini dapat diperoleh melalui:
 - a) GPS
 - b) Radio Republik Indonesia (RRI)
 - c) Telepon rumah (telepon biasa) bunyi gong terakhir pada nomor telepon 103
- 4) Persiapkan hasil perhitungan untuk arah dan azimuth bintang, bulan ataupun azimuth kiblat
- 5) Persiapkan hasil perhitungan untuk arah dan azimuth Matahari.
- 6) Menentukan arah kiblat⁴⁷

⁴⁶ Kementerian Agama, *Ilmu Falak Praktik...*, hal. 56.

⁴⁷ Kementerian Agama, *Ilmu Falak Praktik...*, hal. 57.

Menghitung arah kiblat dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Cotan } Q = \tan LM \cdot \cos LT : \sin SBMD - \sin LT : \tan SBMD$$

Menentukan sudut waktu Matahari⁴⁸

$$t = WD + e - (BD - BT) : 15 - 12 = x 15$$

Menentukan arah Matahari⁴⁹

$$\text{Cotan } A = \tan D \times \cos LT^x : \sin t \times \sin LT^x : \tan t$$

7) Menentukan Utara sejati⁵⁰

1) Pengukuran pagi dan deklinasi Utara

$$\text{Utara sejati} = 360^\circ - A \text{ (hasil perhitungan)}$$

2) Pengukuran sore dan deklinasi Utara

$$\text{Utara sejati} = A \text{ (hasil perhitungan)}$$

3) Pengukuran pagi dan deklinasi Selatan

$$\text{Utara sejati} = 180^\circ + A \text{ (hasil perhitungan)}$$

4) Pengukuran sore dan deklinasi Selatan

$$\text{Utara sejati} = 180^\circ - A \text{ (hasil perhitungan)}$$

⁴⁸ Kementerian Agama, *Ilmu Falak Praktik...*, hal. 58.

⁴⁹ Kementerian Agama, *Ilmu Falak Praktik...*, hal. 59.

⁵⁰ Kementerian Agama, *Ilmu Falak Praktik...*, hal. 60.

b. Penggunaan *theodolite*⁵¹

- 1) Pasang *theodolite* secara benar artinya dalam posisi tegak lurus dengan statip/lot yang datar. Perhatikan water passnya dari segala arah, pastikan ia sudah merada di tengah dan tidak berubah-ubah.
- 2) Periksa tempat baterai kemudian hidupkan *theodolite* dalam posisi bebas tidak terkunci.
- 3) Bidik Matahari pada jam sesuai dengan yang sudah dipersiapkan. Jangan melihat Matahari secara langsung dengan mata.
- 4) Kunci *theodolite*, kemudian nolkan
- 5) Hidupkan kembali, lepas kunci dan putar ke arah Utara sejati
- 6) Kunci *theodolite*, kemudian nolkan
- 7) Hidupkan kembali, kemudian lepas kunci dan putar ke arah azimuth kiblat. Maka *theodolite* telah mengarah ke arah kiblat
- 8) Selanjutnya buatlah dua titik (dengan arah yang sudah ditunjukkan oleh *theodolite*), kemudian hubungkan dua titik tersebut. Garis tersebut adalah arah kiblat
- 9) Jika ingin membuat shaf, buatlah garis tegak lurus (memotong garis tadi sebesar 90°)

Dari beberapa metode-metode yang digunakan dalam penentuan arah kiblat, tentu hasil yang didapatkan tidak hanya dipengaruhi dari metode yang

⁵¹ Kementerian Agama, *Ilmu Falak Praktik...*, hal. 60-61.

digunakan. Akan tetapi bisa pada *user* nya maupun beberapa faktor, seperti apa yang penulis teliti yakni berkenaan dengan variasi lintang dan bujur Kakbah pun tentunya berpengaruh, baik itu secara signifikan maupun tidak.

BAB III

METODE PENENTUAN VARIASI LINTANG DAN BUJUR KAKBAH DAN DAMPAKNYA

A. Variasi Lintang dan Bujur Kakbah dan Metode Penentuannya

Pembahasan tentang lintang dan bujur Kakbah sangat terkait dengan penentuan arah kiblat. Lintang dan bujur Kakbah merupakan data yang penting karena data tersebut merupakan salah satu data yang digunakan dalam perhitungan arah menuju Kakbah. Selain data lintang dan bujur Kakbah yang diperlukan adalah data lintang dan bujur tempat yang akan dihitung arah kiblatnya.

Penentuan data lintang dan bujur tempat biasanya dapat menggunakan alat bantu GPS, *Google Earth* maupun tongkat istiwa yang merupakan alat sederhana yang dapat digunakan oleh umat Islam, khususnya bagi masyarakat yang tidak dapat menjangkau GPS dan mengakses *Google Earth*.¹ Namun bagaimanakah penentuan data lintang dan bujur Kakbah yang tempatnya tidak dapat dijangkau dari tempat yang jauh? Haruskah seseorang mendatangi Kakbah? Ataukah cukup hanya dengan menggunakan *Google Earth* atau sejenisnya?

Para tokoh dalam menentukan data lintang dan bujur Kakbah masing-masing berbeda, data yang dihasilkanpun berbeda satu sama lain.

¹ Anisah Budiwati, "Kajian Tongkat Istiwa' dalam Menentukan Titik Koordinat Bumi (Perbandingan dengan GPS (*Global Positioning System*) dan *Google Earth*)" dalam *Al-Ahkam*, Volume 26 Nomor 1, April 2016.

Dalam hal ini, untuk mengetahui mengapa terjadi perbedaan data lintang dan bujur Kakbah diantara para tokoh, penulis telah mewawancarai maupun mengambil referensi dari buku beberapa tokoh yang memiliki data lintang dan bujur Kakbah, di antaranya Drs. H. Slamet Hambali, M.S.I.² dalam penentuan data lintang dan bujur Kakbah, beliau melakukannya dengan pengukuran titik koordinat Kakbah menggunakan aplikasi *Google Earth*. Posisi Kakbah berdasarkan *Google Earth* 2010 tengah-tengahnya terletak pada bujur Timur (BT^k) 39° 49' 34,33" dan pada lintang Utara 21° 25' 21,04". Dengan demikian berarti kebalikan dari Kakbah terletak pada bujur Barat (BB^k) 140° 10' 25,67" dengan lintang Selatan -21° 25' 21,04".³

² Slamet Hambali adalah seorang ahli falak berkaliber nasional. Ia lahir 5 Agustus 1954 H di sebuah Desa kecil bernama Bajangan, Kecamatan Beringin, Kabupaten Semarang, Jawa Tengah. Sejak kecil ia sudah mengenal Ilmu Falak dari sang ayah, KH. Hambali. Setelah lulus dari Sekolah Dasar ia dikirim ayahnya untuk belajar di pondok pesantren Salafiyah di Pulutan Salatiga. Semasa remaja ia pernah nyantri di sebuah pondok pesantren yang diasuh oleh KH Zubair Umar Al-Jaelany. Dari sinilah kemahirannya dalam Ilmu Falak mulai berkembang. Di bawah bimbingan langsung Kyai Zubair, ia belajar Falak dengan mendalami sebuah kitab bernama *Al-Khulashoh Al-Wafiyah*, karangan sang Kyai. Ia lulus S1 dari Fakultas Syari'ah IAIN Walisongo tahun 1979 M dan lulus S1 dari Fakultas Syari'ah IAIN Walisongo tahun 2011 M. Yai Slamet-panggilan akrabnya- pernah menjabat posisi penting dalam ilmu Falak. Selama masih menjadi mahasiswa, karena kepercayaannya ia dipercaya oleh KH Zubair Umar Al-Jaelany (Rektor UIN Walisongo Pertama) sebagai asisten dosen Ilmu Falak dan Mawaris, amanat sang guru tidak disia-siakan. Kegiatan sehari-hari sang kalkulator berjalan-begitulah gelarnya- adalah mengajar di UIN Walisongo Semarang, UNISSULA (*Universitas Islam Sultan Agung*) Semarang, STIE (*Sekolah Tinggi Ilmu Ekonomi*) Dharma Putra. Sampai ia juga dipercaya sebagai Ketua Lajnah Falakiyah PWNU Jawa Tengah, Wakil Ketua Lajnah Falakiyah Pengurus Besar Nahdlatul Ulama. Selain itu, ia juga menjabat sebagai Wakil Ketua Tim Hisab Rukyat Jawa Tengah dan anggota Musyawarah Kerja Badan Hisab Rukyat Departemen Kementerian Agama RI. Ia juga pernah mengikuti pelatihan hisab rukyat tingkat ASIAN (MABIMS). Lihat buku Slamet Hambali, *Ilmu Falak 1*, (Semarang: Program Pascasarjana IAIN Walisongo Semarang, 2011), hal. 255-256.

³ Slamet Hambali, *Ilmu Falak Arah Kiblat Setiap Saat*, (Yogyakarta: Pustaka Ilmu Yogyakarta, 2013), hal. 14.

Dr. H. Ahmad Izzuddin, M. Ag.⁴ juga memiliki data lintang dan bujur Kakbah. Mengenai data lintang dan bujur Kakbah ini, beliau

⁴ Beliau lahir di Kudus pada tanggal 12 Mei 1972 adalah putera ke-7 dari pasangan almarhum H. Maksun Rosyidie dan almarhumah Hj. Siti Masri'ah Hambali. Pendidikan dimulai dari sekolah Dasar Negeri I Jekulo Kudus lulus 1985, lalu melanjutkan di Sekolah Menengah Pertama Negeri II Kudus lulus 1988, lalu nyantri di Pesantren Al-Falah Ploso Mojo Kediri Jawa Timur sambil melanjutkan di Madrasah Aliyah Al-Muttaqien Ploso Mojo Kediri lulus 1991. Pendidikan S.1 diselesaikan di Fakultas Syari'ah Institut Agama Islam Negeri (IAIN) Walisongo Semarang 1993-1997 dan melanjutkan Program Pasca Sarjana S.2 IAIN Walisongo Semarang 1998-2001 dan mengikuti shortcours akademi di NUS (National University of Singapura) yang diselenggarakan Kementerian Agama RI tahun 2010 dan meraih gelar Doktor di Program Doktor PPs IAIN Walisongo Semarang pada 15 Agustus 2011. Sejak 2005 aktif sebagai Staf Ahli Badan Hisab Rukyat Kementerian Agama RI dan menjadi Koordinator Diklat Lajnah Falakiyah PBNU. Sekarang juga menjabat Ketua Umum Asosiasi Dosen Falak Indonesia (ADFI), di samping sebagai Penasehat Komunitas Falak perempuan Indonesia (KFPI) dan Komunitas Falak Santri Indonesia (KFSI). Semenjak nyantri di Pesantren Ploso Mojo Kediri Jawa Timur, ia aktif dalam kajian dan praktik ilmu Falak, sebagaimana tercatat sebagai Tim inti pembuatan kalender Pesantren Ploso. Lalu semenjak kuliah di Semarang, ia aktif pada setiap kegiatan yang berbau Falak. Banyak karya penelitian dan karya tulis yang dipublikasikan yang terkait dengan keahliannya. Banyak karya penelitian dan karya tulis yang dipublikasikan yang terkait dengan keahliannya, diantaranya: Penelitian Kitab Sullamun Nayyirain dalam penetapan Awal Bulan Qomariyyah, skripsi tahun 1997, Penelitian Respon Pesantren terhadap Fakultas Syari'ah IAIN Walisongo Semarang, anggota penelitian kolektif, tahun 2000, Penelitian Zubaer Umar al-Jaelany dalam Sejarah Hisab Rukyat di Indonesia, penelitian individual 2002, Penelitian Melacak Pemikiran Hisab Rukyat Tradisional (Studi atas Pemikiran Muhammad Mas Manshur al-Batawai), penelitian individual 2004, Penelitian Pemikiran Hisab Rukyat Abdul Djalil (Studi atas Kitab Fath al-Rauf al-Mannan), penelitian individual IAIN Walisongo, 2005, Fiqh Hisab Rukyah Kejawen (Studi atas Penentuan Poso dan Riyoyo Masyarakat Dusun Golak Desa Kenteng Ambarawa Jawa Tengah, penelitian individual IAIN Walisongo, 2006, Upaya Unifikasi Penentuan Awal Bulan Qomariyyah, anggota tim peneliti, IAIN Walisongo, 2007, Sejarah Masjid Besar Kauman Semarang dan Masjid Agung Jawa Tengah, anggota peneliti, Pemprov Jawa Tengah, 2007, Hisab Rukyah Kejawen (Studi atas Penentuan Awal Poso dan Riyoyo Sistem Aboge), peneliti individual, mandiri, 2008, Pemikiran Hisab Rukyah Syeh Yasin al-Padangi, mandiri, 2009, Pemikiran Hisab Arah Kiblat Abu Raihan al-Biruni, individual, 2011, dan Studi Komparatif Penentuan Arah Kiblat di Singapura dan Indonesia, sebagai ketua tim, 2011. Karya dalam bentuk buku yaitu Buku Fiqh Hisab Rukyah di Indonesia (Sebuah Upaya Penyatuan Madzhab Hisab dengan Madzhab Rukyah), Yogyakarta: LogungPustaka, 2003, Buku Ilmu Falak, Semarang, Komala Grafika, 2006, Buku Menentukan Arah Kiblat Praktis, Yogyakarta, Logung, 2010, Buku Ilmu Falak Praktis, Metode Hisab dan Rukyat Praktis dan Solusi Permasalahannya, Semarang, Pustaka Rizki Putera dan Pustaka al-Hilal, 2012, dan menjadi editor buku Hisab Rukyat Menghadap Kiblat, Semarang, Pustaka Rizki Putera dan Pustaka al-Hilal, 2012, serta buku Kajian Terhadap Metode-Metode Penentuan Arah Kiblat dan Akurasinya, yang merupakan nominasi yang dapat bantuan penyelenggaraan electronic research network (PNS), Direktorat Pendidikan Tinggi Islam, Dirjen Pendis Kemenag RI, 2012. Banyak artikel yang dimuat media masa yakni artikel "*Idul Fitri antara Hisab dan Rukyah*", Wawasan, 24 Januari 1998, artikel "*Awal dan Akhir Ramadhan yang Kompromistis*", Suara Merdeka, 11 Desember 1999 dan masih banyak lagi artikel-artikel yang terkait dengan

memakai titik koordinat Kakbah yaitu $21^{\circ} 25' 21.17''$ LU dan $39^{\circ} 49' 34.56''$ BT. Pengukuran titik koordinat Kakbah dilakukan ketika beliau melaksanakan ibadah haji. Pengukuran tersebut dilaksanakan pada hari Selasa 04 Desember 2007 pukul 13.45 s/d 14.30 menggunakan GPSmap 76CS dengan sinyal satelit 6 s/d 7. Titik koordinat tersebut dihasilkan dari perhitungan rata-rata titik koordinat di setiap pojok sekitar Kakbah.

Dr. Eng. Rinto Anugraha, M. Si.⁵ juga membahas mengenai data lintang dan bujur Kakbah, beliau memakai titik koordinat Kakbah yaitu

Ilmu Falak. Lihat buku Kementerian Agama, *Kajian Terhadap Metode-Metode Penentuan Arah Kiblat dan Akurasinya*, (Jakarta Pusat: Kementerian Agama Republik Indonesia, 2012), hal. 185-186.

⁵ Dr. Eng. Rinto Anugraha, M. Si. Lahir di Jakarta, 27 September 1974, anak pertama dari tiga bersaudara. Menempuh pendidikan di SD N Klender 15, SMP N 6, SMA N 59, semuanya di Jakarta Timur. Kuliah S1 Fisika UGM 1992-1997, dengan tugas akhir tentang General Relativity and Cosmology di bawah bimbingan (Alm) Prof. Dr. Muslim dan Dr. Pramudita Anggraita. Menempuh studi doktoral pada tahun 2005-2008 dengan sponsor dari Monbukagakusho dalam bidang Nonlinear Physics di Applied Physics Laboratory, Kyushu University, di bawah supervisor Prof. Dr. Shoichi KAI dan Dr. Yoshiki HIDAHA dengan topik riset tentang Turbulence in Liquid Crystals (soft-mode turbulence). Menjadi researcher postdoctoral di tempat yang sama pada tahun 2008-2010 dengan sponsor dari JSPS. Ada sekitar 9 paper di jurnal Internasional Fisika yang ternama yang ditulis oleh saya, baik sebagai penulis pertama atau bukan sebagai penulis pertama, seperti jurnal Physical Review Letters, Physical Review E, Journal of Physical Society of Japan, Physica D dan lain-lain. Beliau bekerja sebagai Dosen Fisika Fakultas MIPA Universitas Gadjah Mada Yogyakarta sejak tahun 1998. Menjabat sebagai Kepala Laboratorium Fisika Material dan Instrumentasi Jurusan Fisika FMIPA UGM periode 2011-2013. Beliau mengajar beberapa matakuliah di S1 dan S2 Fisika UGM dan di jurusan lainnya seperti Fisika Dasar, Matematika Fisika, Elektrodinamika, Mekanika Klasik, Teori Relativitas, Fisika Kuantum, Mekanika Benda Langit, Kapita Selekta Fisika Material dan sebagainya. Beliau tinggal di Krangkungan, Condong Catur Depok Sleman Yogyakarta, bersama seorang isteri dan empat orang anak. Beliau menekuni ilmu hisab secara otodidak ketika sedang studi di Jepang. Buku referensi pertama yang beliau baca dan sangat berpengaruh bagi pengetahuan beliau di bidang ilmu hisab adalah Astronomical Algorithm karya Jean Meeus. Sebelumnya pernah menerbitkan 4 buku, asing-masing tentang TOEFL, Tes Potensi Akademik dan Olimpiade Fisika yang diterbitkan oleh Gadjah Mada University Press. Berpengalaman menangani pelatihan Olimpiade Fisika SMP dan SMU. Bidang kompetensi beliau adalah Fisika (relativitas umum dan kosmologi, Fisika Matematik, elektromagnetika, liquid crystal, simulasi spin magnetik, chaos), ilmu hisab (teori dan komputasi). Menguasai software ImageJ (untuk image processing), bahasa Basic, HTML dan sedikit program Java. Suka membaca buku Islam berbahasa Indonesia dan Arab terutama Tafsir dan Fiqh Dakwah. Lancar berbahasa Inggris. Sedikit menguasai bahasa Jepang. Suka mengupdate perkembangan sepakbola Eropa. Lihat pada PDF Eng. Rinto Anugraha, *Mekanika Benda Langit*, hal 200.

lintang $21^{\circ} 25' 22''$ LU dan bujur $39^{\circ} 49' 34''$ BT. Pengukuran titik koordinat Kakbah ini dilakukan menggunakan *Google Earth*. Mula-mula diperbesar kemudian kursor di letakkan pada bagian tengah atas Kakbah, sehingga *Google Earth* tersebut menunjukkan angka dengan lintang $21^{\circ} 25' 22''$ LU dan bujur $39^{\circ} 49' 34''$ BT.⁶

AR Sugeng Riyadi, S.Pd., M.Ud.⁷ dalam pembahasannya mengenai data lintang dan bujur Kakbah, beliau memakai titik koordinat

⁶ Hasil wawancara dengan Dr. Eng. Rinto Anugraha, M. Si. pada tanggal 5 Maret 2016 di Masjid Agung Jawa Tengah.

⁷ AR Sugeng Riyadi, S.Pd., M.Ud. lahir di Semarang, 1 Desember 1972. Lulus MI Jombor Kecamatan Tuntang tahun 1985, lulus MTs PPMI Assalaam Kabupaten Sukoharjo tahun 1988, lulus MA PPMI Assalaam Kabupaten Sukoharjo tahun 1991, lulus S1 jurusan Pendidikan Fisika di FPMIPA IKIP Yogyakarta tahun 1998 dan lulus S2 jurusan Studi Qur'an di PPS IAIN Surakarta tahun 2013. Beliau juga menjabat sebagai anggota Himpunan Fisikawan Indonesia pada tahun 2001 sampai sekarang, pembina CASA|Club Astronomi Santri Assalaam pada tahun 2005 sampai sekarang, koordinator LP2IF RHI-Surakarta pada tahun 2006 sampai sekarang, Member of International Astronomical Center pada tahun 2006 sampai sekarang, Member of MCW-USA pada tahun 2006 sampai sekarang, Anggota Himpunan Astronomi Indonesia pada tahun 2009 sampai sekarang, Ketua Umum DPP AstroFisika pada tahun 2013 sampai sekarang, Anggota BHRD Kabupaten Sukoharjo pada tahun 2014 sampai sekarang, Anggota BHRD Kota Surakarta pada tahun 2014 sampai sekarang, Anggota Tim Hisab Rukyat Kemenag RI pada tahun 2014 sampai sekarang, serta Ketua Komunitas Astrofotografi Indonesia pada tahun 2016 sampai sekarang. Pernah bekerja di Prima Komputer Yogyakarta dari tahun 1998 sampai 2001, YPDP SPA Yogyakarta dari tahun 1998 sampai 2000, Yayasan Budi Mulia Dua – Yogyakarta dari tahun 1998 sampai 2000 serta menjadi Pengasuh PPMI Assalaam – Sukoharjo Jawa Tengah dari tahun 2001 hingga sekarang. Banyak sekali karya-karya beliau diantaranya *Pembelajaran Fisika Berbasis Kompetensi Berorientasi Life Skill Di Madrasah Aliyah Assalaam Surakarta*, Penelitian Tindakan Kelas di MA PPMI Assalaam (2005), *Observasi Hilaal 1427–1430 H (2007–2009) dan Implikasinya untuk Kriteria Visibilitas di Indonesia* (Seminar Nasional Hilal dan Penyatuan Kalender Islam dalam Perspektif Islam dan Sains, Observatorium Bosscha, 19 Desember 2009), *Mengapa Saya Mendukung Qiblati...?* (Majalah Islam Internasional QIBLATI edisi 03/V-2009, hlm.49-51), *Minus 17° pun Fajar Shadiq Belum Nyata* (Majalah Islam Internasional QIBLATI edisi 05/V-2010, hlm. 54-57, 2010), *Arah Kiblat Masjid-Masjid di Indonesia* (Majalah Islam Internasional QIBLATI edisi 06/V-2010, hlm 82-86), *Perhitungan Arah Kiblat* (Majalah Islam Internasional QIBLATI edisi 07/V-2010, hlm. 16-19), *Foto Fajar Shadiq pada SDA=-18 deg* (Majalah GATRA, 12 Mei 2010 hlm. 34), *Tanggapan atas Fatwa MUI 03/2010* (Majalah Islam Internasional QIBLATI edisi 09/V-2010, hlm. 45-49), *Mengapa Saya Mendukung Qiblati* (Buku Koreksi Awal Waktu Shubuh, 2010, hlm. 233), *Tela'ah Asma'ul Husna, Al-Warits* (Khazanah Solopos, 01 Oktober 2010), *Hisab Awal Bulan Hijriyah berdasar Almanak PPMI Assalaam dengan Teori Pergerakan bulan MOON CALCULATOR version 6.0 dan Prediksi Gerhana Matahari dan Bulan Tahun 2014 dan 2022*. Diajukan pada Temu Kerja

Kakbah yaitu lintang $21^{\circ}25'21.00''$ LU dan bujur $39^{\circ} 49' 34.34''$ BT. Pengukuran titik koordinat Kakbah ini dilakukan menggunakan *Google Earth*. Beliau menentukan koordinat Kakbah dengan install aplikasi *Google Earth* dengan mengupdate versi terbaru. Kemudian dihasilkanlah nilai titik koordinat tersebut. Beliau juga sudah membuktikan akurasi dengan memasukkan koordinat *Google Earth* ke aplikasi Maps misalnya, dan datanya akurat.⁸

Kaitannya dengan persoalan arah kiblat Saadoe'ddin melakukan *taghayyur*, yaitu perubahan terhadap lintang dan bujur Kakbah. Dalam *qaul qadim* Saadoe'ddin menetapkan bahwa lintang dan bujur Kakbah adalah $21^{\circ} 20'$ LU dan $40^{\circ} 41'$ BT. Sedangkan *qaul jadid* nya menetapkan bahwa lintang dan bujur Kakbah adalah $21^{\circ}25'$ LU dan $39^{\circ}50'$ BT. Pendapat kedua ini merupakan hasil penelitian Saadoe'ddin yang dilakukan ketika menjabat ketua Badan Hisab dan Rukyat. Pada saat itu Saadoe'ddin mendapatkan tugas dari Menteri Agama untuk mengadakan

dan Evaluasi BHR Nasional di Pontianak, 2012, *Hilal itu Bukan Rahasia* (Artikel pada Majalah Islam Internasional Qiblati, edisi Oktober dan Nopember 2012), *Gerhana Bulan Penumbra* (Artikel pada Majalah Islam Al-Umm, edisi Nopember 2012), *Konsep Pergerakan Matahari Perspektif Al-Qur'an* (Tesis Studi Qur'an PPS IAIN Surakarta, 30 Januari 2013), *Isra Mikraj Perspektif Sains* (Artikel pada Solo Pos, 7 Juni 2013), *Parsel dari Allah* (Artikel pada Solo Pos, 26 Juli 2013), *TIK Untuk Live Streaming Rukyat Hilal*, PDSI Kominfo, Yogyakarta, 19 Oktober 2013, *Perhitungan Taqvim Standar Indonesia 2016*, Temu Kerja BHR Kemenag RI, Bogor 3-5 Oktober 2014, *Awal Ramadan an Syawwal di Era Rasul SAW* (Artikel pada Majalah Assalaam, edisi 4 Juni 2014), *Menentukan Awal Ramadhan, Syawwal dan Dzulhijjah 1435 H* (Artikel pada Tabloid Khazanah Masjid Fadzlurrahman UMS, Juli 2014), *Jadwal Imsakiyah Ramadhan 1435 H Solo Raya* (Makalah pada Lokakarya Imsakiyah di Kanwil Kemenag Jawa Tengah, 18 Mei 2014), *Hisab-Rukyat Arah Kiblat* (Artikel pada Tabloid Khazanah Masjid – UMS, Feb 2015), *Relativitas Waktu, Antara Al-Qur'an dan Einstein* (Makalah pada Seminar nasional Islam dan Sains - UNS, 9 Mei 2015), *Menentukan Arah Kiblat* (Artikel pada Majalah GONTOR – Edisi Syawal 1436 H/Juli 2015), *Mengintip Langit* (Artikel pada Majalah PADMA, edisi I / Oktober 2015). Wawancara melalui email.

⁸ Hasil wawancara dengan AR Sugeng Riyadi, S.Pd., M.Ud. pada tanggal 5 Maret 2016 di Masjis Agung Jawa Tengah.

penelitian dan survei pengembangan Hisab Rukyat dan kehidupan sosial di Tanah Suci Makah. Dari hasil penelitian ini kemudian Saadoe'd meminta kepada murid-muridnya (antara lain Drs. Abdul Rachim, Yogyakarta dan kepada KHB Tangshaban, Sukabumi) untuk merubah data Lintang dan Bujur Kakbah menjadi $21^{\circ}25'$ LU dan $39^{\circ}50'$ BT. Sampai sekarang data tersebut dijadikan pegangan oleh Departemen Agama RI dalam melakukan perhitungan-perhitungan arah kiblat.⁹ Di dalam buku Almanak Hisab Rukyat halaman 91 disebutkan Kakbah terletak pada $39^{\circ} 50'$ BT dengan lintang $21^{\circ} 25'$ LS. Pada tahun 1994, Nabhan Maspoetra juga melaksanakan ibadah haji dengan membawa GPS, diperoleh bujur Kakbah $39^{\circ} 49' 40''$ dan lintang Kakbah $21^{\circ} 25' 14,7''$. Informasi dari Boscha konon Prof. Dr. H. Ibrahim juga mengadakan penelitian dengan menggunakan GPS diperoleh bujur Kakbah $39^{\circ} 49' 39''$ dan lintang Kakbah $21^{\circ} 25' 25''$.¹⁰

Dengan berbagai macam data lintang dan bujur Kakbah tersebut, tentu mendapatkan hasil arah kiblat yang berbeda pula. Kemudian seberapa berdampakkah hasil arah kiblat dari berbagai variasi lintang tersebut?

⁹ Susiknan Azhari, *Pembaharuan Pemikiran Hisab di Indonesia Studi Atas Pemikiran Saadoe'ddin Djambek*, (Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2002), hal. 59-60.

¹⁰ Slamet Hambali, *Ilmu Falak I...*, hal. 181.

B. Dampak Variasi Lintang dan Bujur Kakbah Terhadap Penentuan Arah Kiblat

Dampak variasi lintang dan bujur Kakbah terhadap penentuan arah kiblat dapat diketahui dengan melakukan hisab arah kiblat. Dalam melakukan hisab arah kiblat dapat digunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Cotan } B = \sin a \times \text{cotan } b : \sin C - \cos a \times \text{cotan } C^{11}$$

$$\text{Cotan } B = \text{cotan } b \times \sin a : \sin C - \cos a \times \text{cotan } C^{12}$$

Keterangan:

B adalah arah kiblat dihitung dari titik Utara atau Selatan, jika hasil perhitungan positif arah kiblat dihitung dari titik Utara dan jika hasil perhitungan negatif, arah kiblat dihitung dari titik Selatan. B juga disebut busur arah kiblat atau sudut arah kiblat.

a adalah busur atau jarak yang dihitung dari kutub Utara Bumi sampai dengan tempat atau kota yang diukur arah kiblatnya melalui lingkaran garis bujur. a dapat di peroleh dengan rumus $a = 90^\circ - LT$ (lintang tempat) yang akan diukur arah kiblatnya.

b adalah busur atau jarak yang dihitung dari kutub Utara Bumi sampai dengan Kakbah melalui lingkaran garis bujur. b dapat diperoleh dengan rumus $b = 90^\circ - LK$ (Lintang Kakbah)

¹¹ Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak Dalam Teori dan Praktik*, (Yogyakarta: Buana Pustaka, 2008), hal. 54.

¹² Departemen Agama RI, *Almanak Hisab Rukyat*, (Jakarta: Departemen Agama RI, 1981), hal. 90.

C adalah jarak bujur terdekat dari Kakbah ke Timur atau Barat sampai dengan bujur tempat yang akan diukur arah kiblatnya. Untuk mendapatkan C dapat digunakan rumus sebagai berikut:¹³

1. Jika BT^x lebih besar dari BT^k , maka untuk mendapatkan C adalah $BT^x - BT^k$
2. Jika BT^x lebih kecil dari BT^k , maka untuk mendapatkan C adalah $BT^k - BT^x$
3. Jika X terletak pada bujur Barat antara $BB 0^\circ$ sampai dengan $BB 140^\circ 10' 25,67''$, maka $C = BB^x + BT^k$
4. Jika X terletak pada bujur Barat antara $BB 140^\circ 10' 25,67''$ sampai dengan $BB 180^\circ$, maka $C = 360^\circ - BB^x - BT^k$

Untuk mendapatkan nilai azimuth kiblat dapat digunakan rumus sebagai berikut :

1. Jika B (arah kiblat) = UT, maka azimuth kiblatnya adalah tetap.
2. Jika B (arah kiblat) = ST, maka azimuth kiblatnya adalah $180^\circ + B$.
3. Jika B (arah kiblat) = SB, maka azimuth kiblatnya adalah $180^\circ - B$.
4. Jika B (arah kiblat) = UB, maka azimuth kiblatnya adalah $360^\circ - B$.

Menghitung arah kiblat Masjid UIN Walisongo Semarang dengan data lintang tempat $6^\circ 59' 13,11''$ LS dan bujur tempat $110^\circ 21' 33,98''$ BT.¹⁴

¹³ Slamet Hambali, *Ilmu Falak Arah Kiblat Setiap Saat...*, hal. 18.

¹⁴ Data Lintang dan Bujur Tempat diambil dari *Google Earth* oleh Slamet Hambali.

1. Sumber data dari Drs. H. Slamet Hambali, M. S. I. yakni dengan data lintang Kakbah $21^{\circ} 25' 21,04''$ LU dan data bujur Kakbah $39^{\circ} 49' 34,33''$ BT.

Data yang diperlukan:

$$\begin{aligned} a &= 90^{\circ} - LT \\ &= 90^{\circ} - (-6^{\circ} 59' 13,11'') \\ &= 96^{\circ} 59' 13,11'' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} b &= 90^{\circ} - LK \\ &= 90^{\circ} - (+21^{\circ} 25' 21,04'') \\ &= 68^{\circ} 34' 38,96'' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C &= BT^x - BT^k \\ &= 110^{\circ} 21' 33,98'' - 39^{\circ} 49' 34,33'' \\ &= 70^{\circ} 31' 59,65'' \end{aligned}$$

(C kelompok 1, arah kiblat condong ke Barat).

Data dimasukkan dalam rumus :

$$\begin{aligned} \text{Cotan B} &: \text{cotan } b \times \sin a : \sin C - \cos a \times \text{cotan } C \\ &: \text{cotan } 68^{\circ} 34' 38,96'' \times \sin 96^{\circ} 59' 13,11'' : \sin 70^{\circ} 31' \\ & \quad 59,65'' - \cos 96^{\circ} 59' 13,11'' \times \text{cotan } 70^{\circ} 31' 59,65'' \\ &: 65^{\circ} 29' 05,72'' \text{ (Utara - Barat)} \end{aligned}$$

2. Sumber data dari Dr. H. Ahmad Izzuddin. yakni dengan data lintang Kakbah $21^{\circ} 25' 21,17''$ LU dan data bujur Kakbah $39^{\circ} 49' 34,56''$ BT.

Data yang diperlukan:

$$a = 90^{\circ} - LT$$

$$= 90^{\circ} - (-6^{\circ} 59' 13.11'')$$

$$= 96^{\circ} 59' 13.11''$$

$$b = 90^{\circ} - LK$$

$$= 90^{\circ} - (+21^{\circ} 25' 21.17'')$$

$$= 68^{\circ} 34' 38.83''$$

$$C = BT^x - BT^k$$

$$= 110^{\circ} 21' 33.98'' - 39^{\circ} 49' 34,56''$$

$$= 70^{\circ} 31' 59.42''$$

(C kelompok 1, arah kiblat condong ke Barat).

Data dimasukkan dalam rumus :

$$\text{Cotan B} : \text{cotan } b \times \sin a : \sin C - \cos a \times \text{cotan } C$$

$$: \text{cotan } 68^{\circ} 34' 38.83'' \times \sin 96^{\circ} 59' 13.11'' : \sin 70^{\circ} 31'$$

$$59.42'' - \cos 96^{\circ} 59' 13.11'' \times \text{cotan } 70^{\circ} 31' 59.42''$$

$$: 65^{\circ} 29' 05.53'' \text{ (Utara - Barat)}$$

3. Sumber data dari Dr. Eng. Rinto Anugraha, M. Si. yakni dengan data lintang Kakbah $21^{\circ} 25' 22''$ LU dan data bujur Kakbah $39^{\circ} 49' 34''$ BT.

Data yang diperlukan:

$$a = 90^{\circ} - LT$$

$$= 90^{\circ} - (-6^{\circ} 59' 13.11'')$$

$$= 96^{\circ} 59' 13.11''$$

$$b = 90^{\circ} - LK$$

$$= 90^{\circ} - (+21^{\circ} 25' 22'')$$

$$= 68^{\circ} 34' 38''$$

$$\begin{aligned}
 C &= BT_x - BTK \\
 &= 110^\circ 21' 33.98'' - 39^\circ 49' 34'' \\
 &= 70^\circ 31' 59.98''
 \end{aligned}$$

(C kelompok 1, arah kiblat condong ke Barat).

Data dimasukkan dalam rumus :

$$\begin{aligned}
 \text{Cotan B} &: \text{cotan } b \times \sin a : \sin C - \cos a \times \text{cotan } C \\
 &: \text{cotan } 68^\circ 34' 38'' \times \sin 96^\circ 59' 13.11'' : \sin 70^\circ 31' 59.98'' \\
 &\quad - \cos 96^\circ 59' 13.11'' \times \text{cotan } 70^\circ 31' 59.98'' \\
 &: 65^\circ 29' 04.83'' \text{ (Utara - Barat)}
 \end{aligned}$$

4. Sumber data dari AR Sugeng Riyadi, S.Pd., M.Ud. yakni dengan data lintang Kakbah $21^\circ 25' 21.00''$ LU dan data bujur Kakbah $39^\circ 49' 34.34''$ BT.

Data yang diperlukan:

$$\begin{aligned}
 a &= 90^\circ - LT \\
 &= 90^\circ - (-6^\circ 59' 13.11'') \\
 &= 96^\circ 59' 13.11''
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 b &= 90^\circ - LK \\
 &= 90^\circ - (+21^\circ 25' 21.00'') \\
 &= 68^\circ 34' 39''
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 C &= BT_x - BTK \\
 &= 110^\circ 21' 33.98'' - 39^\circ 49' 34.34'' \\
 &= 70^\circ 31' 59.64''
 \end{aligned}$$

(C kelompok 1, arah kiblat condong ke Barat).

Data dimasukkan dalam rumus :

$$\begin{aligned} \text{Cotan B} & : \cotan b \times \sin a : \sin C - \cos a \times \cotan C \\ & : \cotan 68^\circ 34' 39'' \times \sin 96^\circ 59' 13.11'' : \sin 70^\circ 31' \\ & \quad 59.64'' - \cos 96^\circ 59' 13.11'' \times \cotan 70^\circ 31' 59.64'' \\ & : 65^\circ 29' 05.75'' \text{ (Utara - Barat)} \end{aligned}$$

5. Sumber data dari Saaduddin Jambek yakni dengan data lintang Kakbah $21^\circ 25'$ LU dan data bujur Kakbah $39^\circ 50'$ BT.

Data yang diperlukan:

$$\begin{aligned} a & = 90^\circ - LT \\ & = 90^\circ - (-6^\circ 59' 13.11'') \\ & = 96^\circ 59' 13.11'' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} b & = 90^\circ - LK \\ & = 90^\circ - (+21^\circ 25') \\ & = 68^\circ 35' 00'' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C & = \text{BT}_x - \text{BT}_k \\ & = 110^\circ 21' 33.98'' - 39^\circ 50' \\ & = 70^\circ 31' 33.98'' \end{aligned}$$

(C kelompok 1, arah kiblat condong ke Barat).

Data dimasukkan dalam rumus :

$$\begin{aligned} \text{Cotan B} & : \cotan b \times \sin a : \sin C - \cos a \times \cotan C \\ & : \cotan 68^\circ 35' 00'' \times \sin 96^\circ 59' 13.11'' : \sin 70^\circ 31' \\ & \quad 33.98'' - \cos 96^\circ 59' 13.11'' \times \cotan 70^\circ 31' 33.98'' \\ & : 65^\circ 29' 20.86'' \text{ (Utara - Barat)} \end{aligned}$$

6. Sumber data dari Nabhan Maspoetra yakni dengan data lintang Kakbah $21^{\circ} 25' 14.7''$ LU dan data bujur Kakbah $39^{\circ} 49' 40''$ BT.

Data yang diperlukan:

$$\begin{aligned} a &= 90^{\circ} - LT \\ &= 90^{\circ} - (-6^{\circ} 59' 13.11'') \\ &= 96^{\circ} 59' 13.11'' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} b &= 90^{\circ} - LK \\ &= 90^{\circ} - (+21^{\circ} 25' 14.7'') \\ &= 68^{\circ} 34' 45.3'' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C &= BT_x - BT_k \\ &= 110^{\circ} 21' 33.98'' - 39^{\circ} 49' 40'' \\ &= 70^{\circ} 31' 53.98'' \end{aligned}$$

(C kelompok 1, arah kiblat condong ke Barat).

Data dimasukkan dalam rumus :

$$\begin{aligned} \text{Cotan B} &: \text{cotan } b \times \sin a : \sin C - \cos a \times \text{cotan } C \\ &: \text{cotan } 68^{\circ} 34' 45.3'' \times \sin 96^{\circ} 59' 13.11'' : \sin 70^{\circ} 31' \\ & \quad 53.98'' - \cos 96^{\circ} 59' 13.11'' \times \text{cotan } 70^{\circ} 31' 53.98'' \\ &: 65^{\circ} 29' 10.76'' \text{ (Utara - Barat)} \end{aligned}$$

7. Sumber data dari Prof. Dr. H. Ibrahim yakni dengan data lintang Kakbah $21^{\circ} 25' 25''$ LU dan data bujur Kakbah $39^{\circ} 49' 39''$ BT.

Data yang diperlukan:

$$\begin{aligned} a &= 90^{\circ} - LT \\ &= 90^{\circ} - (-6^{\circ} 59' 13.11'') \end{aligned}$$

$$= 96^{\circ} 59' 13.11''$$

$$b = 90^{\circ} - LK$$

$$= 90^{\circ} - (+21^{\circ} 25' 25'')$$

$$= 68^{\circ} 34' 35''$$

$$C = BT_x - BT_k$$

$$= 110^{\circ} 21' 33.98'' - 39^{\circ} 49' 39''$$

$$= 70^{\circ} 31' 54.98''$$

(C kelompok 1, arah kiblat condong ke Barat).

Data dimasukkan dalam rumus :

$$\text{Cotan B} : \text{cotan } b \times \sin a : \sin C - \cos a \times \text{cotan } C$$

$$: \text{cotan } 68^{\circ} 34' 35'' \times \sin 96^{\circ} 59' 13.11'' : \sin 70^{\circ} 31'$$

$$54.98'' - \cos 96^{\circ} 59' 13.11'' \times \text{cotan } 70^{\circ} 31' 54.98''$$

$$: 65^{\circ} 29' 00.64'' \text{ (Utara - Barat)}$$

Berikut hasil perhitungan arah kiblat dari berbagai variasi lintang dan bujur Kakbah:

Tabel 2
Hasil azimuth kiblat dari beberapa variasi lintang dan bujur Kakbah

No.	Nama Tokoh	Lintang Kakbah	Bujur Kakbah	Azimuth Kiblat
1.	Slamet Hambali	21° 25' 21,04''	39° 49' 34,33''	65° 29' 05.72''
2.	Ahmad Izzuddin	21° 25' 21.17''	39° 49' 34,56''	65° 29' 05.53''
3.	Rinto	21° 25' 22''	39° 49' 34''	65° 29' 04.83''
4.	Ar Sugeng Riyanto	21° 25' 21.00''	39° 49' 34.34''	65° 29' 05.75''
5.	Sa'aduddin Jambek	21° 25'	39° 50'	65° 29' 20.86''

6.	Nabhan Maspoetra	21° 25' 14.7"	39° 49' 40"	65° 29' 10.76"
7.	Ibrahim	21° 25' 25"	39° 49' 39"	65° 29' 00.64"

Dari hasil perhitungan arah kiblat di atas dihasilkan bahwa terdapat selisih pada detiknya. Sebagaimana dari data di atas nilai yang paling rendah adalah 65° 29' 00.64" oleh Prof. Dr. H. Ibrahim dengan data lintang 21° 25' 25" dan bujur 39° 49' 39". Kemudian nilai yang paling tinggi adalah 65° 29' 20.86" dengan data lintang 21° 25' dan bujur 39° 50' oleh Sa'aduddin Jambek.

Dari beberapa lintang dan bujur di atas merupakan sebagian kecil di antara berbagai variasi lintang dan bujur Kakbah oleh tokoh-tokoh falak. Namun dari hasil di atas sudah dapat dipahami, walaupun berbeda pada detik tentunya berbeda pula dalam perhitungan arah kiblatnya dan berdampak adanya perbedaan dalam hasil pengukuran arah, sehingga perlu diteliti bahwa apakah beberapa lintang dan bujur Kakbah tersebut dapat dijadikan acuan sehingga tidak memberikan dampak secara signifikan.

BAB IV

**ANALISIS PERBEDAAN LINTANG DAN BUJUR KAKBAH TERHADAP
PENENTUAN ARAH KIBLAT**

Pada bab sebelumnya telah dibahas mengenai berbagai variasi lintang dan bujur Kakbah oleh beberapa tokoh, metode yang digunakan serta dampak arah kiblat oleh variasi lintang dan bujur Kakbah tersebut. Selanjutnya pada bab ini variasi-variasi tersebut dibahas dan dianalisis untuk diperoleh beberapa kesimpulan. Analisis tersebut mencakup pembahasan tentang faktor-faktor yang mempengaruhi perbedaan lintang dan bujur dan analisa terhadap lintang dan bujur Kakbah dengan membandingkan antara GPS dan *Google Earth*.

A. Analisis Perbedaan Lintang dan Bujur Kakbah

Dari hasil data yang telah disebutkan pada bab sebelumnya menyimpulkan bahwa secara tersurat hal yang mempengaruhi perbedaan lintang dan bujur Kakbah adalah pada alat yang digunakan dari beberapa tokoh. Ada yang menggunakan GPS dan ada juga yang menggunakan *Google Earth*. Agar lebih jelasnya di bawah ini akan dipaparkan mengenai penentuan koordinat menggunakan GPS dan *Google Earth*.

1. Penentuan lintang dan bujur dengan GPS

Pemanfaatan GPS dalam menentukan arah kiblat khususnya dalam penyajian data titik koordinat Bumi tidak lain merupakan pemanfaatan keilmuan geodesi. Sebagaimana definisi berikut ini:¹

Geodesi merupakan bidang ilmu interdisiplin yang menggunakan pengukuran-pengukuran pada permukaan Bumi serta dari wahana pesawat dan wahana angkasa untuk mempelajari bentuk dan ukuran Bumi, planet-planet dan satelitnya, perubahan-perubahannya menentukan secara teliti posisi dan kecepatan dari titik-titik ataupun obyek-obyek pada permukaan bumi atau yang mengorbit bumi dan planet-planet dalam suatu sistem referensi tertentu, serta mengaplikasikan pengetahuan tersebut untuk berbagai aplikasi ilmiah dan rekayasa dengan menggunakan matematika, fisika, astronomi dan ilmu komputer.

Berdasarkan pada definisi di atas, Vanicek and Krakiwsky sebagaimana dikutip oleh Anisah Budiwati, mengklasifikasikan tiga bidang kajian utama dari ilmu geodesi yaitu penentuan posisi, penentuan medan gaya berat, dan variasi temporal dari posisi medan gaya berat, di mana domain spasialnya adalah bumi beserta benda-benda langit lainnya. Setiap bidang kajian di atas mempunyai spektrum yang sangat luas, dari teoritis sampai praktis, dari bumi sampai benda-benda langit lainnya, yang sekaligus mencakup matra darat, laut, udara dan juga luar angkasa.²

¹ Baca Anisah Budiwati, "Kajian Tingkat Istiwa' dalam Menentukan Titik Koordinat Bumi (Perbandingan dengan GPS (*Global Positioning System*) dan *Google Earth*)", (Tesis IAIN Walisongo, Semarang: Perpustakaan IAIN Walisongo, 2013), hal. 114, t.d.

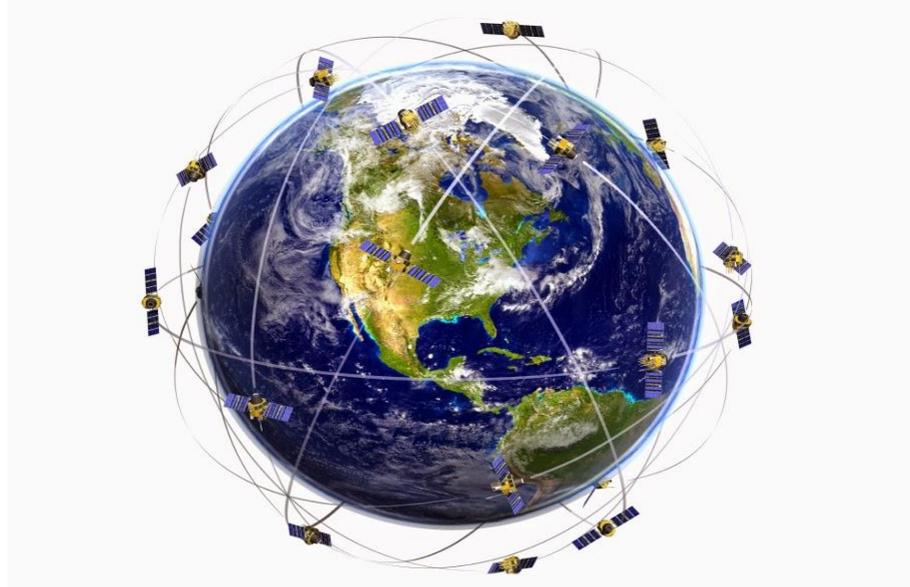
² Anisah Budiwati, *Kajian Tingkat Istiwa'...*, hal. 115.

Melihat sistem kerjanya, satelit GPS mengelilingi Bumi dua kali dalam satu hari melalui orbitnya dan mentransmit sinyal informasi ke Bumi, receiver GPS menerima informasi ini dan menggunakan metode triangulasi untuk mengkalkulasi posisi pengguna secara tepat. Lebih penting lagi, receiver GPS membandingkan antara waktu sinyal ditransmit oleh satelit dengan waktu saat diterima. Perbedaan waktu memberitahukan kepada receiver GPS seberapa jauh satelit tersebut. Saat ini, dengan pengukuran jarak dari beberapa satelit, receiver dapat mengetahui posisi pengguna dan menampilkannya dalam suatu peta elektronik.

Sebuah receiver GPS menerima sinyal paling tidak dari tiga satelit untuk mengkalkulasi posisi 2 dimensi (bujur dan lintang) dan pergerakan track. Dengan empat satelit atau lebih, maka receiver dapat menentukan posisi 3 dimensi (bujur, lintang dan ketinggian). Setelah posisi pengguna dapat ditentukan sudut arah (bearing), jalur (track), jarak tempuh, waktu Matahari terbit dan terbenam dan banyak lagi. Hal ini menunjukkan bahwa GPS termasuk pada sistem Bumi angkasa.³

³ Anisah Budiwati, *Kajian Tongkat Istiwa'...*, hal. 115.

Gambar 2
Orbit dan Posisi Satelit di Sekitar Bumi⁴



Namun demikian, GPS tipe navigasi ini memiliki kekurangan. Dari hasil pengamatan terlihat beberapa kesimpulan sebagaimana penjelasan sebelumnya yang menerangkan bahwa sinyal satelit menjadi hal utama untuk mendapatkan data, bahwa GPS tidak bisa digunakan di tempat-tempat di mana sinyal dari satelit tidak dapat mencapai receiver GPS, seperti di dalam ruangan, di dalam terowongan, di bawah air, di tempat yang banyak pepohonan maupun gedung dan tempat-tempat sejenisnya. Hal ini disebabkan adanya posisi satelit yang baik dan buruk. GPS yang kita gunakan yakni yang memenuhi fasilitas SPS (*standart positioning services*). Oleh karena itu, untuk memperoleh data yang baik dalam navigasi

⁴<https://www.google.co.id/search?q=gambar+orbit+dan+posisi+satelit+di+sekitar+bumi&espv=2&biw=1024&bih=537&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ved=0ahUKEwj8v97s457MAhXDIZOKHaEVCOUQ7AkILw#imgrc=yp5y1U99rRxbKM%3A> diakses pada tanggal 21 April 2016 pukul 10:25 WIB.

menggunakan satelit perlu diperhatikan beberapa hal mengenai posisi satelit saat melakukan triangulasi data sebagai berikut:⁵

- a. Posisi *Geometric Dilution of Precision* (GDOP) yang buruk bila posisi sudut satelit GPS yang digunakan hampir sama besarnya terhadap pesawat penerima GPS.

Gambar 3 GDOP yang buruk⁶

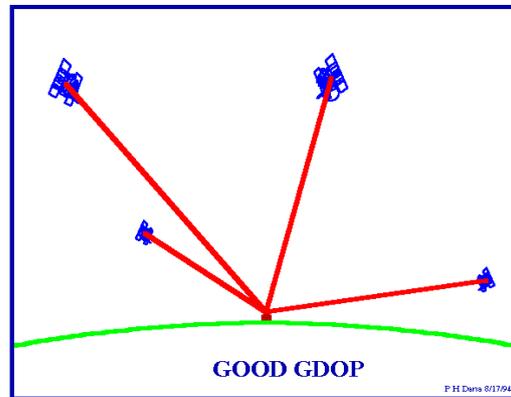


- b. Posisi *Geometric Dilution of Precision* (GDOP) yang baik bila posisi sudut satelit GPS yang digunakan berbeda cukup besar terhadap pesawat penerima GPS.

⁵ Anisah Budiwati, *Kajian Tingkat Istiwa'...*, hal. 119-120.

⁶https://www.google.co.id/search?q=GAMBAR+GDOP+YANG+BURUK&espv=2&biw=1024&bih=537&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiF_tvAvrDMAhVGCY4KHTRzCxYQ_AUIBigB#tbn=isch&q=Gambar+Posisi+Geometric+Dilution+of+Precision&imgsrc=zP521BIIWJLxnM%3A, di akses pada tanggal 28 April 2016 pukul 10.30 WIB.

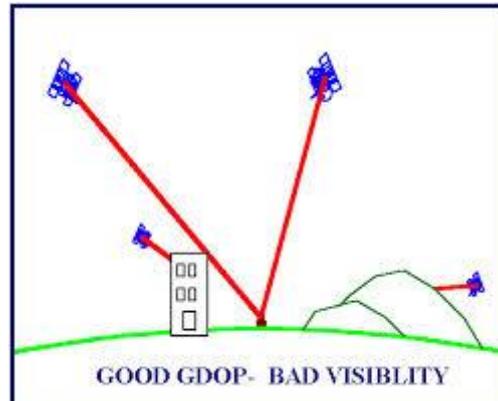
Gambar 4 GDOP yang baik⁷



- c. Posisi *Geometric Dilution of Precision* (GDOP) yang baik tetapi buruk untuk bidang pengamatannya, bila posisi sudut satelit GPS yang digunakan berbeda cukup besar terhadap pesawat penerima GPS tetapi sebagian dari sinyal satelit terhalangi oleh benda di hadapannya seperti pohon, gedung dan sebagainya.

⁷https://www.google.co.id/search?q=GAMBAR+GDOP+YANG+BURUK&espv=2&biw=1024&bih=537&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiF_tvAvrDMAhVGcY4KHTRzCxYQ_AUIBigB#tbn=isch&q=Gambar+Posisi+Geometric+Dilution+of+Precision&imgsrc=zP521BIIWJLxnM%3A, di akses pada tanggal 28 April 2016 pukul 10.30 WIB.

Gambar 5
GDOP yang baik dengan pengamatan yang buruk⁸



Selain dari pada itu, hal yang menjadi kekhawatiran terjadinya kesalahan pada data GPS adalah adanya pengaruh ionosfer terhadap GPS. Ketika sinyal melalui lapisan atmosfer, maka sinyal tersebut akan terganggu oleh konten dari atmosfer tersebut. Besarnya gangguan itu disebut bias. Bias sinyal yang ada utamanya terdiri dari 2 macam yaitu bias ionosfer dan bias troposfer. Bias ini harus diperhitungkan (dimodelkan atau diestimasi atau melakukan teknik *differencing* untuk metode diferensial dengan jarak baseline yang tidak terlalu panjang) untuk mendapatkan solusi akhir koordinat dengan ketelitian yang baik. Apabila bias diabaikan maka dapat memberikan kesalahan posisi sampai dengan orde meter.⁹

Adapun faktor-faktor yang dapat menurunkan sinyal GPS dan mempengaruhi akurasi adalah sebagai berikut:

⁸https://www.google.co.id/search?q=GAMBAR+GDOP+YANG+BURUK&espv=2&biw=1024&bih=537&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiF_tvAvrDMAhVGCY4KHTRzCxYQ_AUIBigB#tbn=isch&q=Gambar+Posisi+Geometric+Dilution+of+Precision&imgcr=zP521BIIWJLxnM%3A, di akses pada tanggal 28 April 2016 pukul 10.30 WIB.

⁹ Anisah Budiwati, *Kajian Tingkat Istiwa'...*, hal.120-121.

- a. Penundaan dari ionosfer dan troposfer – sinyal satelit melambat saat melewati atmosfer. Sistem GPS menggunakan model yang sudah terpasang yang menghitung jumlah rata-rata keterlambatan dan mengkoreksi kesalahan.
- b. Sinyal *multipath* – Ini terjadi ketika sinyal GPS ini tercermin dari objek seperti gedung-gedung tinggi atau permukaan batu besar sebelum mencapai penerima. Hal ini akan meningkatkan waktu perjalanan sinyal, sehingga menyebabkan kesalahan.
- c. Kesalahan jam Receiver – Sebuah receiver built-in jam tidak seakurat jam-jam atom pada satelit GPS onboard. Karena itu, mungkin ada kesalahan sedikit pada waktu.
- d. Kesalahan orbital – Juga dikenal sebagai kesalahan ephemeris, ini adalah ketidakakuratan dari satelit melaporkan lokasi.
- e. Jumlah satelit terlihat – Semakin banyak satelit yang bisa dilihat oleh GPS akurasi yang lebih baik. Bangunan, bentuk suatu permukaan, inferensi elektronik atau bahkan kadang-kadang dedaunan yang lebat dapat memblokir penerimaan sinyal, menyebabkan kesalahan posisi atau mungkin tidak membaca posisi sama sekali. Unit GPS biasanya tidak akan bekerja dalam ruangan, bawah laut atau bawah tanah.
- f. Geometri satelit / *shading* – ini mengacu pada posisi relatif satelit pada suatu waktu. Geometri satelit ideal terjadi ketika satelit berada di sudut lebar relatif terhadap satu sama lain. Hasil

geometri yang tidak bagus saat satelit berada dalam satu garis atau dalam kelompok satelit yang berdekatan.

- g. Degradasi dari sinyal satelit yang disengaja – *Selective Availability* (SA) adalah kesengajaan degradasi sinyal oleh Departemen Amerika Serikat. SA dimasukkan untuk mencegah musuh militer dari menggunakan GPS yang akurat. SA dinonaktifkan oleh Pemerintah AS pada bulan Mei 2000, yang secara signifikan meningkatkan akurasi penerima GPS sipil.¹⁰

Dari hasil pengamatan terlihat beberapa kesimpulan sebagaimana penjelasan sebelumnya yang menerangkan bahwa sinyal satelit menjadi pusat utama ketika mendapatkan data, bahwa GPS tidak bisa digunakan di tempat-tempat di mana sinyal dari satelit tidak dapat mencapai receiver GPS, seperti di dalam ruangan, di dalam terowongan, di bawah air, di tempat yang banyak pepohonan maupun gedung dan tempat-tempat sejenisnya. Pada survei GPS, satelit-satelit GPS yang dapat dianalogikan dengan titik-titik kontrol pada survei terestris, tidak terlihat oleh surveyor. Ini secara psikologis dapat menimbulkan sikap kurang kehati-hatian pada diri surveyor.

Meskipun pemakaian GPS terkesan sangat mudah. Namun ini kadangkala bisa menyebabkan situasi di mana informasi yang diberikan GPS digunakan secara tidak benar oleh pemakai (*users*),

¹⁰<https://gpsgarmin63.wordpress.com/2011/10/31/faktor-yang-mempengaruhi-sinyal-gps/>, diakses tanggal 16-03-2016.

sebagaimana yang telah dijelaskan di atas. Pemakai tidak memiliki kontrol dan wewenang dalam pengoperasian GPS. Kemudian jika pemakai menginginkan ketelitian yang lebih tinggi, pengolahan GPS relatif bukanlah hal yang mudah. GPS adalah teknologi yang relatif baru sehingga sumber daya manusia yang mengerti tentang GPS dan metode pengaplikasiannya relatif masih sedikit.

Sebagaimana penelusuran literatur di atas, maka penulis melakukan pengamatan pengambilan titik koordinat menggunakan GPS yakni di dua lokasi dan waktu yang berbeda. Gambar di bawah ini adalah observasi GPS pertama kali di Kampus 3 UIN Walisongo Semarang:

Gambar 6
Observasi pengamatan GPS pada tanggal 21 April 2016 di
Kampus 3 UIN Walisongo Semarang.



Pada gambar di atas terlihat posisi GPS yang sedang diletakkan di tanah untuk memperoleh sinyal satelit dalam menampilkan data koordinat tempat tersebut. Adapun hasil pengamatan tersebut adalah:

Tabel 3
pengamatan GPS di Juras kampus UIN Walisongo Semarang
pada tanggal 21 April 2016.

Tempat pengamatan	:	Juras Kampus 3 UIN Walisongo
Hari dan tanggal	:	Kamis, 21 April 2016
Pukul	:	17:00:53 WIB
Kondisi satelit	:	9-10 satelit
Kondisi alam	:	Cerah
Kondisi baterai	:	Penuh
Lintang	:	6° 59' 26.7"
Bujur	:	110° 21' 0.24"

Catatan : Tempat pengamatan tepatnya di belakang perpustakaan UIN Walisongo yakni di Juras. Kondisi alam saat itu cerah. Di awal pengamatan sinyal yang diterima berkisar 7-8 sinyal dengan tinggi lokasi 6 m, lintang tempat 6° 59.446' dan bujur tempat 110° 21.004' hingga mulai menit ke 2 sampai menit ke 5 tidak lagi ada perubahan kecuali pada tinggi lokasi yakni dari 5 m sampai dengan 4 m dengan lintang tempat 6° 59' 26.7" dan bujur tempat 110° 21' 0.24".

Kemudian pada waktu tertentu dan pada tempat yang berbeda, penulis mendapatkan hasil pengamatan GPS di Pondok Pesantren Daarun Najah (PPDN) Putri Jrasah Tugu Semarang yakni sebagaimana gambar berikut ini:

Gambar 7
Observasi pengamatan GPS pada tanggal 02 Mei 2016 di
Mushala Depan Pondok Pesantren Putri Daarun Najah Jrasah
Tugu Semarang



Pada gambar di atas terlihat penulis sedang menuliskan hasil data yang ditampilkan oleh GPS. Adapun hasil pengamatan tersebut adalah:

Tabel 4
pengamatan GPS di Mushala Depan Pondok Pesantren Putri
Daarun Najah Jrasah Tugu Semarang pada tanggal 02 Mei 2016

Tempat pengamatan	:	PPDN Putri
Hari dan tanggal	:	Senin, 02 Mei 2016

Pukul	:	06.59 WIB
Kondisi satelit	:	6-7 satelit
Kondisi alam	:	Cerah
Kondisi baterai	:	penuh
Lintang	:	06° 59' 4.2"
Bujur	:	110° 21' 47.8"

Catatan: Pengamatan dilakukan tepatnya di depan PPDN Putri yakni di halaman Mushola al-Iman. Di awal pengamatan sinyal GPS hanya 4 satelit dengan lokasi 23 meter, lintang 06° 59' 4.44" dan bujur 110° 21' 48.1". kemudian dari menit ke 2 sampai menit ke 5 satelit masih berubah-ubah, lokasi tempat juga berubah-ubah, hingga lintang dan bujur pun berubah-ubah. Namun pada menit ke 6 sampai dengan menit ke 9 yakni satelit, lokasi, lintang dan bujur tidak lagi berubah yakni satelit 6-7, lokasi 7 meter, lintang 06° 59' 4.2" dan bujur 110° 21' 47.8".

Dari dua hasil pengamatan ini secara general tidak dapat disimpulkan menjadi dua tempat ini saja, karena hal ini menunjukkan perbedaan kondisi pada setiap tempat. Hal ini justru membuktikan bahwa sinyal satelit menjadi data informasi penting dan laporan data ini akan sangat tergantung pada satelit yang ditangkap oleh receiver GPS (navigasi). Dilihat dari kedua praktek di atas membuktikan bahwa tempat praktek sangat mempengaruhi

satelit yang ditangkap. Yang mana praktek pertama di Juras Kampus 3 UIN Walisongo tempatnya terbuka sehingga sinyal satelit yang diperoleh lebih banyak dibanding dengan praktek yang kedua yakni di depan PPDN Putri tepatnya di depan Musholah al-Iman yang mana di belakang Musholah tersebut terdapat pabrik baja dan banyak bangunan rumah. Oleh karena itu, ketika mengambil data yang paling tepat dan konstan sangatlah tidak mungkin karena berbagai kondisi yang bisa disebabkan dari beberapa hal yang telah dijelaskan sebelumnya baik mengenai geometri satelit, pengamatan receiver, keadaan alam, *users* sampai dengan tempat pengamatan berada.

2. Penentuan lintang dan bujur Kakbah dengan *Google Earth*

Google Earth merupakan aplikasi pemetaan interaktif yang dikeluarkan google. *Google Earth* menampilkan peta bola dunia, keadaan topografi, foto satelit, terrain yang dapat dioverlay dengan jalan, bangunan, lokasi ataupun informasi geografis lainnya.

Dengan *Google Earth* kita dapat merencanakan perjalanan, mencari tempat wisata, bandara, rumah makan, hotel, rumah sakit, sekolah dan lain-lain. Di mana kita bisa mendapatkan koordinat lintang dan bujur. *Google Earth* dapat menampilkan foto satelit resolusi rendah yang menggambarkan gunung, laut, hutan, sampai foto satelit resolusi tinggi yang dapat menggambarkan objek-objek seperti jalan, rumah, perkantoran. Untuk area-area tertentu sudah dilengkapi dengan penampilan bangunan 3D.

Kita dapat memasukkan lokasi-lokasi tertentu, membuat rute, peta, area, menghitung jarak dan meng-overlay-kan beberapa foto satelit. Dengan *Google Earth* di antara sesama pengguna dapat saling berbagi informasi. *Google Earth* dapat digunakan oleh siapapun yang membutuhkan informasi geografis, baik itu praktisi, dosen, engineer, mahasiswa dan lain-lain.

Google Earth pada awalnya dikenal sebagai Google Viewer, yang dikembangkan oleh Keyhole, Inc., sebuah perusahaan yang diambil alih oleh Google pada tahun 2004. Produknya kemudian diganti namanya menjadi *Google Earth* pada tahun 2005. Resolusi pada setiap daerah berbeda, namun kebanyakan daratan tersedia dengan resolusi 15 meter. Resolusi yang cukup tinggi, mencakup di beberapa kota besar seperti Melbourn, London, Washington, D.C., dan Seattle, sehingga dapat membedakan bentuk bangunan kecil, warna mobil, bayangan orang dan marka jalan. Sedangkan untuk daerah tertentu seperti Las Vegas, Nevada dan Cambridge, Massachusetts sudah tersedia dengan resolusi 15 cm.

Google Earth juga memiliki data digital elevation model (DEM) yang diambil oleh Shuttle Radar Topography Mission milik NASA. Ini berarti pengguna dapat melihat Grand Canyon atau gunung

Everest ataupun gunung-gunung yang lainnya dalam bentuk tiga dimensi.¹¹

Google Earth merupakan aplikasi yang untuk bekerja membutuhkan koneksi internet. *Google Earth* dapat di-download secara gratis dari internet. *Google Earth* tersedia dalam empat lisensi yang berbeda, yaitu:

a. *Google Earth* gratis.

Google Earth free version ini dapat di download dan digunakan secara gratis. Hanya dengan *Google Earth* gratis ini kita bisa melakukan berbagai hal, seperti: menjelajah belahan dunia secara virtual, mendapatkan informasi posisi dan rencana perjalanan, menjelajah informasi multimedia dan berbagai informasi perjalanan.¹²

b. *Google Earth Plus*, termasuk penambahan fitur GPS.

Google Earth Plus tidak gratis. Untuk berlangganan setiap tahun kita harus membayar 20\$. Layanan *Google Earth Plus* mempunyai kelebihan dari *Google Earth (free version)*, yaitu: mempertinggi akses jaringan untuk kemampuan yang lebih cepat, real-time GPS tracking dan impor track/waypoint – untuk upload data dari GPS devices, hanya mendukung GPS dari merk Magellan dan Garmin, tidak bisa mng ekspor track atau waypoint ke GPS, lebih bsar dari rsolusi printing untuk hasil yang lebih

5. ¹¹ Yeyep Yousman, *Google Earth*, (C.V Andi Offset: Yogyakarta, 2008), hal. 3-

¹² Yeyep Yousman, *Google Earth...*, hal. 7-8.

bagus, penggunaan email untuk layanan pelanggan, spreadsheet importer – untuk mengimpor lokasi dari file CSV, terbatas sampai 100 titik/alamat. Dengan feature ini anotasi path dan poligon bisa diekspor ke KML serta print resolusi tinggi.¹³

c. *Google Earth Pro*, yang ditujukan untuk penggunaan komersial.

Untuk menggunakan *Google Earth Pro* kita harus membayar \$400. Kelebihan *Google Earth Pro* dari *Google Earth Plus* antara lain : kecepatan lebih tinggi, bisa membuat movie, bisa mengimpor data GIS dan kelebihan dalam printing. Selain itu juga ada beberapa manfaat *Google Earth Pro* di antaranya: untuk kalangan profesional dan komersial, anotasi dan visulisasi, sharing dan analisis data, sangat bagus untuk membuat presentasi serta berguna untuk berbagai industri.¹⁴

d. *Google Earth Enterprise*, yang dilengkapi dengan basis data.

Google Earth Enterprise dilengkapi dengan basis data sehingga dapat menjadi sarana yang powerful untuk menyimpan sistem dan data geografis yang besar, secara efektif dan efisien. Teknologi *Google Earth* memudahkan pengguna yang nonspesialis untuk menangani citra satelit dan data GIS yang besar. Dengan *Google Earth Enterprise* kita dapat menggabungkan data dengan ASP untuk mengirimkan data *Google Earth*. Manfaat lain dari *Google Earth Enterprise*: *Google*

¹³ Yeyep Yousman, *Google Earth...*, hal. 8.

¹⁴ Yeyep Yousman, *Google Earth...*, hal. 9-10.

Earth menggunakan teknologi streaming yang canggih untuk mendapatkan geodata dengan cepat, sistem *Google Earth* dapat menjadi host databade yang besar, *Google Earth Enterprise* dapat bekerja dengan berbagai sistem GIS, dapat digunakan untuk memublish data sistem ini perusahaan atau pada masyarakat.¹⁵

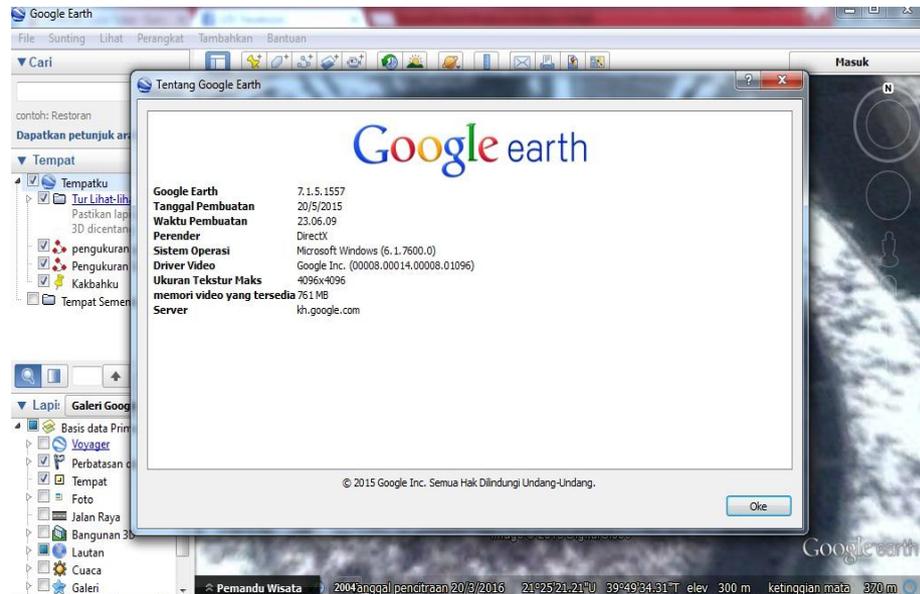
Google Earth dapat di-download di situs <http://earth.google.com/download-earth.html>. Setelah selesai men-download, kita dapat menginstalasi dan langsung menjalankannya. Adapun langkah-langkah instalasi *Google Earth* adalah sebagai berikut:

- a. Klik dua kali pada *Google Earth* installer yang sudah di-download.
- b. Klik next. Maka *Google Earth* akan diinstal pada komputer dan tunggu sampai instalasi selesai.
- c. Jika instalasi sudah selesai, klik finish. *Google Earth* sudah siap dijalankan.

Dalam hal penentuan lintang dan bujur, penulis menggunakan *Google Earth* yang *free version* dengan versi terbaru. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar di bawah ini :

¹⁵ Yeyep Yousman, *Google Earth...*, hal. 10.

Gambar 8
Versi *Google Earth* Oleh Penulis

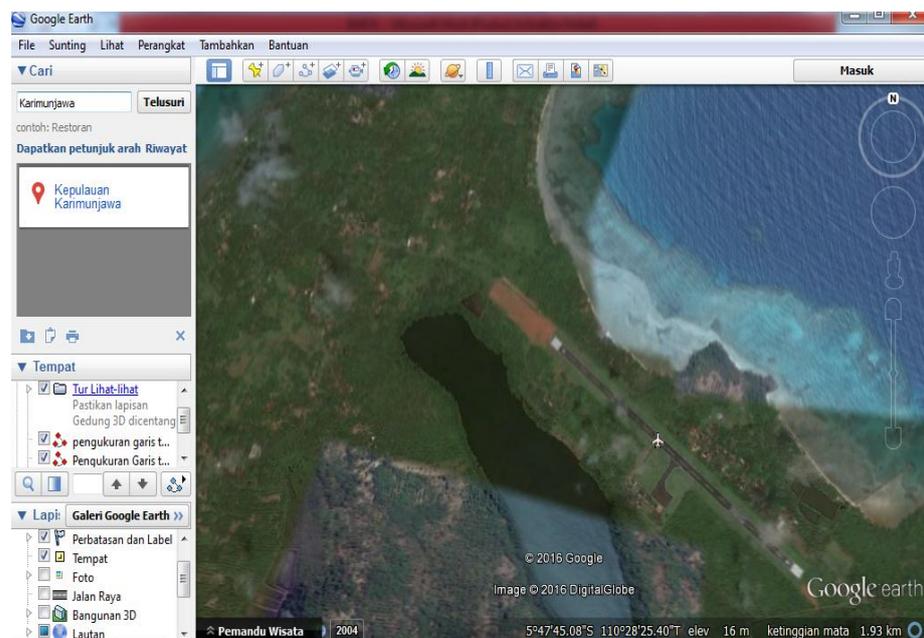


Keterangan :

<i>Google Earth</i>	7.1.5.1557
Tanggal pembuatan	20/5/2015
Waktu pembuatan	23.06.09
Perender	DirectX
Sistem operasi	Microsoft Windows (6.1.7600.0)
Driver Video	Google Inc. (00008.00014.01096)
Ukuran Tekstur Maks	4096x4096
Memori Video yang tersedia	761 MB
Server	kh.google.com

Jika dilihat dari versinya, *Google Earth* ini termasuk yang terbaru karena pembuatannya pada tanggal 20/5/2015. Dalam pengaplikasiannya *Google Earth free version* harus dikoneksikan terlebih dahulu dengan internet kemudian kita bisa menyimpan tempat-tempat yang diinginkan, sehingga dalam penggunaan pertama kali harus terkoneksi dengan internet. Di bawah ini merupakan gambar yang diambil langsung dari *Google Earth*:

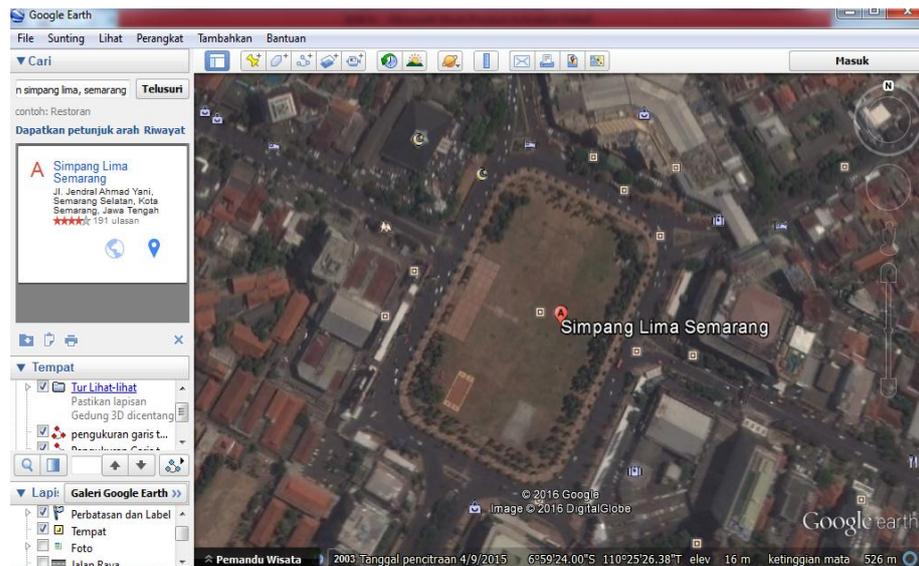
Gambar 9
Kepulauan Karimunjawa Diperoleh Dari *Google Earth*



Gambar di atas adalah gambar kepulauan Karimunjawa. Pada gambar terlihat adanya lapangan pesawat terbang yang masih dalam pembangunan, jika melihat gambar maka gambar tersebut termasuk yang terbaru karena pada saat ini lapangan terbang di Karimunjawa memang dalam pembangunan. Di bawah ini gambar ke dua yang

diambil dari *Google Earth* yaitu di Alun-alun Simpang Lima Semarang.

Gambar 10
Alun-Alun Simpang Lima Semarang



Gambar di atas merupakan pencitraan yang diambil pada tanggal 4/9/2015 pada Alun-alun Simpang Lima Semarang. Dari kedua gambar yang diambil dari *Google Earth* dapat dipahami bahwa *Google Earth* tidak selalu ter-update setiap tahun, bulan maupun hari. Pembaruan citra satelit *Google Earth* menggunakan informasi satelit yang sama dengan *Google Maps*. Gambar yang ditampilkan pun tidak terlalu jelas, sehingga jika digunakan dalam penentuan koordinat tempat tentu akan memberikan hasil yang tidak begitu persis pada tempat yang akan diambil koordinatnya.

B. Analisis Signifikansi Perbedaan Lintang dan Bujur Kakbah Terhadap Penentuan Arah Kiblat

Dalam penentuan arah kiblat, tidak hanya dalam metode dan penentuannya saja yang berbeda, melainkan juga di antaranya dalam pengambilan koordinat tempat maupun koordinat Kakbah pun bervariasi. Sebagaimana diketahui bahwa koordinat Kakbah merupakan salah satu data yang harus diketahui dalam perhitungan arah kiblat, maka dengan demikian data tersebut harus terpenuhi. Perbedaan data yang dihasilkan bervariasi itu dikarenakan metode yang digunakanpun berbeda-beda, ada yang menggunakan GPS ada juga yang menggunakan *Google Earth*. Dengan demikian penulis ingin meneliti lebih lanjut lagi dengan mengkomparasi kedua alat tersebut.

1. Praktek *Google Earth* dengan GPS dalam Penentuan Lintang dan Bujur Tempat

Dalam praktek *Google Earth* dan GPS penulis melakukannya pada beberapa tempat, yang mana tempat yang dipilih oleh penulis merupakan beberapa tempat yang terbuka dengan alasan agar sinyal yang diperoleh dapat diterima secara baik. Beberapa tempat tersebut di antaranya adalah sebagai berikut:

a. Pelabuhan Kartini-Jepara

Di bawah ini gambar yang diperoleh dari praktek lapangan yang dilakukan di pelabuhan Kartini-Jepara pada hari Senin, 25 April 2016:

Gambar 11
Praktek GPS yang Dilakukan di Pelabuhan Kartini-Jepara



Pada gambar di atas terlihat penulis sedang memegang GPS dan menuliskan hasil yang diperoleh dari praktek GPS. Posisi penulis saat itu berada di sudut pelabuhan Kartini khusus kapal Express Bahari, adapun hasilnya adalah sebagai berikut:

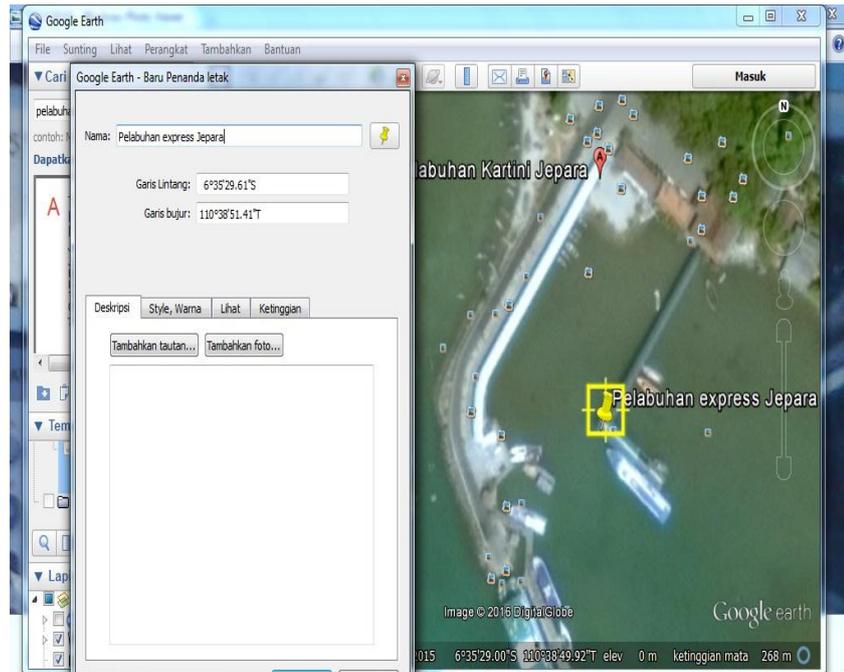
Tabel 5
Hasil Pengamatan di Pelabuhan Kartini-Jepara

Tempat pengamatan	:	Pelabuhan Kartini-Jepara
Hari dan tanggal	:	Kamis, 25 April 2016
Pukul	:	16:54:49 WIB
Kondisi satelit	:	10-11 satelit
Kondisi alam	:	Cerah
Kondisi baterai	:	Penuh
Lintang	:	6° 35' 29.64"
Bujur	:	

Catatan: pada praktek ini penulis melakukannya tepat pada sudut pelabuhan Kartini khusus kapal Express Bahari, Praktek ini di lakukan pada sore hari dengan kondisi alam yang cerah. Pada menit pertama dan ke dua GPS langsung menerima sinyal sampai 7-8 sinyal dengan tinggi lokasi mencapai 5 meter. Pada menit pertama dan kedua ini tidak terdapat perbedaan data yang ditampilkan, namun memasuki pada menit ke enam, sinyal GPS bertambah menjadi 9-10 dengan ketelitian tinggi lokasi mencapai 4 meter. Dari hasil menit ke enam ini terdapat perbedaan data yang ditampilkan pada hasil bujur yakni awalnya 110° 38' 51.3" menjadi 110° 38' 51.4". Sampai pada menit ke dua belas, tidak ada perubahan data pada GPS.

Data dari *Google Earth* sendiri dapat dilihat pada gambar di bawah ini:

Gambar 12
Hasil Pencitraan oleh *Google Earth*



Dari kedua praktek tersebut dapat dilihat dari masing-masing hasilnya pada tabel di bawah ini:

Tabel 6
Selisih *Google Earth* dengan GPS

Nama alat	Lintang	Bujur	Selisih
GPS	6° 35' 29.64"	110° 38' 51.4"	0° 0' 0.03"
<i>Google Earth</i>	6° 35' 29.61"	110° 38' 51.41"	0° 0' 0.01"

b. Stadion Glora Bumi Kartini-Jepara

Di bawah ini gambar yang diperoleh dari praktek lapangan yang dilakukan di Stadion Glora Bumi Kartini-Jepara pada hari Senin, 25 April 2016:

Gambar 13
Praktek GPS yang Dilakukan di Stadion Glora Bumi Kartini-Jepara



Pada gambar di atas terlihat penulis sedang memegang GPS dan menuliskan hasil yang diperoleh dari praktek GPS. Posisi penulis saat itu berada di bagian belakang Gapura Selamat datang di Glora Bumi Kartini, adapun hasilnya adalah sebagai berikut:

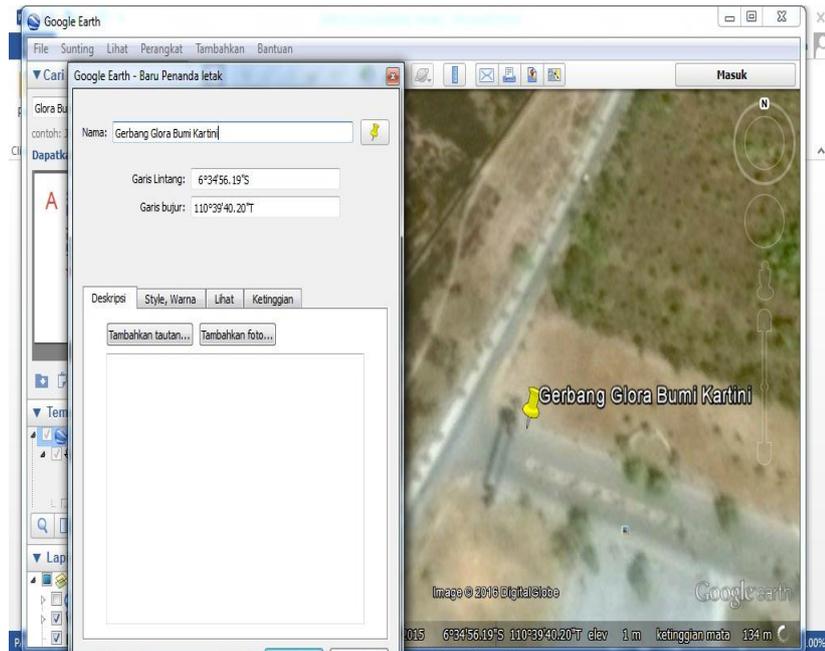
Tabel 7
**Hasil Praktek GPS di Stadion Glora Bumi Kartini-
 Jepara**

Tempat pengamatan	:	Stadion Glora Bumi Kartini-Jepara
Hari dan tanggal	:	Kamis, 25 April 2016
Pukul	:	17:24:21 WIB
Kondisi satelit	:	7-8 satelit
Kondisi alam	:	Cerah
Kondisi baterai	:	Penuh
Lintang	:	6° 34' 56.34"
Bujur	:	110° 39' 40.3"

Catatan: pada praktek ini penulis melakukannya tepat di belakang gapura selamat datang di Glora Bumi Kartini, pada menit pertama sinyal yang diperoleh hanya 4-5 satelit saja, dengan nilai lintang 6° 34' 56.46", bujur 110° 39' 40.2" dan tinggi lokasi mencapai 18 meter. Memasuki menit ke dua, sinyal bertambah menjadi 6-7 hingga menit ke sembilan, sinyal mencapai 7-8 dan data yang ditampilkan pun berubah. Nilai lintang sebesar 6° 34' 56.34", bujur 110° 39' 40.3" dan tinggi lokasi mencapai 6 meter. Data yang ditampilkan dari menit ke dua ini tidak berubah kecuali pada nilai sinyal dan tinggi lokasi, namun nilai lintang dan bujur tetap sama yakni nilai lintang sebesar 6° 34' 56.34" dan bujur 110° 39' 40.3".

Data dari *Google Earth* sendiri dapat dilihat pada gambar di bawah ini:

Gambar 14
Hasil Pencitraan oleh *Google Earth*



Dari kedua praktek tersebut dapat dilihat dari masing-masing hasilnya pada tabel di bawah ini:

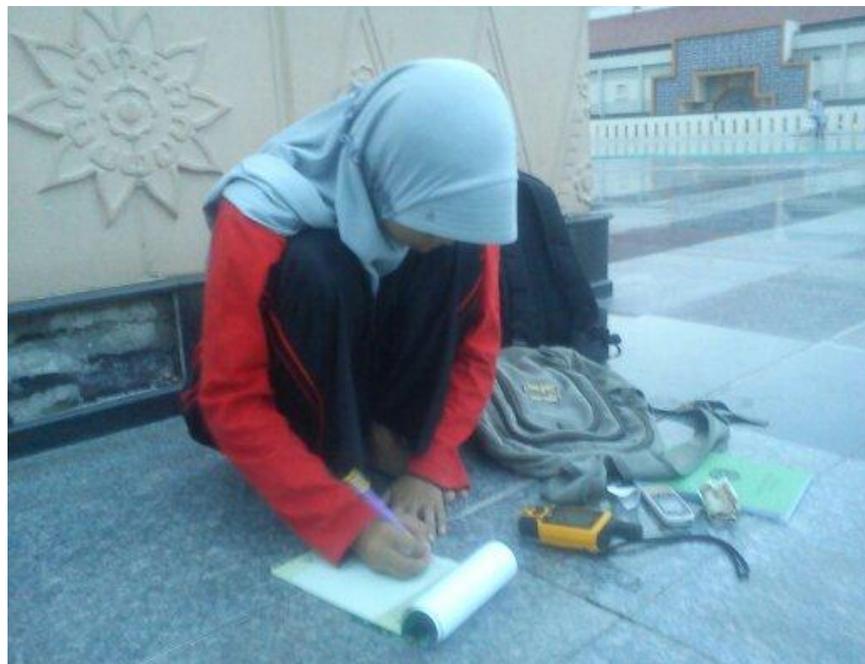
Tabel 8
Selisih *Google Earth* dengan GPS

Nama alat	Lintang	Bujur	Selisih
GPS	6° 34' 56.34"	110° 39' 40.3"	0° 0' 0.15"
<i>Google Earth</i>	6° 35' 56.19"	110° 39' 40.20"	0° 0' 0.01"

c. Masjid Agung Jawa Tengah-Semarang

Di bawah ini gambar yang diperoleh dari praktek lapangan yang dilakukan di Masjid Agung Jawa Tengah-Semarang pada hari Jum'at, 29 April 2016:

Gambar 15
Praktek GPS yang Dilakukan di Masjid Agung Jawa Tengah Semarang



Pada gambar di atas terlihat penulis sedang menuliskan hasil yang ditampilkan oleh GPS. Adapun hasil yang diperoleh dari praktek GPS di Masjid Agung Jawa Tengah adalah sebagai berikut:

Tabel 9
Hasil Praktek GPS di MAJT Semarang

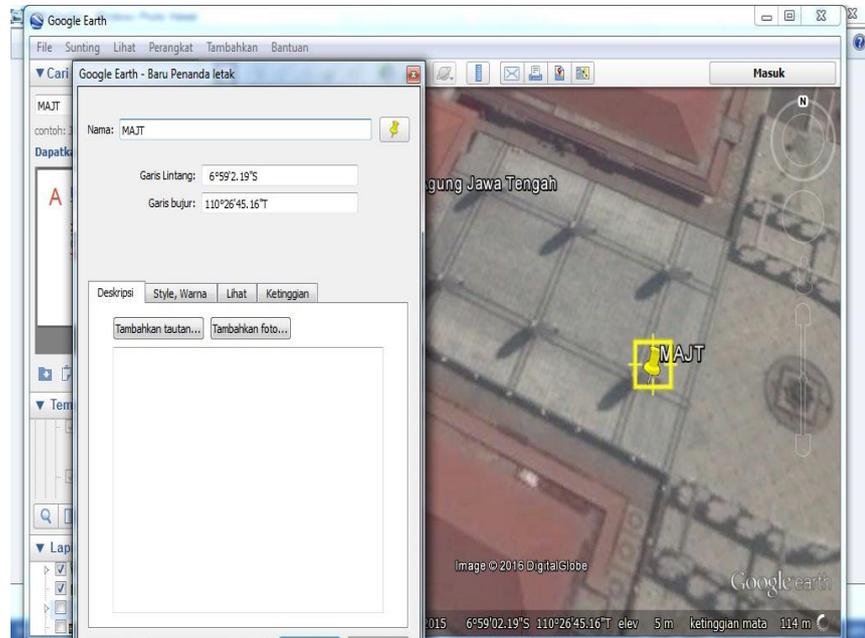
Tempat pengamatan	:	MAJT
Hari dan tanggal	:	Jum'at, 29 April 2016

Pukul	:	17:26:03 WIB
Kondisi satelit	:	7-8 satelit
Kondisi alam	:	Cerah
Kondisi baterai	:	Penuh
Lintang	:	6° 59' 2.28"
Bujur	:	110° 26' 45.1"

Catatan: pada praktek ini penulis melakukannya tepat di bawah payung bagian paling depan sebelah kanan masjid. Pada menit pertama sinyal yang diperoleh hanya 2-3 satelit dengan nilai lintang 6° 59' 2.46", bujur 110° 26' 44.7" dan tinggi lokasi mencapai 41 meter. Hingga menit ke tujuh sinyal satelit mencapai 7-8 satelit dengan data lintang 6° 59' 2.28", bujur 110° 26' 45.1" dan tinggi lokasi mencapai 6 meter. Menit ke 8 sampai ke sepuluh tidak ada data yang berubah.

Data dari *Google Earth* sendiri dapat dilihat pada gambar di bawah ini:

Gambar 16
Hasil Pencitraan oleh *Google Earth*



Dari kedua praktek tersebut dapat dilihat dari masing-masing hasilnya pada tabel di bawah ini:

Tabel 10
Selisih *Google Earth* dengan GPS

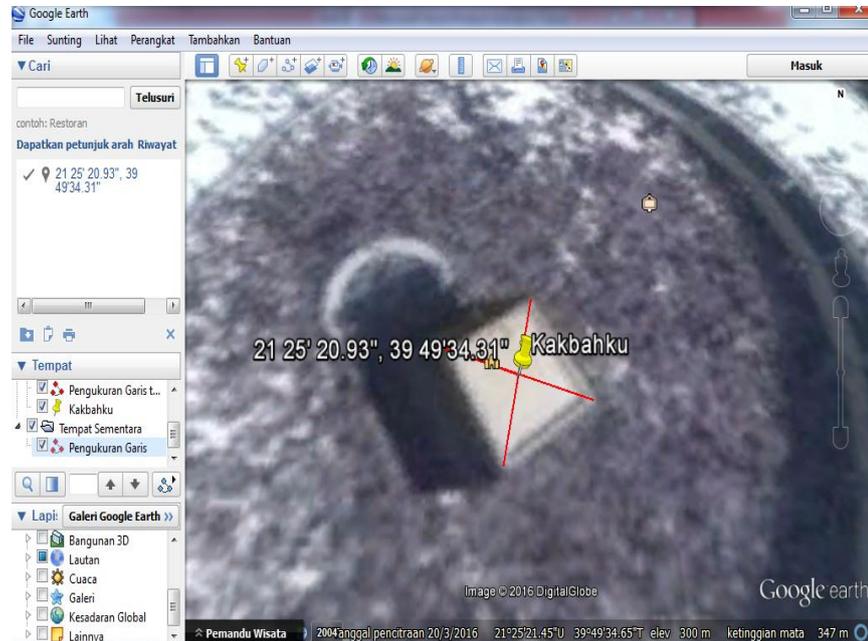
Nama alat	Lintang	Bujur	Selisih
GPS	6° 59' 2.28"	110° 26' 45.1"	0° 0' 0.09"
<i>Google Earth</i>	6° 59' 2.19"	110° 26' 45.16"	0° 0' 0.06"

Dari tiga praktek komparasi antara GPS dan *Google Earth* di atas dapat dipahami bahwa data yang disampaikan dari *Google Earth* hanya terdapat selisih pada detiknya saja, yang mana GPS di sini sebagai acuan. Adapun perbedaan dari hasil

masing-masing praktek tersebut dikarenakan kurang jelasnya gambar yang ditampilkan pada *Google Earth* sehingga penempatannya pun kurang sedikit tepat, namun hasil tersebut sudah menjadi landasan bahwa hasil dari *Google Earth* hanya terdapat selisih pada detiknya saja. Sehingga bagi penulis, *Google Earth* dapat juga menjadi salah satu alat yang memberikan informasi yang cukup akurat dalam penentuan koordinat suatu tempat. Oleh karena itu, penulis mencoba melakukan praktek pengambilan koordinat Kakbah menggunakan *Google Earth*.

Untuk mendapatkan hasil yang akurat dalam penentuan koordinat Kakbah, penulis melakukan pengukuran dengan membuat garis pada bagian sudut sampai ke sudut kemudian diambil titik pusatnya. Lebih jelasnya lihat gambar di bawah ini :

Gambar 17
Hasil Koordinat oleh Penulis dengan *Googl Earth*



Hasil yang ditampilkan pada gambar di atas adalah lintang Kakbah $21^{\circ} 25' 20.93''$ dan bujur Kakbah $39^{\circ} 49' 34.31''$. Hasil ini penulis anggap akurat karena menggunakan titik-titik sudut yang ditarik satu sama lain kemudian diambil tengahnya, sehingga didapatkan hasil tersebut.

2. Signifikansi Perbedaan Lintang dan Bujur Kakbah Terhadap Penentuan Arah Kiblat

Hasil koordinat Kakbah yang ditunjukkan oleh *Google Earth* sebagaimana hasil penulis adalah lintang Kakbah $21^{\circ} 25' 20.93''$ dan bujur Kakbah $39^{\circ} 49' 34.31''$. Hasil ini berbeda dengan koordinat yang digunakan oleh para tokoh Falak. Sebagaimana pada Bab sebelumnya ada yang menggunakan *Google Earth* adapula yang menggunakan GPS, sehingga terjadi perbedaan.

Namun yang sama-sama menggunakan *Google Earth* pun berbeda, hal ini dikarenakan citra yang ditampilkan oleh *Google Earth* yang kurang jelas. Namun hasil para tokoh tidak jauh dari Kakbah, bahkan masih tetap pada gambar Kakbah yang ditampilkan oleh *Google Earth*.

Adapun hasil arah kiblat yang dihasilkan dari koordinat yang penulis dapatkan dari *Google Earth* maupun data beberapa variasi di atas adalah sebagai berikut:

Data koordinat tempat menggunakan data lintang dan bujur yang sama yakni di Masjid UIN Walisongo Semarang dengan data lintang tempat $6^{\circ} 59' 13.11''$ LS dan bujur tempat $110^{\circ} 21' 33.98''$ BT.

Tabel 10
Selisih variasi lintang dan bujur Kakbah

No.	Nama Tokoh	Arah Kiblat	Selisih
1.	Slamet Hambali	$65^{\circ} 29' 05.72''$	$0^{\circ} 0' 0.11''$
2.	Ahmad Izzuddin	$65^{\circ} 29' 05.53''$	$0^{\circ} 0' 0.30''$
3.	Rinto	$65^{\circ} 29' 04.83''$	$0^{\circ} 0' 1.00''$
4.	Ar Sugeng Riyanto	$65^{\circ} 29' 05.75''$	$0^{\circ} 0' 0.08''$
5.	Sa'aduddin Jambek	$65^{\circ} 29' 20.86''$	$0^{\circ} 0' 15.03''$
6.	Nabhan Maspoetra	$65^{\circ} 29' 10.76''$	$0^{\circ} 0' 4.93''$
7.	Ibrohim	$65^{\circ} 29' 0.64''$	$0^{\circ} 0' 5.19''$

Dari hasil selisih diatas dapat disimpulkan bahwa variasi lintang dan bujur Kakbah oleh para tokoh masih diperkenankan karena selisih hanya terdapat pada detik saja. Sebagaimana dalam buku Sang Nabi pun Berputar disebutkan bahwa perhitungan simpangan yang diperkenankan bagi Indonesia menggunakan persamaan matematis yang dilakukan bagi 497 ibu kota kabupaten/kota, menunjukkan nilainya hampir seragam pada angka $0^{\circ} 24'$. Sebab variasinya sangat kecil, yakni $0^{\circ} 24.26'$ untuk Kota Teluk Kuantan (ibu kota Kabupaten Kuantan Singingi, Riau) hingga $0^{\circ} 24.68'$ untuk Kota Baa (ibu kota Kabupaten Rote Ndao, Nusa Tenggara Timur). Dengan variasi hanya $0,42'$ ($0,007^{\circ}$), simpangan arah kiblat yang diperkenankan atau *ihitayatul qiblat* di Indonesia dapat dianggap bernilai seragam (homogen) di semua tempat, yakni $0^{\circ} 24'$ ($0,4^{\circ}$).¹⁶

Meskipun variasi lintang dan bujur Kakbah di atas hanya terdapat selisih pada detik saja, hal ini perlu adanya pemersatu dari variasi tersebut. Sehingga tidak ada perbedaan yang terjadi, baik secara signifikan maupun tidak.

¹⁶ Baca Muh. Ma'rufin Sudibyo, *Sang Nabi Pun Berputar (Arah Kiblat dan Tata Cara Pengukurannya)*, (Solo: Tinta Medina, 2011), hal. 143.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan yang telah diuraikan pada bab-bab sebelumnya dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Faktor-faktor penyebab terjadinya perbedaan lintang dan bujur Kakbah adalah alat yang digunakan. Dari GPS faktor yang mempengaruhi adalah geometri satelit, pengamatan receiver, keadaan alam, *users* sampai dengan tempat pengamatan berada. Kemudian dari *Google Earth* adalah citra yang ada pada *Google Earth* tidak begitu jelas, sehingga penempatan titik dalam mengambil koordinat memperoleh hasil yang berbeda, maka dalam penggunaan *Google Earth* perlu kehati-hatian dari *users*.
2. Selisih antara GPS dengan *Google Earth* hanya terdapat pada detiknya saja, sehingga aplikasi *Google Earth* cukup akurat dalam menentukan koordinat suatu tempat, di mana hasil yang diperoleh dari *Google Earth* yang dilakukan oleh penulis adalah lintang Kakbah $21^{\circ} 25' 20.93''$ dan bujur Kakbah $39^{\circ} 49' 34.31''$. Jika dibandingkan dengan koordinat varian-varian yang ada, ternyata tidak terdapat selisih yang signifikan atau masih dalam simpangan yang diperkenankan.

B. SARAN-SARAN

Dari beberapa kesimpulan di atas, penulis memberikan saran bahwa perlu adanya penelitian lebih mendalam yang dilakukan langsung dari pihak yang berwenang untuk menetapkan satu lintang dan bujur Kakbah yang dapat dijadikan acuan serta pemersatu sehingga tidak terjadi perbedaan dalam menghitung arah kiblat.

C. PENUTUP

Penulis mengucapkan syukur Alhamdulillah kepada Allah Swt. sebagai ungkapan rasa syukur karena telah menyelesaikan skripsi ini. Penulis menyadari bahwa meskipun telah diupayakan semaksimal mungkin, tidak menutup kemungkinan masih banyak kekurangan dan kelemahan dari skripsi ini. Namun demikian, semoga skripsi ini bermanfaat bagi penulis khususnya dan para pembaca pada umumnya.

Atas saran dan kritik yang bersifat konstruktif untuk kebaikan dan kesempurnaan tulisan ini, penulis ucapkan terima kasih.

DAFTAR PUSTAKA

BUKU

Al-Maraghi, Ahmad Mustafa, *Terjemahan Tafsir al Maraghi Juz 2*, Penerjemah Anshori Umar Sitanggal, Semarang: CV Toha, t.t.

Arifin, Zainul, *Ilmu Falak (Cara Menghitung dan Menentukan Arah Kiblat, Rashdul Kiblat, Awal Waktu Salat, Kalender Penanggalan, Awal Bulan Kamariyah, Hisab Kontemporer)*, Yogyakarta: Lukita, 2012.

Azhari, Susiknan, *Ensiklopedi Hisab Rukyat*, Yogyakarta : Pustaka Pelajar, cet-3, 2012.

_____, *Pembaharuan Pemikiran Hisab di Indonesia Studi Atas Pemikiran Saadoe'ddin Djambek*, Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2002.

Azwar, Saifuddin, *Metode Penelitian*, Yogyakarta : Pustaka Pelajar, 2011.

Bashori, Muh. Hadi, *Kepunyaan Allah Timur dan Barat (Sejarah, Permasalahan, dan Teknik Pengukuran Arah Kiblat)*, Jakarta: PT Elex Media Komputindo, 2014.

Budiwati, Anisah, *Kajian Tongkat Istiwa' dalam Menentukan Titik Koordinat Bumi (Perbandingan dengan GPS (Global Positioning System) dan Google Earth)*, Tesis IAIN Walisongo, 2013.

CSS MoRA (*Community of Santri of Schollars of Ministry of Religijs Affair*), *Modul Pelatihan Ilmu Falak Praktis, Arah Kiblat dan Waktu Salat*, Semarang: IAIN Walisongo, tt.

Hambali, Slamet, *Ilmu Falak : Arah Kiblat Setiap Saat*, Yogyakarta : Pustaka Ilmu Yogyakarta, 2013.

_____, *Ilmu Falak 1*, Semarang: Program Pascasarjana IAIN Walisongo Semarang, 2011.

_____, *Pengantar Ilmu Falak (Menyimak Proses Pembentukan Alam Semesta)*, Banyuwangi: Bismillah Publisher, 2012.

Hasan, Iqbal, *Pokok-Pokok Metodologi Penelitian dan Aplikasinya*, Bogor : Ghalia Indonesia, 2002.

Ibrahim, Salamun, *Ilmu Falak (Cara Mengetahui Awal Bulan, Awal Tahun, Musim, Kiblat dan Perbedaan Waktu)*, Surabaya: Pustaka Progressif, 2003.

Izzuddin, Ahmad, “Beberapa Metode Pengukuran Arah Kiblat dan Plus Minusnya”, disampaikan dalam acara sosialisasi Rasydul kiblat di Kantor Kementerian Agama, Semarang: 27 Mei 2010.

_____, *Ilmu Falak Praktis*, Semarang : Pustaka Rizki Putra, 2012.

_____, *Menentukan Arah Kiblat Praktis*, Semarang: Walisongo Press, 2010.

_____, *Menentukan Arah Kiblat Praktis*, Semarang: Walisongo Press, 2010.

Jaelani, Achmad, Budiwati, Anisah, dkk, *Hisab Rukyat Menghadap Kiblat (fiqh, aplikasi praktis, fatwa dan software)*, Semarang: Pustaka Rizki Putra, 2012.

Jamil, A., *Ilmu Falak (Teori dan Aplikasinya)*, Jakarta: Amzah, 2009.

Kementerian Agama, *Al-Qur'an dan Terjemahnya*, Bandung: Sinar Baru Algensindo, 2013.

Kementerian Agama, *Ilmu Falak Praktik*, Jakarta: Sub Direktorat Pembinaan Syariah dan Hisab Rukyat, 2013.

Kementerian Agama, *Kajian Terhadap Metode-Metode Penentuan Arah Kiblat dan Akurasinya*, Jakarta Pusat: Kementerian Agama Republik Indonesia, 2012.

Khazin, Muhyiddin, *Ilmu Falak Dalam Teori dan Praktik*, Yogyakarta: Buana Pustaka, 2004.

Khazin, Muhyiddin, *Kamus Ilmu Falak*, Yogyakarta : Buana Pustaka, 2005.

Moloeng, Lexy J., *Metodologi Penelitian Kualitatif*, Bandung: Remaja Rosdakarya, 2010.

Munawwir, Achmad Warson, *Kamus Al-Munawwir Arab-Indonesia*, (Surabaya: Pustaka Progresif, edisi kedua, 1997.

RI, Departemen Agama, *Almanak Hisab Rukyat*, Jakarta: Departemen Agama RI, 1981.

Sudibyoy, Muh. Ma'rufin, *Sang Nabi Pun Berputar*, Solo : Tinta Medina, 2011.

Supriatna, Encup, *Hisab Rukyat dan Aplikasinya*, Bandung: PT Refika Aditama, 2007.

Wahidi, Ahmad, Nuroini, Evi Dahliyatn, *Arah Kiblat dan Pergeseran Lempeng Bumi Perspektif Syar'iyah dan Ilmiah*, cet 2, Malang: Uin Malik Press, 2012.

Yousman, Yeyep, *Google Earth*, Yogyakarta : Andi Offset, 2008.

Jurnal

Budiwati, Anisah, "Kajian Tingkat Istiwa' dalam Menentukan Titik Koordinat Bumi (Perbandingan dengan GPS (*Global Positioning System*) dan *Google Earth*)" dalam *Al-Ahkam*, Volume 26, Nomor 1, April, 2016.

PDF

PDF Eng. Rinto Anugraha , *Mekanika Benda Langit*.

Skripsi

Maulana, Nurdiansyah, “Dampak Perbedaan Data Lintang dan Bujur Ka’bah Dalam Penentuan Arah Kiblat di Indonesia”, Skripsi Fakultas Syariah dan Hukum UIN Sunan Kalijaga, 2014.

Nurjamilah, Minda Sari, “Uji Akurasi Data *Global Positioning System* (GPS) dan *Azimuth* Matahari pada *Smartphone* Berbasis Android untuk Hisab Arah Kiblat (Studi Analisis Aplikasi GPS Status dan *Qibla Compass Sundial Lite*), Skripsi Fakultas Syari’ah dan Ekonomi Islam IAIN Walisongo, 2013.

Jaelani, Achmad, “Akurasi Arah Kiblat Masjid Agung Sunan Ampel Surabaya Jawa Timur”, Skripsi Fakultas Syari’ah, 2010.

Wawancara

Wawancara dengan AR Sugeng Riyadi, S.Pd., Ketua Komunitas Astrofotografi Indonesia.

Wawancara dengan Dr. Eng. Rinto Anugraha, M. Si.

Website

<https://gpsgarmin63.wordpress.com/2011/10/31/faktor-yang-mempengaruhi-sinyal-gps/>

https://www.google.co.id/search?q=GAMBAR+GDOP+YANG+BURUK&espv=2&biw=1024&bih=537&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiFtvAvrDMAhVGCY4KHTRzCxYQ_AUIBigB#tbn=isch&q=Gambar+Posisi+Geometric+Dilution+of+Precision&imgsrc=zP521BIWJLxnM%3A

https://www.google.co.id/search?q=GAMBAR+GDOP+YANG+BURUK&espv=2&biw=1024&bih=537&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiF_tvAvrDMAhVGCY4KHTRzCxYQ_AUIBigB#tbn=isch&q=Gambar+Posisi+Geometric+Dilution+of+Precision&imgsrc=zP521BIWJLxnM%3A

https://www.google.co.id/search?q=GAMBAR+GDOP+YANG+BURUK&espv=2&biw=1024&bih=537&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiF_tvAvrDMAhVGCY4KHTRzCxYQ_AUIBigB#tbn=isch&q=Gambar+Posisi+Geometric+Dilution+of+Precision&imgsrc=zP521BIWJLxnM%3A

<https://www.google.co.id/search?q=gambar+orbit+dan+posisi+satelit+di+sekitar+bumi&espv=2&biw=1024&bih=537&tbn=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ved=0ahUKEwj8v97s457MAhXDIZQKHAEVCOUQ7AkILw#imgsrc=y5y1U99rRxbKM%3A>

www.slideshare.net/mobile/kipanji/beberapa-metode-pengukuran-arah-kiblat-dan-plus-minusnya&ei=uEGKreXS&lc=id-ID&m=833&&host,

LAMPIRAN-LAMPIRAN

Lampiran I Perhitungan Arah Kiblat

Perhitungan arah kiblat oleh lintang dan bujur Penulis

Data lintang $21^{\circ} 25' 20.93''$ dan bujur $39^{\circ} 49' 34.31''$.

Data yang diperlukan:

$$\begin{aligned} a &= 90^{\circ} - LT \\ &= 90^{\circ} - (-6^{\circ} 59' 13.11'') \\ &= 96^{\circ} 59' 13.11'' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} b &= 90^{\circ} - LK \\ &= 90^{\circ} - (+21^{\circ} 25' 20.93'') \\ &= 68^{\circ} 34' 39.07'' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C &= BT^x - BT^k \\ &= 110^{\circ} 21' 33.98'' - 39^{\circ} 49' 34.31'' \\ &= 70^{\circ} 31' 59.67'' \end{aligned}$$

Data dimasukkan dalam rumus :

$$\text{Cotan B} : \text{cotan } b \times \sin a : \sin C - \cos a \times \text{cotan } C$$

$$\begin{aligned} &: \text{cotan } 68^{\circ} 34' 39.07'' \times \sin 96^{\circ} 59' 13.11'' : \sin 70^{\circ} 31' 59.67'' - \\ &\cos 96^{\circ} 59' 13.11'' \times \text{cotan } 70^{\circ} 31' 59.67'' \end{aligned}$$

: $65^{\circ} 29' 05.83''$ (Utara – Barat)

Perhitungan arah kiblat oleh lintang dan bujur Slamet Hambali

Data lintang $21^{\circ} 25' 21.04''$ dan bujur $39^{\circ} 49' 34.33''$

Data yang diperlukan:

$$a = 90^{\circ} - LT$$

$$= 90^{\circ} - (-6^{\circ} 59' 13.11'')$$

$$= 96^{\circ} 59' 13.11''$$

$$b = 90^{\circ} - LK$$

$$= 90^{\circ} - (+21^{\circ} 25' 21.04'')$$

$$= 68^{\circ} 34' 38.96''$$

$$C = BT^x - BT^k$$

$$= 110^{\circ} 21' 33.98'' - 39^{\circ} 49' 34.33''$$

$$= 70^{\circ} 31' 59.65''$$

Data dimasukkan dalam rumus :

$$\text{Cotan B} : \text{cotan } b \times \sin a : \sin C - \cos a \times \text{cotan } C$$

$$: \text{cotan } 68^{\circ} 34' 38.96'' \times \sin 96^{\circ} 59' 13.11'' : \sin 70^{\circ} 31' 59.65'' - \cos 96^{\circ} 59' 13.11'' \times \text{cotan } 70^{\circ} 31' 59.65''$$

$$: 65^{\circ} 29' 5.72'' \text{ (Utara – Barat)}$$

Perhitungan arah kiblat oleh lintang dan bujur Ahmad Izzuddin

Data lintang $21^{\circ} 25' 21.17''$ dan bujur $39^{\circ} 49' 34.56''$

Data yang diperlukan:

$$a = 90^{\circ} - LT$$

$$= 90^{\circ} - (-6^{\circ} 59' 13.11'')$$

$$= 96^{\circ} 59' 13.11''$$

$$b = 90^{\circ} - LK$$

$$= 90^{\circ} - (+21^{\circ} 25' 21.17'')$$

$$= 68^{\circ} 34' 38.83''$$

$$C = BT^x - BT^k$$

$$= 110^{\circ} 21' 33.98'' - 39^{\circ} 49' 34.56''$$

$$= 70^{\circ} 31' 59.42''$$

Data dimasukkan dalam rumus :

$$\text{Cotan B} : \text{cotan } b \times \sin a : \sin C - \cos a \times \text{cotan } C$$

$$: \text{cotan } 68^{\circ} 34' 38.83'' \times \sin 96^{\circ} 59' 13.11'' : \sin 70^{\circ} 31' 59.42'' - \\ \cos 96^{\circ} 59' 13.11'' \times \text{cotan } 70^{\circ} 31' 59.42''$$

$$: 65^{\circ} 29' 5.53'' \text{ (Utara - Barat)}$$

Perhitungan arah kiblat oleh lintang dan bujur Rinto Anugraha

Pada lintang $21^{\circ} 25' 22''$ dan bujur $39^{\circ} 49' 34''$

Data yang diperlukan:

$$\begin{aligned} a &= 90^{\circ} - LT \\ &= 90^{\circ} - (-6^{\circ} 59' 13.11'') \\ &= 96^{\circ} 59' 13.11'' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} b &= 90^{\circ} - LK \\ &= 90^{\circ} - (+21^{\circ} 25' 22'') \\ &= 68^{\circ} 34' 38'' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C &= BT^x - BT^k \\ &= 110^{\circ} 21' 33.98'' - 39^{\circ} 49' 34'' \\ &= 70^{\circ} 31' 59.98'' \end{aligned}$$

Data dimasukkan dalam rumus :

$$\begin{aligned} \text{Cotan B} &: \text{cotan } b \times \sin a : \sin C - \cos a \times \text{cotan } C \\ &: \text{cotan } 68^{\circ} 34' 38'' \times \sin 96^{\circ} 59' 13.11'' : \sin 70^{\circ} 31' 59.98'' - \cos \\ &96^{\circ} 59' 13.11'' \times \text{cotan } 70^{\circ} 31' 59.98'' \\ &: 65^{\circ} 29' 4.83'' \text{ (Utara - Barat)} \end{aligned}$$

Perhitungan arah kiblat oleh lintang dan bujur AR. Sugeng Riyanto

Pada lintang $21^{\circ} 25' 21.00''$ dan bujur $39^{\circ} 49' 34.34''$

Data yang diperlukan:

$$a = 90^{\circ} - LT$$

$$= 90^{\circ} - (-6^{\circ} 59' 13.11'')$$

$$= 96^{\circ} 59' 13.11''$$

$$b = 90^{\circ} - LK$$

$$= 90^{\circ} - (+21^{\circ} 25' 21.00'')$$

$$= 68^{\circ} 34' 39''$$

$$C = BT^x - BT^k$$

$$= 110^{\circ} 21' 33.98'' - 39^{\circ} 49' 34.34''$$

$$= 70^{\circ} 31' 59.64''$$

Data dimasukkan dalam rumus :

$$\text{Cotan B} : \text{cotan } b \times \sin a : \sin C - \cos a \times \text{cotan } C$$

$$: \text{cotan } 68^{\circ} 34' 39'' \times \sin 96^{\circ} 59' 13.11'' : \sin 70^{\circ} 31' 59.64'' - \cos$$

$$96^{\circ} 59' 13.11'' \times \text{cotan } 70^{\circ} 31' 59.64''$$

$$: 65^{\circ} 29' 5.75'' \text{ (Utara - Barat)}$$

Perhitungan arah kiblat oleh lintang dan bujur Sa'aduddin Jambek

Pada lintang $21^{\circ} 25'$ dan bujur $39^{\circ} 50'$

Data yang diperlukan:

$$\begin{aligned} a &= 90^{\circ} - LT \\ &= 90^{\circ} - (-6^{\circ} 59' 13.11'') \\ &= 96^{\circ} 59' 13.11'' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} b &= 90^{\circ} - LK \\ &= 90^{\circ} - (+21^{\circ} 25') \\ &= 68^{\circ} 35' 00'' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C &= BT^x - BT^k \\ &= 110^{\circ} 21' 33.98'' - 39^{\circ} 50' \\ &= 70^{\circ} 31' 33.98'' \end{aligned}$$

Data dimasukkan dalam rumus :

$$\begin{aligned} \text{Cotan B} &: \text{cotan } b \times \sin a : \sin C - \cos a \times \text{cotan } C \\ &: \text{cotan } 68^{\circ} 35' 00'' \times \sin 96^{\circ} 59' 13.11'' : \sin 70^{\circ} 31' 33.98'' - \cos \\ &96^{\circ} 59' 13.11'' \times \text{cotan } 70^{\circ} 31' 33.98'' \\ &: 65^{\circ} 29' 20.86'' \text{ (Utara - Barat)} \end{aligned}$$

Perhitungan arah kiblat oleh lintang dan bujur Nabhan Maspoetra

Pada lintang $21^{\circ} 25' 14.7''$ dan bujur $39^{\circ} 49' 40''$

Data yang diperlukan:

$$\begin{aligned} a &= 90^{\circ} - LT \\ &= 90^{\circ} - (-6^{\circ} 59' 13.11'') \\ &= 96^{\circ} 59' 13.11'' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} b &= 90^{\circ} - LK \\ &= 90^{\circ} - (+21^{\circ} 25' 14.7'') \\ &= 68^{\circ} 34' 45.3'' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C &= BT^x - BT^k \\ &= 110^{\circ} 21' 33.98'' - 39^{\circ} 49' 40'' \\ &= 70^{\circ} 31' 53.98'' \end{aligned}$$

Data dimasukkan dalam rumus :

$$\begin{aligned} \text{Cotan B} &: \text{cotan } b \times \sin a : \sin C - \cos a \times \text{cotan } C \\ &: \text{cotan } 68^{\circ} 34' 45.3'' \times \sin 96^{\circ} 59' 13.11'' : \sin 70^{\circ} 31' 53.98'' - \\ &\quad \cos 96^{\circ} 59' 13.11'' \times \text{cotan } 70^{\circ} 31' 53.98'' \\ &: 65^{\circ} 29' 10.76'' \text{ (Utara - Barat)} \end{aligned}$$

Perhitungan arah kiblat oleh lintang dan bujur Ibrahim

Pada lintang $21^{\circ} 25' 25''$ dan bujur $39^{\circ} 49' 39''$

Data yang diperlukan:

$$\begin{aligned} a &= 90^{\circ} - LT \\ &= 90^{\circ} - (-6^{\circ} 59' 13.11'') \\ &= 96^{\circ} 59' 13.11'' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} b &= 90^{\circ} - LK \\ &= 90^{\circ} - (+21^{\circ} 25' 25'') \\ &= 68^{\circ} 34' 35'' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C &= BT^x - BT^k \\ &= 110^{\circ} 21' 33.98'' - 39^{\circ} 49' 39'' \\ &= 70^{\circ} 31' 54.98'' \end{aligned}$$

Data dimasukkan dalam rumus :

$$\begin{aligned} \text{Cotan B} &: \text{cotan } b \times \sin a : \sin C - \cos a \times \text{cotan } C \\ &: \text{cotan } 68^{\circ} 34' 35'' \times \sin 96^{\circ} 59' 13.11'' : \sin 70^{\circ} 31' 54.98'' - \cos \\ &96^{\circ} 59' 13.11'' \times \text{cotan } 70^{\circ} 31' 54.98'' \\ &: 65^{\circ} 29' 0.64'' \text{ (Utara - Barat)} \end{aligned}$$

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama : Ruwaidah
Tempat, Tanggal Lahir : Jepara, 26 Februari 1994
Alamat Asal : Telaga, 003/003, Kemujan, Karimunjawa, Jepara
Alamat Sekarang : PP. Daarun Najaah Jl. Stasiun No. 275 Jerakah
Tugu Semarang

Jenjang Pendidikan:

A. Pendidikan Formal:

1. SD N 03 Kemujan- Karimunjawa (lulus tahun 2006)
2. Madrasah Tsanawiyah Safinatul Huda 02 Kemujan-Karimunjawa (lulus tahun 2009)
3. Madrasah Aliyah NU Safinatul Huda Kemujan-Karimunjawa (lulus tahun 2012)
4. UIN Walisongo Semarang (2012 - 2016)

B. Pendidikan Non Formal:

1. Pendidikan Bahasa Arab di Islamic Training Centre Pare Kediri (tahun 2013)
2. Pendidikan Bahasa Inggris di Nano Provider Pare Kediri (tahun 2013)
3. Pondok Pesantren Daarun Najaah Jerakah Tugu Semarang (tahun 2012-2016)

C. Pengalaman Organisasi

1. Redaktur Pelaksana majalah “Zenith” CSS MoRa IAIN Walisongo Semarang
2. Pengurus PSDM (Pengembangan Sumber Daya Manusia) CSS MoRa IAIN Walisongo Semarang tahun 2012-2013
3. Sekretaris Pengurus PSDM (Pengembangan Sumber Daya Manusia)CSS MoRa IAIN Walisongo Semarang tahun 2014-2015
4. Pengurus PSDM (Pengembangan Sumber Daya Manusia) HMJ Falak (Himpunan Mahasiswa Jurusan Falak) 2013-2014

5. Anggota Jami'atul Qurro' wal Khuffadz (JQH) el-Fasya Fakultas Syariah
UIN Walisongo Semarang

Semarang, 14 Juni 2016

Ruwaidah
122111119