

**POSIBILITAS PENENTUAN ARAH KIBLAT
DENGAN BINTANG SIRIUS BERDASARKAN DATA
ALMANAK NAUTIKA**

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Tugas dan Melengkapi Syarat
Guna Memperoleh Gelar Sarjana Program Strata 1 (S.1)
dalam Program Studi Ilmu Falak Fakultas Syari'ah Dan Hukum



Disusun Oleh:

RAHMA

NIM 1802046015

**PRODI ILMU FALAK
FAKULTAS SYARI'AH DAN HUKUM
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
SEMARANG
2022**

HALAMAN PENGESAHAN

PENGESAHAN

Nama : Rahma
NIM : 1802046015
Jurusan : Ilmu falak
Judul Skripsi : **Posibilitas Pentuan Arah Kiblat dengan Bintang Sirius Berdasarkan Data Almanak Nautika**

Telah diujikan dalam sidang munaqosyah oleh Dewan Penguji Fakultas Syari'ah dan Hukum UIN Walisongo Semarang dan dinyatakan **LULUS**, pada tanggal:

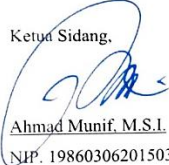
5 Oktober 2022

dan dapat diterima sebagai syarat guna memperoleh gelar Sarjana Strata 1 tahun akademik 2022/2023.


Semarang, 5 Oktober 2022

DEWAN PENGUJI


Ketua Sidang,


Ahmad Munif, M.S.I.
NIP. 198603062015031006

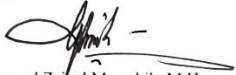
Sekretaris Sidang,


Ahmad Syifaul Anam, S.H.I., M.H.
NIP. 198001202003121001

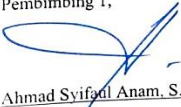
Pengujii,


Ahmad Adib Rofudin, M.S.I
NIP. 198911022018011001


Penguji II,


Muhamad Zamil Mawahib, M.H.
NIP. 199010102019031018

Pembimbing 1,


Ahmad Syifaul Anam, S.H.I., M.H.
NIP. 198001202003121001

Pembimbing 2,


Ahmad Fuad Anshary, S.H.I., M.S.I.
NIP. 198809164016011901

MOTTO

وَهُوَ الَّذِي جَعَلَ لَكُمُ النُّجُومَ لِتَهْتَدُوا بِهَا فِي ظُلُمَاتِ الْبَرِّ وَالْبَحْرِ قَدْ فَصَّلْنَا
الآيَاتِ لِقَوْمٍ يَعْلَمُونَ

Dialah yang menjadikan bagimu bintang-bintang agar kamu menjadikannya petunjuk dalam kegelapan (yang pekat) di darat dan di laut. Sungguh, Kami telah memerinci tanda-tanda (kekuasaan Kami) kepada kaum yang mengetahui.

(Q.S. 6 [Al-An'am]: 97)¹

¹ Tim Penyempurnaan Terjemahan Al-Qur'an, *Al-Qur'an dan terjemahannya Edisi Penyempurnaan 2019*, (Jakarta: Lajnah Pentashihan Mushaf Al-Qur'an Badan litbang dan Diklat Kementerian Agama RI, 2019), 190.

PERSEMBAHAN

Skripsi ini dipersembahkan untuk *support system* penulis yakni:

Kedua orang tua tercinta (Bapak Solichin dan Mamah Sri Arum)

Kedua saudari tersayang (Kak Acy dan Adek Ta)

Keluarga Latri Samarinda dan Keluarga Juwariyah Lamongan

Keluarga Pondok Pesantren Darul Falah Besongo Semarang

Serta semua pihak yang selalu perhatian dan pernah bertanya
“Skripsinya sudah sampai mana?”, “Kapan lulus?”, “Kapan
selesai kuliahnya?”, dan kapan-kapan lainnya.

DEKLARASI

DEKLARASI

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

Semarang, 20 September 2022

Deklarator



Rahma

NIM: 1802046015

PEDOMAN TRANSLITERASI

Transliterasi kata-kata bahasa Arab yang digunakan dalam penulisan skripsi ini berdasarkan Pedoman Penulisan Skripsi Fakultas Syari'ah IAIN Walisongo Semarang.¹

1. Konsonan

Huruf Arab	Nama	Huruf Latin
ا	Alif	`
ب	Ba	b
ت	Ta	t
ث	Sa	ts
ج	Jim	j
ح	Ha	h
خ	Kha	kh
د	Dal	d
ذ	Zal	dz
ر	Ra	r
ز	Zai	z
س	Sin	s
ش	Syin	sy
ص	Sad	sh
ض	Dad	dh
ط	Ta	th
ظ	Za	zh
ع	'ain	'

¹ Tim Fakultas Syari'ah IAIN Walisongo Semarang, *Pedoman Penulisan Skripsi*, (Semarang: Fakultas Syari'ah IAIN Walisongo Semarang, 2012), 61-62.

غ	Gain	gh
ف	Fa	f
ق	Qaf	q
ك	Kaf	k
ل	Lam	l
م	Mim	m
ن	Nun	n
و	Wau	w
ه	Ha	h
ء	Hamzah	'
ي	Ya	y

2. Vokal

Huruf Arab	Nama	Huruf Latin	Nama
---	Fathah	A	A
---	Kasrah	I	I
---	Dhammah	U	U
---ي	Fathah dan ya	Ay	a-y
---و	Fathah dan wau	Aw	a-w

3. Maddah (Vokal Panjang)

Huruf Arab	Nama	Huruf Latin	Nama
ا	Fathah dan alif	Ā	A dan garis atas
ي	Fathah dan ya	Ā	A dan garis atas
ي	Kasrah dan ya	Ī	I dan garis atas
و	Dhammah dan wawu	Ū	U dan garis atas

4. **Ta Marbutoh**

- 1) Ta marbutah yang hidup atau mendapat harakat fathah, kasrah dan dhammah, transliterasinya adalah /t/.
- 2) Ta marbutah yang mati atau mendapat harakat sukun, transliterasinya adalah /h/.

5. **Syaddah (Tasydid)**

Tanda syaddah dilambangkan dengan konsonan ganda.

Contoh: رَبَّنَا = *rabbānā*

6. **Kata Sandang**

Kata sandang ditulis huruf kecil kecuali di awal kalimat dan ditransliterasikan sesuai dengan bunyinya.

Contoh: الرَّجُلُ = *ar-rajulu*

Contoh: الْقَلَمُ = *al-qalamu*

7. **Hamzah**

Hamzah yang terletak di tengah dan di akhir kata ditransliterasikan dengan apostrof. Apabila terletak di awal kata, ia tidak dilambangkan.

Contoh: النَّوْءُ = *an-nau`*

ABSTRAK

Bintang paling terang di langit malam adalah bintang Sirius. Selain mudah diamati dari Bumi, bintang Sirius dapat dihitung nilai azimuthnya sehingga bisa diketahui selisihnya dengan azimuth kiblat. Oleh karena itu bintang Sirius berpeluang untuk dijadikan sebagai salah satu acuan penentuan arah kiblat di malam hari sebagai alternatif ketika tidak bisa menentukan arah kiblat di siang hari diakibatkan mendung atau hujan. Penulis tertarik untuk menganalisis kemungkinan atau keadaan yang memungkinkan berhasilnya penentuan arah kiblat menggunakan bintang Sirius berdasarkan data Almanak Nautika, serta bagaimana akurasi hasil penentuan arah kiblat tersebut jika dikomparasikan dengan metode Rashdul Kiblat.

Penelitian ini tergolong kualitatif *library research* dengan bentuk penelitian deskriptif. Sumber data primer dari data hasil observasi pengukuran arah kiblat secara langsung di lapangan. Sumber data sekunder yaitu Almanak Nautika, website *stellarium-web.org*, buku 'Ilmu Falak Arah Kiblat Setiap Saat' karya Slamet Hambali, serta data hasil wawancara dengan tokoh pegiat astronomi.

Penentuan arah kiblat menggunakan bintang Sirius berdasarkan data Almanak Nautika pada dasarnya dapat dilakukan dengan menghitung beda azimuth, yaitu azimuth bintang dikurangi azimuth kiblat. Keberhasilan penentuan arah kiblat dengan bintang Sirius ini tak lepas dari faktor kapan, dimana, dan apa alat bantu apa yang digunakan. Adapun terkait akurasi arah kiblatnya, ketika dikomparasikan dengan metode Rashdul Kiblat, selisih arah kiblat yang dihasilkan yaitu $0^{\circ}42'26,35''$, $0^{\circ}23'52,37''$ dan $0^{\circ}41'45,12''$ maka tergolong akurat karena tidak melebihi batas maksimal kemelencengan arah kiblat di Indonesia menurut Slamet Hambali yaitu $0^{\circ}42'46,63''$.

Kata kunci: Bintang Sirius, Arah Kiblat, Almanak Nautika.

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Segala puji bagi Allah SWT Yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang, bahwa atas kasih sayang, petunjuk dan kuasa-Nya maka penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini. Selawat serta salam semoga senantiasa tercurahkan kepada baginda Rasulullah SAW.

Skripsi berjudul “**Posibilitas Penentuan Arah Kiblat dengan Bintang Sirius Berdasarkan Data Almanak Nautika**” ini disusun untuk memenuhi syarat guna memperoleh gelar Sarjana Strata satu (S.1) Fakultas Syari’ah dan Hukum, Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.

Penyusunan skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik berkat dukungan dan kontribusi banyak pihak. Oleh karena itu, penulis hendak menyampaikan terimakasih kepada:

1. Rektor UIN Walisongo Semarang, Prof. Dr. KH. Imam Taufiq, M.Ag. selaku penanggung jawab terhadap berlangsungnya proses belajar mengajar di lingkungan UIN Walisongo Semarang;
2. Ahmad Munif, M.S.I. selaku Ketua Jurusan Ilmu Falak yang telah merestui pembahasan skripsi ini;
3. Ahmad Syifaul Anam, S.H.I., M.H. selaku Dosen Pembimbing I yang telah bersedia meluangkan waktu, tenaga dan pikiran dalam membimbing dan memberikan arahan dalam penulisan skripsi ini;
4. Ahmad Fuad Al Anshary, S.H.I., M.S.I. selaku Dosen Wali sekaligus Dosen Pembimbing II yang selalu sabar

dalam membimbing penulis selama perkuliahan dan penyusunan skripsi ini;

5. Seluruh Staf Jurusan Ilmu Falak serta Dosen Pengajar di lingkungan Fakultas Syari'ah dan Hukum UIN Walisongo Semarang yang telah membekali ilmu dan membantu kelancaran penyelesaian skripsi ini;
6. Kedua orang tua penulis (Bapak Solichin dan Mamah Sri Arum), kedua saudari penulis (Asri Lestari dan Masita), serta keluarga di Lamongan (Paman Hudi, Bibi Siti, Fudin dan Tari), sebagai tempat pulang ternyaman yang tak henti memberikan do'a, kasih sayang, perhatian, dukungan moril maupun materiil selama penulis menuntut ilmu di UIN Walisongo Semarang;
7. Abah Imam Taufiq dan Umi Arikah beserta keluarga serta abah Muhyar Fanani beserta keluarga selaku Pengasuh Pondok Pesantren Darul Falah Besongo Semarang yang telah memberikan do'a restu, motivasi serta bimbingan kepada penulis selama proses studi;
8. Keluarga besar SANSAJA'18 dan WACANA: Liliy, Nanisa, Tatan, Dedek Unah, Fahma, Upik, Cipa, Layla, Rifka, Kartika, Rosyi, Dinda, Meut, Khani, Ilma dan Nupes sebagai keluarga sependeuh selama di Semarang;
9. Keluarga besar GQ Squad dan APHELION yang telah mewarnai perjalanan penulis selama belajar di Jurusan Ilmu Falak dan memotivasi agar segera lulus kuliah;
10. Keluarga besar Himpunan Mahasiswa Kalimantan (HIMKA) sebagai keluarga seperantauan yang selalu

memberikan suasana hangat ketika penulis rindu kampung halaman;

11. Sahabatku Khusnul Laeli, Jauharotul Maknunah Firman, Nur Fitriani, Annisa Nurussaadah, Intan Khumairo dan Andi Bangsawan Hasan yang telah menjadi teman berkeluh kesah, menangis, tertawa, dan bercanda;
12. Seluruh pihak yang membantu mensukseskan penelitian skripsi ini khususnya untuk Nur Fitriani dan Annisa Nurussaadah yang telah setia menemani ketika penelitian di pagi buta, serta Khabib Suraya dan Naviatul Hasanah yang telah membantu ketersediaan peralatan untuk penelitian skripsi ini;
13. Spotify, aplikasi yang selalu menyajikan *playlist* lagu kesukaan penulis sehingga penulis tetap semangat ketika menyusun skripsi.

Semoga Allah SWT memberikan balasan berlipat ganda kepada semuanya. Penulis menyadari bahwa skripsi ini belum mencapai kesempurnaan, maka penulis sangat mengharapkan kritik dan saran untuk perbaikan penelitian di kemudian hari. Harapan penulis, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan, pembaca, dan masyarakat luas.

Semarang, 14 September 2022

Penulis



Rahma

NIM. 1802046015

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	i
MOTTO.....	ii
PERSEMBAHAN	iii
DEKLARASI	iv
PEDOMAN TRANSLITERASI	v
ABSTRAK	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xx
BAB I	1
PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	6
C. Tujuan Penelitian.....	6
D. Manfaat Penelitian.....	7
E. Kajian Pustaka.....	7
F. Metodologi Penelitian	10
1. Jenis Penelitian	10
2. Sumber Data.....	11
3. Teknik Pengumpulan Data	12
4. Metode Analisis Data	14

G. Sistematika Penulisan.....	15
BAB II.....	17
KONSEP UMUM ARAH KIBLAT, BINTANG, AZIMUT DAN ALMANAK NAUTIKA	17
A. Konsep Umum Arah Kiblat.....	17
1. Pengertian Arah Kiblat.....	17
2. Dasar Hukum Menghadap Kiblat.....	19
3. Metode Penentuan Arah Kiblat	24
4. Tingkat Akurasi Pengukuran Kiblat.....	36
B. Konsep Umum Bintang.....	37
1. Pengertian Bintang	37
2. Karakteristik dan Klasifikasi Bintang	39
C. Ruang Lingkup Almanak Nautika.....	43
1. Pengertian Almanak Nautika.....	43
2. Data Bintang dalam Almanak Nautika.....	47
D. Konsep Umum Azimuth.....	50
1. Pengertian Azimuth.....	50
2. Azimuth dalam Penentuan Kiblat.....	54
BAB III.....	59
AZIMUTH BINTANG SIRIUS BERDASARKAN DATA ALMANAK NAUTIKA	59
A. Pengertian Bintang Sirius.....	59
B. Karakteristik Bintang Sirius	63
1. Bintang di Rasi Bintang Canis Major.....	63
2. Sistem Bintang Ganda	65

3.	Karakteristik Astronomis Bintang Sirius.....	66
C.	Memprediksi Keberadaan Bintang Sirius.....	68
1.	Daerah Dimana Bintang Sirius Bisa Diamati.....	69
2.	Kapan Bintang Sirius Bisa Diamati.....	74
3.	Posisi Bintang Sirius di Langit.....	76
D.	Data Bintang Sirius di Almanak Nautika	77
E.	Perhitungan Azimuth Bintang Sirius dengan Data Almanak Nautika.....	81
BAB IV		84
ANALISIS POSIBILITAS PENENTUAN ARAH KIBLAT DENGAN BINTANG SIRIUS BERDASARKAN DATA ALMANAK NAUTIKA		84
A.	Posibilitas Penentuan Arah Kiblat dengan Bintang Sirius Berdasarkan Data Almanak Nautika	84
1.	Cara Menentukan Arah Kiblat dengan Bintang Sirius Berdasarkan Data Almanak Nautika	84
2.	Analisis Posibilitas Waktu Ideal Untuk Menentukan Arah Kiblat dengan Bintang Sirius.....	93
3.	Analisis Posibilitas Tempat Ideal Untuk Menentukan Arah Kiblat dengan Bintang Sirius.....	106
4.	Analisis Posibilitas Alat Bantu Ideal Untuk Menentukan Arah Kiblat dengan Bintang Sirius.....	110
B.	Uji Akurasi Penentuan Arah Kiblat dengan Bintang Sirius Berdasarkan Data Almanak Nautika	115
BAB V		136
PENUTUP.....		136
A.	Kesimpulan.....	136

B. Saran.....	137
C. Penutup.....	138
DAFTAR PUSTAKA.....	139
LAMPIRAN	147
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	162

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kelas Spektrum Bintang.....	40
Tabel 2.2 Kelas Luminositas Bintang	42
Tabel 2.3 Nama Bintang di Almanak Nautika	49
Tabel 3.1. Data Bintang Sirius	67
Tabel 3.2 Daftar Daerah yang Tidak Dapat Melihat Sirius di Atas Horizon.....	71
Tabel 4.1 Keberadaan Sirius pada Malam Hari di Kota Berlin, Jerman Pertanggal 15 Tahun 2022.	96
Tabel 4.2 Persentase Langit yang Tertutup Awan di Kota Berlin, Jerman Sepanjang Tahun.....	98
Tabel 4.3 Keberadaan Sirius pada malam hari di Kota Pontianak, Indonesia pertanggal 15 tahun 2022.....	100
Tabel 4.4 Keberadaan Sirius pada malam hari di Kota Ushuaia, Argentina pertanggal 15 tahun 2022.	104
Tabel 4.5 Perbandingan Azimuth Sirius 29 Juli 2022 di MAJT.	116
Tabel 4.6 Perbandingan Azimuth Sirius 31 Juli 2022 di Sky Mansion Horizon Bringin.....	118
Tabel 4.7 Data Perhitungan Pengukuran Arah Kiblat dengan Bintang Sirius di MAJT	120
Tabel 4.8 Data Perhitungan Pengukuran Arah Kiblat dengan <i>Rashd al-Qiblah</i> Lokal di MAJT.....	121
Tabel 4.9 Data Perhitungan Pengukuran Arah Kiblat dengan Bintang Sirius di Sky Mansion Horizon.....	126
Tabel 4.10 Data Perhitungan Pengukuran Arah Kiblat dengan <i>Rashd al-Qiblah</i> Lokal di Sky Mansion Horizon.....	127

Tabel 4.11 Data Perhitungan Pengukuran Arah Kiblat dengan Bintang Sirius di Perum Koveri Bringin	129
Tabel 4.12 Data Perhitungan Pengukuran Arah Kiblat dengan <i>Rashd al-Qiblah</i> Lokal di Perum Koveri Bringin	130
Tabel 4.13 Hasil Uji Akurasi Arah Kiblat.....	133

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tampilan <i>Google Earth</i> Arah kiblat Masjid Agung Jawa Tengah (MAJT).....	34
Gambar 2.2 Tampilan <i>Qibla Finder</i> Arah kiblat Masjid Agung Jawa Tengah (MAJT).....	35
Gambar 2.3 Tampilan Halaman Kiri <i>The Daily Pages</i> Almanak Nautika.	48
Gambar 2.4 Proyeksi Azimuth Bintang Pada Bola Langit.....	53
Gambar 2.5 Bola Bumi dengan Satu Lingkaran Kiblat.....	55
Gambar 2.6 Ilustrasi Arah Kiblat dan Azimuth Kiblat.....	56
Gambar 3.1 Tampilan X-Ray Sirius A dan Sirius B.	62
Gambar 3.2 Peta Rasi Bintang Canis Major.....	64
Gambar 3.3 Bintang Sirius Pada Rasi Bintang Canis Major.....	65
Gambar 3.4 Pengamatan Bintang Sirius di Naajaat, Greenland Tanggal 21 September 2022.....	72
Gambar 3.5 Pengamatan Bintang Sirius di McMurdo Station Tanggal 21 Maret 2022.	73
Gambar 3.6 Pengamatan Bintang Sirius di McMurdo Station Tanggal 21 Juli 2022.....	73
Gambar 3.7 Pengamatan Bintang Sirius di McMurdo Station Tanggal 21 September 2022.....	73
Gambar 3.8 Pengamatan Bintang Sirius di McMurdo Station Tanggal 21 Desember 2022.....	74
Gambar 3.9 <i>Winter Triangle</i> Sirius, Procyon dan Beltegeuse di langit Saint Petersburg, Rusia.	76
Gambar 3.10 Posisi Bintang Sirius Sebelah Rasi Orion.....	77

Gambar 3.11 Ilustrasi Posisi Deklinasi, SHA, GHA dan LHA pada Bola Langit.	79
Gambar 3.12 Navigasi Deklinasi, SHA, GHA dan LHA.	79
Gambar 4.1 Ilustrasi Beda Azimuth Bintang Sirius dan Azimuth Kiblat.	85
Gambar 4.2 Pengamatan Langit Malam di Berlin, Jerman Tanggal 15 Juli 2022.	97
Gambar 4.3 Pengamatan Langit Malam di Kota Semarang.	108
Gambar 4.4 Komponen pada <i>Theodolite</i> Digital.	111
Gambar 4.5 Komponen pada <i>Total Station</i>	112
Gambar 4.6 <i>Smart Station</i> yang Terintegrasi dengan GNSS.	113
Gambar 4.7 Tampilan Stellarium Data Azimuth Sirius pada 29 Juli 2022 di MAJT.	116
Gambar 4.8 Tampilan Stellarium Data Azimuth Sirius pada 31 Juli 2022 di Sky Mansion Horizon Bringin.	117
Gambar 4.9 Hasil Observasi Pertama di MAJT.	123
Gambar 4.10 Hasil Observasi Ketiga di Sky Mansion Horizon	128
Gambar 4.11 Hasil Observasi Keempat di Perumahan Koveri Bringin.	132

DAFTAR LAMPIRAN

A.	Tabel Waktu Sirius Terlihat di atas Horizon Kota Semarang 147
B.	Perhitungan Excel Arah Kiblat..... 148
C.	Data Almanak Nautika Perhitungan Beda Azimuth..... 154
D.	Data Ephemeris Matahari Perhitungan Rashdul Kiblat..... 156
E.	Dokumentasi Wawancara..... 158
F.	Dokumentasi Observasi Uji Akurasi 159

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Menghadap kiblat merupakan kewajiban bagi umat Islam, terutama dalam perkara salat. Sebagaimana kesepakatan para ulama bahwa menghadap kiblat merupakan syarat sah ketika melakukan ibadah salat.¹ Beberapa dalil yang menjadi rujukan tentang kewajiban menghadap kiblat antara lain adalah dalil al-Qur'an surah al-Baqarah ayat 144, 149, dan 150. Melalui ayat-ayat tersebut Allah Swt. selalu memerintahkan dimanapun umat Islam berada di permukaan bumi tanpa terkecuali hendaknya (di dalam salat) selalu memalingkan wajahnya ke *Masjid al-Haram* (Ka'bah).

Selain itu dalam sebuah hadis Rasulullah SAW juga dijelaskan mengenai kiblat yang menjadi pedoman untuk umat Islam menjalankan salat, yaitu sebagai berikut:

عَنْ أَبِي هُرَيْرَةَ رَضِيَ اللَّهُ عَنْهُ قَالَ : قَالَ النَّبِيُّ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ : إِذَا

فُئِمَّتْ لِي الصَّلَاةُ فَأَسْبِغِ الوُضُوءَ ثُمَّ اسْتَقْبِلِ الْقِبْلَةَ وَكَبِّرْ (رواه البخاري)²

“Dari Abu Hurairah r.a. Nabi saw bersabda: bila hendak salat maka sempurnakanlah wudhu, lalu menghadaplah ke kiblat kemudian bertakbirlah.”

Arah kiblat yaitu arah terdekat dari seseorang menuju Ka'bah dan setiap muslim wajib menghadap kearahnya ketika

¹ Ahmad Izzudin, *Ilmu Falak Praktis* (Semarang: PT. Pustaka Rizki Putra, 2012), 25.

² Abu Abdillah Muhammad, *Shahih al-Bukhari*, Jilid 1, (Kairo: Dar al-Hadits, 2004), 110.

salat. Departemen Agama Republik Indonesia mendefinisikan arah kiblat sebagai suatu arah tertentu bagi umat muslim untuk mengarahkan wajahnya ketika salat.¹ Disamping itu, Slamet Hambali mengatakan bahwa arah kiblat adalah arah menuju Ka'bah (Makkah) melewati jalur terdekat yang mana setiap muslim wajib menghadap ke arah tersebut ketika melakukan salat.² Sangat penting bagi umat Islam untuk mengetahui arah kiblat karena hal ini terkait menentukan sah tidaknya suatu ibadah yang akan dilakukan dan adapun kewajiban untuk orang yang tidak mengetahui arah kiblat adalah untuk mencari tahu keberadaan arah kiblat yang tepat.

Penentuan arah kiblat ketika berada diluar Ka'bah atau jauh dari wilayah Makkah harus melalui ijtihad atau usaha penentuan arah kiblat yang disebut juga *Jihad al-Qiblah*.³ Adapun penentuan arah kiblat sendiri merupakan salah satu bahasan pokok dalam khazanah Ilmu Falak. Kiblat pada dasarnya merupakan persoalan arah, yaitu arah yang menuju ke *Masjid al-Haram* atau Ka'bah yang berada di kota Makkah. Arah ini dapat ditentukan dari setiap tempat di permukaan bumi, dengan melakukan perhitungan dan pengukuran.⁴ Seiring berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi,

¹ Departemen Agama RI, Direktorat Jenderal Pembinaan Kelembagaan Agama Islam Proyek Peningkatan Prasarana dan Sarana Perguruan Tinggi Agama / IAIN, *Ensiklopedi Islam*, (Jakarta: CV. Anda Utama, 1993), 629.

² Slamet Hambali, *Ilmu Falak I (Tentang Penentuan Awal Waktu Shalat dan Penentuan Arah Kiblat di Seluruh Dunia)*, Program Pascasarjana IAIN Walisongo Semarang, 84.

³ Ahmad Izzuddin, *Ilmu*, 25.

⁴ Ahmad Izzudin, *Ilmu*, 17.

metode penentuan arah kiblat juga mengalami perkembangan yang signifikan.

Berbagai metode penentuan arah kiblat bermunculan, hal ini bisa dilihat dari alat-alat yang digunakan untuk pengukuran arah kiblat, seperti Tongkat *Istiwa*⁵, *Rubu` Mujayyab*⁶, Kompas⁷, *Mizwala*⁸, *Theodolite*⁹, dan sebagainya. Selain itu, terdapat metode penentuan arah kiblat yang dikembangkan oleh para peneliti ilmu falak, diantaranya yaitu metode *Rashd al-Qiblah* dimana bayangan benda yang terkena sinar Matahari menunjuk ke arah kiblat pada waktu tertentu. Setiap penentuan arah kiblat tersebut baik metode maupun alat yang digunakan pasti mempunyai kelebihan dan kekurangan masing-masing ataupun saling melengkapi satu sama lain.

Patokan umum para penggiat falak dalam pengukuran arah kiblat adalah Matahari karena Matahari merupakan bintang terdekat dari Bumi yang dapat diamati dengan mudah. Namun sayangnya keberadaan Matahari hanya bisa kita amati pada siang hari dalam kondisi cuaca cerah (Matahari tidak terhalang mendung atau hujan). Inilah kekurangan yang

⁵ *Tongkat Istiwa*, adalah tongkat yang ditancapkan tegak lurus pada bidang datar dan diletakkan di tempat terbuka agar mendapatkan sinar Matahari. Alat ini berguna untuk menentukan waktu Matahari hakiki, titik arah mata angin, tinggi Matahari dan mengetahui arah kiblat.

⁶ *Rubu` Mujayyab*, adalah alat hitung berbentuk seperempat lingkaran yang berguna untuk memproyeksikan peredaran benda-benda langit pada bidang vertikal.

⁷ *Kompas*, adalah alat untuk menentukan arah mata angin.

⁸ *Mizwala*, adalah alat untuk menentukan arah kiblat praktis dengan menggunakan bayang-bayang sinar Matahari.

⁹ *Theodolite*, adalah alat untuk mengukur sudut kedudukan benda langit dalam tata koordinat horizontal, yaitu tinggi dan azimuth.

dimiliki dalam penentuan arah kiblat menggunakan objek Matahari. Pada malam hari ketika kita tidak bisa memanfaatkan Matahari sebagai objek acuan dalam penentuan arah kiblat, maka kita bisa menentukan arah kiblat menggunakan benda langit seperti Bulan, planet maupun rasi bintang yang dapat diamati.

Benda langit selain Matahari bisa dijadikan sebagai penentuan arah kiblat dengan ketentuan benda tersebut harus memiliki azimuth sebagai patokan awal.¹⁰ Azimuth merupakan jarak dari titik Utara atau Selatan ke lingkaran vertikal yang dilalui benda langit tersebut, diukur sepanjang lingkaran horizon menurut arah jarum jam.¹¹ Adapun data terkait azimuth benda langit bisa dihitung secara manual menggunakan data-data astronomis.

Di antara rasi bintang yang dapat diamati, ada empat rasi bintang yang biasa dijadikan acuan arah diantaranya yakni rasi bintang Layang-Layang atau Crux, rasi bintang Orion, rasi bintang Biduk atau Ursa Mayor, dan rasi bintang Scorpio.¹² Selain keempat rasi tersebut, ada juga rasi bintang yang memiliki bintang dengan tingkat kecerlangan yang tinggi yang dapat dikenali dan diamati dengan mudah melalui mata telanjang.

¹⁰ Nizma Nur Rahmi, “Studi Analisis Azimuth Bintang Acrux Sebagai Acuan Penentuan Arah Kiblat”, *Skripsi* Fakultas Syari’ah dan Hukum UIN Walisongo Semarang, (Semarang: 2018), 2.

¹¹ Muchtar Salimi, *Ilmu Falak (Penetapan Awal Waktu Shalat dan Arah Kiblat)* (Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta, 1997), 21.

¹² Winardi Sutantyo, *Bintang-Bintang di Alam Semesta* (Bandung: Penerbit ITB, 2010), 4.

Salah satunya yaitu bintang Sirius yang berada dalam rasi bintang Canis Major. Rasi Canis Major disebut juga rasi Anjing Besar yang terletak di sebelah tenggara rasi Orion. Bintang paling terang di rasi ini adalah bintang Sirius (*Alpha Canis Majoris / α CMa*), yang juga merupakan bintang paling terang di langit malam.¹³ Selain mudah diamati dari Bumi, bintang Sirius juga dapat dihitung nilai azimuthnya sehingga bisa diketahui selisihnya dengan azimuth kiblat. Oleh karena itu bintang Sirius berpeluang untuk dijadikan sebagai salah satu acuan dalam penentuan arah kiblat di malam hari sebagai alternatif lain ketika tidak bisa menentukan arah kiblat di siang hari diakibatkan mendung atau hujan.

Penentuan arah kiblat menggunakan bintang Sirius ini belum pernah dikaji sebelumnya sehingga belum diketahui bagaimana posibilitas pelaksanaan penentuan arah kiblatnya. Posibilitas berarti kemungkinan¹⁴, berasal dari Bahasa Inggris yaitu *possibility* dengan arti “*a chance that something may happen or be true*” yaitu kemungkinan atau sesuatu yang dapat berpeluang terjadi.¹⁵

Posibilitas yang dimaksudkan dalam penelitian ini yaitu bagaimana kemungkinan berhasilnya penentuan arah kiblat menggunakan bintang Sirius dengan azimuth bintang yang diperoleh dari perhitungan data Almanak Nautika. Penelitian

¹³ Fred Schaaf, *The Brightest Stars* (Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, 2008), 94.

¹⁴ Windy Novita, *Kamus Ilmiah Populer*, (tt: Pustaka Gama, 2016), 383.

¹⁵ “Cambridge Dictionary” Versi Daring, lihat <https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/possibility> diakses pada 1 Juli 2022 13:04 WIB.

ini hendak menganalisis bagaimana agar penentuan arah kiblat menggunakan acuan bintang Sirius dapat dilakukan dan berhasil mendapatkan arah kiblat yang tepat. Untuk itu penulis pun menyusun skripsi ini dengan judul: “POSIBILITAS PENENTUAN ARAH KIBLAT DENGAN BINTANG SIRIUS BERDASARKAN DATA ALMANAK NAUTIKA”.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan sebelumnya, maka dirumuskan beberapa pokok masalah yang akan menjadi pembahasan skripsi ini yaitu sebagai berikut:

1. Bagaimana posibilitas penentuan arah kiblat dengan bintang Sirius berdasarkan data Almanak Nautika?
2. Bagaimana akurasi hasil penentuan arah kiblat dengan bintang Sirius berdasarkan data Almanak Nautika?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah sebagaimana telah disebutkan diatas, maka tujuan yang hendak dicapai dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui posibilitas atau keadaan yang paling memungkinkan untuk menentukan arah kiblat menggunakan bintang Sirius berdasarkan data Almanak Nautika.
2. Untuk mengetahui tingkat akurasi penentuan arah kiblat dengan bintang Sirius berdasarkan data Almanak Nautika.

D. Manfaat Penelitian

Penelitian dan penulisan skripsi ini diharapkan dapat memberikan manfaat antaralain sebagai berikut:

1. Menambah khazanah keilmuan ilmu falak terutama tentang metode penentuan arah kiblat.
2. Mengetahui posibilitas atau keadaan yang paling memungkinkan untuk menentukan arah kiblat dengan acuan bintang Sirius berdasarkan data Almanak Nautika.
3. Mengetahui tingkat akurasi penentuan arah kiblat menggunakan acuan bintang Sirius dengan data Almanak Nautika.
4. Sebagai alternatif metode penentuan arah kiblat ketika malam hari.

E. Kajian Pustaka

Berdasarkan penelusuran yang telah dilakukan, terdapat beberapa penelitian yang relevan dengan penelitian ini. Diantara penelitian tersebut antaralain yaitu skripsi Imam Sarruji yang berjudul “Penentuan Arah Kiblat Menggunakan Azimuth Bintang dan Planet” yang menjelaskan bahwa penentuan arah kiblat menggunakan azimuth bintang dan planet adalah sebuah metode menentukan arah kiblat berdasarkan pada posisi sembarang bintang dan planet. Metode tersebut dapat dijadikan alternatif untuk menentukan arah kiblat yang akurat.¹⁶ Metode ini juga yang akan penulis

¹⁶ Imam Sarruji, “Penentuan Arah Kiblat menggunakan Azimuth Bintang dan Planet”, *Skripsi* Fakultas Syari’ah dan Ekonomi Islam IAIN Antasari, 2016.

lakukan dalam penelitian ini namun menggunakan azimuth bintang Sirius.

Skripsi M. Ali Romdhon dengan judul “Studi Analisis Penggunaan Bintang Sebagai Penunjuk Arah Kiblat Nelayan (Studi Kasus Kelompok Nelayan Mina Kencana Desa Jambu Kecamatan Mlonggo Kabupaten Jepara)”. Penelitian tersebut menjelaskan bahwa nelayan menggunakan bintang Panjer yang tidak lain merupakan planet Venus sebagai penunjuk arah kiblat dengan melihat secara langsung tanpa alat bantu teropong atau teleskop.¹⁷

Selain itu terdapat skripsi Nizma Nur Rahmi yang berjudul “Studi Analisis Azimuth Bintang Acrux Sebagai Acuan Penentuan Arah Kiblat”. Penelitiannya menjelaskan bahwa perhitungan manual azimuth bintang Acrux dengan data yang diambil dari Almanak Nautika bisa dijadikan sebagai acuan penentuan arah kiblat yang merupakan salah satu alternatif penentuan arah kiblat pada malam hari, karena pada dasarnya semua benda langit bisa dijadikan sebagai acuan penentuan arah kiblat dengan catatan mengetahui nilai azimuth bintang tersebut kemudian menghitung beda azimuth tersebut dengan rumus $\text{beda azimuth} = \text{azimuth kiblat} - \text{azimuth bintang}$.¹⁸

¹⁷ M. Ali Romdhon, “Studi Analisis Penggunaan Bintang Sebagai Penunjuk Arah Kiblat Nelayan (Studi Kasus Kelompok Nelayan “Mina Kencana” Desa Jambu Kecamatan Mlonggo Kabupaten Jepara)”, *Skripsi* Fakultas Syari’ah IAIN Walisongo, 2012.

¹⁸ Nizma Nur Rahmi, “Studi Analisis Azimuth Bintang Acrux Sebagai Acuan Penentuan Arah Kiblat”, *Skripsi* Fakultas Syari’ah dan Hukum UIN Walisongo Semarang, 2018.

Selain skripsi, terdapat jurnal yang juga relevan dengan penelitian yang penulis lakukan. Jurnal oleh Samsul Halim, yang berjudul “Studi Analisis Terhadap Bintang Rigel Sebagai Acuan Penentu Arah Kiblat di Malam Hari”, menjelaskan bahwa penentuan arah kiblat di malam hari dengan bantuan posisi bintang Rigel memiliki tingkat keakuratan yang akurat. Adapun perbedaan hasil komparasi dengan penggunaan Matahari hanya pada bagian menit dan detik yaitu $0^{\circ} 1' 22,51''$, hal ini jauh dari batasan toleransi kemelencengan arah kiblat yaitu 4° menurut Thomas Djamaluddin.¹⁹ Penelitian Samsul Halim ini serupa dengan penelitian Nizma Nur Rahmi, keduanya relevan dengan penelitian yang akan penulis lakukan, namun benda langit yang dijadikan objek penelitian dan data azimuth bintang yang digunakan berbeda.

Jurnal yang ditulis oleh Nurfahizya dan Alimuddin dengan judul “Metode Pengukuran Arah Kiblat Menggunakan Rasi Bintang dengan Azimuth Matahari”. Dijelaskan bahwa pada dasarnya metode penentuan arah kiblat dengan azimuth rasi bintang ataupun metode azimuth Matahari keduanya memiliki tingkat akurasi yang sama. Sisi keunggulan rasi bintang diantaranya rasi bintang dapat menjadi alternatif mengukur arah kiblat pada malam hari dan sisi keunggulan

¹⁹ Samsul Halim, “Studi Analisis Terhadap Bintang Rigel Sebagai Acuan Penentu Arah Kiblat di Malam Hari”, *Jurnal AL-AFAQ: Jurnal Ilmu Falak dan Astronomi*, Vol. 2, No. 1, Juni 2020.

azimuth matahari alat yang digunakan cukup sederhana dan praktis.²⁰

Dari beberapa penelitian yang telah diuraikan di atas, terdapat penelitian tentang penentuan arah kiblat menggunakan Matahari, planet, rasi bintang, dan juga bintang. Namun sejauh penelusuran yang telah dilakukan penulis, belum ada penelitian yang mengkaji dan mengulas tentang studi analisis kemungkinan bintang Sirius sebagai acuan penentuan arah kiblat dengan data azimuth yang diperoleh dari perhitungan manual dengan data Almanak Nautika. Oleh karena itu, penulis tertarik untuk meneliti kemungkinan penentuan arah kiblat menggunakan bintang Sirius berdasarkan azimuth bintang dari data Almanak Nautika.

F. Metodologi Penelitian

1. Jenis Penelitian

Penelitian ini termasuk penelitian kualitatif *library research* (penelitian pustaka) dengan bentuk penelitian deskriptif yaitu penelitian yang berusaha menuturkan pemecahan masalah berdasarkan data-data dengan menyajikan data, menganalisis dan menginterpretasi.²¹ Penelitian ini berusaha menguraikan kemungkinan metode

²⁰ Nur Fahizya & Alimuddin, "Metode Pengukuran Arah Kiblat Menggunakan Rasi Bintang dengan Azimuth Matahari", *Jurnal Hisabuna*, Vol. 2, No. 3, November 2021.

²¹ Abu Achmadi dan Cholid Narbuko, *Metodologi Penelitian: Memberikan Bekal Teoritis Pada Mahasiswa tentang Metodologi Penelitian serta Diharapkan Dapat Melaksanakan Penelitian dengan Langkah-langkah yang Benar*, (Jakarta: Bumi Aksara, 2015), 46.

penentuan arah kiblat menggunakan bintang Sirius berdasarkan data Almanak Nautika.

Dilakukan pengumpulan data terkait bintang Sirius terlebih dahulu, kemudian data tersebut diolah untuk perhitungan azimuth bintang Sirius yang digunakan ketika mengukur arah kiblat lalu dianalisis kemungkinan keadaan ideal penentuan arah kiblat dengan bintang Sirius yang telah dilakukan. Setelah itu untuk mengetahui tingkat akurasi metode penentuan arah kiblat dengan bintang Sirius berdasarkan data Almanak Nautika ini dilakukan komparasi dengan metode penentuan arah kiblat *Rashd al-Qiblah* lokal.

2. Sumber Data

Terdapat dua jenis sumber data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu sumber data primer dan sumber data sekunder.

a. Sumber Data Primer

Sumber data primer yang digunakan dalam penelitian ini yaitu data hasil observasi pengukuran arah kiblat secara langsung di lapangan menggunakan bintang Sirius berdasarkan data Almanak Nautika.

b. Sumber Data Sekunder

Sumber data sekunder yang digunakan yaitu: Almanak Nautika untuk mendapatkan data astronomis yang digunakan dalam perhitungan azimuth bintang Sirius yaitu data GHA (*Greenwich Hour Angle*) Aries, SHA (*Siderial Hour Angle*)

Sirius dan deklinasi Sirius; website *stellarium-web.org* sebagai sumber data astronomis waktu terbit, terbenam dan simulasi pengamatan bintang Sirius; buku “Ilmu Falak Arah Kiblat Setiap Saat” karya Slamet Hambali sebagai sumber informasi terkait rumus perhitungan azimuth bintang dan azimuth kiblat; serta data hasil wawancara dengan tokoh penggiat falak dan astronomi.

3. Teknik Pengumpulan Data

1) Dokumentasi

Dokumentasi berupa pengumpulan dan pencatatan data bintang Sirius dari Almanak Nautika kemudian penelaahan rumus perhitungan azimuth bintang Sirius, perhitungan arah kiblat dan perhitungan beda azimuth.

2) Eksperimen

Teknik pengumpulan data ini dengan melakukan beberapa eksperimen atau percobaan pengamatan bintang Sirius di beberapa sampel tempat dan waktu untuk melihat hubungan sebab-akibatnya. Penelitian ini menggunakan teknik eksperimen secara virtual yaitu mengumpulkan data terkait kriteria bintang Sirius dengan melakukan simulasi pengamatan bintang Sirius secara virtual melalui *website stellarium-web.org*.

3) Observasi

Observasi atau pengamatan berupa praktik penentuan arah kiblat menggunakan metode acuan

bintang Sirius berdasarkan data Almanak Nautika. Peneliti mengamati bintang Sirius pada langit malam dengan alat bantu *Theodolite* serta melakukan perhitungan azimuth bintang dan arah kiblat dari titik tempat pengamat. Titik koordinat tempat diperoleh dari *Global Positioning System* (GPS). Selain itu, peneliti juga melakukan pengukuran arah kiblat menggunakan metode *Rashd al-Qiblah* yang nantinya dikomparasikan dengan arah kiblat hasil pengukuran dengan bintang Sirius agar bisa diketahui bagaimana tingkat keakuratannya.

Observasi ini dilakukan di empat sampel tempat, yaitu Masjid Agung Jawa Tengah (MAJT), Cafe Carsen BPI, Lapangan Sky Mansion Horizon Bringin dan Perumahan Koveri Bringin, Semarang. Peneliti melakukan pengamatan di tempat-tempat tersebut karena datarannya cukup tinggi sehingga memiliki area pandang yang luas ke langit sebelah Timur dan Barat sehingga mudah untuk mengamati bintang Sirius. Adapun waktu pengamatan menyesuaikan dengan waktu terlihatnya bintang Sirius di langit malam.

4) Wawancara

Wawancara merupakan pengumpulan data berupa kegiatan tanya jawab langsung antara peneliti dengan narasumber sebagai sumber data. Peneliti melakukan wawancara secara daring

terhadap tokoh astronomi yang bersangkutan dengan penelitian ini, yaitu Avivah Yamani yang merupakan seorang pegiat dan komunikator astronomi yang aktif sebagai *Co-Founder* dan *Owner* dari media Langit Selatan, serta *Project Manager* dari *365 Days of Astronomy Planetary Science Institute*.

4. Metode Analisis Data

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode analisis data kualitatif deskriptif, menggunakan langkah analisis reduksi data, penguraian data, dan penarikan kesimpulan.²² Reduksi data dilakukan dengan memilih dan merangkum data terkait bintang Sirius mulai dari data azimuth berdasarkan Almanak Nautika, rumus yang dibutuhkan untuk perhitungan azimuth dan kiblat, data hasil observasi secara langsung di lapangan, serta data kriteria bintang Sirius berdasarkan percobaan simulasi secara virtual. Selanjutnya penguraian data dengan mendeskripsikan perhitungan dan pelaksanaan metode penentuan arah kiblat menggunakan bintang Sirius berdasarkan data Almanak Nautika, serta keadaan ideal untuk menentukan arah kiblat menggunakan bintang Sirius tersebut.

Peneliti juga menganalisis tingkat akurasi hasil penentuan arah kiblat dengan bintang Sirius menggunakan metode komparasi dengan hasil penentuan

²² Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*, (Bandung: Penerbit Alfabeta, 2016), 246.

arah kiblat metode *Rashd al-Qiblah*. Selanjutnya disimpulkan hasil penelitian yang menjawab rumusan masalah yaitu mengetahui posibilitas penentuan arah kiblat menggunakan bintang Sirius berdasarkan data Almanak Nautika dan keakuratan arah kiblatnya jika dikomparasikan dengan metode *Rashd al-Qiblah* lokal.

G. Sistematika Penulisan

Agar penulisan penelitian ini dapat lebih terarah dan mudah dipahami, penulis mengemukakan sistematika penulisan dalam lima bab yaitu sebagai berikut.

Bab pertama berisi tentang pendahuluan atau gambaran awal penelitian, meliputi latar belakang masalah sebagai faktor penyebab mengapa penelitian ini dilakukan, rumusan masalah, tujuan penulisan, manfaat penulisan, kajian pustaka, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan.

Bab kedua mengenai tinjauan umum arah kiblat, bintang, Almanak Nautika dan azimuth. Pada bab ini dijelaskan apa yang dimaksud arah kiblat, dasar hukum menghadap kiblat dan metode-metode penentuan arah kiblat. Setelah itu dijelaskan tentang pengertian dan karakteristik bintang serta pengertian Almanak Nautika dan data bintang dalam Almanak Nautika. Selain itu dijelaskan pula mengenai konsep umum azimuth, termasuk kaitan azimuth dalam penentuan arah kiblat.

Bab ketiga memuat konsep umum penentuan arah kiblat dengan bintang Sirius berdasarkan data azimuth dari Almanak Nautika yaitu pengertian bintang Sirius, karakteristik bintang

Sirius, cara memprediksi keberadaan bintang Sirius di langit malam, serta penjabaran tentang data perhitungan azimuth bintang Sirius berdasarkan Almanak Nautika.

Bab keempat berisi analisis posibilitas penentuan arah kiblat menggunakan bintang Sirius berdasarkan data Almanak Nautika. Bab ini memuat perhitungan arah kiblat menggunakan azimuth bintang Sirius berdasarkan data Almanak Nautika lalu dianalisis kondisi paling memungkinkan untuk pengaplikasian metode penentuan arah kiblat dengan bintang Sirius berdasarkan data Almanak Nautika. Setelah itu dijabarkan tentang uji akurasi hasil penentuan arah kiblat menggunakan bintang Sirius yang dikomparasikan dengan hasil penentuan arah kiblat menggunakan metode *Rashd al-Qiblah* Harian.

Akhirnya pada bab kelima yakni bab penutup, dijabarkan kesimpulan hasil kajian penelitian secara keseluruhan. Peneliti juga mencantumkan saran-saran yang diperlukan terkait penelitian ini.

BAB II

KONSEP UMUM ARAH KIBLAT, BINTANG, AZIMUT DAN ALMANAK NAUTIKA

A. Konsep Umum Arah Kiblat

1. Pengertian Arah Kiblat

Kata kiblat berasal dari bahasa Arab, yaitu **قِبْلَةٌ** salah satu bentuk derivasi dari **قَبَّلَ، يُقَبِّلُ، قَبْلًا** yang berarti menghadap.¹ Pengertian dari kiblat yang biasa kita dengar yaitu arah yang tertuju pada bangunan Ka'bah di *Masjid al-Haram* kota Makkah *al-Mukarromah*. Kata kiblat dalam al-Qur'an memiliki beberapa arti, yaitu:

a. Kata kiblat yang berarti arah

Sesuai firman Allah Swt. dalam al-Qur'an surah al-Baqarah ayat 142 dengan redaksi berikut:

سَيَقُولُ السُّفَهَاءُ مِنَ النَّاسِ مَا وَلَّاهُمْ عَن قِبْلَتِهِمُ الَّتِي كَانُوا
عَلَيْهَا ؕ قُلْ لِلَّهِ الْمَشْرِقُ وَالْمَغْرِبُ ۚ يَهْدِي مَنْ يَشَاءُ إِلَى صِرَاطٍ
مُّسْتَقِيمٍ

“Orang-orang yang kurang akal di antara manusia akan berkata, “Apakah yang memalingkan mereka (Muslim) dari kiblat yang dahulu mereka (berkiblat) kepadanya?” Katakanlah (Muhammad), “Milik Allah-lah Timur dan Barat; Dia memberi petunjuk kepada

¹ Ahmad Warson Munawir, *Al-Munawir Kamus Arab-Indonesia*, (Surabaya: Pustaka Progressif, 1997), 1087-1088.

siapa yang Dia kehendaki ke jalan yang lurus.”
(Q.S. 2 [al-Baqarah]: 142)¹

b. Kata kiblat yang berarti tempat salat

Sesuai firman Allah Swt. dalam al-Qur'an surah Yunus ayat 87 dengan redaksi berikut.

وَأَوْحَيْنَا إِلَىٰ مُوسَىٰ وَأَخِيهِ أَنْ تَبَوَّأَ لِقَوْمِكُمْ مَا مَدْرَسَٰتُهُمْ وَيُؤْتُوا فِيهَا صَلَاتَهَا وَأُفُقَهَا
وَأَوْحَيْنَا إِلَىٰ مُوسَىٰ وَأَخِيهِ أَنْ تَبَوَّأَ لِقَوْمِكُمْ مَا مَدْرَسَٰتُهُمْ وَيُؤْتُوا فِيهَا صَلَاتَهَا وَأُفُقَهَا

“Dan kami wahyukan kepada Musa dan saudaranya (Harun), “Ambilah oleh kamu berdua beberapa rumah di Mesir untuk tempat tinggal kaummu dan jadikanlah olehmu rumah-rumahmu itu kiblat (tempat ibadah), dan tegakkanlah salat serta gembirakanlah orang-orang yang beriman.” (Q.S. 10 [Yunus]: 87)²

Muhyiddin Khazin menyatakan bahwa arah kiblat merupakan arah atau jarak terdekat sepanjang lingkaran besar yang melewati kota Makkah (Ka'bah) dengan tempat kota yang bersangkutan, seperti Jakarta dengan arah yang terdekat dengan Makkah yaitu arah Barat serong ke Utara.³ Sedangkan menurut Ahmad Izzuddin bahwa kiblat adalah arah terdekat dari seseorang menuju Ka'bah dan setiap muslim wajib menghadap ke arahnya saat mengerjakan salat.⁴ Disamping itu, Slamet Hambali

¹ Tim Penyempurnaan Terjemahan Al-Qur'an, *Al-Qur'an dan terjemahannya Edisi Penyempurnaan 2019*, (Jakarta: Lajnah Pentashihan Mushaf Al-Qur'an Badan litbang dan Diklat Kementerian Agama RI, 2019), 28.

² *Ibid.*, 300.

³ Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak dalam Teori dan Praktik*, (Yogyakarta: Buana Pustaka, 2004), 48.

⁴ Ahmad Izzudin, *Ilmu Falak Praktis*, (Semarang: PT. Pustaka Rizki Putra, 2012), 20.

juga mengatakan bahwa arah kiblat adalah arah menuju Ka'bah (Makkah) yang melewati jalur terdekat dimana setiap muslim wajib menghadap ke arah tersebut ketika melakukan ibadah salat.⁵

Dari beberapa definisi diatas dapat disimpulkan bahwa arah kiblat merupakan arah menuju Ka'bah dengan jarak terdekat dan setiap muslim wajib menghadap ke arah tersebut ketika salat.

2. Dasar Hukum Menghadap Kiblat

Adapun dalil perintah menghadap kiblat yakni ayat al-Qur'an dan hadis. Beberapa dalil yang menjadi rujukan tentang kewajiban menghadap kiblat antara lain adalah surah al-Baqarah ayat 144, 149, dan 150. Melalui ayat-ayat tersebut Allah Swt. selalu memerintahkan dimanapun umat Islam berada di permukaan bumi tanpa terkecuali hendaknya (di dalam salat) selalu memalingkan wajahnya ke *Masjid al-Haram* (Ka'bah).

Redaksi dari dalil-dalil al-Qur'an tersebut yaitu sebagai berikut:

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

⁵ Slamet Hambali, *Ilmu Falak I (Tentang Penentuan Awal Waktu Shalat dan Penentuan Arah Kiblat di Seluruh Dunia)*, Program Pascasarjana IAIN Walisongo Semarang, 84.

“Kami melihat wajahmu (Muhammad) sering menengadah ke langit, maka akan Kami palingkan engkau ke kiblat yang engkau senangi. Maka hadapkanlah wajahmu ke arah Masjid al-Haram. Dan di mana saja engkau berada, hadapkanlah wajahmu ke arah itu. Dan sesungguhnya orang-orang yang diberi Kitab (Taurat dan Injil) tahu, bahwa (pemindahan kiblat) itu adalah kebenaran dari Tuhan mereka. Dan Allah tidak lengah terhadap apa yang mereka kerjakan.” (Q.S. 2 [al-Baqarah]: 144)⁶

وَمَنْ حَيْثُ خَرَجْتَ فَوَلِّ وَجْهَكَ شَطْرَ الْمَسْجِدِ الْحَرَامِ ۖ وَإِنَّهُ لَلْحَقُّ
مَنْ رَّبِّكَ ۗ وَمَا اللَّهُ بِغَافِلٍ عَمَّا تَعْمَلُونَ

“Dari mana pun engkau (Nabi Muhammad) keluar, hadapkanlah wajahmu ke arah Masjidilharam. Sesungguhnya (hal) itu benar-benar (ketentuan) yang hak (pasti, yang tidak diragukan lagi) dari Tuhanmu. Allah tidak lengah terhadap apa yang kamu kerjakan.” (Q.S. 2 [al-Baqarah]: 149)⁷

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

“Dari mana pun engkau (Nabi Muhammad) keluar, maka hadapkanlah wajahmu ke arah Masjid al-Haram. Di mana saja kamu berada, maka hadapkanlah wajahmu ke arahnya agar tidak ada alasan bagi manusia (untuk menentangmu), kecuali orang-orang yang zalim di antara mereka. Maka, janganlah kamu takut kepada mereka, tetapi takutlah kepada-Ku agar Aku sempurnakan nikmat-Ku

⁶ Tim Penyempurnaan Terjemahan Al-Qur'an, *Al-Qur'an*, 29.

⁷ *Ibid.*, 30.

kepadamu dan agar kamu mendapat petunjuk.” (Q.S. 2 [al-Baqarah]: 150)⁸

Adapun dalil menghadap kiblat dikuatkan oleh hadis-hadis berikut:

حَدَّثَنَا أَبُو بَكْرِ بْنُ أَبِي شَيْبَةَ حَدَّثَنَا عَمَّانُ حَدَّثَنَا حَمَّادُ بْنُ سَلَمَةَ عَنْ ثَابِتٍ عَنْ أَنَسٍ أَنَّ رَسُولَ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ كُنَّا يُصَلِّي نَحْوَ بَيْتِ الْمَقْدِسِ فَتَنَزَّلَتْ (قَدْ نَرَى تَقَلُّبَ وَجْهِكَ فِي السَّمَاءِ فَلَنُوَلِّيَنَّكَ قِبْلَةً تَرْضَاهَا فَوَلِّ وَجْهَكَ شَطْرَ الْمَسْجِدِ الْحَرَامِ) فَمَرَّ رَجُلٌ مِنْ بَنِي سَلَمَةَ وَهُمْ رُكُوعٌ فِي صَلَاةِ الْفَجْرِ وَقَدْ صَلُّوا رُكْعَةً فَنَادَى أَلَا إِنَّ الْقِبْلَةَ فَمَا لَوْ كَمَا هُمْ نَحْوُ الْقِبْلَةِ (رواه المسلم)⁹

“Bercerita Abu Bakar bin Abi Syaibah, bercerita ‘Affan, bercerita Hammad bin Salamah, dari Tsabit dari Annas: Bahwa sesungguhnya Rasulullah SAW, pada suatu hari sedang solat dengan menghadap Bait al-Maqdis, kemudian turunlah ayat “Sesungguhnya aku melihat mukamu sering menengadah ke langit, maka sungguh kamu palingkan mukamu ke kiblat yang kamu kehendaki. Palingkanlah mukamu ke arah Masjid al-Haram” kemudian ada seseorang dari Bani Salamah berpergian, menjumpai sekelompok sahabat sedang ruku’ pada salat fajar. Lalu ia menyeru “Sesungguhnya kiblat telah berubah” Lalu mereka berpaling seperti kelompok Nabi yakni ke arah kiblat”. (HR. Muslim)

حَدَّثَنَا أَبُو بَكْرِ بْنُ أَبِي شَيْبَةَ حَدَّثَنَا أَبُو أُسَامَةَ وَ عَبْدِ اللَّهِ بْنُ مُنِيرٍ ح وَحَدَّثَنَا ابْنُ مُنِيرٍ حَدَّثَنَا أَبِي قَالَ حَدَّثَنَا عُبَيْدُ اللَّهِ عَنْ سَعِيدِ بْنِ أَبِي

⁸ *Ibid.*

⁹ Maktabah Syamilah, Imam Muslim, *Skhahih Bukhari, Hadis No. 1208, Juz 2, 66.*

سَعِيدٍ عَنْ أَبِي هُرَيْرَةَ أَنَّ رَجُلًا دَخَلَ الْمَسْجِدَ فَصَلَّى وَرَسُولُ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ فِي نَاحِيَةٍ وَسَاقَا الْحَدِيثِ يَمْنُلُ هَذِهِ الْقِصَّةَ وَ زَادَا فِيهِ (إِذَا قُمْتَ إِلَى الصَّلَاةِ فَأَسْبِغِ الوُضُوءَ ثُمَّ اسْتَقْبَلِ الْقِبْلَةَ فَكَبِّرْ)¹⁰

“Abu Bakr bin Abi Syaibah telah menceritakan kepada kami, Abu Usamah dan Abdullah bin Numair telah menceritakan kepada kami, -(perpindahan jalur riwayat) Ibnu Numair telah menceritakan kepada kami, Ayahku (Numair) telah menceritakan kepada kami-, mereka berdua berkata Ubaidullah telah menceritakan kepada kami dari Sa’id dari Abu Hurairah bahwa ada seseorang masuk masjid kemudian salat sedangkan Rasulullah saw disisi yang lainnya, mereka berdua (Abu Usamah dan Ibnu Numair) menyampaikan hadis yang serupa dengan kisah ini dan menambahkan dalam hadis: (Ketika kalian berdiri untuk salat maka sempurnakanlah wudu kemudian hadaplah kiblat lalu takbir)”. (HR. Muslim)

Berdasarkan dalil-dalil di atas, para ulama sepakat bahwa menghadap kiblat merupakan syarat sahnya salat. Oleh karena itu jika seseorang melenceng atau tidak menghadap kiblat ketika mengerjakan salat maka salatnya menjadi tidak sah. Sebagaimana kaidah ushul fiqh yang mengatakan bahwa

ما لا يتم الواجب إلا به فهو واجب

“Mā lā yatimmu al-wajibu illā bihi fahuwa wājib”

¹⁰ Muslim bin al-Hajjaj al-Naisaburi, *Sohih Muslim*, Jilid I (Beirut: Dar Ihya’ al-Turas al- ‘Araby. 1954), 298.

yang berarti suatu perkara yang tidak sempurna tanpa terpenuhinya syarat maka syarat itu menjadi wajib.¹¹

Oleh karena itu dalam konteks ini menghadap kiblat bermakna suatu syarat untuk dapat melaksanakan salat. Karena mendirikan salat hukumnya wajib, maka segala sesuatu yang menjadi syarat untuk bisa melaksanakan salat hukumnya menjadi wajib untuk dikerjakan termasuk menghadap kiblat ketika salat.

Menurut Imam Syafi'i dan Hambali, kiblat ialah arah menuju ke Ka'bah dan wajib untuk menghadap kiblat baik bagi orang yang dekat dengan Ka'bah maupun yang jauh. Orang-orang yang bermukim di Makkah atau dekat dengan Ka'bah, maka salatnya tidak sah kecuali menghadap '*Ain al-Ka'bah* yaitu menghadap ke arah bangunan Ka'bah dengan yakin selagi itu memungkinkan. Apabila tidak memungkinkan maka berjihad menemukan perkiraan arah Ka'bah.¹²

Adapun menurut Madzhab Hanafi dan Maliki, bahwa seandainya menghadap ke bangunan Ka'bah adalah suatu kewajiban maka tentu akan menyulitkan, padahal Allah tidak pernah mempersulit hambanya dalam beragama. Sehingga bagi yang berada jauh dari Ka'bah, maka seseorang hanya wajib mengarahkan hadapan salatnya ke arah Ka'bah sehingga bisa termasuk

¹¹ Ibnu Abu Bakar As Suyuti, Abdurrahman, *Al Asybah Wa An Nazair*, (Indonesia: Daar Ihya'Al Kutub Al Arabiyah, t.th), 116.

¹² Imam Syafi'i, *Kitab Al-Umm*, (tt: Maktabah Syamilah, t.th), juz 6, 216. Lihat juga Abdurrahman bin Muhammad Awwad Al-Jaziry, *Kitabul Fiqh 'Ala Madzhabihil Arba'ah*, (Beirut: Dar Ihya At Tyrats Al Araby, 1699), 177.

Masjid al-Haram dan bahkan kota Makkah, tidak harus tepat bangunan Ka'bah.¹³

Dari penjelasan tersebut dilihat dari segi kuat atau tidaknya prasangka seseorang ketika menghadap kiblat dapat dibagi menjadi dua, yaitu:

- 1) *'Ain al-Ka'bah*, yaitu menghadap kiblat dengan penuh yakin wajib bagi orang-orang yang berada di *Masjid al-Haram* dan melihat langsung Ka'bah.
 - 2) *Jihad al-Ka'bah*, yaitu menghadap kiblat dengan ijtihad untuk orang-orang yang berada jauh dari Ka'bah yaitu berada di luar *Masjid al-Haram* atau di luar Makkah sehingga tidak dapat melihat bangunan Ka'bah. Maka wajib menghadap kiblat dengan memperkirakan arah menuju Ka'bah, *Masjid al-Haram*, atau paling tidak Kota Makkah.
3. Metode Penentuan Arah Kiblat

Bagi umat Islam yang berada di lokasi yang jauh dari Ka'bah perlu melakukan ijtihad untuk dapat mengetahui arah kiblat. Ijtihad tersebut dapat dilakukan melalui beberapa metode penentuan arah kiblat yang terus berkembang seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. Dengan bantuan alat dan keakuratan metode yang digunakan maka keyakinan menghadap ke arah kiblat dapat lebih tinggi. Ada beberapa macam metode yang biasa digunakan untuk menentukan arah kiblat, diantaranya sebagai berikut.

¹³ Muh. Hadi Bashori, *Kepunyaan Allah Timur dan Barat*, (Jakarta: Gramedia, 2014), 21.

1) Azimuth Kiblat

Azimuth kiblat merupakan jarak sudut yang dihitung dari titik Utara ke arah Timur (searah dengan perputaran jarum jam) sampai dengan titik kiblat yaitu Ka'bah.¹⁴ Sebelum mencari azimuth kiblat, hitung dulu arah kiblat dengan rumus:¹⁵

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

Keterangan:

B: arah kiblat. Jika bernilai positif (+) maka arah kiblat dihitung dari Utara, jika nilainya negatif (-) maka arah kiblat dihitung dari Selatan.

Φ^k : adalah lintang Ka'bah.

Φ^x : adalah lintang tempat, sesuai dengan tempat yang diukur arah kiblatnya.

C: adalah jarak bujur, yaitu jarak antara bujur Ka'bah (λ^k) dengan bujur tempat (λ^x) kota yang akan diukur arah kiblatnya.

Dalam hal ini berlaku beberapa ketentuan untuk mencari nilai C atau jarak bujur, yaitu sebagai berikut:

- a. Jika bujur tempat (λ^x) BT > bujur Ka'bah (λ^k), maka $C = \lambda^x - \lambda^k$ (kiblat arah Barat).

¹⁴ Ahmad Izzuddin, *Menentukan Arah Kiblat Praktis*, (Semarang: Walisongo Press, 2010), 31.

¹⁵ Slamet Hambali, *Ilmu Falak Arah Kiblat Setiap Saat*, (Yogyakarta: Pustaka Ilmu, 2013), 80. Lihat juga Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis*, (Semarang: PT. Pustaka Rizki Putra, 2012), 39.

- b. Jika bujur tempat (λ^x) BT < bujur Ka'bah (λ^k), maka $C = \lambda^k - \lambda^x$ (kiblat arah Timur).
- c. Jika bujur tempat (λ^x) BB < $140^\circ 10' 20''$ BB, maka $C = \lambda^x + \lambda^k$ (kiblat arah Timur).
- d. Jika bujur tempat (λ^x) BB > $140^\circ 10' 20''$ BB, maka $C = 360 - \lambda^x - \lambda^k$ (kiblat arah Barat).¹⁶

Setelah mengetahui nilai arah kiblat, maka selanjutnya menghitung azimuth kiblat dengan rumus:

- a. Jika B = UT (+), maka azimuth kiblat = B (tetap).
 - b. Jika B = UB (+), maka azimuth kiblat = $360^\circ - B$.
 - c. Jika B = ST (-), maka azimuth kiblat = $180^\circ - B$ dengan nilai B dipositifkan.
 - d. Jika B = SB (-), maka azimuth kiblat = $180^\circ + B$ dengan nilai B dipositifkan.¹⁷
- 2) *Rashd al-Qiblah*

Rashd al-Qiblah adalah ketentuan waktu dimana bayangan benda yang terkena sinar Matahari menunjuk arah kiblat.¹⁸ Jadi penentuan arah kiblat bisa dilakukan dengan berdasarkan bayang-bayang sebuah benda yang tegak lurus di atas permukaan Bumi pada waktu *Rashd al-Qiblah* tersebut terjadi.

¹⁶ Ahmad Izzudin, *Ilmu*, 40.

¹⁷ Slamet Hambali, *Ilmu*, 22-23.

¹⁸ Ahmad Izzudin, *Ilmu*, 45.

Metode ini berpedoman pada posisi Matahari ketika berada di titik zenith Ka'bah.

Menurut Slamet Hambali, *Rashd al-Qiblah* ini dapat dibagi menjadi dua jenis, yaitu yaitu *Rashd al-Qiblah* global dan *Rashd al-Qiblah* lokal. *Rashd al-Qiblah* global adalah adalah petunjuk arah kiblat yang diambil dari posisi Matahari ketika sedang berkulminasi di titik zenith Ka'bah. Hal ini terjadi dua kali dalam setahun, yaitu setiap tanggal 27 Mei (tahun kabisat) atau 28 Mei (tahun *basithah*) pukul 16.18 WIB dan pada tanggal 15 Juli (tahun kabisat) atau 16 Juli (tahun *basithah*) pukul 16.27 WIB.¹⁹ Jadi pada setiap tanggal dan jam tersebut semua benda yang berdiri tegak lurus di atas permukaan Bumi bayangannya dapat menunjukkan arah kiblat.

Adapun *Rashd al-Qiblah* lokal adalah metode petunjuk arah kiblat dengan posisi Matahari saat memotong lingkaran kiblatnya suatu tempat, sehingga semua benda yang berdiri tegak di atas permukaan bumi pada saat itu bayangannya menunjukkan arah kiblat tempat tersebut.²⁰ Oleh karena itu bisa dikatakan bahwa *Rashd al-Qiblah* lokal ini ketika Matahari berada di jalur Ka'bah. Penentuan arah kiblat dengan metode ini bisa dilakukan setiap hari dan untuk menentukannya

¹⁹ Slamet Hambali, *Ilmu*, 38.

²⁰ *Ibid.*, 45.

harus dihitung dahulu sesuai dengan koordinat tempat yang akan ditentukan arah kiblatnya.

Adapun menurut Slamet Hambali, langkah-langkah perhitungan *Rashd al-Qiblah* lokal suatu tempat yaitu sebagai berikut:²¹

- a. Melakukan perhitungan arah kiblat (B) dengan rumus yang telah dijelaskan sebelumnya (lihat halaman 25).
- b. Menghitung sudut pembantu, dengan rumus:

$$\text{Cotan } U = \tan B \times \sin \Phi^x$$

Keterangan:

U : sudut pembantu

B : arah kiblat

Φ^x : lintang tempat

- c. Menghitung t-U, dengan rumus:

$$\text{Cos (t-U)} = \tan \delta^m \cos U \div \tan \Phi^x$$

Keterangan:

δ^m : deklinasi Matahari, bisa diambil data pada pukul 12 LMT

- d. Menghitung sudut waktu (t), dengan rumus:

$$t = t-U + U$$

- e. Menghitung saat terjadinya *Rashd al-Qiblah* lokal dengan waktu hakiki atau waktu istiwa` yaitu waktu yang didasarkan pada peredaran Matahari, dengan rumus:

$$\text{WH} = \text{pk. 12} + t \text{ (jika arah kiblat UB/SB)}$$

²¹ *Ibid.*, 45-47.

WH = pk. 12 – t (jika arah kiblat UT/ST)

- f. Mengubah waktu hakiki ke waktu daerah setempat, dengan rumus:

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

Keterangan:

WD : waktu daerah

WH : waktu hakiki

e : *equation of time*, bisa diambil data pada pukul 12 LMT (*Local Mean Time*)

λ^d : bujur tempat daerah, WIB 105°, WITA 120° dan WIT 135°

λ^x : bujur tempat yang dicari arah kiblatnya.

Langkah menentukan arah kiblat menggunakan *Rashd al-Qiblah* lokal sama dengan *Rashd al-Qiblah* global, tetapi waktunya yang berbeda sesuai dengan hasil perhitungan yang diperoleh.

- 3) Menggunakan Alat Bantu *Theodolite* dengan Posisi Matahari Setiap Saat

Theodolite merupakan alat yang dirancang untuk pengukuran sudut horizontal dan vertikal yang dapat mengetahui arah hingga skala detik busur.²² Langkah-langkah penentuan arah kiblat menggunakan alat bantu *Theodolite* dengan acuan posisi Matahari yaitu sebagai berikut:²³

²² Siti Tatmainul Qulub, *Ilmu Falak: Dari Sejarah, Ke Teori dan Aplikasi*, (Depok: PT. Raja Grafindo Persada, 2017), 263.

²³ *Ibid.*, 272-274.

a. Mempersiapkan *Theodolite*

Pasang tripod tegak lurus pada permukaan tanah, lalu pasang *Theodolite* di atas tripod tersebut dan pastikan posisinya datar dengan memperhatikan *waterpassnya*. Jangan lupa pasang dan cek baterai pada sisi samping *Theodolite*. Bila sudah siap, hidupkan dan pasang dalam posisi bebas tidak terkunci.

b. Mengukur titik Utara sejati

Hitung dahulu arah Matahari dengan rumus:

$$\text{Cotan } A = \tan \delta^m \cos \Phi^x \div \sin t - \sin \Phi^x \div \tan t$$

Keterangan: A adalah arah Matahari, δ^m adalah deklinasi Matahari dan t adalah sudut waktu Matahari.

Adapun sudut waktu Matahari (t) didapatkan dengan rumus:

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

Keterangan: WD adalah waktu daerah atau waktu pembedikan Matahari (WIB, WIT, WITA), e adalah *equation of time*, λ^d adalah bujur daerah (WIB 105°, WITA 120° dan WIT 135°), λ^x adalah bujur tempat yang dicari arah kiblatnya.

Setelah hasil perhitungan siap, bidiklah Matahari pada jam yang sudah dipersiapkan, lalu kunci *Theodolite* dan nolkan. Kemudian

lepas kunci putar ke kanan sesuai dengan hasil perhitungan titik Utara (dalam hal ini arah Matahari), kemudian kunci dan nolkan maka *Theodolite* sudah mengarah ke titik Utara sejati.

c. Mengukur arah kiblat

Hitung dahulu nilai arah kiblat (B) dengan rumus arah kiblat yang telah dijelaskan sebelumnya (lihat halaman 25). Lalu hitung azimuth kiblatnya dengan ketentuan rumus azimuth kiblat sebagaimana telah dijelaskan sebelumnya (lihat halaman 26).

Theodolite yang sudah dalam posisi Utara sejati, lepas kuncinya kemudian putar *Theodolite* searah jarum jam hingga angka *Horizontal Angle* (HA) menunjukkan angka azimuth kiblat. Kunci Theodolit, dan *Theodolite* tersebut telah mengarah ke arah kiblat.

d. Bidik dua titik di depan *Theodolite* menggunakan lensa teropong dan satukan dua titik tersebut menjadi sebuah garis maka garis tersebut adalah arah kiblat.

4) Menggunakan Rasi Bintang

Penentuan arah kiblat menggunakan alternatif lain selain Matahari bisa menggunakan benda langit yang diamati pada malam hari. Benda langit bisa dijadikan sebagai penentuan arah kiblat dengan

ketentuan benda tersebut harus memiliki azimuth sebagai patokan awal.²⁴ Salah satu benda langit yang digunakan dalam penentuan arah kiblat pada malam hari adalah rasi bintang. Rasi bintang disebut juga dengan *buruj* atau *constellation* yang merupakan gugusan atau kumpulan bintang-bintang yang berada di suatu kawasan langit.²⁵

Di antara rasi bintang yang dapat diamati, ada empat rasi bintang yang biasa dijadikan acuan arah. Rasi bintang tersebut yakni rasi bintang Layang-Layang atau *Crux* untuk mengetahui arah Selatan, rasi bintang *Orion* untuk mengetahui arah Barat, rasi bintang Biduk atau *Ursa Mayor* untuk mengetahui arah Utara, dan rasi bintang *Scorpio* untuk mengetahui arah Timur.²⁶

Jika sudah bisa mengetahui arah mata angin maka akan dapat diperkirakan arah kiblat suatu tempat dengan cara membuat garis perpotongan sehingga membentuk sudut siku-siku dengan garis Utara-Selatan yang telah ditentukan lalu serong ke arah derajat kiblat yang dicari. Bisa juga menentukan arah kiblat dengan rasi bintang secara langsung yaitu menggunakan rasi bintang Orion

²⁴ Nizma Nur Rahmi, “Studi Analisis Azimuth Bintang Acrux Sebagai Acuan Penentuan Arah Kiblat”, *Skripsi* Fakultas Syari’ah dan Hukum UIN Walisongo Semarang, (Semarang: 2018), 2.

²⁵ Muhyiddin Khazin, *Kamus Ilmu Falak*, (Yogyakarta: Buana Pustaka, 2005), 15.

²⁶ Winardi Sutantyo, *Bintang-Bintang di Alam Semesta* (Bandung: Penerbit ITB, 2010), 4.

yang telah mengarah ke Barat.²⁷ Selain itu, menentukan arah kiblat menggunakan rasi bintang pada dasarnya sama dengan menentukan arah kiblat dengan azimuth Matahari menggunakan alat bantu *Theodolite*. Perlu diketahui azimuth dari rasi bintang atau salah satu bintang di pusat rasi bintang tersebut, lalu kemudian dicari selisih azimuthnya dengan kiblat.

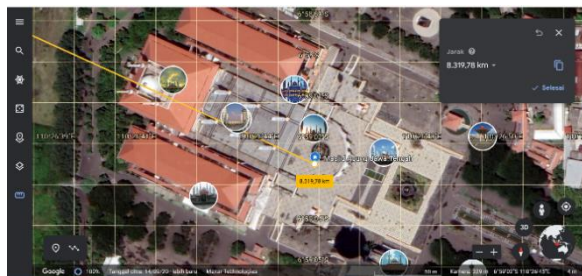
5) Menggunakan Alat dan Aplikasi Pengukur Arah Kiblat

Saat ini metode penentuan arah kiblat telah berkembang pesat dengan adanya instrumen dan aplikasi-aplikasi yang bisa digunakan untuk pengukuran kiblat. Beberapa instrumen penentuan arah kiblat yang berkembang diantaranya: (1) *Rubu' Mujayyab* merupakan instrumen klasik yang mulai digunakan pada abad ke-9 M berupa tabel astronomis seperempat lingkaran atau *dairoh* (90°), (2) *Mizwala Qibla Finder* merupakan karya Hendro Setyanto mahasiswa astronomi Institut Teknologi Bandung di tahun 2010 yang merupakan instrument modifikasi dari *Sundial* dan Tongkat *Istiwa'*, (3) *Istiwa'aini* dengan menggunakan perhitungan secara manual menggunakan azimuth kiblat dan azimuth Matahari, instrumen ini

²⁷ Nizma Nur Rahmi, “Studi Analisis Azimuth Bintang Acrux Sebagai Acuan Penentuan Arah Kiblat”, *Skripsi* Fakultas Syari’ah dan Hukum UIN Walisongo Semarang, (Semarang: 2018), 38.

diciptakan oleh Slamet Hambali, (4) Kalkulator *scientific* yang digunakan dalam menghitung rumus hisab, (5) Kompas dengan menentukan arah Utara sejati kemudian dapat dengan mudah menentukan arah kiblat, (6) GPS (*Global Positioning System*) merupakan alat yang mempermudah dalam menentukan lintang dan bujur tempat, arah, ketinggian tempat, dan lainnya, dan (7) Program *software* yang berkaitan dengan Ilmu Falak dari yang bersifat *online*, *offline*, sampai yang berbasis *android*.²⁸

Adapun salah satu program *software* yang biasa digunakan dalam penentuan arah kiblat yaitu *Google Earth*. Berikut tampilan *Google Earth* dalam penentuan arah kiblat:



Gambar 2.1 Tampilan *Google Earth* Arah kiblat Masjid Agung Jawa Tengah (MAJT).

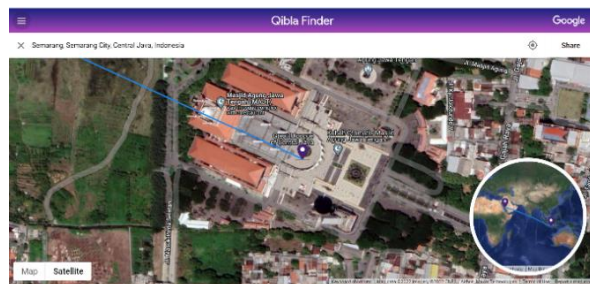
Sumber: *Google Earth* 2022 Versi 9.166.01.

Google Earth adalah aplikasi bebas biaya yang terhubung dengan internet yang pada dasarnya

²⁸ Hikmatul Adhiyah Syam dan Subehan Khalik, “Harmonisasi Instrumen Arah Kiblat”, *Jurnal Hisabuna*, Vol. 1, 2020, 132.

digunakan untuk mengetahui informasi suatu posisi atau titik koordinat tempat. Titik posisi Ka'bah dan posisi suatu tempat bisa ditandai dan dihubungkan menggunakan *tool ruler* untuk mengetahui arah kiblat tempat tersebut.²⁹

Penentuan arah kiblat juga bisa menggunakan *software Qibla Finder* yaitu aplikasi bawaan dari *Google* yang berfungsi khusus untuk menunjukkan arah kiblat suatu tempat. Software ini bisa digunakan di komputer maupun *smartphone* yang terhubung dengan internet. Arah kiblat pada tampilan *Qibla Finder* ditandai dengan garis berwarna biru yang menghubungkan Ka'bah dengan tempat yang dicari arah kiblatnya. Berikut tampilan *Qibla Finder* dalam penentuan arah kiblat:



Gambar 2.2 Tampilan *Qibla Finder* Arah kiblat Masjid Agung Jawa Tengah (MAJT).

Sumber: qiblafinder.withgoogle.com.

²⁹ Anisah Budiwati, "Tongkat Istiwa", *Global Positioning System (GPS) dan Google Earth Untuk Menentukan Titik Koordinat Bumi Dan Aplikasinya Dalam Penentuan Arah Kiblat*", *Jurnal Al-Ahkam*, Vol. 26, No. 1, April 2016.

4. Tingkat Akurasi Pengukuran Kiblat

Kata 'akurasi' dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia memiliki arti kecermatan, ketelitian dan ketepatan, yang berasal dari kata dasar 'akurat' yang berarti teliti, cermat dan tepat.³⁰ Uji akurasi dalam penentuan arah kiblat bertujuan untuk mengetahui tingkat keakuratan arah kiblat apakah telah mengarah ke arah *Masjid al-Haram* secara akurat. Hal ini dimaksudkan sebagai salah satu bentuk ijtihad untuk menemukan arah kiblat yang tepat.

Slamet Hambali membagi tingkat akurasi dalam pengukuran arah kiblat menjadi 4 (empat) kategori, yaitu sebagai berikut:³¹

- 1) Sangat akurat, jika hasil pengukuran arah kiblat berhasil memperoleh arah kiblat yang benar-benar tepat ke arah Ka'bah (*Masjid al-Haram*).
- 2) Akurat, jika hasil pengukuran arah kiblat memiliki selisih atau kemelencengan tidak lebih dari 0°42'46,63".
- 3) Kurang akurat, jika hasil pengukuran arah kiblat terjadi kemelencengan antara 0°42'46,63" sampai dengan 22°30', karena jika kemelencengan mencapai 22°30' maka arah kiblat khususnya untuk wilayah Indonesia akan cenderung ke arah Barat lurus.

³⁰ Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) versi daring, lihat <https://kbbi.kemdikbud.go.id/entri/ideal> diakses pada 5 Agustus 2022 15:11 WIB.

³¹ Slamet Hambali, Menguji Keakuratan Hasil Pengukuran Arah Kiblat Menggunakan Istiwaini Karya Slamet Hambali, Laporan Penelitian Individual IAIN Walisongo Semarang, (Semarang: 2014), 49-53.

- 4) Tidak akurat, jika hasil pengukuran arah kiblat terjadi kemelencengan lebih dari $22^{\circ}30'$, karena jika kemelencengan lebih dari $22^{\circ}30'$ maka arah kiblat khususnya untuk wilayah Indonesia akan cenderung condong ke arah Selatan dari titik Barat.

B. Konsep Umum Bintang

1. Pengertian Bintang

Apabila mengamati langit malam akan terlihat bintang-bintang yang bertaburan pada kubah bola langit. Apabila dilihat dari dekat, bintang berbentuk seperti bola besar yang terdiri dari berbagai macam gas yang memiliki panas dan memancarkan cahaya. Karena letak bintang sangat jauh dari bumi tempat manusia melihat, maka bintang akan terlihat seperti titik cahaya.³² Bintang dapat memancarkan cahaya karena reaksi fusi nuklir yang menghasilkan energi yang terjadi di dalam inti bintang.³³

Bintang terbentuk dari awan gas dan debu yang ada di dalam galaksi yang bergabung menjadi satu, lalu pecah menjadi ribuan awan yang disebut protobintang. Di pusat bola awan terdapat gas yang sangat padat yang memproduksi energi dan ketika peningkatan temperatur di inti mencapai kisaran 10 juta Kelvin, hidrogen di inti

³² Carole Stott, *Seri Pengetahuan Bintang dan Planet*, terj. Teuku Kemal (Jakarta: Erlangga, 2007), 18.

³³ Robert Clnwiddle, *Universe-The Definitive Visual Guide*, (London: Sarah Larter, 2012), 232.

'terbakar' menjadi helium dalam suatu reaksi termonuklir dan mengubah protobintang menjadi bintang dewasa. Bintang mulai menyala dan akan bersinar terus selama jutaan atau bahkan miliaran tahun.³⁴

Bintang tersusun oleh beberapa gas, seperti gas hidrogen (H₂) sekitar 94%, helium (He) 5%, serta unsur lainnya 1%. Sebagian besar bintang-bintang mempunyai massa antara 0,1 sampai 5 kali massa Matahari (M_⊙). Evolusi bintang dimulai dari lahirnya bintang, kemudian bintang memancarkan energi, selanjutnya bintang tersebut mengembang, dan kemudian suatu saat meledak, bahkan mati. Banyak teori yang menjelaskan mengenai kelahiran bintang, namun yang sampai saat ini paling banyak diterima oleh para ahli adalah diawali dari proses pemampatan materi antar bintang yang sebagian besar berupa gas hidrogen.³⁵

Setelah Matahari, bintang Sirius adalah bintang yang paling terang dengan magnitudo tampak -1,46 sedangkan Matahari sendiri mempunyai magnitudo tampak -26,72.³⁶ Bintang yang paling dekat dengan Bumi setelah Matahari adalah Proxima Centauri dengan jarak 4,24 tahun cahaya, disusul Alpha Centauri dengan jarak 4,36 tahun cahaya.³⁷

³⁴ Carole Stott, *Seri*, 18.

³⁵ Bambang Hidayat, *Materi Antar Bintang*, (Bandung: ITB, 1980), 1.

³⁶ Thomas T. Arny dan Stephen E. Schneider, *Explorations: An Introduction to Astronomy – Seventh Edition*, (New York: McGraw-Hill, 2014), Appendix-9.

³⁷ *Ibid.*, Appendix-10.

2. Karakteristik dan Klasifikasi Bintang

Jarak bintang yang sangat jauh dari Bumi menyebabkan semua bintang kecuali Matahari terlihat seperti titik yang bersinar di langit malam jika dilihat dengan mata telanjang, dan berkelip akibat efek dari atmosfer Bumi. Terangnya cahaya sebuah bintang dinyatakan dalam skala magnitudo. Magnitudo absolut/intrinsik adalah skala intensitas cahaya bintang sebenarnya yang mengandaikan semua bintang berjarak sama dari Bumi yaitu 10 parsec. Magnitudo semu/tampak/visual, yaitu skala intensitas cahaya bintang yang terlihat dari Bumi dengan memperhitungkan luminositas bintang, jarak dari bumi dan perubahan cahayanya saat melintasi atmosfer bumi. Semakin kecil nilai magnitudonya, maka semakin terang pula cahaya bintang tersebut; semakin besar nilai magnitudonya, cahaya bintang semakin redup.³⁸

Selain magnitudo, informasi penting yang diperoleh pengamat dari suatu bintang adalah spektrum, berupa uraian warna yang berasal dari cahaya yang melalui gelas prisma.³⁹ Pengelompokan kelaspektrum bintang pertama kali dilakukan oleh astronom Angelo Sechhi (1863), kemudian pada tahun 1886, Edward C. Pickering memulai survey bintang secara fotografi di

³⁸ Carole Stott, *Seri*, 16.

³⁹ Tim Pembina Olimpiade Astronomi, *Bahan Ajar Persiapan Menuju Olimpiade Sains Nasional/Internasional SMA*, (Jakarta: TPOA Kemdikbud, 2010), 114.

Observatorium Harvard, Amerika. Asistennya yang bernama Annie J. Cannon mengembangkan klasifikasi Sechhi dan berhasil mengklasifikasikan sebanyak 325.300 bintang yang kemudain hasilnya diterbitkan oleh Observatorium Harvard pada tahun 1918-1924 dalam katalog Henry Draper (nama untuk menghormati seorang pelopor spektroskopi bintang di Amerika).⁴⁰ Berdasarkan spektrumnya, bintang dibagi dalam beberapa kelas Klasifikasi Harvard sebagai berikut:

Tabel 2.1 Kelas Spektrum Bintang

Kelas	Suhu	Warna	Massa Deret Utama	Radius Deret Utama	Luminositas Deret Utama	Garis-garis Hidrogen
O	$\geq 30,000$ K	Biru	$\geq 16 M_{\odot}$	$\geq 6.6 R_{\odot}$	$\geq 30,000 L_{\odot}$	Lemah
B	10,000 - 30,000 K	Biru - putih	2.1 – 16 M_{\odot}	1.8 – 6.6 R_{\odot}	25 - 30,000 L_{\odot}	Menengah
A	7,500 - 10,000 K	Putih	1.4 – 2.1 M_{\odot}	1.4 – 1.8 R_{\odot}	5 – 25 L_{\odot}	Kuat
F	6,000 - 7,500 K	Kuning -putih	1.04 – 1.4 M_{\odot}	1.15 – 1.4 R_{\odot}	1.5 – 5 L_{\odot}	Menengah
G	5,000 - 6,000 K	Kuning	0.8 – 1.04 M_{\odot}	0.96 – 1.15 R_{\odot}	0.6 – 1.5 L_{\odot}	Lemah

⁴⁰ *Ibid.*, 123.

K	3,700 - 5,200 K	Jingga	0.45 – 0.8 M_{\odot}	0.7 – 0.96 R_{\odot}	0.08 – 0.6 L_{\odot}	Sangat lemah
M	2,400 - 3,700 K	Merah	0.08 – 0.45 M_{\odot}	≤ 0.7 R_{\odot}	$\leq 0.08 L_{\odot}$	Hampir tidak terlihat

Sumber: https://en.wikipedia.org/wiki/Stellar_classification

Setiap kelas spektrum diatas dibagi lagi menjadi sepuluh sub-kelas, seperti kelas A dibagi menjadi tipe A0, sampai A9. Sub-kelas ini mengindikasikan temperatur bintang, dari lebih panas (sub-kelas 0) sampai lebih dingin (sub-kelas 9).⁴¹ Vega (**A0Va**) dan Sirius A (**A1V**) termasuk bintang kelas A. Adapun Proxima Centauri (**M5.5Ve**) dan Beltegeuse (**M1-M2Ia-Iab**) termasuk bintang kelas M.⁴²

Bintang juga diklasifikasikan berdasarkan luminositas, yaitu total energi yang dipancarkan oleh permukaan bintang ke semua arah per satuan waktu.⁴³ Pada tahun 1913, Adams dan Kohlschutter (dari Observatorium Wilson) menunjukkan bahwa ketebalan beberapa garis spektrum dapat digunakan untuk menentukan luminositas bintang. Kemudian pada tahun 1943, Morgan dan Keenan (dari Observatorium Yerkes)

⁴¹ <https://web.cfa.harvard.edu/~pberlind/atlas/htmls/note.html> diakses pada 8 Juli 2022 20:16 WIB.

⁴² https://en.wikipedia.org/wiki/Stellar_classification diakses pada 8 Juli 2022 20:14 WIB.

⁴³ Tim Pembina Olimpiade Astronomi, *Bahan*, 80.

melakukan pengelompokan berdasarkan efek luminositas bintang ini yang dikenal dengan klasifikasi Yerkes,⁴⁴ sebagai berikut:

Tabel 2.2 Kelas Luminositas Bintang

Kelas Luminositas	Keterangan	Contoh bintang
0 atau Ia ⁺	<i>Hypergiants</i> (hiper raksasa) atau bintang <i>supergiants</i> yang sangat terang	Cygnus OB2#12 – B3-4Ia ⁺
Ia	<i>Supergiants</i> (maharaksasa) terang	Eta Canis Majoris – B5Ia
Iab	Antara <i>supergiants</i> terang dan kurang terang	Gamma Cygni – F8Iab
Ib	<i>Supergiants</i> kurang terang	Zeta Persei – B1Ib
II	<i>Bright giants</i> (raksasa terang)	Beta Leporis – G0II
III	<i>Giants</i> (raksasa)	Arcturus – K0III
IV	<i>Subgiants</i> (sub-raksasa)	Gamma Cassiopeiae – B0.5IVpe
V	<i>Main-sequence stars</i> (bintang deret utama) atau <i>dwarfs</i> (katai)	Achernar – B6Vep
sd or VI	<i>Subdwarfs</i> (sub-katai)	HD 149382 – sdB5 or B5VI

⁴⁴ *Ibid.*, 131.

D or VII	White dwarfs (katai putih)	van Maanen 2 – DZ8
----------	----------------------------	--------------------

Sumber:

<https://web.cfa.harvard.edu/~pberlind/atlas/htmls/note.htm>
1

Klasifikasi Yerkes menyatakan luminositas dan radius sebuah bintang melengkapi klasifikasi Harvard yang menyatakan temperatur permukaan. Contohnya, Matahari adalah bintang dengan kelas **G2V**, yang memiliki suhu permukaan sekitar 6000 Kelvin berupa bintang katai. Contoh lainnya, Betelgeuse merupakan bintang dengan kelas **M2Iab**, yang berarti bintang yang sudah berevolusi dari bintang katai menjadi maharaksasa. Adapun Sirius A dengan kelas **A1V** berarti bintang berwarna putih dengan suhu permukaan sekitar 10000 Kelvin dan berada dalam tahap deret utama.

C. Ruang Lingkup Almanak Nautika

1. Pengertian Almanak Nautika

Almanak Nautika merupakan kumpulan data kedudukan benda-benda langit yang dipersiapkan untuk keperluan pelayaran.⁴⁵ Ada dua buah bentuk buku Almanak Nautika andalan dan terkenal yang diterbitkan sampai saat ini yaitu *Great Britain's The Nautical Almanac* terbitan *HMS Nautical Almanac Office* sejak abad ke 18 dan *United States' Almanac* diterbitkan oleh

⁴⁵ Muhyiddin Khazin, *Kamus Ilmu Falak*, (Yogyakarta: Buana Pustaka, 2005), h. 59.

US Naval Observatory pada abad ke 19. Ada beberapa Almanak Nautika yang diterbitkan di seluruh dunia, misalnya *Admiralty the Nautical Almanac Her Majesty's Nautical Almanac Office* terbitan *United Kingdom Hydrographic Office* yang bisa diakses di www.admiralty.co.uk. Tetapi hanya dua almanak yang disebutkan pertama yang biasa dijadikan rujukan. Almanak Nautika lainnya lebih banyak dikenal sebagai almanak karena nilai bisnis atau komersialnya.⁴⁶

Badan Antariksa Amerika Serikat mengeluarkan data-data astronomi Almanak Nautika setiap akhir tahun.⁴⁷ Sementara itu di Indonesia, Almanak Nautika ini dikeluarkan secara resmi oleh TNI Angkatan Laut Dinas Hidro-Oseanografi untuk kepentingan pelayaran. Dinas Hidro-Oseanografi saat ini berganti nama menjadi Pusat Hidro-Oseanografi Angkatan Laut atau yang biasa disebut dengan Pushidrosal yang berwenang menyiapkan dan menyediakan data dan informasi Hidro-oseanografi berupa Peta Laut (peta kertas maupun peta navigasi elektronik) dan publikasi nautika.⁴⁸

Saat ini Almanak Nautika dapat diakses dengan mudah melalui situs *TheNauticalAlmanac.com* yang dikembangkan oleh Andrew Bauer. Situs tersebut

⁴⁶ Silvester Simau, "Cara Menggunakan Almanak Nautika dalam Pelayaran Astronom", *Pojok Ilmiah Buletin Matric*, Vol. 14, No.2, Desember 2017, 51.

⁴⁷ H. Hosen, *Ufuk Hisab Metode Almanak Nautika*, (tt: Duta Media Publishing, 2019), h. 1

⁴⁸ <https://www.pushidrosal.id/buletin/25/sejarah/> diakses pada 22 Maret 2022 11:20 WIB.

merupakan situs yang menyediakan data terkait navigasi langit yang bisa diakses secara gratis secara *online*. Almanak Nautika dan Almanak Matahari yang terdapat dalam situs tersebut dibuat berdasarkan turunan dari program yang disusun oleh pelaut Norwegia yang bernama Enno Rodegerdts dan dapat diakses di <http://sv-inua.net/the-nautical-almanac>.

Perhitungan waktu yang digunakan dalam Almanak Nautika adalah waktu GMT (*Greenwich Mean Time*) atau UT (*Universal Time*) sebagai waktu internasional yang sesuai dengan posisi Bumi. Almanak Nautika yang banyak digunakan saat ini mudah diperoleh dari *TheNauticalAlmanac.com*. yang memuat halaman-halaman berikut:

- a. Daftar yang memuat kalender dalam setahun,
- b. Daftar nomor hari dalam mingguan dan setahun,
- c. Halaman yang berisi formula yang digunakan dalam navigasi langit, disajikan dalam tiga halaman.
- d. Halaman *Explanation* yaitu penjelasan tentang bagian-bagian Almanak Nautika, terdiri dari lima halaman.
- e. Kurva *Equation of Time* (EOT) Matahari dalam setahun.
- f. Daftar tanggal tentang umur dan fase Bulan,
- g. *The Daily Pages* yaitu halaman-halaman yang memuat data harian untuk semua benda angkasa sepanjang tahun disajikan setiap tiga hari, ditampilkan sepasang halaman harian yang

berhadapan dari Almanak Nautika. Halaman kiri adalah tabulasi data bintang dan planet. Halaman kanan berisi data astronomis Matahari dan Bulan, beserta waktu senja, waktu terbit dan terbenam.

- h. Selanjutnya adalah halaman yang memuat tabel *Increments and Corrections* yang bisa digunakan untuk koreksi data menit dan detik untuk Matahari, planet, Aries dan Bulan.
- i. Selanjutnya halaman yang berisi konversi dari Arc atau satuan derajat busur ke satuan waktu jam dan menit;
- j. Selanjutnya halaman koreksi *altitude* (ketinggian) Matahari, planet, bintang, dan Bulan yang memuat refraksi dan Dip (kerendahan ufuk);
- k. Terakhir ditampilkan peta navigasi bintang untuk mengidentifikasi posisi bintang ataupun rasi bintang di langit sebagai patokan dalam pelayaran. Bintang pada peta ini disusun berdasarkan SHA (*Siderial Hour Angle*) yang dimilikinya, nilai deklinasi yang diberikan selama setiap bulan, serta skala magnitudo kecerahannya.

Meskipun pada awal keberadaannya Almanak Nautika ini digunakan oleh Angkatan Laut untuk keperluan navigasi pelayaran saja, namun saat ini data yang ada dalam Almanak Nautika juga digunakan untuk keperluan ilmu falak yaitu perhitungan awal waktu shalat, awal bulan, gerhana, serta perhitungan azimuth benda langit. Perhitungan azimuth benda langit seperti

bintang, Matahari dan Bulan dapat digunakan dalam perhitungan arah kiblat.

2. Data Bintang dalam Almanak Nautika

Almanak Nautika memuat data astronomis terkait Matahari, Bulan, planet-planet dan bintang. Data dalam Almanak Nautika adalah data GHA (*Greenwich Mean Time*) dan deklinasi Aries, Venus, Mars, Jupiter dan Saturnus, serta data SHA (*Siderial Hour Angle*) dan deklinasi beberapa bintang pilihan yang bisa digunakan sebagai acuan dalam navigasi pelayaran. Adapun data bintang tersebut dalam Almanak Nautika dimuat di halaman sebelah kiri *The Daily Pages*.

The Daily Pages yang ada dalam Almanak Nautika, yaitu halaman yang memuat data harian untuk benda-benda angkasa sepanjang tahun yang disajikan setiap tiga hari. Halaman sebelah kiri *The Daily Pages* juga memuat data SHA dan deklinasi harian bintang-bintang pilihan. Data-data tersebut dapat digunakan dalam perhitungan azimuth maupun *altitude* (ketinggian) bintang sehingga bisa diketahui posisi benda langit berdasarkan tata koordinat horizon benda langit tersebut.

Berikut tampilan halaman sebelah kiri dari *The Daily Pages* yang ada dalam Almanak Nautika:

Tabel 2.3 Nama Bintang di Almanak Nautika

No	Bintang	No	Bintang	No	Bintang
1	Alpheratz	21	Procyon	41	Kochab
2	Ankaa	22	Pollux	42	Zuben'udi
3	Schedar	23	Avior	43	Alphecca
4	Diphda	24	Suhail	43	Antares
5	Achernar	25	Miaplacidus	44	Atria
6	Hamal	26	Alphard	45	Sabik
7	Polaris	27	Regulus	46	Shaula
8	Acamar	28	Dubhe	47	Rasalhague
9	Menkar	29	Denebola	48	Eltanin
10	Mirfak	30	Gienah	49	Kaus Aust.
11	Aldebaran	31	Acrux	50	Vega
12	Rigel	32	Gacrux	51	Nunki
13	Capella	33	Alioth	52	Altair
14	Bellatrix	34	Spica	53	Peacock
15	Elnath	35	Alkaid	54	Deneb
16	Alnilam	36	Hadar	55	Enif
17	Beltegeuse	37	Menkent	56	Al Na'ir
18	Canopus	38	Arcturus	57	Fomalhaut
19	Sirius	39	Rigil Kent.	58	Scheat
20	Adhara	40	Kochab	59	Markab

Sumber: dokumentasi pribadi.

Almanak Nautika menyajikan data SHA (*Siderial Hour Angle*) dan deklinasi bintang-bintang pilihan serta data GHA (*Greenwich Hour Angle*) dan deklinasi Aries dan beberapa planet terdekat Bumi. Penjelasan dari data-data tersebut adalah sebagai berikut:

- 1) Dec (deklinasi), ini menandakan ketinggian di atas atau di bawah bidang ekuator untuk benda langit,

setara dengan garis lintang Bumi.⁴⁹ Deklinasi bagi benda langit yang berada di sebelah Utara ekuator bernilai positif (+), sedangkan sebelah Selatan ekuator bernilai negatif (-).

- 2) GHA (*Greenwich Hour Angle*), disebut juga sudut jam barat *Greenwich* yaitu busur khatulistiwa langit diukur dari meridian *Greenwich* ke arah Barat sampai meridian langit yang melalui benda angkasa diukur dari 0° sampai 360°. Di Almanak Nautika yang memiliki nilai GHA itu Matahari, Bulan, Planet, dan Aries. Titik Aries dijadikan acuan karena merupakan sebuah titik tetap di khatulistiwa bola langit, dimana Matahari berada pada titik tersebut pada tanggal 21 Maret.⁵⁰
- 3) SHA (*Siderial Hour Angle*), disebut juga sudut jam barat benda langit. Yaitu sudut busur khatulistiwa diukur dari titik Aries ke arah Barat sampai meridian yang melalui benda langit.⁵¹ SHA ini merupakan koordinat relatif benda langit terhadap titik Aries.

D. Konsep Umum Azimuth

1. Pengertian Azimuth

Letak suatu benda langit pada bola langit dapat ditentukan dengan garis lengkung (busur) sesuai dengan

⁴⁹ E-Learning Pusat Pendidikan Kelautan dan Perikanan, “Modul Ilmu Pelayaran Astronomi”, lihat <http://www.pusdik.kkp.go.id/elearning/index.php/modul/read/190115-105114uraian-c-materi> diakses pada 2 Juli 2022 13:34 WIB.

⁵⁰ *Ibid.*

⁵¹ *Ibid.*

bentuk bola langit. Astronom menggambarkan bola langit sebagai kubah raksasa yang membentang di atas kepala dan sepenuhnya mengelilingi Bumi, dengan Bumi di dalamnya sebagai pusatnya.⁵² Untuk tujuan pengamatan dengan mata telanjang, astronom memperlakukan semua bintang atau benda langit seolah-olah mereka berada pada jarak yang sama dari Bumi, membayangkan bahwa mereka terletak di bagian kubah raksasa bola langit.

Oleh karena itu kedudukan benda langit dalam Astronomi dinyatakan dengan beberapa sistem koordinat bola langit, salah satunya yaitu tata koordinat horizon. Sebagaimana disebutkan dalam buku *Fundamental Astronomy*, bahwa “*the most natural coordinate frame from the observer's point of view is the horizontal frame*”.⁵³ Tata koordinat horizon menjadi sistem koordinat paling alami dari sudut pandang pengamat dikarenakan bidang referensinya adalah bidang singgung Bumi yang melewati pengamat; bidang horizontal ini memotong bola langit di sepanjang cakrawala atau ufuk.

Dalam tata koordinat horizon, proyeksi benda langit pada suatu bola langit dinyatakan dengan azimuth dan *altitude* (ketinggian benda). Perlu diketahui bahwa nilai *altitude* dan azimuth terus berubah karena pergerakan

⁵² Thomas T. Arny, *Explorations: Stars, Galaxies, and Planets – Updated Edition*, (New York: McGraw-Hill Companies, 2004), 25.

⁵³ Hannu Karttunen, Dkk., *Fundamental Astronomy – Fifth Edition*, (New York: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2007), 16.

rotasi Bumi sehingga benda langit terlihat bergerak melintasi langit.⁵⁴

Azimuth merupakan suatu istilah astronomis untuk menyatakan jarak busur dari titik Utara atau Selatan ke lingkaran vertikal yang dilalui benda langit tersebut, diukur sepanjang lingkaran horizon sesuai arah jarum jam melalui titik Timur atau Barat.⁵⁵ Kata azimuth berasal dari bahasa Arab *al-Samt* yang bentuk pluralnya adalah *al-Sumūt* yang berarti arah yang kemudian digunakan dalam istilah astronomi Islam.⁵⁶

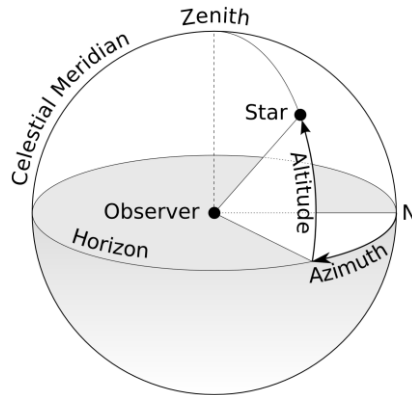
Muhyiddin Khazin menjelaskan bahwa azimuth dalam bahasa Arab juga disebut *jihah* (جهة) yang berarti arah, yaitu harga sudut untuk tempat atau benda langit yang dihitung sepanjang horizon dari Utara ke Timur searah jarum jam sampai titik perpotongan antara lingkaran vertikal yang melewati tempat atau benda langit itu dengan lingkaran horizon.⁵⁷

⁵⁴ Thomas T. Arny, *Explorations*, 67.

⁵⁵ Muchtar Salimi, *Ilmu Falak (Penetapan Awal Waktu Shalat dan Arah Kiblat)*, (Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta, 1997), 21.

⁵⁶ King, D.A., “*al-Samt*”, in: *Encyclopaedia of Islam*, Second Edition, Edited by: P. Bearman, Th. Bianquis, C.E. Bosworth, E. van Donzel, W.P. Heinrichs. Diakses pada 05 Oktober 2022 di http://dx.doi.org/10.1163/1573-3912_islam_SIM_6591.

⁵⁷ Muhyiddin Khazin, *Kamus*, 40.



Gambar 2.4 Proyeksi Azimuth Bintang Pada Bola Langit.

Sumber: https://en.wikipedia.org/wiki/File:Azimuth-Altitude_schematic.svg

Bintang merupakan salah satu benda langit yang bisa dinyatakan azimuthnya. Ahmad Izzudin menyatakan bahwa azimuth bintang ialah busur yang diukur dari titik Utara ke Timur melalui ufuk sampai dengan proyeksi bintang itu di langit.⁵⁸ Pada **Gambar 2.4** dapat dilihat bahwa azimuth adalah nilai sudut yang terbentuk dari arah mata angin (dalam contoh ini dilambangkan dengan N/North yang berarti arah Utara) searah jarum jam di sepanjang horizon sampai titik perpotongan antara lingkaran vertikal⁵⁹ dari arah zenith yang melewati bintang itu dengan lingkaran horizon.⁶⁰

⁵⁸ Ahmad Izzudin, *Ilmu*, 55.

⁵⁹ Lingkaran Vertikal yaitu lingkaran pada permukaan bola langit yang menghubungkan titik zenith dengan titik nadir.

⁶⁰ Lingkaran Horizon yaitu lingkaran besar pada bola langit yang terbentuk dari perpotongan bola langit dengan bidang datar pengamat yang melalui pusat bumi, dan tegak lurus terhadap garis antara zenith dan nadir. Biasa

Benda langit yang sedang berkulminasi (termasuk Matahari) yakni ketika berada di lingkaran meridian, azimuthnya 0° atau 360° jika kedudukannya di sebelah Utara titik zenith dan 180° apabila kedudukan benda langit berada di sebelah Selatan titik zenith. Azimuth titik Timur 90° sedangkan azimuth titik Barat adalah 270° . Biasanya azimuth diukur dari titik Utara ke arah Timur, Selatan hingga Barat (searah dengan arah perputaran jarum jam). Jika azimuth diukur dari titik Utara ke arah Barat (berlawanan dengan arah perputaran jarum jam), maka bertanda negatif (-).⁶¹

2. Azimuth dalam Penentuan Kiblat

Penentuan arah kiblat menggunakan azimuth, baik itu azimuth kiblat maupun azimuth benda langit. Pada dasarnya pengukuran arah kiblat tak lepas dari konsep trigonometri bola. Oleh karena itu kita perlu memahami dulu dimana posisi arah kiblat dalam bola bumi. Arah kiblat merupakan arah terdekat menuju Ka'bah melalui lingkaran besar (*great circle*) bola Bumi. Lingkaran besar yang dimaksud ialah lingkaran bola Bumi yang mana titik pusatnya sama dengan titik pusat bola, dan garis tengahnya sama dengan garis tengah bola.⁶²

Lingkaran bola Bumi yang dilalui oleh arah kiblat disebut lingkaran kiblat, yang dapat didefinisikan sebagai

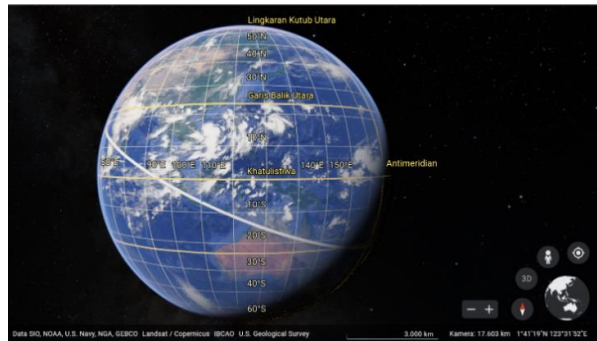
juga diketahui sebagai garis pertemuan antara Bumi dan langit yang dilihat dari arah pandang pengamat.

⁶¹ Lutfi Adnan Muzamil, *Studi Falak dan Trigonometri*, (Yogyakarta: Pustaka Ilmu, 2015), 54.

⁶² Slamet Hambali, *Ilmu*, 12.

great circle yang melalui sumbu atau poros kiblat. Sumbu atau poros kiblat adalah garis tengah bola Bumi yang menghubungkan Ka'bah dengan kebalikan dari Ka'bah melalui titik pusat Bumi.⁶³

Berdasarkan *Google Earth*, Ka'bah (posisi tengah) terletak pada $21^{\circ}25'21''$ LU dan $39^{\circ}49'34''$ BT. Sehingga kebalikan dari posisi Ka'bah yaitu poros kiblat berada pada lintang $-21^{\circ}25'21''$ LS dan bujur $140^{\circ}10'25''$ BB. Apabila dihubungkan garis antara kedua poros Ka'bah tersebut maka akan menjadi lingkaran kiblat.



Gambar 2.5 Bola Bumi dengan Satu Lingkaran Kiblat.

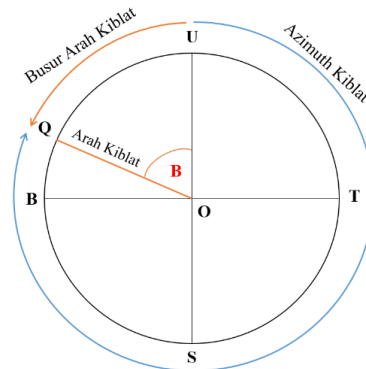
Sumber: *Google Earth* 2022 Versi 9.166.01.

Pada gambar di atas, lingkaran kiblat yaitu lingkaran yang melalui Ka'bah dan melalui titik kebalikan Ka'bah atau poros kiblat, ditandai dengan garis putih yang melintangi permukaan Bumi.

Pada bola Bumi, sudut arah kiblat merupakan sudut yang dibentuk oleh lingkaran meridian bumi suatu

⁶³ Slamet Hambali, *Ilmu*, 14.

tempat dengan lingkaran kiblat yang melalui suatu tempat yang hendak diketahui arah kiblatnya tersebut. Sedangkan pada bola langit, sudut arah kiblat didefinisikan sebagai sudut yang dibentuk oleh garis yang menghubungkan titik pusat (tempat yang diukur arah kiblatnya) dan titik Utara dengan garis yang menghubungkan titik pusat proyeksi kiblat di lingkaran horizon.⁶⁴ Adapun azimuth kiblat adalah sudut yang dihitung dari titik Utara ke arah Timur (searah jarum jam) melalui lingkaran horizon sampai ke proyeksi Ka'bah.⁶⁵



Gambar 2.6 Ilustrasi Arah Kiblat dan Azimuth Kiblat.

Sumber: dokumentasi pribadi.

Pada gambar di atas, lingkaran UTBS adalah lingkaran horizon atau ufuk dengan titik O sebagai pusatnya. Titik O adalah pengamat atau tempat yang diukur arah kiblatnya. Garis OQ adalah arah kiblat atau arah menuju Ka'bah dengan sudut UOQ (atau sudut B)

⁶⁴ Slamet Hambali, *Ilmu*, 16.

⁶⁵ *Ibid.*, 83.

adalah sudut arah kiblatnya. Sudut UOQ = busur UQ yang merupakan busur arah kiblat kiblatnya yang dihitung dari titik Utara. Sedangkan azimuth kiblatnya adalah busur UTQB sepanjang lingkaran horizon, yang dihitung dari titik Utara ke proyeksi arah kiblat searah perputaran jarum jam.

Azimuth titik Utara adalah 0° , titik Timur 90° , titik Selatan 180° dan titik Barat 270° . Untuk mengetahui azimuth kiblat, hitung dulu sudut arah kiblat yang dalam perhitungan dilambangkan dengan B, menggunakan rumus $\text{Cotan } B = \tan \Phi^k \times \cos \Phi^x \div \sin C - \sin \Phi^x \div \tan C$.⁶⁶ Setelah mendapatkan nilai B dan diketahui arah kiblatnya, maka untuk mendapatkan azimuth kiblat bisa menggunakan rumus berikut:

- a. Jika $B = UT (+)$, maka azimuth kiblat = B (tetap)
- b. Jika $B = UB (+)$, maka azimuth kiblat = $360^\circ - B$.
- c. Jika $B = ST (-)$, maka azimuth kiblat = $180^\circ - B$ dengan nilai B dpositifkan.
- d. Jika $B = SB (-)$, maka azimuth kiblat = $180^\circ + B$ dengan nilai B dpositifkan.⁶⁷

Selain azimuth kiblat, perhitungan azimuth bintang juga diperlukan dalam penentuan arah kiblat. Contohnya untuk melakukan penentuan arah kiblat menggunakan metode alat bantu *Theodolite* dengan posisi Matahari maka perlu diketahui nilai dari azimuth Matahari tersebut. Begitu pula pada penentuan arah kiblat dengan

⁶⁶ *Ibid.*, 80. Lihat juga Ahmad Izzudin, *Ilmu*, 39.

⁶⁷ *Ibid.*, 22-23.

menggunakan benda langit selain Matahari, perlu diketahui azimuth dari bintang tersebut agar selanjutnya bisa diketahui selisihnya dengan azimuth kiblat. Adapun azimuth benda langit seperti bintang dapat dihitung menggunakan data deklinasi dan sudut waktu benda langit tersebut, serta koordinat lintang tempat pengamat.

BAB III

AZIMUTH BINTANG SIRIUS BERDASARKAN DATA ALMANAK NAUTIKA

A. Pengertian Bintang Sirius

Sirius merupakan bintang paling terang di langit malam, yang juga merupakan bintang paling terang dalam rasi Canis Major. Nama lain bintang ini adalah *Alpha Canis Majoris* yang biasa disingkat menjadi α CMa.¹ Nama ‘Sirius’ berasal dari Bahasa Yunani, yaitu *Seirios* yang berarti ‘berkilauan’. Sirius merupakan salah satu bintang yang dianggap penting bagi peradaban Mesir Kuno dan Jazirah Arab pada umumnya karena menandai banjir tahunan di sungai Nil.²

Sirius dikenal sebagai ‘*Sothis*’ oleh orang Mesir Kuno, dimana bintang ini terbit tepat sebelum Matahari terbit ketika banjir tahunan Sungai Nil dimulai. Mereka telah lama percaya bahwa *Sothis* menyebabkan banjir Nil dan mereka menemukan bahwa terbitnya bintang secara heliks (memutar) terjadi pada interval 365,25 hari, bukan 365 hari pada kalender mereka, sebuah koreksi dalam panjang tahun yang kemudian dimasukkan ke dalam Kalender Julian. Diantara orang Romawi Kuno, bagian terpanas dalam satu tahun dikaitkan

¹ Hannu Karttunen, Dkk., *Fundamental Astronomy – Fifth Edition*, (New York: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2007), 456.

² <http://edukasi.sains.lapan.go.id/artikel/dua-puluh-bintang-paling-terang-di-langit-malam-edisi-pertama/266> diakses pada 26 Maret 2022 08:43 WIB.

dengan kebangkitan Sirius atau *Dog Star* yang kemudian disebut dalam ungkapan “Hari Anjing”.¹

Literatur menyatakan bahwa bintang Sirius merupakan satu-satunya bintang yang disebutkan namanya dalam al-Qur’an (selain Matahari) dengan sebutan bintang *Syi’ra*, yang kemudian diserap dalam Bahasa Latin menjadi *Aschere* sebagai nama alternatif Sirius.² Bintang *Syi’ra* ini tercantum dalam al-Qur’an surah An-Najm ayat 49 dengan redaksi sebagai berikut:

وَأَنَّهُ هُوَ رَبُّ الشَّعْرَىٰ

“Dan sesungguhnya Dialah Tuhan (yang memiliki) bintang *Syi’ra*,” (Q.S. 53 [An-Najm]: 49)³

Quraish Shihab menyebutkan dalam tafsirnya bahwa *Syi’ra* atau Sirius merupakan bintang paling terang pada gugusan atau rasi "Bintang Anjing" (*Dog Star*). Sirius besar, dan juga bintang paling terang yang dapat dilihat di langit pada malam hari. Bintang Sirius ini berada di sekitar 180° sebelah Selatan garis tengah langit.⁴ Wahbah Zuhaili

¹ Britannica, The Editors of Encyclopedia. "Sirius". *Encyclopedia Britannica*, 7 Jan. 2021, <https://www.britannica.com/place/Sirius-star>. diakses pada 3 Juli 2022 10:12 WIB.

² Tatang Barlian, *Jagad Raya Hohlogram Vs Konsep Takdir*, (Jakarta Timur: Dapur Buku, tt), 93.

³ Tim Penyempurnaan Terjemahan Al-Qur’an, *Al-Qur’an dan terjemahannya Edisi Penyempurnaan 2019*, Juz 21-30, (Jakarta: Lajnah Pentashihan Mushaf Al-Qur’an Badan litbang dan Diklat Kementerian Agama RI, 2019), 896.

⁴ M Quraaisy Shihab, *Tafsir al-Misbah Pesan, Kesan dan Keserasian Al-Qur’an*, (Jakarta: Lentera Hati, 2012), h. 211-212.

mengatakan bahwa bintang *Syi'ra* adalah bintang yang menyala terang di belakang rasi bintang Gemini.⁵

Mujahid bin Jabr al-Makki juga menafsirkan bahwa bintang *Syi'ra* adalah bintang yang berada di belakang rasi bintang *Jauza'* (rasi bintang Gemini).⁶ Sementara itu Qatadah bin Di'amah as-Sadusi menafsirkan bahwa bintang *Syi'ra* adalah bintang yang berada di rasi bintang *Jauza'*.⁷

Muhammad Izal M. dalam skripsinya yang berjudul “Bintang *Syi'ra* dalam Perspektif Mufassir dan Sains” menyebutkan bahwa sebenarnya ada perbedaan penjelasan antara sebagian mufasir dengan mufasir lainnya mengenai bintang *Syi'ra*. Penjelasan pertama menyebutkan bahwa bintang *Syi'ra* merupakan bintang yang terbit setelah rasi *Jauza'*. Penjelasan kedua mendeskripsikan bahwa bintang *Syi'ra* adalah bintang Sirius yang berada di rasi “Anjing Besar” atau dalam nama latinnya “*Alpha Canis Major*”. Adapun penjelasan ketiga memaparkan bahwa bintang *Syi'ra* adalah bintang ganda yaitu *al-'Ubur* dan *Ghumasho'*. Bintang yang terlihat dari Bumi adalah *al-'Ubur*.⁸

Sirius merupakan sistem bintang ganda atau sepasang dua bintang, yang terdiri dari bintang Sirius A dan Sirius B. Bintang yang lebih besar dan lebih dekat dengan Bumi adalah

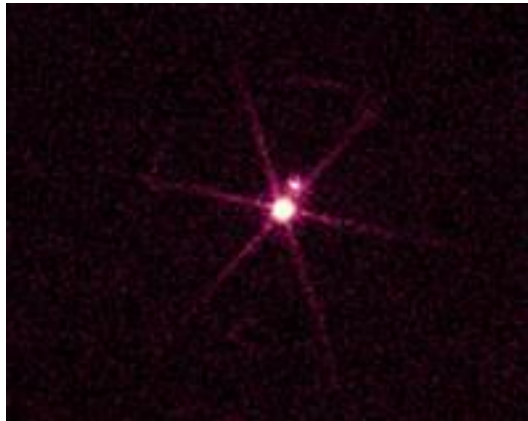
⁵ Wahbah Zuhaili, dkk., *Ensiklopedia al-Qur'an*, (Jakarta: Gema Insani, 2007), Cet. I, Vol. 13, 22.

⁶ Ibid.

⁷ Ibnu Jarir at-Thabari, *Jami' al-Bayan, an Ta'wili al-Qur'an*, (Beirut: Darul Kitab 'Ilmiah, 1992), 537.

⁸ Muhammad Izal M., *Bintang Syi'ra dalam Perspektif Mufassir dan Sains*, Skripsi Fakultas Ushuluddin dan Humaniora UIN Walisongo Semarang, 2019, h. 13-14.

Sirius A yang juga merupakan bintang paling terang yang dapat dilihat dengan mata telanjang. Sedangkan bintang Sirius B tidak dapat dilihat tanpa menggunakan alat bantu teleskop.⁹ Sirius sebagai bintang ganda pertama kali dilaporkan oleh astronom Jerman yang bernama Friedrich Wilhelm Bessel pada tahun 1844. Dia telah mengamati bahwa bintang terang Sirius sedang menempuh jalur yang sedikit bergelombang diantara bintang lainnya di langit dan menyimpulkan bahwa bintang tersebut memiliki pasangan yang ikut berputar dalam kurun waktu sekitar 50 tahun.¹⁰



Gambar 3.1 Tampilan X-Ray Sirius A dan Sirius B.

Sumber: NASA/CXC/SAO.

<https://apod.nasa.gov/apod/ap001006.html>.

Pasangan bintang ini yang kemudian disebut Sirius B pertama kali terlihat pada tahun 1862 oleh Alvan Clark

⁹ Tatang Barlian, *Jagad*, 94.

¹⁰ Britannica, The Editors of Encyclopedia. "Sirius". *Encyclopedia Britannica*, 7 Jan. 2021, <https://www.britannica.com/place/Sirius-star>. diakses pada 3 Juli 2022 10:15 WIB.

seorang astronom Amerika dan pembuat teleskop. Sirius A dan pasangannya (Sirius B) berputar bersama dalam orbit dengan eksentrisitas yang cukup besar dan dengan rata-rata pemisahan bintang sekitar 20 kali jarak Bumi-Matahari.¹¹ Sirius B merupakan bintang Katai Putih pertama yang ditemukan, jenis bintang yang pertama kali dipahami oleh Subrahmanyan Chandrasekhar pada tahun 1930. Sirius B 10.000 kali lebih redup daripada bintang utama yang terang (Sirius A), meskipun begitu bintang ini masih dapat dilihat menggunakan teleskop besar.¹²

B. Karakteristik Bintang Sirius

Sebagaimana telah disebutkan sebelumnya bahwa jika mengamati langit pada malam hari, bintang Sirius akan menjadi bintang paling terang yang bisa dilihat dengan mata telanjang. Berikut beberapa karakteristik yang dimiliki oleh bintang Sirius.

1. Bintang di Rasi Bintang Canis Major

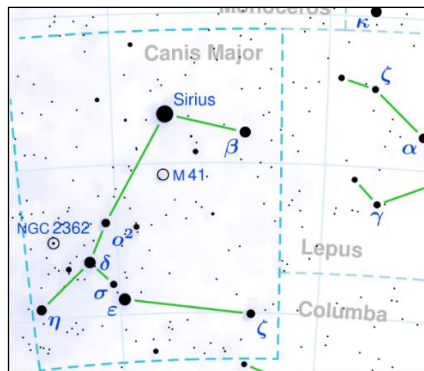
Bintang Sirius berada dalam rasi bintang Canis Major, rasi ini penyebutannya biasa disingkat menjadi *CMa*. Rasi Canis Major disebut juga dengan *Great Dog* atau rasi Anjing Besar yang terletak di sebelah tenggara

¹¹ Britannica, The Editors of Encyclopedia. "Sirius". *Encyclopedia Britannica*, 7 Jan. 2021, <https://www.britannica.com/place/Sirius-star>. diakses pada 3 Juli 2022 10:24 WIB.

¹² Robert Nemiroff, Jerry Bonell, NASA. "Sirius: The Brightest Star in the Night", *APOD: Astronomy Picture of the Day*, 11 Jun. 2000, <https://apod.nasa.gov/apod/ap000611.html>. diakses pada 3 Juli 2022 11:01 WIB.

rasi Orion.¹³ Sirius, Mirzam, Wezen, Adhara, Aludra serta beberapa bintang lainnya adalah bagian dari konstelasi Canis Major. Bintang paling terang dalam rasi Canis Major adalah bintang Sirius. Bintang ini memiliki nama lain *Alpha Canis Majoris* atau disingkat dengan α *CMa*.¹⁴

Sirius pada peta rasi bintang Canis Major digambarkan seperti gambar dibawah ini.



Gambar 3.2 Peta Rasi Bintang Canis Major.

Sumber:

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Canis_major_constellation_map.png

Jika bintang-bintang pada rasi Canis Major seperti gambar di atas dihubungkan akan membentuk pola tertentu sehingga diilustrasikan menyerupai bentuk anjing.

¹³ Hannu Karttunen, Dkk., *Fundamental*, 460.

¹⁴ Fred Schaaf, *The Brightest Stars*, (Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, 2008), 94.



Gambar 3.3 Bintang Sirius Pada Rasi Bintang Canis Major.

Sumber: *Stellarium Mobile* 2014 Versi 1.29.7.

2. Sistem Bintang Ganda

Sirius merupakan sistem bintang ganda, yang terdiri dari Sirius A dan Sirius B. Sirius A adalah sebuah Bintang Deret Utama¹⁵ dengan kelas spektrum A0 atau A1 dan memiliki massa sekitar 2,1 massa Matahari. Pasangannya, Sirius B, adalah bintang yang sudah berevolusi dari deret utama menjadi Katai Putih¹⁶. Kedua bintang ini mengorbit satu sama lain pada jarak

¹⁵ Bintang Deret Utama/*Main Sequence*, yaitu kelompok bintang kebanyakan, yang berdasarkan diagram Hertzsprung-Russel membentang dari kiri atas (bintang panas, luminositas tinggi) ke kanan bawah (bintang dingin, redup) mendominasi diagram HR. Disarikan dari <https://astronomy.swin.edu.au/cosmos/H/Hertzsprung-Russell+Diagram> diakses pada 3 Juli 2022 11:34 WIB.

¹⁶ Katai Putih/*White Dwarf*, yaitu tahap evolusi terakhir bintang bermassa kecil dan menengah dicirikan dengan temperatur sangat panas, luminositas yang rendah, massa yang setara dengan Matahari, dan radius yang sebanding dengan Bumi. Dalam diagram Hertzsprung-Russel terletak di sebelah kiribawah. Disarikan dari <https://astronomy.swin.edu.au/cosmos/H/Hertzsprung-Russell+Diagram> diakses pada 3 Juli 2022 11:34 WIB.

sekitar 20 AU (hampir sama dengan jarak Matahari dan Uranus) dengan periode orbit mendekati 50 tahun. Sirius tampak cerah diakibatkan luminositasnya yang tinggi dan kedekatannya terhadap Tata Surya.¹⁷

Pengamatan posisi kedua bintang dalam jangka panjang memberikan kesimpulan bahwa keduanya saling terikat secara gravitasional sehingga Sirius disimpulkan sebagai sebuah sistem bintang ganda. Pengamatan tersebut memberikan informasi perubahan posisi bintang satu terhadap yang lain, yang digunakan astronom untuk merekonstruksi gambaran orbit sistem. Astronom kemudian mendapatkan gambaran orbit bintang ganda Sirius yang berbentuk elips, mengikuti hukum Kepler tentang keteraturan gerak periodik benda-benda langit dalam lintasan eliptik. Astronom menemukan bahwa keduanya bergerak mengitari pusat massa sistem dengan periode orbit sekitar 50 tahun dan separasi sudut (jarak pisah pada bidang langit) antara Sirius A dan Sirius B bervariasi antara 3 hingga 11 detik busur.¹⁸

3. Karakteristik Astronomis Bintang Sirius

Adapun data astronomis terkait karakteristik bintang Sirius bisa dilihat pada tabel berikut:

¹⁷ <https://id.wikipedia.org/wiki/Sirius> diakses pada 26 Maret 2022 20:32 WIB.

¹⁸ Tim Pendidikan dan Penjangkauan Publik, Observatorium Bosscha – FMIPA ITB, “Panduan Observasi Langit – Mengamati Bintang Sirius”, *Nebula Newsletter Tiga-Bulanan Bosscha*, Edisi Oktober-Desember 2021, 14.

Tabel 3.1. Data Bintang Sirius

Data Pengamatan		
Nama bintang	Sirius	
Jenis	Bintang ganda / <i>binary star</i>	
	Sirius A	Sirius B
Asensio rekta	6 ^h 45 ^m 08,91728 ^d	
Deklinasi	-16° 42' 58,0171"	
Magnitudo semu	-1,46	8,44
Magnitudo mutlak	1,44	11,34
Sifat		
Tahap evolusi	Deret Utama	Katai Putih
Kelas spektrum	A1 V	DA 2
Indeks warna U-B	-0,05	-1,04
Indeks warna B-V	+0,00	-0,03
Detail		
Massa	2,023 M_{\odot}	0,98 M_{\odot}
Radius	1,711 R_{\odot}	0,0084 ± 3% R_{\odot}
Luminositas	2,54 L_{\odot}	0,056 L_{\odot}
Gravitasi permukaan (log g)	4,33 cgs	8,57 cgs
Suhu	9940 K	25000 ± 200 K
Rotasi	16 km/s	-
Usia	237-247 juta tahun	228 ± 9 juta tahun
Orbit		
Primer	α Canis Majoris A	
Pengiring	α Canis Majoris B	
Periode (P)	50,1284 ± 0,0043 tahun cahaya	

Sumbu semimayor (a)	$7,4957 \pm 0,0025''$
Eksentrisitas (e)	$0,59142 \pm 0,00037$
Inklinasi (i)	$136,336 \pm 0,040^\circ$
Bujur node naik (Ω)	$45,400 \pm 0,071^\circ$
Epos apsis (T)	$1994,5715 \pm 0,0058$
Astrometri	
Kecepatan radial (R_v)	-5,50 km/s
Paralaks	$379,21 \pm 1,58$ mdb
Jarak	$8,60 \pm 0,04$ tahun cahaya ($2,64 \pm 0,01$ parsec)

Sumber: <https://id.wikipedia.org/wiki/Sirius> dari referensi basis data SIMBAD <http://simbad.u-strasbg.fr/simbad/sim-basic?Ident=sirius&submit=SIMBAD+search>

Pada jarak 2,6 parsec (8,6 tahun cahaya), Sirius termasuk bintang kedua dari delapan bintang terdekat dengan Matahari, dan merupakan sistem bintang kelima terdekat dengan Matahari. Kedekatan ini adalah alasan utama kecerahannya, seperti halnya bintang-bintang dekat lainnya seperti Alpha Centauri, Procyon dan Vega dan kontras dengan bintang-bintang *supergiants* yang sangat bercahaya seperti Canopus, Rigel atau Betelgeuse. Sirius sekitar 25 kali lebih terang daripada Matahari. Bintang tetangga besar terdekat dengan Sirius adalah Procyon, 1,61 parsec (5,24 tahun) jaraknya.

C. Memprediksi Keberadaan Bintang Sirius

Bintang Sirius merupakan salah satu diantara ribuan bintang yang menghiasi kubah langit. Bintang ini bisa diamati

dengan mata telanjang ataupun dengan alat bantu teleskop ketika malam hari. Adapun untuk mengamati keberadaan bintang Sirius di langit malam, beberapa hal yang perlu diperhatikan oleh pengamat yaitu sebagai berikut:

1. Daerah Dimana Bintang Sirius Bisa Diamati

Terlihat atau tidaknya suatu bintang di atas horizon suatu daerah pengamat di permukaan bumi tergantung pada nilai garis lintang pengamat dan deklinasi bintang tersebut. Hal ini dikarenakan proyeksi posisi benda langit di garis KLU (Kutub Langit Utara) atau KLS (Kutub Langit Selatan) sejajar dengan nilai garis lintang pengamat. Oleh karena itu, untuk mengetahui terlihat atau tidaknya bintang di atas horizon menggunakan ketentuan berikut (δ adalah deklinasi bintang dan Φ adalah lintang pengamat):

- a. Jika $\delta > \Phi - 90^\circ$, maka *altitude* (ketinggian) positif atau bintang terlihat di atas horizon.¹⁹

Bintang Sirius memiliki deklinasi hampir -17° maka daerah yang bisa melihat bintang Sirius di atas horizon bisa diketahui dengan ketentuan di atas dengan penjabaran berikut:

$$\begin{aligned} \delta_{\text{Sirius}} &> \Phi - 90^\circ \\ - 17^\circ &> \Phi - 90^\circ \\ 90^\circ - 17^\circ &> \Phi \\ 73^\circ &> \Phi \end{aligned}$$

¹⁹ Hannu Karttunen, Dkk., *Fundamental*, 19.

Jadi, daerah yang dapat melihat Sirius di atas horizon yaitu daerah yang memiliki nilai garis lintang dibawah 73° , karena nilai lintang positif berarti termasuk lintang Utara.

Sebagaimana dikatakan oleh Robert Ball bahwa "*it is only resident within the Arctic regions who would not enjoy the privilege of seeing Sirius to some extent*".²⁰ Pengamat yang berada di belahan bumi bagian Selatan dan sebagian besar belahan bumi bagian Utara dapat mengamati Sirius. Hanya wilayah Arktik yang tidak bisa menikmati hak istimewa melihat Sirius sampai batas tertentu.

- b. Jika $\delta < \Phi - 90^\circ$, maka *altitude* (ketinggian) negatif, bintang tidak terlihat diatas horizon.²¹

$$\delta_{\text{Sirius}} < \Phi - 90^\circ$$

$$-17^\circ < \Phi - 90^\circ$$

$$90^\circ - 17^\circ < \Phi$$

$$73^\circ < \Phi$$

Jadi, daerah yang memiliki nilai garis lintang lebih dari 73° lintang Utara tidak dapat melihat Sirius di atas horizon.

Fred Schaaf mengatakan bahwa Sirius dapat dilihat hampir di semua tempat di permukaan Bumi kecuali oleh pengamat yang tinggal pada lintang di

²⁰ Robert Ball, *A Primer of Astronomy*, (United Kingdom: Cambridge University Press, 2014), 202.

²¹ Hannu Karttunen, Dkk., *Fundamental*, 19.

atas 73° Utara.²² Oleh karena itu daerah yang tidak dapat melihat bintang Sirius yaitu daerah Norwegia, Kanada, Greenland, sebagian daerah Rusia dengan rincian sebagai berikut:

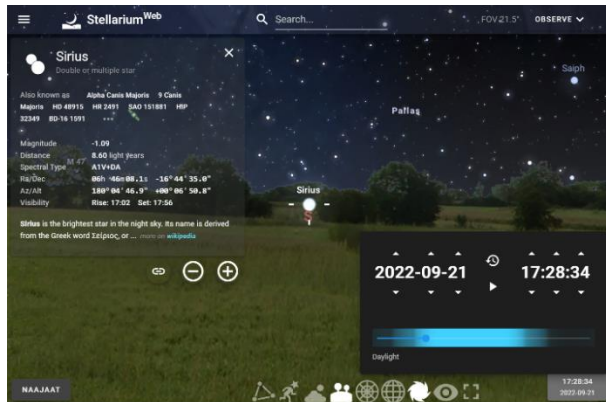
Tabel 3.2 Daftar Daerah yang Tidak Dapat Melihat Sirius di Atas Horizon

No	Negara	Cakupan Daerah	Kisaran Lintang
1	Greenland	<i>Kaffeklubben Island</i> sampai Naajaat	$83,62^\circ$ - $73,14^\circ$ U
2	Kanada	Cape Columbia sampai <i>Similirk National Park</i>	$83,12^\circ$ - $73,07^\circ$ U
3	Rusia	<i>Rudolf Island</i> sampai Syndassko	$81,79^\circ$ - $73,27^\circ$ U
4	Norwegia	Rossøya Svalbard sampai <i>Norwegian Sea</i>	$80,83^\circ$ - 73° U

Sumber: Dokumentasi pribadi dengan data koordinat dari *Google Earth 2022* Versi 9.166.01.

Najaat, Greenland merupakan salah satu daerah yang tidak dapat melihat Sirius di atas horizon. Ketinggian maksimum Sirius hanya sebesar $\pm 0^\circ 6'$ diukur dari horizon jika dilihat di langit kota tersebut. Hal itu bisa dilihat pada tampilan pengamatan melalui *Stellarium* berikut:

²² Fred Schaaf, *The*, 94.



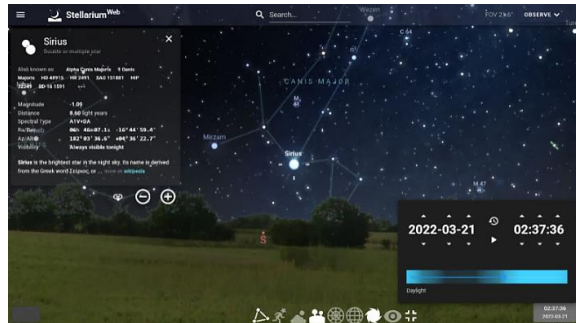
Gambar 3.4 Pengamatan Bintang Sirius di Naajaat, Greenland Tanggal 21 September 2022.

Sumber: Simulasi melalui *stellarium-web.org*

- c. Jika $\delta > +90^\circ - \Phi$ (untuk belahan bumi Utara) dan $\delta < -90^\circ - \Phi$ (untuk belahan bumi Selatan), maka bintang sirkumpolar atau selalu terlihat di atas horizon dan tidak pernah terbenam.²³

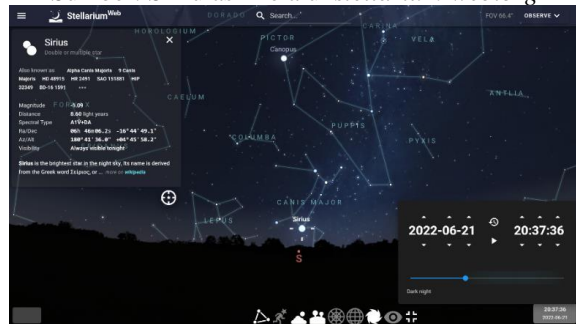
Memiliki deklinasi hampir -17° maka Sirius termasuk bintang yang berada di kubah langit sebelah Selatan dan berlaku ketentuan $\delta < -90^\circ - \Phi$ (untuk belahan bumi Selatan). Sirius menjadi sirkumpolar sepanjang tahun jika dilihat dari daerah dengan lintang Selatan $\geq 73^\circ$, contohnya jika dilihat dari koordinat $77^\circ 50' 47''$ LS yaitu daerah McMurdo Station, Ross Island, Antartika sebagai berikut:

²³ Hannu Karttunen, Dkk., *Fundamental*, 19.



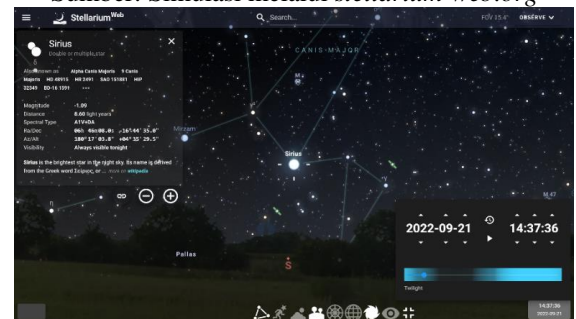
Gambar 3.5 Pengamatan Bintang Sirius di McMurdo Station Tanggal 21 Maret 2022.

Sumber: Simulasi melalui *stellarium-web.org*



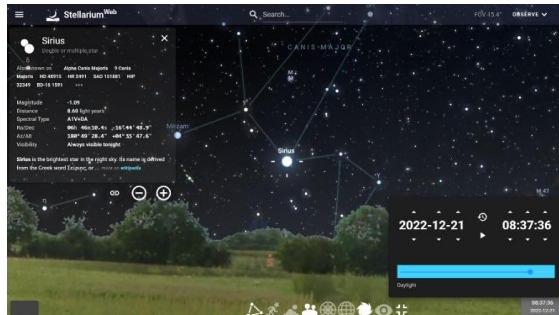
Gambar 3.6 Pengamatan Bintang Sirius di McMurdo Station Tanggal 21 Juli 2022.

Sumber: Simulasi melalui *stellarium-web.org*



Gambar 3.7 Pengamatan Bintang Sirius di McMurdo Station Tanggal 21 September 2022.

Sumber: Simulasi melalui *stellarium-web.org*



Gambar 3.8 Pengamatan Bintang Sirius di McMurdo Station Tanggal 21 Desember 2022.

Sumber: Simulasi melalui *stellarium-web.org*

Berdasarkan simulasi pengamatan pergerakan bintang yang telah dilakukan menggunakan Aplikasi *Stellarium* sebagaimana ditampilkan pada gambar di atas, di langit daerah McMurdo Station bintang Sirius terlihat berputar di atas horizon sepanjang tahun dengan *altitude* minimal 4° .²⁴ Bintang ini tidak pernah tenggelam atau berada di bawah horizon.

2. Kapan Bintang Sirius Bisa Diamati

Bintang selain Matahari dapat terlihat jelas pada saat malam hari. Hal ini karena Matahari memiliki tingkat kecerahan yang sangat tinggi dan posisinya dekat dengan Bumi dibandingkan bintang-bintang lain, termasuk bintang Sirius. Bintang Sirius memiliki magnitudo tampak 1,46 sehingga menjadi bintang paling terang kedua di kubah langit setelah Matahari yang memiliki

²⁴ Simulasi melalui <https://stellarium-web.org/> diakses pada 21 Juli 2022 13:24 WIB.

magnitudo tampak $-26,72$.²⁵ Cahaya Sirius akan kalah jika dilihat pada siang hari karena cahaya Matahari lebih dominan. Oleh karena itu, waktu terbaik melihat bintang Sirius tentunya pada malam hari. Sirius adalah bintang paling terang di langit malam, hampir dua kali lebih terang dari bintang paling terang kedua, Canopus yang memiliki magnitudo $-0,74$.²⁶

Namun, tidak setiap malam sepanjang tahun Sirius mesti terlihat di langit, kecuali di daerah yang melihat Sirius sirkumpolar. Tanggal pengamatan berpengaruh terhadap terlihat atau tidaknya bintang Sirius di langit malam. Bintang ini dapat diamati hampir sepanjang tahun, kecuali pada bulan Juli karena posisinya searah dengan posisi Matahari di langit. Sirius dapat dilihat baik pada malam hari saat ia terbenam setelah Matahari dan di pagi hari saat ia terbit sebelum Matahari di langit Belahan Bumi Selatan pada awal Juli. Waktu terbaik untuk mengamati Sirius adalah bulan Desember sampai Februari, ketika Sirius berada di langit sepanjang malam. Diluar periode tersebut, Sirius berada tepat di meridian atas saat Matahari terbenam sepanjang Maret - Juni dan baru terbit pada tengah malam sepanjang Agustus - November.²⁷

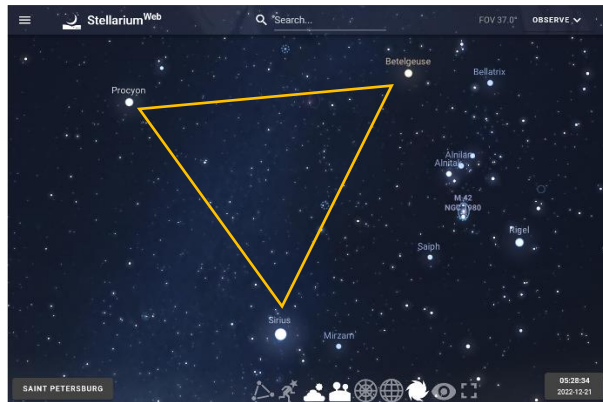
²⁵ Thomas T. Arny dan Stephen E. Schneider, *Explorations: An Introduction to Astronomy – Seventh Edition*, (New York: McGraw-Hill, 2014), Appendix-9.

²⁶ *Ibid.*

²⁷ Tim Pendidikan dan Penjangkauan Publik, Observatorium Bosscha – FMIPA ITB, “Panduan Observasi Langit – Mengamati Bintang Sirius”, *Nebula Newsletter Tiga-Bulanan Bosscha*, Edisi Oktober-Desember 2021, 13.

3. Posisi Bintang Sirius di Langit

Posisi Sirius tidak terlalu tinggi jika dilihat dari beberapa kota daerah Utara (hanya mencapai 13° di atas cakrawala dari Saint Petersburg, Rusia). Seiring dengan Procyon dan Betelgeuse, Sirius membentuk salah satu dari tiga simpul Segitiga Musim Dingin (*Winter Triangle*) bagi pengamat di Belahan Bumi Utara. *Winter Triangle* tersebut dapat dijadikan patokan bagi pengamat yang berada di belahan bumi sebelah Utara yang hendak menemukan keberadaan Sirius di langit malam pada musim dingin (bulan Desember). Berikut tampilan pengamatan *Winter Triangle* di langit malam Kota Saint Petersburg, Rusia:



Gambar 3.9 *Winter Triangle* Sirius, Procyon dan Beltegeuse di langit Saint Petersburg, Rusia.

Sumber: Simulasi melalui *stellarium-web.org*

Selain itu, Canis Major akan terbit menyusul rasi Orion, sehingga kita bisa menggunakan Orion untuk menemukan Sirius. Pengamat dapat menarik garis khayal

pada susunan tiga bintang di sabuk Orion kearah Tenggara. Bintang terang terdekat yang ditemukan adalah Sirius. Sirius akan tampak sebagai titik cahaya berwarna putih-kebiruan.



Gambar 3.10 Posisi Bintang Sirius Sebelah Rasi Orion.
Sumber: Observatorium Bosscha/Cinta Vidante

D. Data Bintang Sirius di Almanak Nautika

Kita dapat mengetahui azimuth bintang, termasuk bintang Sirius, dengan menggunakan data-data yang ada di Almanak Nautika. Adapun data yang ada di Almanak Nautika yang digunakan untuk perhitungan azimuth bintang yaitu data Dec (deklinasi), GHA (*Greenwich Hour Angle*), LHA (*Local Hour Angle*) dan SHA (*Siderial Hour Angle*) dengan penjelasan berikut:

1. Dec (deklinasi), ini menandakan ketinggian di atas atau di bawah bidang ekuator untuk benda langit. Setara dengan garis lintang Bumi.²⁸ Deklinasi bagi benda langit yang berada di sebelah Utara ekuator bernilai positif (+),

²⁸ E-Learning Pusat Pendidikan Kelautan dan Perikanan, “Modul Ilmu Pelayaran Astronomi”, lihat <http://www.pusdik.kkp.go.id/elearning/index.php/modul/read/190115-105114uraian-c-materi> diakses pada 2 Juli 2022 13:34 WIB.

sedangkan deklinasi benda langit yang berada di sebelah Selatan ekuator bernilai negatif (-).

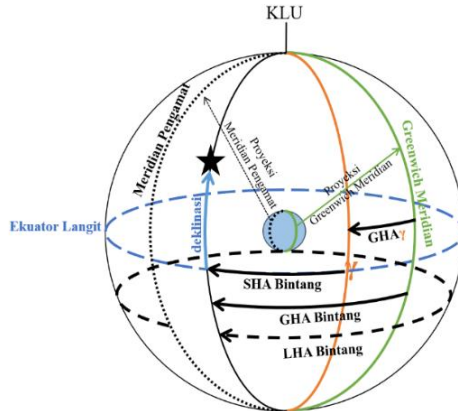
2. GHA (*Greenwich Hour Angle*), disebut juga sudut jam barat *Greenwich* yaitu busur khatulistiwa langit diukur dari meridian *Greenwich* ke arah Barat samapai meridian langit yang melalui benda angkasa yang diamati diukur dari 0° sampai 360° . Di Almanak Nautika yang memiliki nilai GHA itu Matahari, Bulan, Planet, dan Aries. Titik Aries dijadikan acuan karena merupakan sebuah titik tetap di khatulistiwa bola langit, dimana Matahari berada pada titik tersebut pada tanggal 21 Maret.²⁹
3. SHA (*Siderial Hour Angle*), disebut juga sudut jam barat benda langit. Yaitu sudut busur khatulistiwa diukur dari titik Aries ke arah Barat sampai meridian yang melalui benda langit.³⁰ Almanak Nautika menyajikan data beberapa planet dan bintang yang memiliki nilai SHA karena bintang posisinya tetap (jaraknya sangat jauh sehingga tidak bergerak banyak jika diamati dari Bumi). SHA ini merupakan koordinat relatif bintang terhadap titik Aries.
4. LHA (*Local Hour Angle*), disebut juga sudut jam barat setempat. Yaitu sudut busur khatulistiwa bumi diukur dari meridian pengamat ke arah Barat sampai meridian benda langit.³¹ LHA ini sama dengan sudut waktu (biasa dilambangkan dengan 't') suatu benda langit.

²⁹ *Ibid.*

³⁰ *Ibid.*

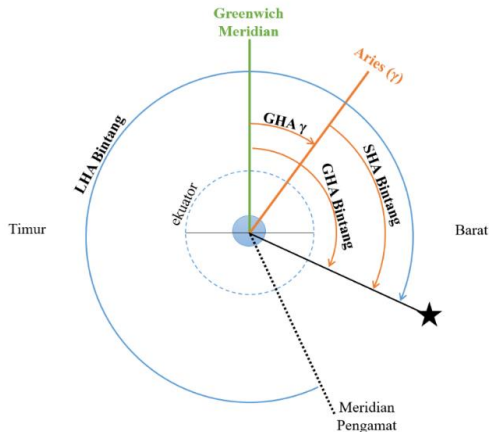
³¹ *Ibid.*

Adapun posisi deklinasi, GHA, SHA dan LHA benda langit pada bola langit dapat diilustrasikan sebagai berikut:



Gambar 3.11 Ilustrasi Posisi Deklinasi, SHA, GHA dan LHA pada Bola Langit.

Sumber: dokumentasi pribadi.



Gambar 3.12 Navigasi Deklinasi, SHA, GHA dan LHA.

Sumber: dokumentasi pribadi.

Berdasarkan gambar diatas bisa dilihat bahwa nilai GHA (*Greenwich Hour Angle*) bintang atau benda langit diperoleh

dengan cara menjumlahkan nilai SHA (*Siderial Hour Angle*) bintang + GHA titik Arius. Pada gambar diatas, titik Arius dilambangkan dengan tanda γ . Sedangkan nilai LHA (*Local Hour Angle*) benda langit merupakan gabungan dari nilai GHA suatu benda langit ditambah koordinat bujur lokasi pengamat. Dari penjabaran ini didapatkan rumus untuk memperoleh nilai GHA dan LHA bintang yaitu:

$$\text{GHA bintang} = \text{SHA bintang} + \text{GHA Arius}$$

$$\text{LHA bintang} = \text{GHA bintang} + \text{bujur tempat}$$

Data bintang Sirius yang ada dalam Almanak Nautika yaitu data SHA dan deklinasi. Berikut potongan tampilan Almanak Nautika yang menampilkan data bintang Sirius:

July 12, 13, 14 UT (Tue., Wed., Thu.)

Aries		Venus		Mars		Jupiter		Saturn		Stars	
Tue	GHA	GHA	Dec	GHA	Dec	GHA	Dec	GHA	Dec	SHA	Dec
0	289°52.3	207°45.9	N22°18.2	266°50.3	N11°23.6	261°45.5	N02°02.2	322°57.1	S14°37.4	Alpheratz 357°36.8	29°12.7
1	304°54.7	222°45.2	18.5	271°51.1	24.2	296°47.8	02.3	337°59.7	37.4	Ankaa 353°09.1	42°10.8
2	319°57.2	237°44.4	18.8	286°52.0	24.8	311°50.1	02.3	353°02.3	37.5	Schedar 349°33.2	56°39.3
3	334°59.7	252°43.6	.. 19.0	301°52.8	.. 25.4	326°52.5	.. 02.4	8°04.9	.. 37.5	Diphda 348°49.3	17°51.7
4	350°02.1	267°42.9	19.3	316°53.6	25.9	341°54.8	02.4	23°07.5	37.6	Achernar 353°21.8	57°07.1
5	5°04.6	282°42.1	19.6	331°54.4	26.5	356°57.1	02.4	38°10.0	37.6	Hamal 327°53.6	23°34.0
6	20°07.1	297°41.3	N22°19.8	346°55.2	N11°27.1	11°59.5	N02°02.5	53°12.6	S14°37.7	Polaris 315°12.1	89°21.2
7	35°09.5	312°40.5	20.1	1°56.0	27.7	27°01.8	02.5	68°15.2	37.7	Acamar 315°13.5	40°12.7
8	50°12.0	327°39.8	20.4	16°56.8	28.3	42°02.6	02.6	83°17.8	37.8	Menkar 314°08.4	4°10.6
9	65°14.5	342°39.0	.. 20.6	31°57.6	.. 28.8	57°06.5	.. 02.6	98°20.4	.. 37.8	Mirfak 308°31.4	49°56.2
10	80°16.9	357°38.2	20.9	46°58.4	29.4	72°08.8	02.6	113°23.0	37.9	Aldebaran 290°42.2	16°33.2
11	95°19.4	12°37.4	21.1	61°59.3	30.0	87°11.2	02.7	128°25.6	37.9	Rigel 281°06.1	8°10.5
12	110°21.8	27°36.7	N22°21.4	77°00.1	N11°30.6	102°13.5	N02°02.7	143°28.2	S14°38.0	Capella 280°25.3	46°01.1
13	125°24.3	42°35.9	21.7	92°00.9	31.2	117°15.8	02.8	158°30.8	38.0	Bellatrix 278°25.4	6°22.2
14	140°26.8	57°35.1	21.9	107°01.7	31.7	132°18.2	02.8	173°33.4	38.1	Elnath 278°04.8	28°37.5
15	155°29.2	72°34.3	.. 22.2	122°02.5	.. 32.3	147°20.5	.. 02.8	188°36.0	.. 38.1	Alnilam 275°40.1	-1°11.2
16	170°31.7	87°33.6	22.4	137°03.3	32.9	162°22.9	02.9	203°38.6	38.2	Betgeuse 270°54.6	7°24.7
17	185°34.2	102°32.8	22.7	152°04.1	33.5	177°25.2	02.9	218°41.2	38.2	Canopus 263°53.8	-52°42.3
18	200°36.6	117°32.0	N22°22.9	167°04.9	N11°34.1	192°27.5	N02°03.0	233°43.8	S14°38.3	Sirius 258°28.4	-16°44.7
19	215°39.1	132°31.2	23.2	182°05.8	34.6	207°29.9	03.0	248°46.4	38.3	Adhara 255°07.9	-29°00.1
20	230°41.6	147°30.4	23.4	197°06.6	35.2	222°32.2	03.0	263°49.0	38.4	Procyon 244°53.3	5°10.1
21	245°44.0	162°29.7	.. 23.7	212°07.4	.. 35.8	237°34.6	.. 03.1	278°51.6	.. 38.4	Pollux 243°20.2	27°58.4
22	260°46.5	177°28.9	23.9	227°08.2	36.4	252°36.9	03.1	293°54.2	38.5	Avior 234°16.2	59°34.9
23	275°49.0	192°28.1	24.2	242°09.0	37.0	267°39.3	03.2	308°56.8	38.6	Suhail 222°48.2	-43°31.4
Mer.pas. 04:40 v-0.8 d0.3 m-3.8 v-0.8 d0.6 m0.4 v-2.3 d0.0 m-2.4 v-2.6 d-0.1 m0.5											
Wed	GHA	GHA	Dec	GHA	Dec	GHA	Dec	GHA	Dec	SHA	Dec
0	290°51.4	207°27.3	N22°24.4	257°09.8	N11°37.5	282°41.6	02.6	323°59.4	S14°38.6	Majicidius 221°39.5	49°46.8
1	305°53.9	222°26.5	24.6	272°10.6	38.1	297°43.9	02.7	339°02.0	38.7	Alphard 217°50.1	-8°45.3
2	320°56.3	237°25.8	24.9	287°11.4	38.7	312°46.3	03.3	354°04.6	38.7	Regulus 207°36.9	11°51.6
3	335°58.8	252°25.0	.. 25.1	302°12.2	.. 39.3	327°48.6	.. 03.3	9°07.2	.. 38.8	Denebola 182°27.2	14°27.0
4	351°01.3	267°24.2	25.4	317°13.1	39.8	342°51.0	03.4	24°09.8	38.8	Gienah 175°45.8	17°40.0
5	6°03.7	282°23.4	25.6	332°13.9	40.4	357°53.3	03.4	39°12.4	38.9	Acrux 173°22.5	43°12.6
6	21°06.2	297°22.6	N22°25.9	347°14.7	N11°41.0	12°55.7	N02°03.4	54°15.0	S14°38.9	Gacrux 171°54.0	57°14.5
7	36°08.7	312°21.9	26.1	2°15.5	41.6	27°58.0	03.5	69°17.6	39.0	Ailoth 166°14.9	55°50.6
8	51°11.1	327°21.1	26.3	17°16.3	42.1	43°00.3	03.5	84°20.1	39.0	Spica 158°24.4	-11°16.7
9	66°13.6	342°20.3	.. 26.6	32°17.1	.. 42.7	58°02.7	.. 03.6	99°22.7	.. 39.1	Alkaid 152°53.6	49°12.4
10	81°16.1	357°19.5	26.8	47°17.9	43.3	73°05.0	03.6	114°25.3	39.1	Hadar 148°38.9	-60°29.1
11	96°18.5	12°18.7	27.0	62°18.7	43.9	88°07.4	03.6	129°27.9	39.2	Menkent 147°59.9	36°28.9
										Acturus 145°49.7	19°04.1
										Rigel Kent. 139°42.9	-60°55.9
										Kochab 137°19.3	74°04.1
										Zubenel 136°58.1	-16°08.1

Gambar 3.13 Data bintang Sirius di Almanak Nautika.

Sumber: Almanak Nautika 2022

Data SHA dan Dec bintang Sirius pada Almanak Nautika disajikan per-tiga hari. Seperti contoh data pada Gambar 3.13

di atas adalah data untuk tanggal 12 – 14 Juli 2022, dimana Sirius memiliki SHA sebesar $258^{\circ} 28,4'$ dan deklinasi $-16^{\circ} 44,7'$. Data SHA dan deklinasi ini dinyatakan dalam bentuk derajat ($^{\circ}$) dan menit busur ($'$). Almanak Nautika menyajikan data astronomis benda langit selama satu tahun dengan standar waktu UT (*Universal Time*) atau GMT (*Greenwich Mean Time*).

E. Perhitungan Azimuth Bintang Sirius dengan Data Almanak Nautika

Azimuth bintang adalah jarak busur yang diukur dari titik Utara ke Timur melalui ufuk atau horizon sampai dengan proyeksi bintang itu di langit.³² Kita dapat mengetahui azimuth bintang, termasuk bintang Sirius, dengan melakukan perhitungan menggunakan data-data yang ada di Almanak Nautika. Adapun data yang diperlukan untuk perhitungan azimuth bintang yaitu data Dec (deklinasi), GHA (*Greenwich Hour Angle*), LHA (*Local Hour Angle*), dan SHA (*Siderial Hour Angle*).

Rumus menghitung sudut waktu bintang yaitu LHA didapatkan dari hasil analisis hubungan antara posisi SHA, GHA dan LHA tersebut. Sedangkan rumus arah bintang dan ketentuan azimuth bintang diambil dari rumus yang digunakan Slamet Hambali dengan objek azimuth Matahari. Karena Matahari adalah bintang sebagaimana Sirius yang juga merupakan sebuah bintang, maka rumus azimuth Matahari

³² Ahmad Izzudin, *Ilmu*, 55.

juga dapat digunakan untuk perhitungan azimuth bintang Sirius.

Adapun langkah-langkah perhitungan azimuth bintang Sirius yaitu sebagai berikut:

1. Menghitung sudut waktu bintang

Sudut waktu bintang (t) adalah LHA (*Local Hour Angle*). Untuk menghitung LHA, perlu disiapkan terlebih dahulu data SHA bintang Sirius dan GHA Aries sesuai jam pengamatan. Ingat bahwa data waktu pengamatan di Almanak Nautika menggunakan standar waktu UT (*Universal Time*). Jadi waktu pengamatan daerah harus dikonversikan dulu ke satuan UT.³³ Setelah itu, hitunglah GHA bintang Sirius dengan rumus:³⁴

$$\mathbf{GHA \text{ bintang} = SHA \text{ bintang} + GHA \text{ Aries}}$$

Lalu untuk mengetahui sudut waktu bintang (t_b) yaitu LHA gunakan rumus:³⁵

$$\mathbf{LHA \text{ bintang} = GHA \text{ bintang} + \text{bujur tempat}}$$

2. Mengetahui arah bintang dan azimuth bintang

Menghitung arah bintang dengan rumus:³⁶

$$\mathbf{Cotan A_b = \tan \delta_b \cos \Phi^x \div \sin t_b - \sin \Phi^x \div \tan t_b}$$

³³ Untuk pengamatan di Indonesia, waktu daerah WIB dikurangi 7 jam, WITA dikurangi 8 jam, dan WIT dikurangi 9 jam.

³⁴ Rumus didapat dari hasil analisis hubungan GHA bintang, LHA bintang dan bujur tempat, lihat halaman 80.

³⁵ Rumus didapat dari hasil analisis hubungan GHA bintang, LHA bintang dan bujur tempat, lihat halaman 80.

³⁶ Slamet Hambali, *Ilmu Falak Arah Kiblat Setiap Saat*, (Yogyakarta: Pustaka Ilmu, 2013), 69.

Keterangan:

A_b = arah bintang

Φ^x = lintang tempat

δ_b = deklinasi bintang

t_b = sudut waktu bintang atau LHA

Setelah itu untuk mendapatkan azimuth bintang Sirius bisa menggunakan ketentuan berikut:

- a. Jika $A_b = UT$ maka Azimuth bintang = A_b (tetap).
- b. Jika $A_b = UB$ maka Azimuth bintang = $360^\circ - A_b$.
- c. Jika $A_b = ST$ maka Azimuth bintang = $180^\circ - A_b$ dengan nilai A_b dipositifkan.
- d. Jika $A_b = SB$ maka Azimuth bintang = $180^\circ + A_b$ dengan nilai A_b dipositifkan.³⁷

Demikianlah langkah-langkah perhitungan azimuth bintang Sirius dengan menggunakan basis data dari Almanak Nautika.

³⁷ *Ibid.*, 70.

BAB IV

**ANALISIS POSIBILITAS PENENTUAN ARAH
KIBLAT DENGAN BINTANG SIRIUS
BERDASARKAN DATA ALMANAK NAUTIKA**

**A. Posibilitas Penentuan Arah Kiblat dengan Bintang
Sirius Berdasarkan Data Almanak Nautika**

Posibilitas berarti kemungkinan¹, atau peluang sesuatu dapat terjadi.² Posibilitas yang dimaksudkan dalam penelitian ini yaitu kemungkinan berhasilnya penentuan arah kiblat menggunakan acuan bintang Sirius dengan azimuth bintang yang diperoleh dari perhitungan data Almanak Nautika. Oleh karena itu, berikut akan diuraikan bagaimana cara untuk menentukan arah kiblat dengan bintang Sirius, bagaimana waktu, tempat dan alat bantu yang paling memungkinkan untuk menentukan arah kiblat dengan bintang Sirius agar dapat mendapatkan hasil arah kiblat yang tepat.

**1. Cara Menentukan Arah Kiblat dengan Bintang Sirius
Berdasarkan Data Almanak Nautika**

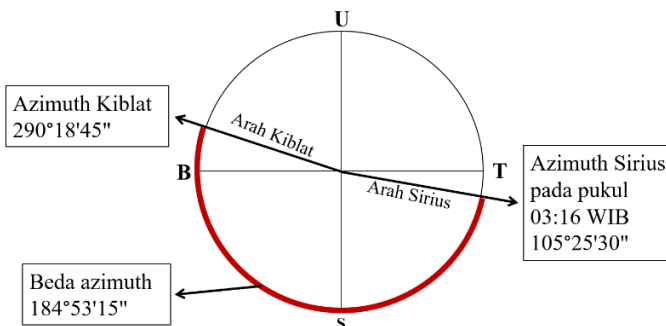
Penentuan arah kiblat menggunakan bintang Sirius pada dasarnya sama dengan penentuan arah kiblat menggunakan Matahari karena Sirius merupakan bintang sama halnya dengan Matahari, yaitu dengan alat yang sama (*Theodolite*) serta data bintang yang menjadi titik

¹ Windy Novita, *Kamus Ilmiah Populer*, (tt: Pustaka Gama, 2016), 383.

² "Cambridge Dictionary" Versi Daring, lihat <https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/possibility> diakses pada 1 Juli 2022 13:04 WIB.

acuan untuk selanjutnya dimasukan kedalam rumus segitiga bola untuk mendapatkan nilai azimuth. Perlu diketahui azimuth dari bintang, dalam penelitian ini yaitu bintang Sirius, kemudian dicari selisih azimuthnya dengan kiblat.¹

Sebagai contoh jika kita sudah mengetahui azimuth bintang Sirius pada pukul 03:16 WIB tanggal 25 Agustus 2022 adalah $105^{\circ}25'30''$ dan azimuth kiblat adalah $290^{\circ}18'45''$, kemudian menghitung beda azimuth dengan rumus beda azimuth = azimuth kiblat – azimuth bintang = $290^{\circ}18'45'' - 105^{\circ}25'30'' = 184^{\circ}53'15''$. Praktiknya bisa diilustrasikan sebagai berikut:



Gambar 4.1 Ilustrasi Beda Azimuth Bintang Sirius dan Azimuth Kiblat.

Sumber: dokumentasi pribadi.

Rumus untuk menghitung azimuth bintang adalah sebagaimana rumus yang digunakan untuk menghitung

¹ Nizma Nur Rahmi, “Studi Analisis Azimuth Bintang Acrux Sebagai Acuan Penentuan Arah Kiblat”, *Skripsi* Fakultas Syari’ah dan Hukum UIN Walisongo Semarang, (Semarang: 2018), 74.

azimuth Matahari dan azimuth kiblat dalam buku Slamet Hambali yang berjudul “Ilmu Falak Arah Kiblat Setiap Saat”. Sedangkan data astronomis bintang yang digunakan dalam perhitungan azimuth bintang diperoleh dari Almanak Nautika, yaitu data deklinasi, SHA (*Siderial Hour Angle*) dan GHA (*Greenwich Hour Angle*) Aries.

Data yang dibutuhkan untuk menentukan arah kiblat di malam hari dengan bintang Sirius yaitu sebagai berikut:

- a. Data Astronomis bintang (deklinasi, SHA bintang, GHA Aries)

Deklinasi, SHA bintang Sirius serta GHA Aries diperoleh dari Almanak Nautika. Penelitian ini menggunakan almanak dalam bentuk *Portable Document Format* (PDF) yang diakses dari *website TheNauticalAlmanac.com*.

- b. Waktu pengukuran

Waktu pengukuran harus tepat sesuai keadaan yang semestinya. Waktu yang akurat dapat diperoleh dari jam yang ditunjukkan *Global Positioning System* (GPS) yang sedang terhubung dengan satelit, waktu GMT diakses di <http://www.greenwichmeantime.co.uk/>, atau Server Jam BMKG (BMKG NTP Server) yang bisa diakses

di <https://jam.bmkg.go.id/Jam.BMKG>.² Waktu yang ditunjukkan dari beberapa sumber tersebut menunjukkan jam hingga skala detik. Adapun penelitian ini menggunakan waktu pengukuran dari GPS Garmin.

c. Lintang dan bujur tempat

Lintang dan bujur tempat yang akurat diperoleh dari *Global Positioning System* (GPS) atau menggunakan aplikasi *Google Earth*.³ Adapun lintang dan bujur tempat yang digunakan pada penelitian ini diperoleh dari data koordinat GPS Garmin 60.

d. Lintang dan bujur Ka'bah

Lintang dan bujur Ka'bah dapat diperoleh dari *Google Earth* atau data lintang dan bujur yang telah terangkum di buku-buku Astronomi dan Ilmu Falak. Adapun lintang dan bujur Ka'bah yang digunakan pada penelitian ini mengacu pada lintang dan bujur Ka'bah dalam bukunya Slamet Hambali berdasarkan *Google Earth 2010* yaitu $39^{\circ}49'34,33''$ BT dan $-21^{\circ}25'21,04''$ LS.⁴

Pada dasarnya, sebelum menentukan arah kiblat menggunakan bintang Sirius, perlu diketahui terlebih

² Slamet Hambali, *Menguji Keakuratan Hasil Pengukuran Arah Kiblat Menggunakan Istiwaa'ini Karya Slamet Hambali, Laporan Penelitian Individual IAIN Walisongo Semarang*, (Semarang: 2014), 65.

³ Slamet Hambali, *Ilmu Falak Arah Kiblat Setiap Saat*, (Yogyakarta: Pustaka Ilmu, 2013), 64.

⁴ *Ibid.*, 14.

dahulu posisi bintang Sirius di langit malam. Peta bintang atau *Star Map* bisa digunakan untuk memperkirakan posisi bintang di langit dengan memperhatikan bintang atau rasi bintang apa saja yang ada di sekitar bintang Sirius. Selain itu, pengamat juga bisa memperkirakan posisi bintang dengan ketinggian (*altitude*) dan jarak zenith bintang tersebut.

Ketinggian dan jarak zenith bintang dapat dihitung dengan rumus berikut:⁵

$$\begin{aligned} \text{Sin } h_b &= \text{sin } \Phi^x \text{ sin } \delta_b + \text{cos } \Phi^x \text{ cos } \delta_b \text{ cos } t_b \\ \text{Cos } z_{m_b} &= \text{sin } \Phi^x \text{ sin } \delta_b + \text{cos } \Phi^x \text{ cos } \delta_b \text{ cos } t_b \end{aligned}$$

Keterangan:

h_b = tinggi bintang

z_{m_b} = jarak zenith bintang

Φ^x = lintang tempat

δ_b = deklinasi bintang

t_b = sudut waktu bintang atau LHA

Setelah mengetahui posisi bintang Sirius di langit kemudian pengamat bisa menentukan arah kiblat menggunakan bintang tersebut. Penentuan arah kiblat ini bisa menggunakan alat *Theodolite* sebagaimana penentuan arah kiblat dengan posisi Matahari setiap saat. *Theodolite* merupakan alat yang dirancang untuk pengukuran sudut horizontal dan vertikal yang dapat

⁵ Slamet Hambali, *Ilmu Falak Arah Kiblat Setiap Saat*, (Yogyakarta: Pustaka Ilmu, 2013), 69.

mengetahui arah hingga skala detik busur.⁶ *Theodolite* digunakan dalam penentuan arah kiblat menggunakan bintang karena dapat mengukur *Horizontal Angle* (HA) untuk sudut beda azimuth yang menunjukkan arah kiblat.

Langkah-langkah menentukan arah kiblat menggunakan bintang Sirius dengan data bintang berdasarkan Almanak Nautika dengan bantuan alat *Theodolite* adalah sebagai berikut:

- 1) Persiapkan lebih dahulu *Theodolite* yang akan digunakan. Pasang tripod tegak lurus pada permukaan bumi, lalu pasang *Theodolite* di atas tripod tersebut dan pastikan posisinya tegak lurus ke segala arah dengan memperhatikan *waterpass* yang ada pada *Theodolite*. Jangan lupa pasang baterai pada sisi samping *Theodolite*.
- 2) Bila sudah siap, hidupkan *Theodolite* dan pasang dalam posisi tidak terkunci.
- 3) Bidik bintang Sirius menggunakan lensa *Theodolite* dan kunci *Theodolite* kemudian klik tombol *Reset*.
- 4) Pada saat bintang terbidik, catat waktu yang ditampilkan GPS lalu masukkan ke dalam perhitungan azimuth bintang. Data yang dibutuhkan untuk perhitungan azimuth bintang:
 - Lintang tempat (Φ^x)
 - Bujur tempat (λ^x)

⁶ Siti Tatmainul Qulub, *Ilmu Falak: Dari Sejarah, Ke Teori dan Aplikasi*, (Depok: PT. Raja Grafindo Persada, 2017), 263.

- Waktu pengamatan yang telah dikonversikan ke satuan UT (*Universal Time*).
- SHA Sirius
- Deklinasi bintang Sirius (δ_b)
- GHA Aries sesuai waktu pengamatan, agar lebih akurat GHA perlu di interpolasi menggunakan data GHA pada jam pengamatan dan data GHA pada jam setelahnya.

Setelah itu, hitunglah GHA bintang Sirius dengan rumus:⁷

$$\mathbf{GHA\ bintang = SHA\ bintang + GHA\ Aries}$$

Lalu menghitung sudut waktu bintang (t_b) atau LHA menggunakan rumus:⁸

$$\mathbf{LHA\ bintang = GHA\ bintang + bujur\ tempat}$$

Kemudian menghitung arah bintang (A_b) dengan rumus:⁹

$$\mathbf{Cotan\ A_b = \tan\ \delta_b\ \cos\ \Phi^x \div \sin\ t_b - \sin\ \Phi^x \div \tan\ t_b}$$

Setelah itu untuk mendapatkan azimuth bintang Sirius bisa menggunakan ketentuan berikut:

- Jika $A_b = UT$ maka Azimuth bintang = A_b (tetap).
- Jika $A_b = UB$ maka Azimuth bintang = $360^\circ - A_b$.
- Jika $A_b = ST$ maka Azimuth bintang = $180^\circ - A_b$ dengan nilai A_b dipositifkan.

⁷ Rumus didapat dari hasil analisis hubungan GHA bintang, SHA bintang dan GHA Aries, lihat halaman 80.

⁸ Rumus didapat dari hasil analisis hubungan GHA bintang, LHA bintang dan bujur tempat, lihat halaman 80.

⁹ Slamet Hambali, *Ilmu*, 69.

- Jika $A_b = SB$ maka Azimuth bintang = $180^\circ + A_b$ dengan nilai A_b dipositifkan.¹⁰
- 5) Hitung azimuth kiblat. Data yang dibutuhkan untuk perhitungan azimuth kiblat:
- Lintang tempat (Φ^x)
 - Bujur tempat (λ^x)
 - Lintang Ka'bah (Φ^k)
 - Bujur Ka'bah (λ^k)
 - Jarak bujur (C), yaitu jarak antara bujur Ka'bah (λ^k) dengan bujur tempat (λ^x) kota yang akan diukur arah kiblatnya.

Perlu diketahui bahwa untuk mencari nilai C atau jarak bujur berlaku beberapa ketentuan berikut:

- Jika bujur tempat (λ^x) BT > bujur Ka'bah (λ^k), maka $C = \lambda^x - \lambda^k$ (kiblat arah Barat).
- Jika bujur tempat (λ^x) BT < bujur Ka'bah (λ^k), maka $C = \lambda^k - \lambda^x$ (kiblat arah Timur).
- Jika bujur tempat (λ^x) BB < $140^\circ 10' 20''$ BB, maka $C = \lambda^x + \lambda^k$ (kiblat arah Timur).
- Jika bujur tempat (λ^x) BB > $140^\circ 10' 20''$ BB, maka $C = 360 - \lambda^x - \lambda^k$ (kiblat arah Barat).¹¹

Menghitung arah kiblat (B) dengan rumus berikut:¹²

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

¹⁰ *Ibid.*, 70.

¹¹ Ahmad Izzudin, *Ilmu*, 40.

¹² Slamet Hambali, *Ilmu*, 80. Lihat juga Ahmad Izzudin, *Ilmu*, 39.

Jika B bernilai positif (+) maka arah kiblat terhitung dari Utara, jika nilainya negatif (-) maka arah kiblat terhitung dari Selatan. Setelah itu azimuth kiblat diperoleh dengan ketentuan berikut:

- Jika $B = UT (+)$, maka azimuth kiblat = B (tetap).
- Jika $B = UB (+)$, maka azimuth kiblat = $360^\circ - B$.
- Jika $B = ST (-)$, maka azimuth kiblat = $180^\circ - B$ dengan nilai B dpositifkan.
- Jika $B = SB (-)$, maka azimuth kiblat = $180^\circ + B$ dengan nilai B dpositifkan.¹³

Menghitung beda azimuth antara azimuth bintang Sirius dan azimuth kiblat menggunakan rumus:¹⁴

Beda azimuth = azimuth kiblat – azimuth bintang
--

- 6) Lepas kunci *Theodolite* kemudian putar hingga angka *Horizontal Angle* (HA) menunjukkan angka beda azimuth. Jika nilai beda azimuth positif (+) maka *Theodolite* diputar searah jarum jam. Jika nilai beda azimuth negatif (-) maka *Theodolite* diputar berlawanan arah jarum jam. *Theodolite* yang telah diputar sesuai nilai beda azimuth harus dikunci dan telah menghadap ke arah kiblat.
- 7) Langkah terakhir, bidik dua titik di depan *Theodolite* menggunakan lensa *Theodolite* kemudian tandai kedua titik tersebut. Satukan kedua titik menjadi

¹³ Slamet Hambali, *Ilmu*, 22-23.

¹⁴ Nizma Nur Rahmi, “Studi Analisis Azimuth Bintang Acrux Sebagai Acuan Penentuan Arah Kiblat”, *Skripsi* Fakultas Syari’ah dan Hukum UIN Walisongo Semarang, (Semarang: 2018), 74.

sebuah garis maka garis tersebut telah menunjukkan arah kiblat.

2. Analisis Posibilitas Waktu Ideal Untuk Menentukan Arah Kiblat dengan Bintang Sirius

Kata ‘ideal’ dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) bermakna sangat sesuai dengan yang dicita-citakan atau diangan-angankan atau dikehendaki.¹⁵ Waktu ideal untuk menentukan arah kiblat dengan bintang Sirius berarti waktu yang tepat untuk menentukan arah kiblat dengan bintang Sirius sehingga dapat menghasilkan arah kiblat yang benar.

Menentukan arah kiblat menggunakan bintang Sirius berarti harus mengamati dan membidik citra bintang. Oleh karena itu hal pertama yang perlu diperhatikan agar dapat mengetahui waktu ideal penentuan arah kiblat menggunakan bintang Sirius adalah kapan bintang tersebut dapat diamati di langit.

a. Bintang Sirius dapat diamati di malam hari

Ketika Matahari terbit kemudian berada di atas horizon, cahayanya yang sangat terang dapat mengalahkan cahaya bintang-bintang lain yang ada di langit. Oleh karena itu, bintang lain selain Matahari bisa diamati ketika Matahari telah terbenam dan berada di bawah horizon yaitu pada malam hari. Hal ini juga berlaku untuk bintang Sirius yang hanya bisa diamati pada malam hari.

¹⁵ Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) versi daring, lihat <https://kbbi.kemdikbud.go.id/entri/ideal> diakses pada 5 Agustus 2022 15:11 WIB.

Sirius memiliki magnitudo tampak -1,46 sedangkan Matahari sendiri mempunyai magnitudo tampak -26,72.¹⁶ Artinya Matahari lebih terang 18,30137 kali dibandingkan Sirius, sehingga cahaya Sirius akan kalah jika berada di langit bersamaan dengan Matahari. Sirius bisa diamati pada malam hari. Namun, tidak setiap malam bintang Sirius dapat terlihat di langit. Posisi lintang pengamat berpengaruh terhadap terlihat atau tidaknya bintang Sirius di langit malam.

Selain itu perlu diperhatikan bahwa malam hari ketika bulan purnama (selama seminggu atau lebih seminggu sesudah fase purnama) cahaya Bulan cukup terang dan menciptakan banyak *skyglow* atau cahaya terang langit.¹⁷ Hal ini memiliki efek yang mirip dengan polusi cahaya dari lampu-lampu, karena membuat bintang atau benda langit yang redup lebih sulit dilihat. Oleh karena itu waktu terbaik pengamatan bintang pada malam hari, sehubungan dengan kecerahan Bulan, adalah dua minggu sebelum fase bulan baru di mana Bulan tidak ada di langit malam, atau terbenam dalam

¹⁶ Thomas T. Arny dan Stephen E. Schneider, *Explorations: An Introduction to Astronomy – Seventh Edition*, (New York: McGraw-Hill, 2014), Appendix-9.

¹⁷ Wawancara secara daring dengan Avivah Yamani pada 3 September 2022 10:00 WIB.

beberapa jam setelah Matahari terbenam, atau tidak terbit sampai dini hari.¹⁸

Namun, planet dan bintang-bintang terang seperti bintang Sirius tetap dapat dilihat walaupun ketika fase bulan purnama atau mendekati fase bulan purnama asalkan tidak terlalu banyak polusi cahaya yang turut menghalangi cahaya bintang tersebut.¹⁹

- b. Waktu bintang Sirius dapat diamati di langit malam belahan bumi Utara

Bintang Sirius memiliki deklinasi hampir -17° sehingga berdasarkan ketentuan bintang dapat terlihat di atas horizon jika $\delta > \Phi - 90^\circ$ (deklinasi bintang lebih dari lintang tempat dikurangi 90°) maka bintang Sirius dapat diamati di seluruh permukaan bumi termasuk daerah lintang Utara dengan syarat koordinat lintang dibawah 73° LU.²⁰ Selain itu, semakin besar nilai lintang suatu daerah, maka perbedaan waktu siang dan waktu malam di daerah tersebut akan semakin signifikan karena kemiringan sumbu rotasi Bumi, sekitar $23,5^\circ$.²¹

¹⁸ Preston Dyches, "How to Find Good Places to Stargaze", NASA Solar System Exploration, 28 Juli 2021, <https://solarsystem.nasa.gov/news/1943/how-to-find-good-places-to-stargaze/> diakses pada 30 Agustus 2022 21:00 WIB.

¹⁹ Wawancara secara daring dengan Avivah Yamani pada 3 September 2022 10:00 WIB.

²⁰ Robert Ball, *A Primer of Astronomy*, (United Kingdom: Cambridge University Press, 2014), 202.

²¹ Observatorium Bosscha, "Durasi Siang-Malam yang Berbeda", dalam *Modul Aktivitas Mandiri*, Institut Teknologi Bandung, 4.

Peneliti mengambil sampel Kota Berlin, Jerman dengan koordinat 52,51704 LU dan 13,38886 BT standar waktu +1 GMT pertanggal 15 tahun 2022 untuk menganalisis data waktu terbit dan terbenam Matahari serta waktu terbit dan terbenam Sirius sehingga menghasilkan tabel berikut:

Tabel 4.1 Keberadaan Sirius pada Malam Hari di Kota Berlin, Jerman Pertanggal 15 Tahun 2022.

Bulan	Jam (GMT +1) WIB																	
	21:00	22:00	23:00	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00
Januari		Sun set	X	Sirius rise	O	O	O	O	O	O	O	O	Sirius set	X	X	X	X	Sun rise
Februari		Sirius rise	Sun set	O	O	O	O	O	O	O	Sirius set	X	X	X	X	X	Sun rise	
Maret				Sun set	O	O	O	O	Sirius set	X	X	X	X	X	X	Sun rise		
April					Sun set	O	Sirius set	X	X	X	X	X	X	X	Sun rise			
Mei					Sun + Sirius set	X	X	X	X	X	X	X	X	Sun rise				
Juni			Sirius set			Sun set	X	X	X	X	X	X	Sun rise					Sirius rise
Juli	Sirius set					Sun set	X	X	X	X	X	X	X	Sun rise		Sirius rise		
Agustus					Sun set	X	X	X	X	X	X	X	X	Sun + Sirius rise				
September				Sun set	X	X	X	X	X	X	X	Sirius rise	O	O	Sun rise			
Oktober			Sun set	X	X	X	X	X	X	Sirius rise	O	O	O	O	O	Sun rise		
November		Sun set	X	X	X	X	X	Sirius rise	O	O	O	O	O	O	O	O	O	Sun rise + Sirius set
Desember	Sun set	X	X	X	X	Sirius rise	O	O	O	O	O	O	O	O	Sirius set	X	X	Sun rise

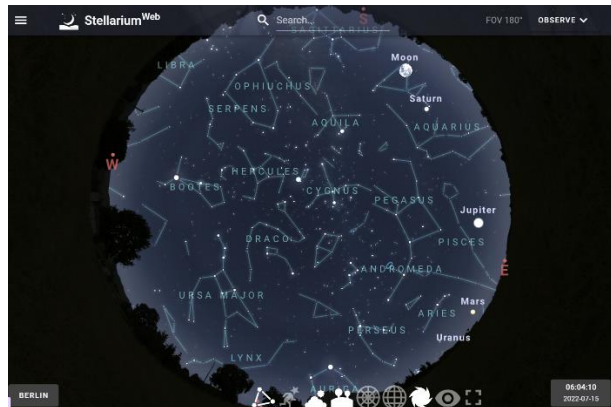
Keterangan:

	= Malam hari
Sun set	= Matahari Terbenam
Sun rise	= Matahari Terbit
Sirius set	= Bintang Sirius Terbenam
Sirius rise	= Bintang Sirius Terbit

o	= Bintang Sirius terlihat di atas horizon pada malam hari
x	= Bintang Sirius tidak terlihat di atas horizon pada malam

Sumber: Simulasi melalui <https://stellarium-web.org/> diakses pada 21 Juli 2022 13:24 WIB.

Berdasarkan tabel di atas diketahui bahwa di daerah belahan bumi bagian Utara (khususnya daerah lintang kurang dari 73° LU), Sirius dapat diamati di langit malam pada bulan Januari, Februari, Maret, April, September, Oktober, November dan Desember. Sedangkan pada pertengahan tahun (yaitu bulan Mei, Juni, Juli dan Agustus) Sirius tidak terlihat di langit malam. Berikut tampilan langit malam Kota Berlin pada bulan Juli ketika Sirius tidak terlihat di atas horizon:



Gambar 4.2 Pengamatan Langit Malam di Berlin, Jerman Tanggal 15 Juli 2022.

Sumber: Simulasi melalui stellarium-web.org

Berdasarkan gambar di atas bisa terlihat bahwa rasi bintang Canis Major tidak terlihat di atas

horizon. Hal ini dikarenakan pada bulan itu atau bulan-bulan di pertengahan tahun Sirius terbenam beberapa jam sebelum Matahari terbenam dan Sirius baru terbit beberapa jam setelah Matahari terbit. Sirius pun menjadi tidak dapat dilihat di atas horizon pada malam hari.

Jika melihat durasi bintang Sirius berada di atas horizon pada saat malam hari sesuai **Tabel 4.1**, durasi terlama adalah pada musim dingin di bulan November, Desember, Januari dan Februari. Namun, ketika musim dingin langit akan cenderung berawan. Berikut presentase langit yang tertutup awan di Kota Berlin:

Tabel 4.2 Persentase Langit yang Tertutup Awan di Kota Berlin, Jerman Sepanjang Tahun.

langit berawan	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sep	Okt	Nov	Des
	69%	65%	61%	54%	49%	47%	45%	46%	49%	59%	71%	73%
cerah	31%	35%	39%	46%	51%	53%	55%	54%	51%	41%	29%	27%

Sumber: <https://id.weatherspark.com/y/75981/Cuaca-Rata-rata-pada-bulan-in-Berlin-Jerman-Sepanjang-Tahun#Figures-CloudCover>

Salah satu faktor memengaruhi pengamatan benda langit ialah cuaca, terutama presentase awan di langit.²² **Tabel 4.2** mencantumkan presentase terbesar langit tertutup awan yaitu pada bulan Desember, sehingga jika melakukan pengamatan

²² Wawancara secara daring dengan Avivah Yamani pada 3 September 2022 10:00 WIB.

bintang Sirius pada bulan Desember di kota Berlin kemungkinan citra bintang akan terhalang awan.

Presentase langit mulai cerah pada bulan April, sedangkan pada saat itu pengamat dapat melihat Sirius ketika hendak terbenam menyusul Matahari di arah Barat sehingga waktu pengamatan yang bisa dilakukan kurang lebih hanya 2 jam. Waktu yang relatif sebentar ini masih bisa dimanfaatkan untuk pengamatan Sirius. Namun, Sirius yang akan terbenam kemungkinan ketinggiannya mendekati horizon sehingga pengamat harus berada di tempat yang sudut pandangnya tidak terhalang ke arah ufuk agar dapat mengamati bintang Sirius dengan lebih leluasa.

Sirius juga dapat diamati di langit malam Berlin pada bulan Maret dan Oktober dimana durasi Sirius berada di atas horizon pada malam hari adalah 5-6 jam. Selain itu, pada bulan Maret dan Oktober presentase langit berawan juga sudah tidak terlalu tinggi yaitu 61% dan 59%. Oleh karena itu, waktu ideal pengamatan bintang Sirius di belahan Bumi bagian Utara khususnya kota Berlin, Jerman adalah pada bulan Maret dan Oktober.

- c. Waktu bintang Sirius dapat diamati di langit belahan bumi sekitar ekuator

Permukaan bumi di daerah ekuator atau daerah yang berimpitan dengan khatulistiwa (berada pada kisaran lintang 0° sampai dengan 23° LU atau -23°

LS) memiliki lama waktu siang dan malam yang hampir sama yaitu ± 12 jam. Peneliti mengambil sampel Kota Pontianak, Indonesia yang berada di koordinat $-0,02269$ LS dan $109,34475$ BT dengan standar waktu $+7$ GMT pertanggal 15 tahun 2022 untuk dianalisis waktu terbit dan terbenam Matahari serta waktu terbit dan terbenam Sirius sehingga menghasilkan tabel berikut:

Tabel 4.3 Keberadaan Sirius pada malam hari di Kota Pontianak, Indonesia pertanggal 15 tahun 2022

Bulan	Jam (GMT +7) WIB												
	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00
Januari	Sun set	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	Sirius set	Sun rise
Februari		Sun set	O	O	O	O	O	O	O	Sirius set	X	X	Sun rise
Maret	Sun set	O	O	O	O	O	O	Sirius set	X	X	X	X	Sun rise
April	Sun set	O	O	O	O	Sirius set	X	X	X	X	X	X	Sun rise
Mei	Sun set	O	O	Sirius set	X	X	X	X	X	X	X	X	Sun rise
Juni	Sun set	Sirius set	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Sun rise
Juli	Sun set	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Sirius rise	Sun rise
Agustus	Sun set	X	X	X	X	X	X	X	X	Sirius rise	O	O	Sun rise
September	Sun set	X	X	X	X	X	X	Sirius rise	O	O	O	O	Sun rise
Oktober	Sun set	X	X	X	X	Sirius rise	O	O	O	O	O	O	Sun rise
November	Sun set	X	X	Sirius rise	O	O	O	O	O	O	O	O	Sun rise
Desember	Sun set	Sirius rise	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	Sun rise

Keterangan:

	= Malam hari
Sun set	= Matahari Terbenam
Sun rise	= Matahari Terbit
Sirius set	= Bintang Sirius Terbenam

Sirius rise	= Bintang Sirius Terbit
O	= Bintang Sirius terlihat di atas horizon pada malam hari
X	= Bintang Sirius tidak terlihat di atas horizon pada malam hari

Sumber: Simulasi melalui <https://stellarium-web.org/> diakses pada 21 Juli 2022 13:24 WIB.

Berdasarkan tabel di atas diketahui bahwa di daerah ekuator Bumi, Sirius dapat diamati di langit malam sepanjang tahun. Namun, pada pertengahan tahun yaitu bulan Juni dan Juli hanya dapat mengamati Sirius ketika Sirius terbenam dan terbit sehingga waktu pengamatan yang bisa dilakukan sangat terbatas.

Sirius dapat diamati ketika akan terbenam di arah Barat beberapa jam setelah Matahari terbenam pada awal bulan Juni. Berdasarkan pengamatan secara virtual via *Stellarium*, pada tanggal 1 Juni 2022 di Kota Pontianak, Matahari terbenam pukul 17:45 WIB. Sedangkan Sirius terbenam menyusul setelah Matahari yaitu pukul 19:56 WIB.²³ Maka Sirius dapat diamati di langit malam sebelah Barat selama 2 jam 11 menit setelah Matahari terbenam.

Sedangkan pada akhir bulan Juli, Sirius dapat diamati setelah terbit di arah Timur beberapa saat sebelum Matahari terbit. Tercatat bahwa pada tanggal 31 Juli 2022 di Pontianak, Sirius terbit pada

²³ Simulasi melalui <https://stellarium-web.org/> diakses pada 22 Agustus 2022 22:00 WIB.

pukul 03:49 WIB, sedangkan Matahari menyusul terbit pada pukul 05:46 WIB.²⁴ Maka Sirius dapat diamati selama 1 jam 57 menit sebelum Matahari terbit.

Sirius dapat diamati sepanjang malam pada awal dan akhir tahun yaitu bulan Januari dan Desember. Namun di Kota Pontianak, bulan Januari adalah bulan paling berawan dalam setahun dengan rata-rata langit mendung atau sebagian besar berawan 89% sepanjang waktu.²⁵ Tingginya presentase langit berawan pada bulan Januari menjadikan kemungkinan berhasilnya pengamatan Sirius akan semakin kecil. Sirius akan sulit diamati jika terhalang awan atau mendung.

Pengamatan Sirius di daerah ekuator lebih baik dilakukan pada malam hari sepanjang tahun selain bulan Januari ketika cuaca kebanyakan berawan, bulan Juni ketika waktu terbenam Sirius berimpitan dengan waktu terbenam Matahari, dan bulan Juli ketika waktu terbit Sirius berimpitan dengan waktu terbit Matahari.

²⁴ Simulasi melalui <https://stellarium-web.org/> diakses pada 22 Agustus 2022 22:00 WIB.

²⁵ <https://id.weatherspark.com/y/120717/Cuaca-Rata-rata-pada-bulan-in-Kota-Pontianak-Indonesia-Sepanjang-Tahun> diakses pada 27 Agustus 2022 20:35 WIB.

- d. Waktu bintang Sirius dapat diamati di langit belahan bumi bagian Selatan

Deklinasi bintang Sirius hampir -17° sehingga bintang Sirius dapat dilihat di seluruh daerah belahan bumi bagian Selatan. Sebagian daerah bumi bagian Selatan bahkan dapat melihat bintang Sirius secara sirkumpolar, dimana bintang Sirius selalu berada di atas horizon dan tidak pernah terbenam. Sebelumnya telah dijelaskan di Bab III bahwa bintang Sirius akan terlihat sirkumpolar jika pengamat berada di garis lintang Selatan $\geq 73^\circ$, contohnya jika dilihat dari koordinat $77^\circ 50' 47''$ LS yaitu daerah McMurdo Station, Ross Island, Antartika. Jika Sirius sirkumpolar, maka di daerah tersebut Sirius dapat diamati sepanjang malam dan sepanjang tahun karena Sirius akan selalu berada di atas horizon.

Adapun di daerah Bumi bagian Selatan dimana Sirius tidak sirkumpolar yaitu kisaran lintang di bawah 73° LS, Sirius dapat diamati pada malam hari sepanjang tahun dengan durasi yang berbeda dalam setiap bulannya. Daerah yang berada di garis lintang Selatan memiliki durasi waktu siang dan malam dengan perbedaan yang cukup signifikan karena kemiringan sumbu rotasi Bumi, sekitar $23,5^\circ$.²⁶

²⁶ “Durasi Siang-Malam yang Berbeda”, dalam *Modul Aktivitas Mandiri*, Observatorium Bosscha, Institut Teknologi Bandung, 4.

Perbedaan durasi ini juga mempengaruhi lama citra bintang Sirius dapat terlihat di langit malam. Peneliti mengambil sampel Kota Ushuaia, Argentina dengan koordinat $-54,80612$ LS dan $68,31850$ BB standar waktu -3 GMT pertanggal 15 tahun 2022. Waktu-waktu bintang Sirius dapat terlihat di atas horizon untuk daerah belahan bumi bagian Selatan dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.4 Keberadaan Sirius pada malam hari di Kota Ushuaia, Argentina pertanggal 15 tahun 2022.

Bulan	Jam GMT -3																
	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
Jan						Sun set	O	O	O	O	O	O	Sun rise			Sirius set	
Feb					Sun set	O	O	O	O	O	O	O	O	Sun rise/ Sirius set			
Mar				Sun set	O	O	O	O	O	O	O	Sirius Set	X	X	Sun rise		
Apr		Sun set	O	O	O	O	O	O	O	Sirius Set	X	X	X	X	X	Sun rise	
Mei	Sun set	O	O	O	O	O	O	Sirius Set	X	X	X	X	X	X	X	X	Sun rise
Jun	Sun set	O	O	O	O	Sirius Set	X	X	X	X	X	X	X	X	Sirius rise	O	Sun rise
Jul	Sun set	O	O	Sirius Set	X	X	X	X	X	X	X	X	Sirius rise	O	O	O	Sun rise
Agust		Sun Sirius set	X	X	X	X	X	X	X	X	Sirius rise	O	O	O	O	Sun rise	
Sept			Sun set	X	X	X	X	X	Sirius rise	O	O	O	O	O	Sun rise		
Okt				Sun set	X	X	Sirius rise	O	O	O	O	O	O	Sun rise			
Nov				Sirius rise	Sun set	O	O	O	O	O	O	O	Sun rise				
Des			Sirius rise			Sun set	O	O	O	O	O	O	Sun rise				

Keterangan:

	= Malam hari
Sun set	= Matahari Terbenam
Sun rise	= Matahari Terbit
Sirius set	= Bintang Sirius Terbenam
Sirius rise	= Bintang Sirius Terbit
O	= Bintang Sirius terlihat di atas horizon pada malam hari
X	= Bintang Sirius tidak terlihat di atas horizon pada malam hari

Sumber: Simulasi melalui <https://stellarium-web.org/> diakses pada 21 Juli 2022 13:24 WIB.

Sirius dapat diamati di langit malam daerah tersebut sepanjang tahun. Bintang ini berada di atas horizon pada malam hari di Kota Ushuaia selama sekitar 5-10 jam, waktu yang cukup untuk mengamati bintang Sirius. Berdasarkan **Tabel 4.4** diketahui bahwa Sirius bisa diamati sepanjang malam pada bulan Januari, Februari, November dan Desember. Sirius berada di atas horizon pada malam hari paling lama ± 10 jam yaitu di bulan Februari.

Sirius tidak bisa diamati pada saat tengah malam di bulan Mei, Juni, Juli dan Agustus karena pada bulan tersebut Sirius terbenam sebelum tengah malam dan baru terbit ketika mendekati waktu Matahari terbit. Disamping itu, bulan paling berawan dalam setahun di Ushuaia adalah Mei dan Juni, dengan rata-rata langit mendung atau sebagian besar berawan 64% sepanjang waktu.²⁷ Maka lebih

²⁷ <https://id.weatherspark.com/y/27291/Cuaca-Rata-rata-pada-bulan-in-Ushuaia-Argentina-Sepanjang-Tahun> diakses pada 27 Agustus 2022 23:05 WIB.

baik pengamatan Sirius dilakukan di selain bulan tersebut karena kemungkinan bintang bisa dilihat tanpa tertutup awan menjadi lebih besar dan waktu bintang di atas horizon cukup lama.

3. Analisis Posibilitas Tempat Ideal Untuk Menentukan Arah Kiblat dengan Bintang Sirius

Tempat ideal untuk menentukan arah kiblat dengan bintang Sirius berarti tempat yang tepat untuk menentukan arah kiblat dengan bintang Sirius sehingga dapat menghasilkan arah kiblat yang benar. Menentukan arah kiblat menggunakan bintang Sirius berarti harus mengamati dan membidik citra bintang. Hal yang perlu diperhatikan adalah dimana tempat yang tepat untuk bisa mengamati dan membidik citra bintang tersebut. Selain berada di daerah yang dapat melihat Sirius di atas horizon (yaitu seluruh bagian lintang Selatan dan bagian lintang Utara kecuali $\geq 73^\circ$ LU), karakteristik tempat yang ideal untuk mengamati dan membidik citra bintang Sirius adalah sebagai berikut:

a. Minim polusi cahaya

Observatorium Bosscha mengartikan polusi cahaya sebagai cahaya buatan berlebih yang tidak diinginkan, terutama disebabkan oleh sistem pencahayaan yang salah arah dan tidak efisien sehingga dapat mengurangi kegelapan langit malam.²⁸ Polusi cahaya dapat mengganggu

²⁸ <https://bosscha.itb.ac.id/id/publik/polusi-cahaya/#apa-itu-polusi-cahaya> diakses pada 27 Agustus 2022 10:05 WIB.

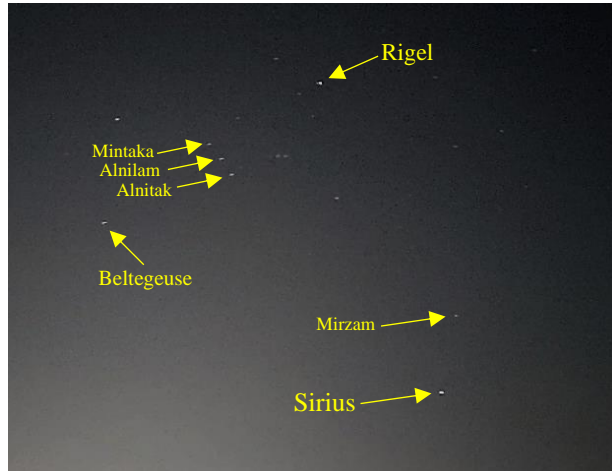
pengamatan objek benda langit. Semakin besar polusi cahaya, maka langit akan menjadi semakin cerah sehingga sulit untuk mengidentifikasi objek benda langit yang redup. Pengamatan bintang atau benda langit lebih baik dilakukan di tempat yang polusi cahayanya rendah.

Salah satu cara mudah untuk mengidentifikasi kecarahan langit malam akibat polusi cahaya adalah menggunakan Skala Bortle. Skala ini terdiri dari tingkat 1 (*excellent dark-sky*) yang merupakan langit paling gelap di Bumi, sampai tingkat 9 (*inner-city sky*) yang merupakan langit kota dengan banyak polusi cahaya di mana hanya bintang dan planet paling terang yang terlihat.²⁹ Semakin tinggi tingkatan skala Bortle, maka langit semakin cerah karena polusi cahaya semakin tinggi.

Sirius merupakan bintang paling terang di langit malam dan masih bisa diamati walaupun di daerah perkotaan. Hal ini dibuktikan melalui pengamatan bintang Sirius di Kota Semarang, tepatnya di Perumahan Koveri, Jl. Mega Raya IV No. 303, Bringin, Kec. Ngaliyan pada tanggal 1 Agustus 2022 pada pukul 04:48 WIB. Berikut tampilan langit malam pengamatan bintang Sirius di daerah tersebut

²⁹ John E. Bortle, “*Gauging Light Pollution: The Bortle Dark-Sky Scale*”, *Sky and Telescope*, 18 Juli 2006, <https://skyandtelescope.org/astronomy-resources/light-pollution-and-astronomy-the-bortle-dark-sky-scale/> diakses pada 27 Agustus 2022 10:23 WIB

yang ditangkap menggunakan kamera *smartphone* tanpa *editing* sehingga menyerupai tampilan yang dilihat mata manusia.



Gambar 4.3 Pengamatan Langit Malam di Kota Semarang.

Sumber: Dokumentasi pribadi menggunakan kamera *smartphone* Samsung A52.

Bintang Sirius masih bisa diamati di daerah perkotaan yang tergolong dalam skala Bortle 8-9 walaupun citra bintang terlihat redup seperti terlihat pada gambar di atas. Seorang pegiat Astronomi ITB, Avivah Yamani, mengatakan bahwa polusi cahaya perkotaan tergolong tinggi termasuk jika sedang bulan purnama yang memberikan efek seperti polusi cahaya sehingga hanya bintang-bintang terang dan

planet yang terlihat.³⁰ Bintang Sirius termasuk salah satu bintang yang bisa terlihat walaupun di langit yang berpolusi cahaya tinggi, namun tempat ideal untuk mengamati dan membidik citra bintang Sirius tentu saja di daerah yang minim polusi cahaya karena semakin sedikit polusi cahaya, maka bintang akan terlihat semakin terang dan jelas.

b. Lanskap atau memiliki ruang pandang yang luas

Hal selanjutnya yang perlu diperhatikan ketika memilih tempat yang ideal untuk pengamatan bintang Sirius adalah lanskap atau luas jangkauan pandang pengamat. Lokasi pengamatan harus memiliki pemandangan terbuka di sekelilingnya, atau setidaknya pemandangan yang jelas ke arah objek benda langit yang akan diamati. Misalnya, pada bulan Agustus di daerah ekuator posisi bintang Sirius ada di langit sebelah Timur serong ke Selatan, maka pastikan tidak ada pepohonan, bangunan, ataupun benda lain yang menghalangi pandangan pengamat ke arah langit tersebut.

Tempat ideal penentuan arah kiblat menggunakan bintang Sirius adalah di daerah yang bisa melihat Sirius di atas horizon yaitu seluruh daerah yang berada di lintang Selatan dan bagian lintang Utara kecuali $\geq 73^\circ$ LU. Selain itu, tempat tersebut minim polusi cahaya dan

³⁰ Wawancara secara daring dengan Avivah Yamani pada 3 September 2022 10:00 WIB.

memiliki jangkauan pandang yang luas ke arah bintang Sirius.

4. Analisis Posibilitas Alat Bantu Ideal Untuk Menentukan Arah Kiblat dengan Bintang Sirius

Penentuan arah kiblat menggunakan bintang Sirius pada dasarnya diawali dengan membidik citra bintang Sirius kemudian menghitung nilai beda azimuth Sirius dengan azimuth kiblat dan memproyeksikan sudut beda azimuth tersebut secara horizontal hingga menunjukkan arah kiblat. Hal ini serupa dengan penentuan arah kiblat dengan posisi Matahari setiap saat. Oleh karena itu alat bantu yang bisa digunakan harus memenuhi 2 (dua) syarat berikut:

1) Alat optik yang bisa membidik citra bintang Sirius

Bintang Sirius hanya bisa diamati pada malam hari sehingga untuk memperoleh citra bintang Sirius hanya bisa menggunakan alat optik yang memiliki kemampuan membidik dan membesarkan tampilan bintang sehingga jelas dilihat. Jika menggunakan alat non optik (misalnya Istiwa'ain, dll) rata-rata penggunaannya menggunakan bayangan sedangkan cahaya bintang Sirius tidak menghasilkan bayangan.

2) Alat yang bisa menghitung sudut untuk proyeksi sudut beda azimuth.

Alat bantu yang digunakan harus memiliki kemampuan untuk mengukur sudut karena penentuan arah kiblat menggunakan bintang Sirius

pada dasarnya adalah menghitung dan memproyeksikan besaran sudut beda azimuth.

Penentuan arah kiblat menggunakan bintang Sirius berdasarkan data Almanak Nautika harus menggunakan alat bantu yang memenuhi kedua syarat di atas. Adapun alat bantu yang biasanya digunakan adalah *Theodolite* karena memiliki fitur untuk mengukur *Horizontal Angle* (HA) serta memiliki teleskop yang bisa digunakan untuk membidik citra bintang Sirius.

Theodolite dalam bidang ilmu falak digunakan untuk mengukur posisi (azimuth dan tinggi) benda langit, mengukur titik Utara sejati, mengukur arah kiblat, mengamati hilal, mengamati gerhana, serta mengukur sudut, jarak dan beda tinggi.³¹ *Theodolite* merupakan alat pengukur sudut yang biasa digunakan sebagai piranti pemetaan pada survei geologi (ilmu tentang tata letak bumi) dan geodesi (ilmu tentang pemetaan di bumi).³²



Gambar 4.4 Komponen pada *Theodolite* Digital.

Sumber: <https://oif.umsu.ac.id/wp-content/uploads/2021/10/Theodolit-OIF-UMSU-2.pdf>

³¹ Siti Tatmainul Qulub, *Ilmu Falak: Dari Sejarah ke Teori dan Aplikasi*, (Depok: Rajawali Pers, 2017), 271.

³² *Ibid.*, 263.

Theodolite terdiri dari sebuah teleskop yang terpasang pada sebuah dudukan berbentuk lingkaran yang dapat diputar mengelilingi sumbu vertikal, sehingga memungkinkan sudut horizontal dapat dibaca. Teleskop juga dipasang pada piringan kedua dan dapat diputar mengelilingi sumbu horizontal sehingga memungkinkan sudut vertikal dibaca. Hasil pengamatan *Theodolite* berupa angka sudut vertikal / *Vertikal Angle* (VA) dan sudut horizontal / *Horizontal Angle* (HA) yang kemudian disimpan dalam memori dan ditampilkan pada *display*.

Alat yang dapat mengukur sudut horizontal selain *Theodolite* adalah *Total Station*. Berikut tampilan dari *Total Station*:



Gambar 4.5 Komponen pada *Total Station*.

Sumber: <https://ocw.upj.ac.id/files/Slide-CIV104-CIV104-Slide-06.pdf>

Alat tersebut merupakan teknologi elektronik dilengkapi dengan *microprocessor* yang menggabungkan antara teknologi pengukur sudut *Theodolite* dengan teknologi pengukur jarak optis EDM

(*Electronic Distance Measurement*).³³ EDM sendiri adalah alat ukur jarak elektronik yang menggunakan gelombang elektromagnetik sinar infra merah sebagai gelombang pembawa sinyal pengukuran dan dibantu dengan sebuah reflektor berupa prisma sebagai target (alat pemantul sinar infra merah agar kembali ke EDM).³⁴

Alat lain yang bisa digunakan untuk pengukuran kiblat dengan acuan bintang Sirius yaitu *Smart Station*.



Gambar 4.6 *Smart Station* yang Terintegrasi dengan GNSS.

Sumber: <https://leica-geosystems.com/id-id/products/gnss-systems/systems/leica-smartstation>

Smart Station merupakan penggabungan antara teknologi *Total Station* dan GPS (*Global Positioning System*) Geodetik.³⁵ Selain bisa mengukur sudut seperti *Total Station*, alat ini juga bisa mengidentifikasi koordinat tempat secara langsung karena terhubung

³³ Universitas Pembangunan Jaya, “Surveying (CIV-104): Pengukuran dengan Total Station”, UPJ Tangerang Selatan, <https://ocw.upj.ac.id/files/Slide-CIV104-CIV104-Slide-06.pdf> diakses pada 29 Agustus 2022 10:13 WIB.

³⁴ Siti Tatmainul Qulub, *Ilmu*, 266.

³⁵ *Ibid.*

dengan satelit melalui GPS geodetik atau GNSS (*Global Navigation Satellite System*). Semua data hasil pengamatan akan disimpan dan dapat diakses kembali. *Smart Station* dapat membuat operasi survei atau pengamatan menjadi lebih cepat dan efisien.

Ketiga alat yang dijabarkan di atas dapat mengukur sudut sehingga bisa digunakan untuk pengukuran arah kiblat dengan acuan Matahari atau bintang, termasuk bintang Sirius. Alat yang paling praktis sebenarnya adalah *Smart Station* karena dilengkapi dengan teknologi elektronik penyimpanan *database* dan GNSS sehingga langsung diketahui koordinatnya dan data bisa diakses kembali kapan saja. Namun, *Smart Station* masih jarang digunakan karena harganya yang relatif mahal dibandingkan *Total Station*, dan harga *Total Station* lebih mahal dibandingkan *Theodolite*.³⁶ Oleh karena itu sebaiknya menggunakan *Theodolite*, karena kemampuannya sudah cukup mumpuni untuk menentukan arah kiblat dengan acuan bintang Sirius.

Alat bantu yang bisa digunakan untuk pengukuran arah kiblat dengan bintang Sirius yaitu berupa alat optik yang bisa membidik citra Sirius dan berupa alat yang bisa mengukur sudut untuk proyeksi sudut beda azimuth antara azimuth Sirius dan kiblat.

³⁶ Universitas Pembangunan Jaya, "Surveying (CIV-104): Pengukuran dengan Total Station", UPJ Tangerang Selatan, <https://ocw.upj.ac.id/files/Slide-CIV104-CIV104-Slide-06.pdf> diakses pada 29 Agustus 2022 10:13 WIB.

B. Uji Akurasi Penentuan Arah Kiblat dengan Bintang Sirius Berdasarkan Data Almanak Nautika

Penelitian ini menganalisis akurasi atau ketepatan arah kiblat yang dihasilkan dari penentuan arah kiblat menggunakan bintang Sirius berdasarkan data Almanak Nautika. Akurasi arah kiblat tidak terlepas dari keakuratan data yang digunakan dalam pengukuran arah kiblat tersebut, karena jika data yang digunakan tidak akurat maka nantinya arah kiblat yang dihasilkan akan menjadi tidak akurat pula.

Peneliti akan menganalisis seberapa akurat data azimuth bintang Sirius dari Almanak Nautika dengan cara mengkomparasikannya dengan azimuth bintang Sirius dari aplikasi Stellarium. Stellarium sendiri merupakan perangkat lunak planetarium virtual yang memuat data astronomis (koordinat, magnitudo, azimuth, *altitude*, asensioirekta, dan lain sebagainya) dari kebanyakan objek benda langit yang ditampilkan.

Komparasi azimuth bintang Sirius dari kedua sumber data tersebut dilakukan sebagai berikut:

1. Komparasi azimuth bintang Sirius pada tanggal 29 Juli 2022 di Masjid Agung Jawa Tengah (MAJT) dengan koordinat $-6^{\circ}59'3,26''$ LS dan $110^{\circ}26'46,39''$ BT pada jam 4:49:6 WIB.³⁷

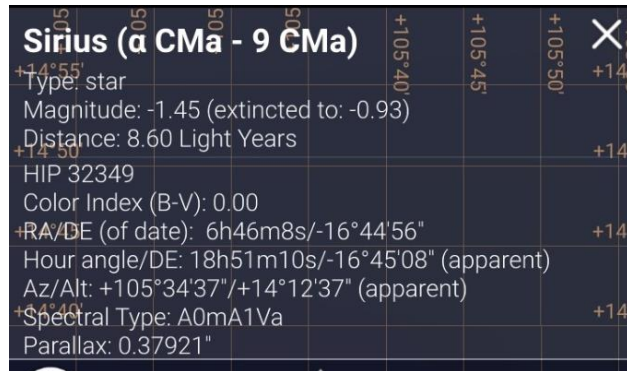
Hasil perhitungan azimuth bintang Sirius menggunakan Almanak Nautika:

- SHA Sirius $= 258^{\circ}28,3'$

³⁷ Data koordinat dan waktu dari GPS Garmin 60.

- Deklinasi Sirius = $-16^{\circ}44,7'$
- GHA Aries (hasil interpolasi) = $273^{\circ}48'45,84''$
- GHA Sirius = $172^{\circ}17'3,84''$
- LHA Sirius = $282^{\circ}43'50,23''$
- Arah Sirius (arah Selatan-Timur) = $74^{\circ}25'37,92''$
- Azimuth Sirius = $105^{\circ}34'22,08''$

Hasil azimuth bintang Sirius menggunakan aplikasi Stellarium:



Gambar 4.7 Tampilan Stellarium Data Azimuth Sirius pada 29 Juli 2022 di MAJT.

Sumber: Aplikasi *Stellarium Mobile* Versi 1.29.7.

Perbandingan azimuth bintang Sirius:

Tabel 4.5 Perbandingan Azimuth Sirius 29 Juli 2022 di MAJT.

Perhitungan	Stellarium	Selisih
Almanak Nautika		
$105^{\circ}34'22,08''$	$105^{\circ}34'37''$	$0^{\circ}0'14,92''$

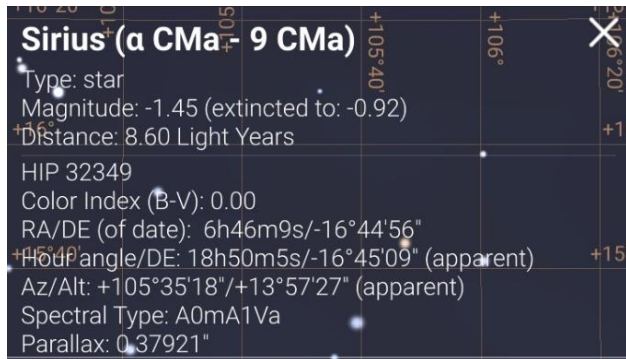
Sumber: Dokumentasi pribadi

2. Komparasi azimuth bintang Sirius pada tanggal 31 Juli 2022 di Lapangan Sky Mansion Horizon dengan koordinat $-6^{\circ}59'57,41''$ LS dan $110^{\circ}19'13,84''$ BT pada jam 4:40:40 WIB.³⁸

Hasil perhitungan azimuth bintang Sirius menggunakan Almanak Nautika:

- SHA Sirius = $258^{\circ}28,3'$
- Deklinasi Sirius = $-16^{\circ}44,7'$
- GHA Aries (hasil interpolasi) = $273^{\circ}40'11,67''$
- GHA Sirius = $172^{\circ}8'29,67''$
- LHA Sirius = $282^{\circ}27'43,5''$
- Arah Sirius (arah Selatan-Timur) = $74^{\circ}24'57,64''$
- Azimuth Sirius = $105^{\circ}35'2,36''$

Hasil azimuth bintang Sirius menggunakan aplikasi Stellarium:



Gambar 4.8 Tampilan Stellarium Data Azimuth Sirius pada 31 Juli 2022 di Sky Mansion Horizon Bringin.

Sumber: Aplikasi *Stellarium Mobile* Versi 1.29.7.

³⁸ Data koordinat dan waktu dari GPS Garmin 60.

Perbandingan azimuth bintang Sirius:

Tabel 4.6 Perbandingan Azimuth Sirius 31 Juli 2022 di Sky Mansion Horizon Bringin.

Perhitungan Almanak Nautika	Stellarium	Selisih
105°35'2,36"	105°35'18"	0°0'15,64"

Sumber: Dokumentasi pribadi

Kedua komparasi nilai azimuth Sirius yang telah dilakukan menunjukkan bahwa data azimuth dari perhitungan Almanak Nautika dan data azimuth dari aplikasi Stellarium memiliki selisih dalam kisaran detik busur, yaitu selisih pertama 14,92" dan selisih kedua 15,64". Selisih yang dihasilkan tidak terlalu jauh dan hanya dalam kisaran detik busur sehingga bisa digolongkan akurat, karena pada pengaplikasiannya ketika menggunakan *Theodolite* tidak akan terlalu berpengaruh. Nilai *Horizontal Angle* (HA) pada *Theodolite* memang memiliki ketelitian sampai detik busur namun nilainya susah untuk dihaluskan. Oleh karena itu nilai azimuth yang dihasilkan dari hasil perhitungan Almanak Nautika sudah akurat dan layak untuk digunakan dalam pengukuran arah kiblat menggunakan bintang Sirius.

Selanjutnya uji akurasi arah kiblat dilakukan dengan membandingkan hasil arah kiblat menggunakan bintang Sirius dengan hasil arah kiblat menggunakan *Rashd al-Qiblah* lokal atau harian. Penelitian ini menganalisis bagaimana akurasi hasil pengukuran arah kiblat dengan bintang Sirius berdasarkan data Almanak Nautika yang dikomparasikan

dengan metode *Rashd al-Qiblah* lokal. Metode *Rashd al-Qiblah* lokal digunakan sebagai bahan komparasi karena merupakan cara paling mudah, sederhana, bebas biaya dan memiliki tingkat akurasi yang tinggi dibandingkan dengan pengukuran arah kiblat menggunakan kompas magnetik atau metode lainnya.³⁹

Rashd al-Qiblah lokal adalah metode petunjuk arah kiblat dengan posisi Matahari saat memotong lingkaran kiblatnya suatu tempat, sehingga semua benda yang berdiri tegak di atas permukaan bumi pada saat itu bayangannya menunjukkan arah kiblat tempat tersebut.⁴⁰ Pengertian maupun cara perhitungan arah kiblat metode *Rashd al-Qiblah* lokal sudah dijelaskan di Bab II dalam subbab tentang beberapa jenis metode penentuan arah kiblat, salah satunya yaitu Rashdul Kiblat. Pada dasarnya, ketika waktu *Rashd al-Qiblah* semua benda yang berdiri tegak lurus di atas permukaan Bumi bayangannya dapat menunjukkan arah kiblat.

Peneliti melakukan observasi di lapangan secara langsung untuk menguji tingkat akurasi pengukuran arah kiblat menggunakan bintang Sirius berdasarkan data Almanak Nautika yang dikomparasikan dengan metode *Rashd al-Qiblah* lokal. Observasi dilakukan di beberapa titik tempat di Kota Semarang pada tanggal 29-31 Juli dan 1 Agustus 2022. Data koordinat tempat dan waktu pengamatan diambil dari

³⁹ Sakirman, "Formulasi Baru Arah Kiblat: Memahami Konsep Rasydul Kiblat Harian Indonesia", *Jurnal Al-Qisthu*, Volume 15, Nomor 2, Desember 2017, Institut Agama Islam (IAIN) Kerinci, 39.

⁴⁰ Slamet Hambali, *Ilmu*, 45.

GPS Garmin, data astronomis bintang Sirius (SHA Sirius, deklinasi Sirius dan GHA Aries) diambil dari Almanak Nautika 2022, data astronomis Matahari (*Equation of Time* dan deklinasi) diambil dari Ephemeris Matahari 2022, sedangkan data lintang dan bujur Ka'bah berdasarkan *Google Earth 2010* tercantum dalam bukunya Slamet Hambali yang berjudul "Ilmu Falak Arah Kiblat Setiap Saat".

Observasi dilakukan di beberapa tempat yang memiliki jangkauan pandang cukup luas ke arah langit bagian Timur dan Barat karena perkiraan posisi bintang Sirius pada saat observasi akan berada di sebelah Timur agak ke Selatan, dan posisi Matahari pada saat *Rashd al-Qiblah* sudah condong ke arah Barat. Rincian hasil observasi yang telah dilakukan yaitu sebagai berikut:

1. Observasi pertama di Masjid Agung Jawa Tengah (MAJT) pada 29 Juli 2022.

Lokasi observasi pertama terletak di Masjid Agung Jawa Tengah (MAJT), Jl. Gajah Raya, Sambirejo, Kec. Gayamsari, Kota Semarang, Jawa Tengah. Pengukuran arah kiblat dengan bintang Sirius berdasarkan data Almanak Nautika menggunakan alat bantu *Theodolite* dilakukan pada pagi hari. Rincian data perhitungannya sebagai berikut:

Tabel 4.7 Data Perhitungan Pengukuran Arah Kiblat dengan Bintang Sirius di MAJT

Lintang tempat (Φ^x)	$-6^{\circ}59'3,26''$ LS
Bujur tempat (λ^x)	$110^{\circ}26'46,39''$ BT
Bujur daerah (λ^d)	105° (WIB)

SHA Sirius	258°28,3'
Deklinasi bintang Sirius (δ_b)	-16°44,7'
Waktu pengamatan WIB	29/7/2022 4:49:6 WIB
Waktu pengamatan UT	28/7/2022 21:49:6 UT
GHA Aries jam 21 UT	261°30,3'
GHA Aries jam 22 UT	276°32,7'
Interpolasi GHA Aries	273°48'45,84"
GHA Sirius	172°17'3,84"
LHA Sirius	282°43'50,23"
Arah bintang Sirius (Ab)	74°25'37,92" ST
Azimuth Sirius (Az Sirius)	105°34'22,08"
Lintang Ka'bah (Φ^k)	21°25'21,04"
Bujur Ka'bah (λ^k)	39°49'34,33"
Jarak bujur (C)	70°37'12,06"
Arah Kiblat (B)	65°30'21,19" UB
Azimuth Kiblat (Az Q)	294°29'38,81"
Beda Azimuth	188°55'16,73" searah jarum jam

Sumber: dokumentasi pribadi

Kemudian pengukuran arah kiblat dengan *Rashd al-Qiblah* lokal dilakukan pada sore hari dengan data perhitungan berikut:

Tabel 4.8 Data Perhitungan Pengukuran Arah Kiblat dengan *Rashd al-Qiblah* Lokal di MAJT

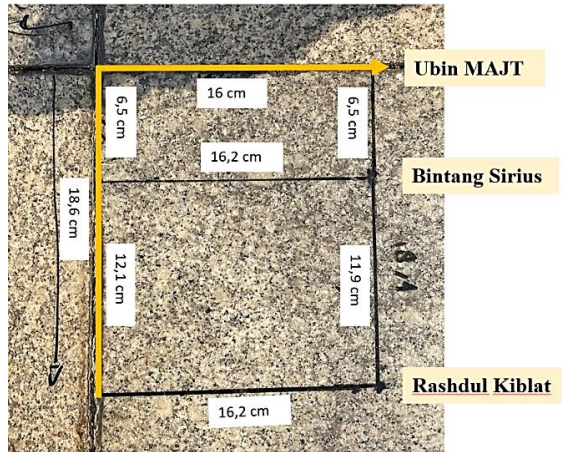
Lintang tempat (Φ^x)	-6°59'3,26" LS
Bujur tempat (λ^x)	110°26'46,39" BT

Bujur daerah (λ^d)	105° (WIB)
Lintang Ka'bah (Φ^k)	21°25'21,04"
Bujur Ka'bah (λ^k)	39°49'34,33"
Jarak bujur (C)	70°37'12,06"
Arah Kiblat (B)	65°30'21,19" UB
Azimuth Kiblat (Az Q)	294°29'38,81"
<i>Equation of Time</i> (EOT) jam 5 GMT	-0°6'31,18"
Deklinasi Matahari jam 5 GMT	18°45'0,43"
Cotan U	-75°3'23,61"
Cos (t-U)	135°36'17,75"
Sudut Waktu (t)	4 ^j 2 ^m 11,61 ^d
Waktu Hakiki 1 (WH1)	16:2:11,61
Waktu Daerah 1 (WD1)	15:46:55,7 WIB
<i>Equation of Time</i> (EOT) jam 8 GMT	-0°6'30,96"
<i>Equation of Time</i> (EOT) jam 9 GMT	-0°6'30,88"
Interpolasi EOT	-0°6'30,9"
Deklinasi Matahari jam 8 GMT	18°43'13,83"
Deklinasi Matahari jam 9 GMT	18°42'38,23"
Interpolasi Deklinasi Matahari	18°42'45,99"
Cos (t-U)	135°28'47,23"
Sudut Waktu Hakiki (t)	4 ^j 1 ^m 41,57 ^d
Waktu Hakiki 2 (WH2)	16:1:41,57
Waktu Daerah 2 (WD2)	15:46:25,38 WIB

Sumber: dokumentasi pribadi.

Keterangan: data *Equation of Time (EOT)* dan deklinasi Matahari diambil dari Ephemeris Matahari 2022.⁴¹

Hasil observasi arah kiblat di pelataran MAJT sebagai berikut:



Gambar 4.9 Hasil Observasi Pertama di MAJT

Sumber: dokumentasi pribadi.

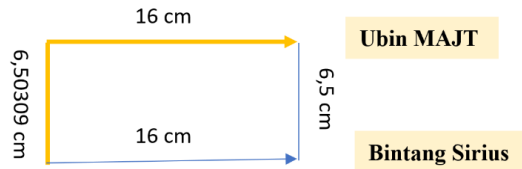
Arah kiblat MAJT sudah teruji akurat dibuktikan dengan Google Earth, sehingga peneliti menganggap perlu melakukan komparasi arah kiblat yang dihasilkan melalui pengukuran bintang Sirius dengan arah kiblat MAJT. Pertama-tama harus menyamakan panjang garis arah kiblat agar masing-masing nilainya 16 cm dengan cara berikut:

Selisih garis (A) = $16,2 - 16 = 0,2$

Sudut selisih garis (B) = $\text{Atan}(0,2/6,5) = 1^{\circ}45'49,1''$

⁴¹ <http://falakiyah.nu.or.id/EphemerisMatahari.aspx> diakses pada 27 Juli 2022 12:54 WIB.

$$\text{Sisi miring (C)} = 6,5 / \cos 1^\circ 45' 49,1'' = 6,50309 \text{ cm}$$



Jika panjang kedua garis arah kiblat sudah sama yaitu 16 cm maka bisa dicari selisih arah kiblat antara keduanya. Jarak pangkal kedua garis arah kiblat = $6,50309 - 6,5 = 0,00309$ cm, maka selisih arah kibatnya adalah $\text{Atan}(0,00309 \div 16) = 0^\circ 0' 39,82''$. Arah kiblat yang dihasilkan dari pengukuran dengan bintang Sirius melenceng $0^\circ 0' 39,82''$ ke arah Barat dibandingkan garis ubin lantai MAJT. Arah kiblat yang dihasilkan dari pengukuran bintang Sirius dapat digolongkan akurat karena selisih yang dihasilkan sangat sedikit yaitu dalam skala detik busur.

Selanjutnya memkomparasikan arah kiblat yang dihasilkan dari pengukuran menggunakan bintang Sirius dengan arah kiblat *Rashd al-Qiblah* lokal. Jarak pangkal garis arah kiblat yang dihasilkan dari pengukuran menggunakan bintang Sirius dengan garis arah kiblat *Rashd al-Qiblah* lokal adalah $12,1 - 11,9 = 0,2$ cm. Sedangkan untuk panjang garis arah kiblat ialah 16,2 cm, sehingga selisih sudut arah kiblat antara keduanya adalah $\text{Atan}(0,2 \div 16,2) = 0^\circ 42' 26,35''$.

Arah kiblat yang dihasilkan dari pengukuran dengan bintang Sirius melenceng $0^\circ 42' 26,35''$ ke arah Utara dibandingkan arah kiblat yang dihasilkan *Rashd al-*

Qiblah lokal. Berdasarkan kategori akurasi arah kiblat Slamet Hambali, arah kiblat dari pengukuran bintang Sirius ini dapat digolongkan akurat karena selisih atau kemelencengan tidak lebih dari $0^{\circ}42'46,63''$.

2. Observasi kedua di Cafe Carsen BPI, Semarang pada 30 Juli 2022.

Observasi kedua di Cafe Carsen BPI, Purwoyoso, Kec. Ngaliyan, Kota Semarang, Jawa Tengah tidak berhasil dilakukan karena pandangan ke arah citra bintang Sirius yaitu arah Selatan serong ke Timur terhalang pepohonan. Observasi ini dilakukan pada bulan Juli sehingga bintang Sirius memang baru saja terbit sekitar jam empat (4) pagi dan ketinggian bintang pun masih mendekati horizon. Peneliti menunggu ketinggian bintang lebih tinggi sehingga citra bintang tidak terhalang pepohonan, namun waktu terus berlalu dan Matahari pun terbit sehingga cahaya bintang Sirius pun perlahan-lahan redup terkalahkan oleh cahaya Matahari. Oleh karena itu, peneliti tidak dapat melanjutkan penelitian uji akurasi arah kiblat di tempat tersebut.

3. Observasi ketiga di Sky Mansion Horizon, Bringin, Semarang pada 31 Juli 2022.

Observasi ketiga dilakukan di lapangan Sky Mansion Horizon, Jl. Bukit Gondoriyo, Gondoriyo, Kec. Ngaliyan, Kota Semarang, Jawa Tengah. Rincian data perhitungan untuk pengukuran arah kiblat dengan bintang Sirius menggunakan alat bantu *Theodolite* yaitu sebagai berikut:

Tabel 4.9 Data Perhitungan Pengukuran Arah Kiblat dengan Bintang Sirius di Sky Mansion Horizon

Lintang tempat (Φ^x)	-6°59'57,41" LS
Bujur tempat (λ^x)	110°19'13,84" BT
Bujur daerah (λ^d)	105° (WIB)
SHA Sirius	258°28,3'
Deklinasi bintang Sirius (δ_b)	-16°44,7'
Waktu pengamatan WIB	31/7/2022 4:40:40 WIB
Waktu pengamatan UT	30/7/2022 21:40:40 UT
GHA Aries jam 21 UT	263°28,5'
GHA Aries jam 22 UT	278°31'
Interpolasi GHA Aries	273°40'11,67"
GHA Sirius	172°8'29,67"
LHA Sirius	282°27'43,5"
Arah bintang Sirius (A_b)	74°24'57,64" ST
Azimuth Sirius (A_z Sirius)	105°35'2,36"
Lintang Ka'bah (Φ^k)	21°25'21,04"
Bujur Ka'bah (λ^k)	39°49'34,33"
Jarak bujur (C)	70°29'39,51"
Arah Kiblat (B)	65°28'21,85" UB
Azimuth Kiblat (A_z Q)	294°31'38,15"
Beda Azimuth	188°56'35,79" searah jarum jam

Sumber: dokumentasi pribadi

Rincian data perhitungan arah kiblat dengan *Rashd al-Qiblah* lokal sebagai berikut:

Tabel 4.10 Data Perhitungan Pengukuran Arah Kiblat dengan *Rashd al-Qiblah* Lokal di Sky Mansion Horizon

Lintang tempat (Φ^x)	-6°59'57,41" LS
Bujur tempat (λ^x)	110°19'13,84" BT
Bujur daerah (λ^d)	105° (WIB)
Lintang Ka'bah (Φ^k)	21°25'21,04"
Bujur Ka'bah (λ^k)	39°49'34,33"
Jarak bujur (C)	70°29'39,51"
Arah Kiblat (B)	65°28'21,85" UB
Azimuth Kiblat (Az Q)	294°31'38,15"
<i>Equation of Time</i> (EOT) jam 5 GMT	-0°6'26,05"
Deklinasi Matahari jam 5 GMT	18°16'0,47"
Cotan U	-75°2'52,38"
Cos (t-U)	135°55'17,38"
Sudut Waktu (t)	3 ^h 55 ^m 29,67 ^d
Waktu Hakiki 1 (WH1)	15:55:29,67
Waktu Daerah 1 (WD1)	15:40:38,79 WIB
<i>Equation of Time</i> (EOT) jam 8 GMT	-0°6'26,13"
<i>Equation of Time</i> (EOT) jam 9 GMT	-0°6'26"
Interpolasi EOT	-0°6'26,04"
Deklinasi Matahari jam 8 GMT	18°14'9,32"
Deklinasi Matahari jam 9 GMT	18°13'32,21"
Interpolasi Deklinasi Matahari	18°13'44,18"
Cos (t-U)	133°47'56,96"
Sudut Waktu Hakiki (t)	3 ^h 55 ^m 0,3 ^d

Waktu Hakiki 2 (WH2)	15:55:0,3
Waktu Daerah 2 (WD2)	15:40:9,42 WIB

Sumber: dokumentasi pribadi

Keterangan: data *Equation of Time (EOT)* dan deklinasi Matahari diambil dari Ephemeris Matahari 2022.⁴²

Perbandingan hasil arah kiblat:



Gambar 4.10 Hasil Observasi Ketiga di Sky Mansion Horizon

Sumber: dokumentasi pribadi.

Jarak pangkal garis arah kiblat yang dihasilkan dari pengukuran menggunakan bintang Sirius dengan garis arah kiblat *Rashd al-Qiblah* lokal adalah $15,4 - 15,3 = 0,1$ cm. Sedangkan untuk panjang garis arah kiblat ialah 14,4 cm, sehingga selisih sudut arah kiblat antara keduanya adalah $\text{Atan}(0,1 \div 14,4) = 0^{\circ}23'52,37''$.

Arah kiblat yang dihasilkan dari pengukuran dengan bintang Sirius melenceng $0^{\circ}23'52,37''$ ke arah Utara dibandingkan arah kiblat yang dihasilkan *Rashd al-*

⁴² <http://falakiyah.nu.or.id/EphemerisMatahari.aspx> diakses pada 27 Juli 2022 12:54 WIB.

Qiblah lokal. Berdasarkan kategori akurasi arah kiblat Slamet Hambali, arah kiblat dari pengukuran bintang Sirius ini dapat digolongkan akurat karena selisih atau kemelencengan tidak lebih dari $0^{\circ}42'46,63''$.

4. Observasi keempat di Perumahan Koveri, Bringin, Semarang pada 1 Agustus 2022.

Observasi keempat dilakukan di halaman depan pos satpam Perumahan Koveri, Jl. Mega Raya IV No.303, Bringin, Kec. Ngaliyan, Kota Semarang, Jawa Tengah. Pengukuran arah kiblat dengan bintang Sirius berdasarkan data Almanak Nautika menggunakan alat bantu *Theodolite* dilakukan pada pagi hari. Rincian data perhitungannya sebagai berikut:

Tabel 4.11 Data Perhitungan Pengukuran Arah Kiblat dengan Bintang Sirius di Perum Koveri Bringin

Lintang tempat (Φ^x)	$-7^{\circ}0'13,46''$ LS
Bujur tempat (λ^x)	$110^{\circ}19'39,65''$ BT
Bujur daerah (λ^d)	105° (WIB)
SHA Sirius	$258^{\circ}28,3'$
Deklinasi bintang Sirius (δ_b)	$-16^{\circ}44,7'$
Waktu pengamatan WIB	1/8/2022 4:34:58 WIB
Waktu pengamatan UT	31/7/2022 21:34:58 UT
GHA Aries jam 21 UT	$264^{\circ}27,7'$
GHA Aries jam 22 UT	$279^{\circ}30,1'$
Interpolasi GHA Aries	$273^{\circ}13'35,92''$
GHA Sirius	$171^{\circ}41'53,92''$
LHA Sirius	$282^{\circ}1'33,57''$

Arah bintang Sirius (Ab)	74°23'32,09" ST
Azimuth Sirius (Az Sirius)	105°36'27,91"
Lintang Ka'bah (Φ^k)	21°25'21,04"
Bujur Ka'bah (λ^k)	39°49'34,33"
Jarak bujur (C)	70°30'5,32"
Arah Kiblat (B)	65°28'23,91" UB
Azimuth Kiblat (Az Q)	294°31'36,09"
Beda Azimuth	188°55'8,19" searah jarum jam

Sumber: dokumentasi pribadi

Kemudian pengukuran arah kiblat dengan *Rashd al-Qiblah* lokal dilakukan pada sore hari dengan data perhitungan berikut:

Tabel 4.12 Data Perhitungan Pengukuran Arah Kiblat dengan *Rashd al-Qiblah* Lokal di Perum Koveri Bringin

Lintang tempat (Φ^x)	-7°0'13,46" LS
Bujur tempat (λ^x)	110°19'39,65" BT
Bujur daerah (λ^d)	105° (WIB)
Lintang Ka'bah (Φ^k)	21°25'21,04"
Bujur Ka'bah (λ^k)	39°49'34,33"
Jarak bujur (C)	70°30'5,32"
Arah Kiblat (B)	65°28'23,91" UB
Azimuth Kiblat (Az Q)	294°31'36,09"
<i>Equation of Time</i> (EOT) jam 5 GMT	-0°6'23,24"
Deklinasi Matahari jam 5 GMT	18°1'3,46"
Cotan U	-75°2'18,42"

Cos (t-U)	135°7'13,24"
Sudut Waktu (t)	3 ^h 52 ^m 19,65 ^d
Waktu Hakiki 1 (WH1)	15:52:19,65
Waktu Daerah 1 (WD1)	15:37:24,25 WIB
<i>Equation of Time</i> (EOT) jam 8 GMT	-0°6'22,79"
<i>Equation of Time</i> (EOT) jam 9 GMT	-0°6'22,63"
Interpolasi EOT	-0°6'22,69"
Deklinasi Matahari jam 8 GMT	17°59'10,09"
Deklinasi Matahari jam 9 GMT	17°58'32,34"
Interpolasi Deklinasi Matahari	17°58'46,56"
Cos (t-U)	132°59'57,91"
Sudut Waktu Hakiki (t)	3 ^h 51 ^m 50,63 ^d
Waktu Hakiki 2 (WH2)	15:51:50,63
Waktu Daerah 2 (WD2)	15:36:54,68 WIB

Sumber: dokumentasi pribadi

Keterangan: data *Equation of Time* (EOT) dan deklinasi Matahari diambil dari Ephemeris Matahari 2022.⁴³

Perbandingan hasil arah kiblat dari kedua pengukuran arah kiblat adalah sebagai berikut:

⁴³ <http://falakiyah.nu.or.id/EphemerisMatahari.aspx> diakses pada 27 Juli 2022 12:54 WIB.



Gambar 4.11 Hasil Observasi Keempat di Perumahan Koveri Bringin

Sumber: dokumentasi pribadi.

Jarak pangkal garis arah kiblat yang dihasilkan dari pengukuran menggunakan bintang Sirius dengan garis arah kiblat *Rashd al-Qiblah* lokal adalah $8,3 - 8 = 0,3$ cm. Sedangkan untuk panjang garis arah kiblat ialah 24,7 cm, sehingga selisih sudut arah kiblat antara keduanya adalah $\text{Atan}(0,3 \div 24,7) = 0^{\circ}41'45,12''$.

Arah kiblat yang dihasilkan dari pengukuran dengan bintang Sirius melenceng $0^{\circ}41'45,12''$ ke arah Selatan dibandingkan arah kiblat yang dihasilkan *Rashd al-Qiblah* lokal. Berdasarkan kategori akurasi arah kiblat Slamet Hambali, arah kiblat dari pengukuran bintang Sirius ini dapat digolongkan akurat karena selisih atau kemelencengan tidak lebih dari $0^{\circ}42'46,63''$.

Observasi telah dilakukan untuk menguji akurasi arah kiblat yang didapatkan dari pengukuran arah kiblat

menggunakan bintang Sirius berdasarkan data Almanak Nautika dengan alat bantu *Theodolite* dikomparasikan dengan arah kiblat dari pengukuran *Rashd al-Qiblah* lokal menghasilkan data berikut:

Tabel 4.13 Hasil Uji Akurasi Arah Kiblat

Tempat dan Tanggal Observasi	Selisih Sudut Arah Kiblat	Tingkat Akurasi Arah Kiblat
29/07/2022 di Masjid Agung Jawa Tengah	0°42'26,35"	Akurat
31/07/2022 di Sky Mansion Horizon	0°23'52,37"	Akurat
01/08/2022 di Perumahan Koveri Bringin	0°41'45,12"	Akurat

Sumber: Dokumentasi pribadi

Berdasarkan tabel di atas, pengukuran arah kiblat menggunakan acuan bintang Sirius dengan data Almanak Nautika jika di uji akurasi dengan metode *Rashd al-Qiblah* menghasilkan arah kiblat yang tergolong akurat. Hal ini mengeacu pada penggolongan akurasi kiblat sesuai pendapat Slamet Hambali yang menyatakan bahwa untuk wilayah Indonesia apabila selisih arah kiblat kurang dari 0°42'46,63" maka tergolong akurat. Perlu diperhatikan bahwa objek pembidikan berupa satu titik pusat bintang Sirius sehingga pengamat dapat memastikan bahwa titik bidik benar-benar berada di tengah lensa teropong *Theodolite* supaya mendapatkan hasil arah kiblat yang akurat.

Setelah melakukan pengukuran arah kiblat menggunakan acuan bintang Sirius dengan data Almanak Nautika, peneliti menemukan bahwa pengukuran arah kiblat dengan cara ini memiliki beberapa kelebihan dan kelemahan. Kelebihan penentuan arah kiblat menggunakan bintang Sirius berdasarkan data Almanak Nautika adalah sebagai berikut:

1. Penentuan arah kiblat dengan bintang Sirius berdasarkan data Almanak Nautika ini dapat dijadikan sebagai alternatif penentuan arah kiblat di malam hari apabila Bulan tidak nampak dan tidak ada cahaya Matahari di siang hari.
2. Penentuan arah kiblat dengan bintang Sirius berdasarkan data Almanak Nautika ini dapat dijadikan sebagai alternatif penentuan arah kiblat ketika mengukur arah kiblat untuk salat *Ied* di lapangan dan mengukurnya di malam hari.
3. Hasil pengukuran arah kiblat dengan bintang Sirius berdasarkan data Almanak Nautika ini tergolong akurat, dikarenakan objek pembidikan melalui *Theodolite* berupa satu titik pusat bintang, hal ini berbeda dengan Matahari yang pembidikannya hanya menggunakan pantulan cahaya.

Kelemahan dari pengukuran arah kiblat menggunakan acuan bintang Sirius dengan data Almanak Nautika adalah sebagai berikut:

1. Bintang Sirius tidak bisa diamati setiap hari, karena ada waktu-waktu tertentu di mana bintang ini tidak berada di atas horizon pada malam hari. Oleh karena itu pengamat

harus mengetahui terlebih dahulu kapan saja bintang Sirius bisa diamati.

2. Orang yang berada di lintang sebelah Utara lebih dari 73° LU tidak dapat mengamati Sirius di atas horizon sehingga tidak dapat melakukan pengukuran arah kiblat menggunakan bintang Sirius ini.
3. Alat bantu yang bisa digunakan untuk pengukuran arah kiblat menggunakan bintang Sirius (*Theodolite*, *Total Station* dan *Smart Station*) tergolong cukup mahal sehingga tidak semua orang dapat menggunakan alat tersebut.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis dari bab-bab sebelumnya diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Bintang Sirius bisa dijadikan sebagai acuan penentuan arah kiblat yang perhitungannya diperoleh dari Almanak Nautika. Penentuan arah kiblat menggunakan bintang Sirius berdasarkan data Almanak Nautika ini pada dasarnya dilakukan dengan menghitung beda azimuth, yaitu azimuth bintang dikurangi azimuth kiblat. Waktu ideal pengukuran arah kiblat dengan bintang Sirius yaitu malam hari ketika cuaca cerah dan citra bintang Sirius tidak tertutupi awan. Tempat ideal penentuan arah kiblat menggunakan bintang Sirius yaitu seluruh daerah yang berada di lintang Selatan dan lintang Utara kecuali $\geq 73^\circ$ LU, minim polusi cahaya dan memiliki jangkauan pandang yang luas ke arah bintang Sirius. Alat bantu yang bisa digunakan adalah alat yang dapat membidik bintang Sirius dan mengukur sudut horizontal sebagai proyeksi sudut beda azimuth, yang paling umum digunakan yaitu *Theodolite*.
2. Akurasi pengukuran arah kiblat menggunakan acuan bintang Sirius berdasarkan data Almanak Nautika tergolong akurat jika dikomparasikan dengan arah kiblat yang dihasilkan dari pengukuran arah kiblat menggunakan metode Rashdul Kiblat. Berdasarkan

observasi yang telah dilakukan, selisih arah kiblat yang dihasilkan yaitu $0^{\circ}42'26,35''$, $0^{\circ}23'52,37''$ dan $0^{\circ}41'45,12''$, di mana selisih tersebut tidak melebihi batas maksimal kemelencengan arah kiblat di Indonesia menurut Slamet Hambali yaitu $0^{\circ}42'46,63''$.

B. Saran

1. Bintang Sirius merupakan salah satu benda langit yang bisa digunakan sebagai acuan dalam pengukuran arah kiblat. Namun, masih banyak benda langit lain yang juga bisa dijadikan sebagai acuan dalam pengukuran arah kiblat. Maka perlu dilakukan kajian terhadap benda-benda langit lainnya untuk dijadikan sebagai salah satu acuan pengukuran arah kiblat sehingga semakin memperbanyak khazanah keilmuan ilmu falak khususnya dalam hal pengukuran arah kiblat.
2. Penentuan arah kiblat dengan bintang Sirius berdasarkan data Almanak Nautika hanya digunakan sebagai alternatif pengukuran arah kiblat, penggunaannya kurang disarankan untuk pengamat yang baru belajar mengenai keilmuan falak dan astronomi karena dikhawatirkan akan salah dalam mengidentifikasi bintang dan malah menimbulkan kesalahan dalam pengukuran arah kiblat.
3. Penentuan arah kiblat dengan bintang Sirius dalam penelitian ini menggunakan data yang terdapat di Almanak Nautika di mana data SHA (*Siderial Hour Angle*) dan deklinasi bintang tidak dalam bentuk perhari atau perjam melainkan tiga hari sekali. Oleh karena itu

perlu diperhatikan dan dibandingkan dengan data-data bintang yang terdapat dalam Jean Meeus, Ephemeris dan lain-lain.

4. Untuk menguji akurasi arah kiblat dari pengukuran kiblat menggunakan bintang sebaiknya dikomparasikan dengan arah kiblat yang diukur menggunakan metode posisi Matahari setiap saat dengan alat bantu Theodolite yang sudah teruji hasil arah kiblatnya akurat. Hal ini dikarenakan data yang didapatkan akan memperlihatkan bagaimana selisih arah kiblatnya jika menggunakan alat bantu yang sama namun objek benda langit yang berbeda.

C. Penutup

Alhamdulillah, puji syukur kehadiran Allah SWT yang senantiasa memberi rahmat kepada penulis sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi ini sebagai tugas akhir sekaligus syarat menyelesaikan Studi Strata 1 program studi Ilmu Falak Fakultas Syari'ah dan Hukum UIN Walisongo Semarang. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan pembaca pada umumnya. Penulis menyadari bahwa penelitian dan penulisan skripsi ini tentunya masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis senantiasa membutuhkan kritik dan saran yang konstruktif demi baiknya karya tulis ini.

DAFTAR PUSTAKA

Buku

- Almanak Nautika 2022 Versi PDF dari TheNauticalAlmanac.com.
- Achmadi, Abu. Narbuko, Cholid. *Metodologi Penelitian: Memberikan Bekal Teoritis Pada Mahasiswa tentang Metodologi Penelitian serta Diharapkan Dapat Melaksanakan Penelitian dengan Langkah-langkah yang Benar*. Jakarta: Bumi Aksara, 2015.
- Al-Jaziry, Abdurrahman bin Muhammad Awwad. *Kitabul Fiqh 'Ala Madzhabibil Arba'ah*. Beirut: Dar Ihya at-Tyrats al-Araby, 1699.
- Al-Naisaburi, Muslim bin al-Hajjaj. *Sohih Muslim*, Jilid I. Beirut: Dar Ihya' al-Turas al-'Araby. 1954.
- Al-Qur'an, Tim Penyempurnaan Terjemahan. *Al-Qur'an dan terjemahannya Edisi Penyempurnaan 2019*. Jakarta: Lajnah Pentashihan Mushaf Al-Qur'an Badan litbang dan Diklat Kementerian Agama RI, 2019.
- Arny, Thomas T. dan Schneider, Stephen E. *Explorations: An Introduction to Astronomy – Seventh Edition*. New York: McGraw-Hill, 2014.
- Arny, Thomas T. *Explorations: Stars, Galaxies, and Planets – Updated Edition*. New York: McGraw-Hill Companies, 2004.
- As Suyuti, Ibnu Abu Bakar. Abdurrahman, *Al Asybah Wa an Nazair*. Indonesia: Daar Ihya' Al Kutub Al Arabiyah, t.th.
- At-Thabari, Ibnu Jarir. *Jami' al-Bayan, an Ta'wili al-Qur'an*. Beirut: Darul Kitab 'Ilmiah, 1992.

- Ball, Robert. *A Primer of Astronomy*. United Kingdom: Cambridge University Press, 2014.
- Barlian, Tatang. *Jagad Raya Hohlogram Vs Konsep Takdir*. Jakarta Timur: Dapur Buku, tt.
- Bashori, Muh. Hadi. *Kepunyaan Allah Timur dan Barat*. Jakarta: Gramedia, 2014.
- Clnwiddle, Robert. *Universe-The Definitive Visual Guide*. London: Sarah Larter, 2012.
- Hambali, Slamet. *Ilmu Falak Arah Kiblat Setiap Saat*. Yogyakarta: Pustaka Ilmu, 2013.
- Hambali, Slamet. *Ilmu Falak I (Tentang Penentuan Awal Waktu Shalat dan Penentuan Arah Kiblat di Seluruh Dunia)*. Semarang: Program Pascasarjana IAIN Walisongo Semarang, tt.
- Hidayat, Bambang. *Materi Antar Bintang*. Bandung: ITB, 1980.
- Hosen, H. *Ufuk Hisab Metode Almanak Nautika*. tt: Duta Media Publishing, 2019.
- Izzudin, Ahmad. *Ilmu Falak Praktis*. Semarang: PT. Pustaka Rizki Putra, 2012
- Karttunen, Hannu. Dkk., *Fundamental Astronomy – Fifth Edition*. New York: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2007.
- Khazin, Muhyiddin. *Ilmu Falak dalam Teori dan Praktik*. Yogyakarta: Buana Pustaka, 2004.
- Muhammad, Abu Abdillah. *Shahih al-Bukhari*, Jilid 1. Kairo: Dar al-Hadits, 2004.
- Muzamil, Lutfi Adnan. *Studi Falak dan Trigonometri*. Yogyakarta: Pustaka Imu, 2015.

- Qulub, Siti Tatmainul. *Ilmu Falak: Dari Sejarah, Ke Teori dan Aplikasi*. Depok: PT. Raja Grafindo Persada, 2017.
- RI, Departemen Agama. Direktorat Jenderal Pembinaan Kelembagaan Agama Islam Proyek Peningkatan Prasarana dan Sarana Perguruan Tinggi Agama / IAIN, *Ensiklopedi Islam*. Jakarta: CV. Anda Utama, 1993.
- Salimi, Muchtar. *Ilmu Falak (Penetapan Awal Waktu Shalat dan Arah Kiblat)*. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta, 1997.
- Schaaf, Fred. *The Brightest Stars*. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, 2008.
- Shihab, M Quraisy. *Tafsir al-Misbah Pesan, Kesan dan Keserasian Al-Qur'an*. Jakarta: Lentera Hati, 2012.
- Stott, Carole. *Seri Pengetahuan Bintang dan Planet*, terj. Teuku Kemal. Jakarta: Erlangga, 2007.
- Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Penerbit Alfabeta, 2016.
- Sutantyo, Winardi. *Bintang-Bintang di Alam Semesta*. Bandung: Penerbit ITB, 2010).
- Syafi'i, Imam. *Kitab Al-Umm*. tt: Maktabah Syamilah, t.th. Juz 6. Syamilah, Maktabah. Imam Muslim, *Skhahih Bukhari, Hadis No. 1208*, Juz 2.
- Zuhaili, Wahbah., dkk., *Ensiklopedia al-Qur'an*. Jakarta: Gema Insani, 2007. Cet. I, Vol. 13.

Skripsi

- Izal M., Muhammad. “Bintang Syi’ra dalam Perspektif Mufassir dan Sains”. *Skripsi* Fakultas Ushuluddin dan Humaniora UIN Walisongo Semarang, 2019.
- Rahmi, Nizma Nur. “Studi Analisis Azimuth Bintang Acrux Sebagai Acuan Penentuan Arah Kiblat”. *Skripsi* Fakultas Syari’ah dan Hukum UIN Walisongo Semarang, 2018.
- Romdhon, M. Ali. “Studi Analisis Penggunaan Bintang Sebagai Penunjuk Arah Kiblat Nelayan (Studi Kasus Kelompok Nelayan “Mina Kencana” Desa Jambu Kecamatan Mlonggo Kabupaten Jepara)”, *Skripsi* Fakultas Syari’ah IAIN Walisongo, 2012.
- Sarruji, Imam. “Penentuan Arah Kiblat menggunakan Azimuth Bintang dan Planet”, *Skripsi* Fakultas Syari’ah dan Ekonomi Islam IAIN Antasari, 2016.

Jurnal

- Budiwati, Anisah. “Tongkat Istiwa’, *Global Positioning System* (GPS) dan Google Earth Untuk Menentukan Titik Koordinat Bumi Dan Aplikasinya Dalam Penentuan Arah Kiblat”, *Jurnal Al-Ahkam*, Vol. 26, No. 1, April 2016.
- Fahizya, Nur. Alimuddin. “Metode Pengukuran Arah Kiblat Menggunakan Rasi Bintang dengan Azimuth Matahari”, *Jurnal Hisabuna*, Vol. 2, No. 3, November 2021.
- Halim, Samsul. “Studi Analisis Terhadap Bintang Rigel Sebagai Acuan Penentu Arah Kiblat di Malam Hari”, *Jurnal AL-AFAQ: Jurnal Ilmu Falak dan Astronomi*, Vol. 2, No. 1, Juni 2020.

Sakirman, “Formulasi Baru Arah Kiblat: Memahami Konsep Rasydul Kiblat Harian Indonesia”, *Jurnal Al-Qisthu*, Institut Agama Islam (IAIN) Kerinci, Vol. 15, No. 2, Desember 2017,

Syam, Hikmatul Adhiyah. Khalik, Subehan. “Harmonisasi Instrumen Arah Kiblat”, *Jurnal Hisabuna*, Vol. 1, 2020.

Laporan Penelitian

Hambali, Slamet. “Menguji Keakuratan Hasil Pengukuran Arah Kiblat Menggunakan Istiwaa ini Karya Slamet Hambali”. *Laporan Penelitian Individual*. Semarang: IAIN Walisongo Semarang, 2014.

Buletin

Simau, Silvester. “Cara Menggunakan Almanak Nautika dalam Pelayaran Astronom”, *Pojok Ilmiah Buletin Matric*, Vol. 14, No.2, Desember 2017.

Modul Pembelajaran

Astronomi, Tim Pembina Olimpiade. *Bahan Ajar Persiapan Menuju Olimpiade Sains Nasional/Internasional SMA*. Jakarta: TPOA Kemdikbud, 2010.

Kelautan dan Perikanan, E-Learning Pusat Pendidikan. “Modul Ilmu Pelayaran Astronomi”, <http://www.pusdik.kkp.go.id/elearning/index.php/modul/re-ad/190115-105114uraian-c-materi>, 2 Juli 2022.

Observatorium Bosscha, “Durasi Siang-Malam yang Berbeda”, dalam *Modul Aktivitas Mandiri*, Institut Teknologi

Bandung, 4. <https://bosscha.itb.ac.id/download/materi-edukasi/Durasi%20Siang-Malam%20yang%20Berbeda.pdf>, 9 Agustus 2022.

Publik, Tim Pendidikan dan Penjangkauan. Observatorium Bosscha – FMIPA ITB, “Panduan Observasi Langit – Mengamati Bintang Sirius”, *Nebula Newsletter Tiga-Bulanan Bosscha*, Edisi Oktober-Desember 2021.

Universitas Pembangunan Jaya, “Modul Pembelajaran Surveying (CIV-104): Pengukuran dengan Total Station”, UPJ Tangerang Selatan, <https://ocw.upj.ac.id/files/Slide-CIV104-CIV104-Slide-06.pdf>, 29 Agustus 2022.

Kamus

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

Munawir, Ahmad Warson. *Al-Munawir Kamus Arab-Indonesia*. Surabaya: Pustaka Progressif, 1997.

Novita, Windy. *Kamus Ilmiah Populer*. tt: Pustaka Gama, 2016.

Redaksi, Tim. “Cambridge Dictionary” Versi Daring, <https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/possibility>, 1 Juli 2022.

Redaksi, Tim. “Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI)” Versi Daring, <https://kbbi.kemdikbud.go.id/entri/ideal>, 5 Agustus 2022.

Website

Bortle, John E. “*Gauging Light Pollution: The Bortle Dark-Sky Scale*”, *Sky and Telescope*, 18 Juli 2006,

- <https://skyandtelescope.org/astronomy-resources/light-pollution-and-astronomy-the-bortle-dark-sky-scale/>, 27 Agustus 2022.
- Britannica, The Editors of Encyclopedia. "Sirius". *Encyclopedia Britannica*, 7 Jan. 2021, <https://www.britannica.com/place/Sirius-star>, 3 Juli 2022.
- Dyches, Preston. "How to Find Good Places to Stargaze", NASA Solar System Exploration, 28 Juli 2021, <https://solarsystem.nasa.gov/news/1943/how-to-find-good-places-to-stargaze/>, 30 Agustus 2022.
- <http://edukasi.sains.lapan.go.id/artikel/dua-puluh-bintang-paling-terang-di-langit-malam-edisi-pertama/266>, 26 Februari 2022.
- <http://falakiyah.nu.or.id/EphemerisMatahari.aspx>, 27 Juli 2022.
- <https://astronomy.swin.edu.au/cosmos/H/Hertzprung-Russell+Diagram>, 3 Juli 2022.
- <https://bosscha.itb.ac.id/id/publik/polusi-cahaya/#apa-itu-polusi-cahaya>, 27 Agustus 2022.
- https://en.wikipedia.org/wiki/Stellar_classification, 8 Juli 2022.
- <https://id.weatherspark.com/y/120717/Cuaca-Rata-rata-pada-bulan-in-Kota-Pontianak-Indonesia-Sepanjang-Tahun>, 27 Agustus 2022.
- <https://id.weatherspark.com/y/27291/Cuaca-Rata-rata-pada-bulan-in-Ushuaia-Argentina-Sepanjang-Tahun>, 27 Agustus 2022.
- <https://id.weatherspark.com/y/75981/Cuaca-Rata-rata-pada-bulan-in-Berlin-Jerman-Sepanjang-Tahun#Figures-CloudCover>, 27 Agustus 2022.

<https://id.wikipedia.org/wiki/Sirius>, 26 Maret 2022.

<https://lweb.cfa.harvard.edu/~pberlind/atlas/htmls/note.html>, 8 Juli 2022.

<https://www.pushidrosal.id/buletin/25/sejarah/>, 22 Maret 2022.

King, D.A., “al-Samt”, in: *Encyclopaedia of Islam*, Edisi ke-2, Editor: P. Bearman, Th. Bianquis, C.E. Bosworth, E. van Donzel, W.P. Heinrichs. Diakses pada 05 Oktober 2022 di http://dx.doi.org/10.1163/1573-3912_islam_SIM_6591.

Nemiroff, Robert. Bonell, Jerry. NASA. “Sirius: The Brightest Star in the Night”, *APOD: Astronomy Picture of the Day*, 11 Jun. 2000, <https://apod.nasa.gov/apod/ap000611.html>, 3 Juli 2022.

Wawancara

Wawancara secara daring via media sosial Instagram dengan Avivah Yamani, 3 September 2022.

Aplikasi

Google earth 2022 versi 9.166.01.

Qiblafinder.withgoogle.com.

Stellarium mobile 2014 versi 1.29.7.

Stellarium-web.org

LAMPIRAN

A. Tabel Waktu Sirius Terlihat di atas Horizon Kota Semarang

Berikut tabel waktu bintang Sirius dapat dilihat di atas horizon Kota Semarang pertanggal 15 tahun 2022 dengan koordinat tempat -6,98911 LS dan 110,35640 BT zona waktu +7 GMT digunakan untuk memudahkan observasi Sirius.

Bulan	Jam (GMT +7) WIB												
	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00
Jan		Sun set	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	Sun rise + Sirius set
Feb		Sun set	O	O	O	O	O	O	O	O	Sirius set	X	Sun rise
Mar	Sun set	O	O	O	O	O	O	O	Sirius set	X	X	X	Sun rise
Apr	Sun set	O	O	O	O	O	Sirius set	X	X	X	X	X	Sun rise
Mei	Sun set	O	O	O	Sirius set	X	X	X	X	X	X	X	Sun rise
Jun	Sun set	O	Sirius set	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Sun rise
Jul	Sun + Sirius set	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Sirius rise	Sun rise
Agust	Sun set	X	X	X	X	X	X	X	X	Sirius rise	O	O	Sun rise
Sept	Sun set	X	X	X	X	X	X	Sirius rise	O	O	O	O	Sun rise
Okt	Sun set	X	X	X	X	Sirius rise	O	O	O	O	O	O	Sun rise
Nov	Sun set	X	X	Sirius rise	O	O	O	O	O	O	O	O	Sun rise
Des		Sun set+ Sirius rise	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	Sun rise

Keterangan:

	= Malam hari
Sun set	= Matahari Terbenam
Sun rise	= Matahari Terbit
Sirius set	= Bintang Sirius Terbenam
Sirius rise	= Bintang Sirius Terbit
O	= Bintang Sirius terlihat di atas horizon pada malam hari
X	= Bintang Sirius tidak terlihat di atas horizon pada malam hari

Sumber: simulasi melalui <https://stellarium-web.org/>

B. Perhitungan Excel Arah Kiblat

1. Perhitungan Arah Kiblat Observasi Pertama di MAJT

Menentukan Arah Kiblat Menggunakan Bintang Sirius										
29-Jul-22										
Masjid Agung Jawa Tengah, Semarang										
Data lokasi yang diperlukan:										
Lintang tempat (Φ_x)	LS	-6	-59	-3,26	-6,98424					
Bujur Tempat (λ_x)	BT	110	26	46,39	110,44622					
Lintang Ka'bah (Φ_k)		21	25	21,04	21,42251111					
Bujur Ka'bah (λ_k)		39	49	34,33	39,82620278					
Selisih bujur (C)	$\lambda_x - \lambda_k$	70	37	12,06	70,62001722					
Bujur Daerah (Ad)		105	0	0	105					
Menghitung Arah (B) & Azimuth Kiblat (Az Q)										
Cotan B = $\tan \Phi_k \times \cos \Phi_x : \sin C - \sin \Phi_x : \tan C$										
Untuk Arah Kiblat	Untuk Azimuth	65	30	21,19	65,50588657	UTARA	BARAT	Arah Kiblat		
BT > BK, B = BARAT	UT, Az Q = B	294	29	38,81	294,4941134			Azimuth Kiblat		
BT < BK, B = TIMUR	UB, Az Q = 360 - B									
BB < BB 140,173733333, B = TIMUR	ST, Az Q = 180 - B									
BB > BB 140,173733333, B = BARAT	SB, Az Q = 180 + B									
Data pengamatan bintang:										
Waktu Pengamatan Bintang WIB	29/07/2022	4	49	6	4,818333333					
Waktu Pengamatan Bintang UT	28/07/2022	21	49	6	21,81833333	0,8183333				
SHA Sirius		258	28,3	0	258,4716667					
Deklinasi Sirius (δ_b)		-16	-45	0	-16,745					
GHA Aries	Jam 21 UT	261	30,3	0	261,505	Kemudian	Interpolasi	273,8127333	273	48 45,84
	Jam 22 UT	276	32,7	0	276,545		GHA Aries			
GHA Sirius = SHA Sirius + GHA Aries		532,2844	532	17	3,84					
		172,2844	172	17	3,84					
LHA Sirius = GHA Sirius + Bujur Tempat		282,73062	282	43	50,23					
		18,848708	18	50	55,35					
Menghitung Arah bintang Sirius (Ab) & Azimuth bintang Sirius (Az Sirius)										
Cotan Ab = $\tan \delta_b \times \cos \Phi_x : \sin LHA - \sin \Phi_x : \tan LHA$										
Untuk Arah bintang Sirius	Untuk Azimuth	74	25	37,92	74,42719916	SELATAN	TIMUR	Arah bintang		
BT > GHA Sirius, Ab = BARAT	UT, Az Sirius = Ab	105	34	22,08	105,5728008			Azimuth bintang		
BT < GHA Sirius, Ab = TIMUR	UB, Az Sirius = 360 - Ab									
BB < (180-GHA), Ab = TIMUR	ST, Az Sirius = 180 - Ab									
BB > (180-GHA), Ab = BARAT	SB, Az Sirius = 180 + Ab									
menghitung beda azimuth kiblat dan azimuth bintang Sirius										
beda azimuth = Az Q - Az Sirius		188,9213126	188	55	16,73	searah jarum jam				
data pendukung										
Menghitung Tinggi Bintang (hb)										
$\sin hb = \sin \Phi_x \sin \delta_b + \cos \Phi_x \cos \delta_b \cos tb$		14	9	6,26	14,15174021					
Menghitung Jarak Zenith Bintang (ZMb)										
$\cos ZMb = \sin \Phi_x \sin \delta_b + \cos \Phi_x \cos \delta_b \cos tb$		75	50	53,74	75,84825979					

2. Perhitungan Arah Kiblat Observasi Ketiga di Sky Mansion Horizon

Menentukan Arah Kiblat Menggunakan Bintang Sirius									
31-Jul-22									
Sky Mansion Horizon, Bringin, Semarang									
Data lokasi yang diperlukan:									
		°	'	"	Desimal				
Lintang tempat (Dx)	LS	-6	-59	-57,4	-6,99928				
Bujur Tempat (Ax)	BT	110	19	13,84	110,32051				
Lintang Ka'bah (Dk)		21	25	21,04	21,42251111				
Bujur Ka'bah (Ak)		39	49	34,33	39,82620278				
Selisih bujur (C)	λx - λk	70	29	39,51	70,49430722				
Bujur Daerah (Ad)		105	0	0	105				
Menghitung Arah (B) & Azimuth Kiblat (Az Q)									
Cotan B = tan Dk x cos Dx : sin C - sin Dx : tan C									
		65	28	21,85	65,4727354	UTARA	BARAT	Arah Kiblat	
Untuk Arah Kiblat	Untuk Az Kiblat	294	31	38,15	294,5272646			Azimuth Kiblat	
BT > BK, B = BARAT	UT, Az Q = B								
BT < BK, B = TIMUR	UB, Az Q = 360 - B								
BB < BB 140,173733333, B = TIMUR	ST, Az Q = 180 - B								
BB > BB 140,173733333, B = BARAT	SB, Az Q = 180 + B								
Data pengamatan bintang:									
		°	'	"	Desimal				
Waktu Pengamatan Bintang WIB	31/07/2022	4	40	40	4,67777778				
Waktu Pengamatan Bintang UT	30/07/2022	21	40	40	21,67777778	0,67777778			
SHA Sirius		258	28,3	0	258,4716667				
Deklinasi Sirius (δb)		-16	-44,7	0	-16,745				
GHA Aries	Jam 21 UT	263	28,5	0	263,475	Kemudian	Interpolasi	273,40	11,7
	Jam 22 UT	278	31	0	278,5166667		GHA Aries		
GHA Sirius = SHA Sirius + GHA Aries		532,1415741	532	8	29,67				
		172,1415741	172	8	29,67				
LHA Sirius = GHA Sirius + Bujur Tempat		282,4620841	282	27	43,5				
		18,8308056	18	49	50,9				
Menghitung Arah bintang Sirius (Ab) & Azimuth bintang Sirius (Az Sirius)									
Cotan Ab = tan δb x cos Dx : sin LHA - sin Dx : tan LHA									
		74	24	57,64	74,41601092	SELATAN	TIMUR	Arah bintang	
Untuk Arah bintang Sirius	Untuk Az Sirius	105	35	2,36	105,5839891			Azimuth bintang	
BT > GHA Sirius, Ab = BARAT	UT, Az Sirius = Ab								
BT < GHA Sirius, Ab = TIMUR	UB, Az Sirius = 360 - Ab								
BB < (180 - GHA), Ab = TIMUR	ST, Az Sirius = 180 - Ab								
BB > (180 - GHA), Ab = BARAT	SB, Az Sirius = 180 + Ab								
menghitung beda azimuth kiblat dan azimuth bintang Sirius									
beda azimuth = Az Q - Az Sirius		188,9432755	188	56	35,79				
data pendukung									
Menghitung Tinggi Bintang (hb)									
sin hb = sin Dx sin δb + cos Dx cos δb cos tb		13	53	56,51	13,89903184				
Menghitung Jarak Zenith Bintang (ZMb)									
cos ZMb = sin Dx sin δb + cos Dx cos δb cos tb		76	6	3,49	76,10096816				

Perhitungan Rashdul kiblat (3) 31 Juli (SkyMansion) - Excel											
Menentukan Arah Kiblat Menggunakan Rashdul Kiblat											
31-Jul-22											
Sky Mansion Horizon, Bringin, Semarang											
Data yang diperlukan:											
	"	'	"	Desimal							
Lintang tempat (Φ_x)	LS	-6	-59	-57,41	-6,99928						
Bujur Tempat (λ_x)	BT	110	19	13,84	110,32051						
Lintang Ka'bah (Φ_k)		21	25	21,04	21,42251111						
Bujur Ka'bah (λ_k)		39	49	34,33	39,82620278						
eot	Jam 5 GMT	0	-6	-26,05	-0,107236111						
Deklinasi matahari (λ_d)	Jam 5 GMT	18	16	0,47	18,26679722						
Selisih bujur (C)	BT - BM	70	29	39,51	70,49430722						
Bujur Daerah (λ_d)		105	0	0	105						
Menghitung Arah (B) & Azimuth Kiblat (Az Q)											
Cotan B = $\tan \Phi_k \times \cos \Phi_x : \sin C - \sin \Phi_x : \tan C$											
		65	28	21,85	65,4727354	UTARA	BARAT	Arah Kiblat			
Untuk Arah Kiblat	Untuk Az Kiblat	294	31	38,15	294,5272646			Azimuth Kiblat			
BT > BK, B = BARAT	UT, Az Q = B										
BT < BK, B = TIMUR	UB, Az Q = 360 - B										
BB < BB 140,173733333, B = TIMUR	ST, Az Q = 180 - B										
BB > BB 140,173733333, B = BARAT	SB, Az Q = 180 + B										
cotan U = $\tan B \times \sin \Phi_x$		-75,0478837	-75	-2	-52,38						
$\cos (t-U) = \tan \delta_m \times \cos U : \tan \Phi_x$		133,9214936	133	55	17,38						
$t = t-U + U$		58,87360987	58	52	25						
		3,924907325	3	55	29,67						
B = Barat, WH = 12 + t		15,92490732	15	55	29,67						
B = Timur, WH = 12 - t											
Jika lokasi BT, WD = WH - e + ($\lambda_d - \lambda_x$) : 15		15,67744277	15	40	38,79	0,677442769					
Jika lokasi BB, WD = WH - e + ($\lambda_d - \lambda_x$) : 15											
eot	Jam 8 GMT	0	-6	-26,13	-0,107258333	Kemudian	Interpolasi eot	-0,10723387	0	-6	-26
	Jam 9 GMT	0	-6	-26	-0,107222222						
Deklinasi matahari	Jam 8 GMT	18	14	9,32	18,23592222		Interpolasi Dek M	18,22893892	18	13	44,2
	Jam 9 GMT	18	13	32,21	18,22561389						
$\cos (t-U) = \tan \delta_m \times \cos U : \tan \Phi_x$		133,7991545	133	47	56,96						
$t = t-U + U$		58,75127076	58	45	4,57						
		3,916751384	3	55	0,3						
B = Barat, WH = 12 + t		15,91675138	15	55	0,3						
B = Timur, WH = 12 - t											
Jika lokasi BT, WD = WH - e + ($\lambda_d - \lambda_x$) : 15		15,66928459	15	40	9,42						
Jika lokasi BB, WD = WH - e + ($\lambda_d - \lambda_x$) : 15											

3. Perhitungan Arah Kiblat Observasi Keempat di Perumahan Koveri Bringin

Menentukan Arah Kiblat Menggunakan Bintang Sirius									
01-Aug-22									
Perumahan Koveri, Jl. Banjarsari, Bringin, Semarang									
Data lokasi yang diperlukan:									
		"	'	"	Desimal				
Lintang tempat (Dx)	LS	-7	0	-13,46	-7,00374				
Bujur Tempat (Lx)	BT	110	19	39,65	110,32768				
Lintang Ka'bah (Dk)		21	25	21,04	21,42251111				
Bujur Ka'bah (Kk)		39	49	34,33	39,82620278				
Selisih bujur (C)	$\lambda x - \lambda k$	70	30	5,32	70,50147722				
Bujur Daerah (Ld)		105	0	0	105				
Menghitung Arah (B) & Azimuth Kiblat (Az Q)									
Cotan B = $\tan \Phi k \times \cos \Phi x : \sin C - \sin \Phi x : \tan C$									
		65	28	23,91	65,47330747	UTARA	BARAT	Arah Kiblat	
Untuk Arah Kiblat	Untuk Az Kiblat	294	31	36,09	294,5266925			Azimuth Kiblat	
BT > BK, B = BARAT	UT, Az Q = B								
BT < BK, B = TIMUR	UB, Az Q = 360 - B								
BB < BB 140,173733333, B = TIMUR	ST, Az Q = 180 - B								
BB > BB 140,173733333, B = BARAT	SB, Az Q = 180 + B								
Data pengamatan bintang:									
		"	'	"	Desimal				
Waktu Pengamatan Bintang WIB	01/08/2022	4	34	58	4,582777778				
Waktu Pengamatan Bintang UT	31/07/2022	21	34	58	21,58277778	0,5827778			
SHA Sirius		258	28,3	0	258,4716667				
Deklinsi Sirius (bb)		-16	-44,7	0	-16,745				
GHA Arles	Jam 21 UT	264	27,7	0	264,4616667				
	Jam 22 UT	279	30,1	0	279,5016667	Kemudian	Interpolasi		
						GHA Arles	273,2266444	273	13 35,92
GHA Sirius = SHA Sirius + GHA Arles	531,6983111	531	41	53,92					
	171,6983111	171	41	53,92					
LHA Sirius = GHA Sirius + Bujur Tempat	282,0259911	282	1	33,57					
	18,80173274	18	48	6,24					
Menghitung Arah bintang Sirius (Ab) & Azimuth bintang Sirius (Az Sirius)									
Cotan Ab = $\tan \delta b \times \cos \Phi x : \sin LHA - \sin \Phi x : \tan LHA$									
		74	23	32,09	74,39224837	SELATAN	TIMUR	Arah bintang	
Untuk Arah bintang Sirius	Untuk Az Sirius	105	36	27,91	105,6077516			Azimuth bintang	
BT > GHA Sirius, Ab = BARAT	UT, Az Sirius = Ab								
BT < GHA Sirius, Ab = TIMUR	UB, Az Sirius = 360 - Ab								
BB < (180-GHA), Ab = TIMUR	ST, Az Sirius = 180 - Ab								
BB > (180-GHA), Ab = BARAT	SB, Az Sirius = 180 + Ab								
menghitung beda azimuth kiblat dan azimuth bintang Sirius									
beda azimuth = Az Q - Az Sirius	188,9189409	188	55	8,19					
data pendukung									
Menghitung Tinggi Bintang (hb)									
$\sin hb = \sin \Phi x \sin \delta b + \cos \Phi x \cos \delta b \cos tb$	13	28	59,97	13,48332613					
Menghitung Jarak Zenith Bintang (ZMb)									
$\cos Zmb = \sin \Phi x \sin \delta b + \cos \Phi x \cos \delta b \cos tb$	76	31	0,03	76,51667387					

C. Data Almanak Nautika Perhitungan Beda Azimuth

July 27, 28, 29 UT (Wed., Thu., Fri.)

Table with columns for Aries, Venus, Mars, Jupiter, Saturn, and Stars (SHA, Dec). Includes a Mer.pass. row at the bottom.

Table with columns for Thu, GHA, Dec, and Stars (SHA, Dec). Includes a Mer.pass. row at the bottom.

Table with columns for Fri, GHA, Dec, and Stars (SHA, Dec). Includes a Mer.pass. row at the bottom.

Table listing various stars with columns for SHA and Dec, including Alpheratz, Ankaa, Schedar, Diphda, etc.

July 30, 31, 01 UT (Sat., Sun., Mon.)

Table with columns for Sun, Aries, Venus, Mars, Jupiter, Saturn, and Mer. pass. Rows include GHA, Dec, and various numerical data points for each celestial body.

Table with columns for Mon, GHA, Dec, and Mer. pass. Rows include GHA, Dec, and various numerical data points for each celestial body.

Table with columns for Stars, SHA, Dec, and Mer. pass. Rows include star names like Alpharatz, Ankaa, and others, along with their coordinates and pass times.

D. Data Ephemeris Matahari Perhitungan Rashdul Kiblat

Tanggal Masehi	Jam	Julian Date	Apparent Ecliptic Longitude	Apparent Ecliptic Latitude	Apparent Right Ascension	Apparent Declination	True Geocentric Distance	Semi Diameter	True Obliquity	Equation Of Time
29-Jul-22	00:00:00	2459789.5	125° 53' 14.29"	0.70	128° 15' 34.84"	18° 47' 57.46"	10.154.237	15' 45.05"	23° 26' 16.79"	-6 m 31.52 s
29-Jul-22	01:00:00	245.978.954.166.667	125° 55' 37.73"	0.70	128° 18' 01.68"	18° 47' 22.12"	10.154.191	15' 45.06"	23° 26' 16.79"	-6 m 31.46 s
29-Jul-22	02:00:00	245.978.958.333.333	125° 58' 01.16"	0.70	128° 20' 28.51"	18° 46' 46.75"	10.154.145	15' 45.06"	23° 26' 16.79"	-6 m 31.39 s
29-Jul-22	03:00:00	2.459.789.625	126° 00' 24.06"	0.70	128° 22' 55.32"	18° 46' 11.34"	10.154.099	15' 45.07"	23° 26' 16.08"	-6 m 31.32 s
29-Jul-22	04:00:00	245.978.966.666.667	126° 02' 48.04"	0.70	128° 25' 22.11"	18° 45' 35.09"	10.154.052	15' 45.07"	23° 26' 16.08"	-6 m 31.25 s
29-Jul-22	05:00:00	245.978.970.833.333	126° 05' 11.48"	0.70	128° 27' 48.89"	18° 45' 00.43"	10.154.006	15' 45.08"	23° 26' 16.08"	-6 m 31.18 s
29-Jul-22	06:00:00	2459789.75	126° 07' 34.92"	0.70	128° 30' 15.65"	18° 44' 24.93"	10.153.959	15' 45.08"	23° 26' 16.08"	-6 m 31.11 s
29-Jul-22	07:00:00	245.978.979.166.667	126° 09' 58.36"	0.70	128° 32' 42.04"	18° 43' 49.04"	10.153.913	15' 45.08"	23° 26' 16.81"	-6 m 31.03 s
29-Jul-22	08:00:00	245.978.983.333.333	126° 12' 21.08"	0.70	128° 35' 09.13"	18° 43' 13.83"	10.153.866	15' 45.09"	23° 26' 16.81"	-6 m 30.96 s
29-Jul-22	09:00:00	2.459.789.875	126° 14' 45.25"	0.70	128° 37' 35.84"	18° 42' 38.23"	10.153.819	15' 45.09"	23° 26' 16.81"	-6 m 30.88 s
29-Jul-22	10:00:00	245.978.991.666.667	126° 17' 08.69"	0.70	128° 40' 02.54"	18° 42' 02.06"	10.153.772	15' 45.01"	23° 26' 16.81"	-6 m 30.81 s
29-Jul-22	11:00:00	245.978.995.833.333	126° 19' 32.14"	0.70	128° 42' 29.22"	18° 41' 26.94"	10.153.725	15' 45.01"	23° 26' 16.82"	-6 m 30.73 s
29-Jul-22	12:00:00	2459790	126° 21' 55.58"	0.70	128° 44' 55.89"	18° 40' 51.25"	10.153.678	15' 45.11"	23° 26' 16.82"	-6 m 30.65 s
29-Jul-22	13:00:00	245.979.004.166.667	126° 24' 19.03"	0.70	128° 47' 22.54"	18° 40' 15.52"	10.153.631	15' 45.11"	23° 26' 16.82"	-6 m 30.57 s
29-Jul-22	14:00:00	245.979.008.333.333	126° 26' 42.48"	0.70	128° 49' 49.17"	18° 39' 39.76"	10.153.584	15' 45.11"	23° 26' 16.83"	-6 m 30.49 s
29-Jul-22	15:00:00	2.459.790.125	126° 29' 05.93"	0.70	128° 52' 15.79"	18° 39' 03.97"	10.153.536	15' 45.12"	23° 26' 16.83"	-6 m 30.41 s
29-Jul-22	16:00:00	245.979.016.666.667	126° 31' 29.39"	0.70	128° 54' 42.39"	18° 38' 28.15"	10.153.489	15' 45.12"	23° 26' 16.83"	-6 m 30.32 s
29-Jul-22	17:00:00	245.979.020.833.333	126° 33' 52.84"	0.70	128° 57' 08.98"	18° 37' 52.29"	10.153.441	15' 45.13"	23° 26' 16.83"	-6 m 30.24 s
29-Jul-22	18:00:00	2459790.25	126° 36' 16.29"	0.70	128° 59' 35.55"	18° 37' 16.41"	10.153.393	15' 45.13"	23° 26' 16.84"	-6 m 30.15 s
29-Jul-22	19:00:00	245.979.029.166.667	126° 38' 39.75"	0.70	129° 02' 02.11"	18° 36' 40.49"	10.153.346	15' 45.14"	23° 26' 16.84"	-6 m 30.07 s
29-Jul-22	20:00:00	245.979.033.333.333	126° 41' 03.21"	0.70	129° 04' 28.64"	18° 36' 04.54"	10.153.298	15' 45.14"	23° 26' 16.84"	-6 m 29.98 s
29-Jul-22	21:00:00	2.459.790.375	126° 43' 26.66"	0.70	129° 06' 55.17"	18° 35' 28.56"	10.153.250	15' 45.15"	23° 26' 16.84"	-6 m 29.89 s
29-Jul-22	22:00:00	245.979.041.666.667	126° 45' 50.12"	0.70	129° 09' 21.67"	18° 34' 52.55"	10.153.202	15' 45.15"	23° 26' 16.85"	-6 m 29.80 s
29-Jul-22	23:00:00	245.979.045.833.333	126° 48' 13.58"	0.70	129° 11' 48.16"	18° 34' 16.05"	10.153.154	15' 45.15"	23° 26' 16.85"	-6 m 29.71 s

Tanggal Masehi	Jam	Julian Date	Apparent Ecliptic Longitude	Apparent Ecliptic Latitude	Apparent Right Ascension	Apparent Declination	True Geocentric Distance	Semi Diameter	True Obliquity	Equation Of Time
1 Agu 2022	00:00:00	2459792.5	128° 45' 24.55"	0.61	131° 11' 06.47"	18° 04' 11.81"	10.150.673	15' 45.39"	23° 26' 16.98"	-6 m 23.97 s
1 Agu 2022	01:00:00	245.979.254.166.667	128° 47' 48.07"	0.61	131° 13' 32.16"	18° 03' 34.02"	10.150.620	15' 45.39"	23° 26' 16.98"	-6 m 23.82 s
1 Agu 2022	02:00:00	245.979.258.333.333	128° 50' 11.59"	0.61	131° 15' 57.83"	18° 02' 56.56"	10.150.567	15' 45.04"	23° 26' 16.98"	-6 m 23.68 s
1 Agu 2022	03:00:00	2.459.792.625	128° 52' 35.11"	0.60	131° 18' 23.48"	18° 02' 18.89"	10.150.514	15' 45.04"	23° 26' 16.98"	-6 m 23.53 s
1 Agu 2022	04:00:00	245.979.266.666.667	128° 54' 58.63"	0.60	131° 20' 49.11"	18° 01' 41.19"	10.150.461	15' 45.41"	23° 26' 16.98"	-6 m 23.39 s
1 Agu 2022	05:00:00	245.979.270.833.333	128° 57' 22.15"	0.60	131° 23' 14.73"	18° 01' 03.46"	10.150.407	15' 45.41"	23° 26' 16.99"	-6 m 23.24 s
1 Agu 2022	06:00:00	2459792.75	128° 59' 45.68"	0.59	131° 25' 40.34"	18° 00' 25.07"	10.150.354	15' 45.42"	23° 26' 16.99"	-6 m 23.09 s
1 Agu 2022	07:00:00	245.979.279.166.667	129° 02' 09.02"	0.59	131° 28' 05.92"	17° 59' 47.91"	10.150.300	15' 45.42"	23° 26' 16.99"	-6 m 22.94 s
1 Agu 2022	08:00:00	245.979.283.333.333	129° 04' 32.73"	0.59	131° 30' 31.49"	17° 59' 10.09"	10.150.246	15' 45.43"	23° 26' 16.99"	-6 m 22.79 s
1 Agu 2022	09:00:00	2.459.792.875	129° 06' 56.25"	0.58	131° 32' 57.05"	17° 58' 32.24"	10.150.193	15' 45.43"	23° 26' 16.99"	-6 m 22.63 s
1 Agu 2022	10:00:00	245.979.291.666.667	129° 09' 19.78"	0.58	131° 35' 22.59"	17° 57' 54.36"	10.150.139	15' 45.44"	23° 26' 17.00"	-6 m 22.48 s
1 Agu 2022	11:00:00	245.979.295.833.333	129° 11' 43.31"	0.58	131° 37' 48.11"	17° 57' 16.45"	10.150.085	15' 45.44"	23° 26' 17.00"	-6 m 22.32 s
1 Agu 2022	12:00:00	2459793	129° 14' 06.84"	0.57	131° 40' 13.61"	17° 56' 38.05"	10.149.981	15' 45.45"	23° 26' 17.00"	-6 m 22.17 s
1 Agu 2022	13:00:00	245.979.304.166.667	129° 16' 30.37"	0.57	131° 42' 39.01"	17° 56' 00.53"	10.149.977	15' 45.45"	23° 26' 17.00"	-6 m 22.01 s
1 Agu 2022	14:00:00	245.979.308.333.333	129° 18' 53.09"	0.57	131° 45' 04.58"	17° 55' 22.53"	10.149.923	15' 45.46"	23° 26' 17.00"	-6 m 21.85 s
1 Agu 2022	15:00:00	2.459.793.125	129° 21' 17.44"	0.56	131° 47' 30.03"	17° 54' 44.49"	10.149.868	15' 45.46"	23° 26' 17.00"	-6 m 21.69 s
1 Agu 2022	16:00:00	245.979.316.666.667	129° 23' 40.97"	0.56	131° 49' 55.47"	17° 54' 06.43"	10.149.814	15' 45.47"	23° 26' 17.01"	-6 m 21.53 s
1 Agu 2022	17:00:00	245.979.320.833.333	129° 26' 04.51"	0.55	131° 52' 20.09"	17° 53' 28.33"	10.149.759	15' 45.47"	23° 26' 17.01"	-6 m 21.37 s
1 Agu 2022	18:00:00	2459793.25	129° 28' 28.04"	0.55	131° 54' 46.31"	17° 52' 50.21"	10.149.705	15' 45.48"	23° 26' 17.01"	-6 m 21.21 s
1 Agu 2022	19:00:00	245.979.329.166.667	129° 30' 51.58"	0.55	131° 57' 11.07"	17° 52' 12.05"	10.149.650	15' 45.48"	23° 26' 17.01"	-6 m 21.05 s
1 Agu 2022	20:00:00	245.979.333.333.333	129° 33' 15.12"	0.54	131° 59' 37.07"	17° 51' 33.87"	10.149.595	15' 45.49"	23° 26' 17.01"	-6 m 20.88 s
1 Agu 2022	21:00:00	2.459.793.375	129° 35' 38.66"	0.54	132° 02' 02.43"	17° 50' 55.65"	10.149.540	15' 45.49"	23° 26' 17.01"	-6 m 20.72 s
1 Agu 2022	22:00:00	245.979.341.666.667	129° 38' 02.02"	0.54	132° 04' 27.78"	17° 50' 17.04"	10.149.485	15' 45.05"	23° 26' 17.02"	-6 m 20.55 s
1 Agu 2022	23:00:00	245.979.345.833.333	129° 40' 25.74"	0.53	132° 06' 53.01"	17° 49' 39.13"	10.149.430	15' 45.05"	23° 26' 17.02"	-6 m 20.38 s

Tanggal Masehi	Jam	Julian Date	Apparent Ecliptic Longitude	Apparent Ecliptic Latitude	Apparent Right Ascension	Apparent Declination	True Geocentric Distance	Semi Diameter	True Obliquity	Equation Of Time
31-Jul-22	00:00:00	2459791.5	127° 48' 00.47"	0.67°	130° 12' 45.02"	18° 19' 05.11"	10.151.917	15' 45.27"	23° 26' 16.92"	-6 m 27.01 s
31 Jul 2022	01:00:00	245.979.154.166.667	127° 50' 23.96"	0.67°	130° 15' 11.27"	18° 18' 28.24"	10.151.866	15' 45.27"	23° 26' 16.92"	-6 m 26.99 s
31 Jul 2022	02:00:00	245.979.158.333.333	127° 52' 47.45"	0.67°	130° 17' 37.33"	18° 17' 51.35"	10.151.816	15' 45.28"	23° 26' 16.92"	-6 m 26.87 s
31 Jul 2022	03:00:00	2.459.791.625	127° 55' 10.95"	0.66°	130° 20' 03.37"	18° 17' 14.42"	10.151.765	15' 45.28"	23° 26' 16.93"	-6 m 26.75 s
31 Jul 2022	04:00:00	245.979.166.666.667	127° 57' 34.44"	0.66°	130° 22' 29.39"	18° 16' 37.46"	10.151.714	15' 45.29"	23° 26' 16.93"	-6 m 26.62 s
31 Jul 2022	05:00:00	245.979.170.833.333	127° 59' 57.93"	0.66°	130° 24' 55.04"	18° 16' 00.47"	10.151.663	15' 45.29"	23° 26' 16.93"	-6 m 26.05 s
31 Jul 2022	06:00:00	2459791.75	128° 02' 21.43"	0.66°	130° 27' 21.39"	18° 15' 23.46"	10.151.611	15' 45.03"	23° 26' 16.93"	-6 m 26.38 s
31 Jul 2022	07:00:00	245.979.179.166.667	128° 04' 44.93"	0.66°	130° 29' 47.37"	18° 14' 46.04"	10.151.560	15' 45.03"	23° 26' 16.94"	-6 m 26.25 s
31 Jul 2022	08:00:00	245.979.183.333.333	128° 07' 08.43"	0.65°	130° 32' 13.33"	18° 14' 09.32"	10.151.509	15' 45.31"	23° 26' 16.94"	-6 m 26.13 s
31 Jul 2022	09:00:00	2.459.791.875	128° 09' 31.93"	0.65°	130° 34' 39.27"	18° 13' 32.21"	10.151.457	15' 45.31"	23° 26' 16.94"	-6 m 26.00 s
31 Jul 2022	10:00:00	245.979.191.666.667	128° 11' 55.43"	0.65°	130° 37' 05.02"	18° 12' 55.07"	10.151.406	15' 45.32"	23° 26' 16.94"	-6 m 25.87 s
31 Jul 2022	11:00:00	245.979.195.833.333	128° 14' 18.93"	0.65°	130° 39' 31.11"	18° 12' 17.89"	10.151.354	15' 45.32"	23° 26' 16.95"	-6 m 25.74 s
31 Jul 2022	12:00:00	2459792	128° 16' 42.43"	0.64°	130° 41' 57.00"	18° 11' 40.69"	10.151.302	15' 45.33"	23° 26' 16.95"	-6 m 25.61 s
31 Jul 2022	13:00:00	245.979.204.166.667	128° 19' 05.94"	0.64°	130° 44' 22.88"	18° 11' 03.45"	10.151.250	15' 45.33"	23° 26' 16.95"	-6 m 25.48 s
31 Jul 2022	14:00:00	245.979.208.333.333	128° 21' 29.44"	0.64°	130° 46' 48.74"	18° 10' 26.18"	10.151.198	15' 45.34"	23° 26' 16.95"	-6 m 25.35 s
31 Jul 2022	15:00:00	2.459.792.125	128° 23' 52.95"	0.64°	130° 49' 14.59"	18° 09' 48.88"	10.151.146	15' 45.34"	23° 26' 16.96"	-6 m 25.22 s
31 Jul 2022	16:00:00	245.979.216.666.667	128° 26' 16.45"	0.63°	130° 51' 40.42"	18° 09' 11.55"	10.151.094	15' 45.35"	23° 26' 16.96"	-6 m 25.08 s
31 Jul 2022	17:00:00	245.979.220.833.333	128° 28' 39.96"	0.63°	130° 54' 06.23"	18° 08' 34.19"	10.151.042	15' 45.35"	23° 26' 16.96"	-6 m 24.95 s
31 Jul 2022	18:00:00	2459792.25	128° 31' 03.47"	0.63°	130° 56' 32.03"	18° 07' 56.08"	10.150.989	15' 45.36"	23° 26' 16.96"	-6 m 24.81 s
31 Jul 2022	19:00:00	245.979.229.166.667	128° 33' 26.98"	0.63°	130° 58' 57.81"	18° 07' 19.38"	10.150.937	15' 45.36"	23° 26' 16.96"	-6 m 24.67 s
31 Jul 2022	20:00:00	245.979.233.333.333	128° 35' 50.05"	0.62°	131° 01' 23.58"	18° 06' 41.92"	10.150.884	15' 45.37"	23° 26' 16.97"	-6 m 24.53 s
31 Jul 2022	21:00:00	2.459.792.375	128° 38' 14.01"	0.62°	131° 03' 49.33"	18° 06' 04.44"	10.150.832	15' 45.37"	23° 26' 16.97"	-6 m 24.39 s
31 Jul 2022	22:00:00	245.979.241.666.667	128° 40' 37.52"	0.62°	131° 06' 15.06"	18° 05' 26.93"	10.150.779	15' 45.38"	23° 26' 16.97"	-6 m 24.25 s
31 Jul 2022	23:00:00	245.979.245.833.333	128° 43' 01.04"	0.62°	131° 08' 40.77"	18° 04' 49.38"	10.150.726	15' 45.38"	23° 26' 16.97"	-6 m 24.11 s

E. Dokumentasi Wawancara

Narasumber : Avivah Yamani, S.Si., M.Si.

Alamat : Bandung, Indonesia

Media Sosial : Instagram dan Twitter @ivie97

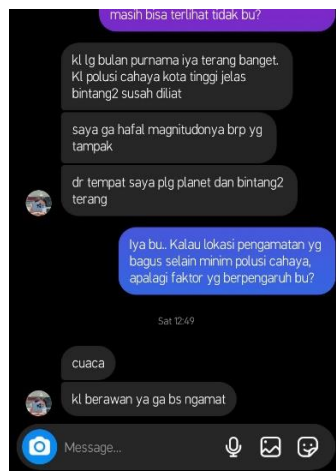
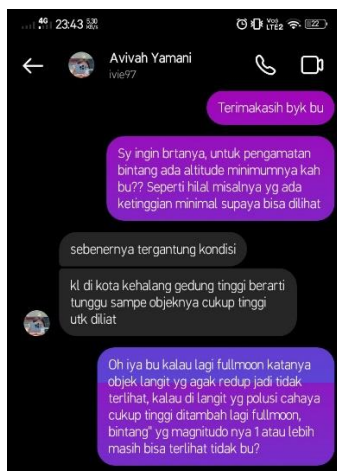
Profesi :

1. Astronom dan Komunikator Astronomi
2. *Project Manager* dari *365 Days of Astronomy, Planetary Science Institute*, Tucson, Arizona, Amerika Serikat
3. *Co-Founder* dan *Owner* Media Astronomi Indonesia - Langit Selatan

Riwayat Pendidikan:

1. S1 Jurusan Astronomi Institut Teknologi Bandung (1997-2003)
2. S2 Jurusan Astronomi Institut Teknologi Bandung (2004-2007)

Wawancara dilakukan pada 3 September 2022 mulai pukul 10:00 WIB melalui *Direct Messenger* dan *Voice Call* via media sosial Instagram.



F. Dokumentasi Observasi Uji Akurasi

1. Dokumentasi Observasi Pertama di MAJT



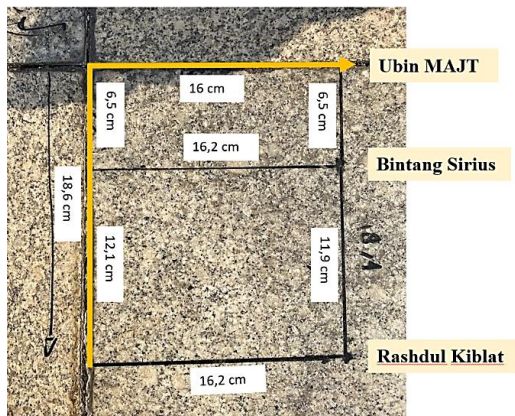
Pembidikan citra bintang Sirius



Pengukuran *Rashd al-Qiblah*



Tampilan GPS saat pengamatan Sirius



Komparasi hasil arah kiblat di lantai MAJT

2. Dokumentasi Observasi Ketiga di Sky Mansion Horizon



Pembidikan citra bintang Sirius



Pengukuran *Rashd al-Qiblah*



Tampilan GPS
saat pengamatan
Sirius



Komparasi hasil arah kiblat di lapangan
Sky Mansion Horizon

3. Dokumentasi Observasi Keempat di Perumahan Koveri Bringin



Pembidikan citra bintang Sirius



Pengukuran *Rashd al-Qiblah*



Komparasi hasil arah kiblat di Perum Koveri



Tampilan GPS saat pengamatan Sirius

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

1. Biografi

Nama : Rahma
Tempat, Tanggal Lahir : Samarinda, 19 Desember 2000
Jenis Kelamin : Perempuan
Agama : Islam
Kewarganegaraan : Indonesia
Golongan Darah : B
Alamat Asal : Jl. Duku No. 162 RT/RW
001/002, Tepian Makmur,
Rantau Pulung, Kabupaten
Kutai Timur, Kalimantan Timur
E-mail : rahmaajoa83@gmail.com
No. HP/WA : 082254164241
Instagram : @rahmazc_

2. Riwayat Pendidikan Formal

1. SDN 008 Rantau Pulung 2006-2012
2. SMPN 2 Rantau Pulung 2012-2015
3. SMAN 1 Rantau Pulung 2015-2018
4. S1 UIN Walisongo Semarang 2018-sekarang

3. Riwayat Pendidikan Non Formal

1. Ponpes Darul Falah Besongo Semarang 2018-2022
2. Lembaga Kursus Gaza English Course 2019