

**ALGORITMA RAŞD AL-QIBLAH HARIAN
DENGAN BINTANG LOKAL SEBAGAI PENENTU
ARAH KIBLAT**

TESIS

Disusun untuk Memenuhi Sebagian Syarat
Guna Memperoleh Gelar Magister
Dalam Ilmu Falak



Oleh:

NAILUL ALVI HIDAYAH
NIM. 2202048002

**PROGRAM MAGISTER ILMU FALAK
FAKULTAS SYARI'AH DAN HUKUM
UIN WALISONGO SEMARANG
2024**

MOTO

﴿وَعَلَّمَ قُلُوبَهُمْ بِالنَّجْمِ هُمْ يَهْتَدُونَ﴾^{١٦}

“ *Dia juga*

mendapat petunjuk. ”

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Nailul Alvi Hidayah
NIM : 2202048002
Judul Penelitian : **Algoritma *Raʿd Al-Qiblah* Harian dengan Bintang Lokal
Sebagai Penentu Arah Kiblat**
Program Studi : Magister Ilmu Falak
Konsentrasi : -

Menyatakan bahwa tesis yang berjudul:

**Algoritma *Raʿd Al-Qiblah* Harian dengan Bintang Lokal Sebagai Penentu
Arah Kiblat**

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

Semarang, 26 Mei 2024

Pembuat pernyataan,



Nailul Alvi Hidayah

NIM. 2202048002

NOTA PEMBIMBING

Semarang, 20 Mei 2024

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Syari'ah dan Hukum

UIN Walisongo

Di Semarang

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

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

Nama : Nailul Alvi Hidayah

NIM : 2202048002

Program Studi : Magister Ilmu Falak

Judul Penelitian : Algoritma *Rasd al-Qiblah* Harian dengan Bintang Lokal Sebagai
Alternatif Penentu Arah Kiblat

Kami memandang bahwa tesis tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Syariah dan Hukum UIN Walisongo untuk diujikan dalam sidang Ujian Tesis

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Pembimbing I



Dr. Fakhruddin Aziz, M. SI.

NOTA PEMBIMBING

Semarang, 13 Mei 2024

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Syaria'ah dan Hukum

UIN Walisongo

Di Semarang

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

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

Nama : Nailul Alvi Hidayah

NIM : 2202048002

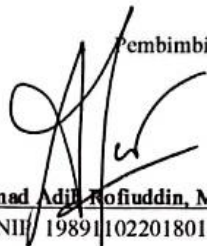
Program Studi : Magister Ilmu Falak

Judul Penelitian : Algoritma *Raʿd al-Qiblah* Harian dengan Bintang Lokal Sebagai Alternatif
Penentu Arah Kiblat

Kami memandang bahwa tesis tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Syariah dan Hukum UIN Walisongo untuk diujikan dalam sidang Ujian Tesis

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Pembimbing II



Dr. Ahmad Adil Rofiuddin, M. SI

NID/ 198911022018011001



**KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG
FAKULTAS SYARI'AH DAN HUKUM**

Jalan Prof. Dr. Hamka Km. 02 Kampus III Semarang 50185, Telp/Fax. (024) 7601291,
Website: <http://fsh.walisongo.ac.id>

PENGESAHAN HASIL UJIAN TESIS

Yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan telah menyetujui Ujian Tesis mahasiswa:

Nama : Nailul Alvi Hidayah
NIM : 2202048002
Judul : Algoritma Rasd al-Qiblah Harian dengan Bintang Lokal Sebagai Penentu
Arah Kiblat

yang telah diseminarkan pada tanggal 28 Mei 2024 dan dinyatakan LULUS oleh majelis penguji:

NAMA

TANGGAL

TANDA TANGAN

Dr. Mahsun, M. Ag.
Ketua Majelis

24/6-2024

Dr. Fakhruddin Aziz, Lc., M.S.I.
Sekretaris

24-06-2024

Prof. Dr. Ahmad Izzuddin, M.Ag.
Penguji 1

19-06-2024

Dr. Muh Arif Royyani, Lc., M.S.I.
Penguji 2

24-06-2024

ABSTRAK

Judul : **Algoritma *Raṣḍ al-Qiblah* Harian dengan Bintang Lokal Sebagai Penentu Arah Kiblat**

Penulis : Nailul Alvi Hidayah

NIM : 2202048002

Arah kiblat dapat ditentukan menggunakan metode *raṣḍ al-qiblah* global Bintang. Namun, metode ini memiliki keterbatasan yaitu tidak semua lokasi di permukaan Bumi dapat melakukan *raṣḍ al-qiblah* global Bintang. Keterbatasan metode *raṣḍ al-qiblah* global Bintang mendasari penulis untuk menawarkan sebuah solusi *raṣḍ al-qiblah* Bintang yang dapat dilakukan setiap hari di setiap titik di permukaan Bumi, yaitu *raṣḍ al-qiblah* harian menggunakan Bintang lokal. Permasalahan yang dikaji dalam penelitian ini adalah (1) Bagaimana algoritma *raṣḍ al-qiblah* harian menggunakan Bintang lokal? (2) Bagaimana akurasi algoritma *raṣḍ al-qiblah* harian menggunakan Bintang lokal?. Studi ini menggunakan metode *library research* dengan pendekatan multidisipliner dan menggunakan analisis deskriptif serta *Miles and Huberman's Flow model* untuk memberi penggambaran umum terkait teori *raṣḍ al-qiblah* harian Bintang serta untuk mereduksi data, menyajikan data, dan juga menarik kesimpulan.

Hasil dari penelitian ini adalah (1) Algoritma *raṣḍ al-qiblah* harian Bintang lokal disusun menggunakan formula yang terdapat dalam buku *Astronomical Algorithm* dengan menambahkan beberapa koreksi seperti koreksi Presesi, Nutasi, dan juga Aberasi untuk mendapatkan hasil perhitungan dengan tingkat akurasi yang tinggi. (2) Metode *raṣḍ al-qiblah* harian Bintang lokal memiliki tingkat akurasi yang tinggi.

Kata Kunci: Algoritma, *Raṣḍ al-qiblah*, Bintang

ABSTRACT

Title : **The Algorithm of Daily *Raṣḍ al-Qiblah* with Local Stars as Qibla Direction Determiner**
Author : Nailul Alvi Hidayah
NIM : 2202048002

The Direction of the qiblah can be determined using the global star *raṣḍ al-qiblah* method. However, this method has limitation that not all location on earth's surface can perform global star *raṣḍ al-qiblah* method. The limitation of this method underlines the author to offer a solution for *raṣḍ al-qiblah* that can be performed daily at any point on the earth's surface, namely daily *raṣḍ al-qiblah* with local Stars. The issues addressed in this study are (1) How is the algorithm of the daily *raṣḍ al-qiblah* using local Stars? (2) How is the accuracy of the daily *raṣḍ al-qiblah* algorithm using local Stars?. This study uses a library research method with a multidisciplinary approach and uses descriptive analysis and Miles Huberman's Flow model to provide a general description of the theory of daily *raṣḍ al-qiblah* with local Stars and to reduce data, present data, and also making conclusions.

The result of this study are (1) The algorithm for daily *raṣḍ al-qiblah* using local Stars composed using formulas found in the Astronomical Algorithm book with the addition of several corrections such as precession, nutation, and aberration so that this method has high level accuracy result. (2) The method of daily *raṣḍ al-qiblah* using local Stars has a high accuracy.

Keywords: Algorithm, *Raṣḍ al-qiblah*, Star

ملخص

العنوان : طريقة تحديد رصد القبة اليومي بالنجوم المحلية كمحدد لجهة القبة

اسم الطالب : نيل ألفي هداية

رقم الطالب : ٢٢٠٢٠٤٨٠٠٢

يمكن تحديد رصد القبة باستخدام طريقة رصد القبة النجم العالمي لجهة القبة. ومع ذلك، فإن هذه الطريقة لها قصور يتمثل في أنه لا يمكن لجميع المواقع على سطح الأرض أن تؤدي طريقة النجم العالمي لرصد القبة، حيث لا يمكن تحديد رصد القبة باستخدام طريقة النجم العالمي. إن محدودية طريقة النجم العالمي لرصد القبة العالمية هي التي دفعت المؤلف إلى تقديم حل لرصد القبة النجمية التي يمكن القيام بها كل يوم في كل نقطة على سطح الأرض، أي رصد القبة اليومي باستخدام النجوم المحلية. والمشكلات التي تمت دراستها في هذه الدراسة هي: (1) كيف تكون صياغة طريقة الرصد اليومي للقبة باستخدام النجوم المحلية؟ (2) كيف تكون دقة صياغة طريقة الرصد اليومي للقبة باستخدام النجوم المحلية؟ تستخدم هذه الدراسة أسلوب البحث المكتبي. بمنهج متعدد التخصصات وتستخدم التحليل الوصفي ونموذج التدفق لمايلز وهوبرمان لإعطاء وصف عام لنظرية الرصد اليومي لصيغة الرصد اليومي للقبة باستخدام النجوم المحلية وكذلك لتقليل البيانات وعرض البيانات واستخلاص النتائج أيضاً.

وتتمثل نتائج هذه الدراسة في (1) تم تجميع طريقة الرصد اليومي للنجم المحلي لرصد القبة باستخدام المعادلة الواردة في كتاب الخوارزميات الفلكية بإضافة العديد من التصحيحات مثل تصحيحات السبق والتبديل والانحراف للحصول على نتائج حسابية بمستوى عالٍ من الدقة. (2) تتميز طريقة حساب ركعات القبة اليومية باستخدام النجوم المحلية بدقة عالية.

الكلمات المفتاحية: رصد القبة اليومي، النجم، طريقة

TRANSLITERASI

Pedoman transliterasi yang digunakan adalah Sistem Transliterasi Arab Latin Berdasarkan SKB Menteri Agama RI No.158/1987 dan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan No. 0543b/U/1987 tertanggal 22 Januari 1988.

A. Konsonan

Huruf Arab	Nama	Huruf Latin	Nama
أ	Alif	Tidak dilambangkan	Tidak dilambangkan
ب	Ba	B	Be
ت	Ta	T	Te
ث	Ṣa	ṣ	es (dengan titik di atas)
ج	Jim	J	Je
ح	Ḥa	ḥ	ha (dengan titik di bawah)
خ	Kha	Kh	ka dan ha
د	Dal	d	De
ذ	Ẓal	ẓ	Zet (dengan titik di atas)
ر	Ra	R	Er
ز	Zai	Z	Zet
س	Sin	S	Es
ش	Syin	Sy	es dan ye
ص	Ṣad	ṣ	es (dengan titik di bawah)
ض	Ḍad	ḍ	de (dengan titik di bawah)
ط	Ta	ṭ	te (dengan titik di bawah)
ظ	Za	ẓ	zet (dengan titik di bawah)

ع	‘ain	‘	koma terbalik (di atas)
غ	Gain	G	Ge
ف	Fa	F	Ef
ق	Qaf	Q	Ki
ك	Kaf	K	Ka
ل	Lam	L	El
م	Mim	M	Em
ن	Nun	N	En
و	Wau	W	We
هـ	Ha	H	Ha
ء	Hamzah	'	apostrof
ي	Ya	Y	Ye

B. Vokal

1. Vokal Tunggal

Huruf Arab	Nama	Huruf Latin	Nama
اَ	Fathah	a	a
اِ	Kasrah	i	i
اُ	Dammah	u	u

2. Vokal Rangkap

Huruf Arab	Nama	Huruf Latin	Nama
اِيّ...	Fathah dan ya	Ai	a dan u
اُوّ...	Fathah dan wau	Au	a dan u

Contoh:

- وَسَطَ *Wasat*
- تَعْدِيلُ *Ta'dil*

- مَيْلٌ *Mail*
- قَوْسٌ *Qous*

C. Maddah

Huruf Arab	Nama	Huruf Latin	Nama
ا...ى...ى...	Fathah dan alif atau ya	ā	a dan garis di atas
ى...ى...	Kasrah dan ya	ī	i dan garis di atas
و...و...	Dammah dan wau	ū	u dan garis di atas

Contoh:

- اِجْتِمَاعٌ *Ijtimā'*
- اِخْتِلَافٌ *Ikhtilāf*
- غُرُوبٌ *Gurūb*

D. Ta' Marbutah

Jika kata terakhir dengan ta' marbutah diikuti oleh kata yang menggunakan kata sandang *al* serta bacaan kedua kata itu terpisah, maka ta' marbutah itu ditransliterasikan dengan “h”.

Contoh:

- رَوْضَةُ الْأَطْفَالِ *raudah al-atfāl/raudahtul atfāl*
- حِصَّةُ الْأَرْضِ *Ḥiṣṣah al-Arḍ/Ḥiṣṣatul al-Arḍ*
- طَلْحَةٌ *ṭalhah*

E. Syaddah (Tasydid)

Syaddah atau tasydid yang dalam tulisan Arab dilambangkan dengan sebuah tanda, tanda syaddah atau tanda

tasydid, ditransliterasikan dengan huruf, yaitu huruf yang sama dengan huruf yang diberi tanda syaddah itu.

Contoh:

- حَاصَّةٌ *Khāṣṣah*
- الْبِرُّ *al-birr*

F. Kata Sandang

Baik diikuti oleh huruf *syamsiyah* maupun *qamariyah*, kata sandang ditulis terpisah dari kata yang mengikuti dan dihubungkan dengan tanpa sempang.

Contoh:

- الزَّمَنُ *az-zamanu*
- الْقَمَرُ *al-qamaru*
- الشَّمْسُ *asy-syamsu*

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirabbil'ālamīn, puji syukur kehadiran Allah *Subhānahu Wata'ālā* yang telah memberikan nikmat, hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis yang berjudul **Algoritma *Raṣd al-Qiblah* Harian dengan Bintang Lokal Sebagai Penentu Arah Kiblat**.

Salawat serta salam senantiasa kita haturkan kepada baginda Rasulullah *Shallallāhu 'Alaihi Wasalam* beserta keluarga, sahabat-sahabat, dan para pengikutnya.

Penulis menyadari bahwa penulisan tesis ini bukanlah hasil jerih payah dari penulis sendiri, melainkan terdapat usaha dan bantuan baik spiritual maupun moral dari berbagai pihak. Maka dari itu, penulis sampaikan terima kasih kepada:

1. Dr. Fakhruddin Aziz, M. SI. dan Dr. Ahmad Adib Rofiuddin, M.SI. selaku dosen pembimbing, yang telah meluangkan waktu tenaga dan pikiran untuk memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penyusunan tesis ini.
2. Kedua orang tua dan adik penulis Bapak Masbuchin, Ibu Nur Sa'adah, dan Indan Qonitah Fitriani beserta keluarga atas segala do'a, dukungan, dan curahan kasih sayang kepada penulis.
3. Prof. Dr. H. Abdul Ghofur, M. Ag., selaku Dekan Fakultas Syariah dan Hukum beserta jajarannya.

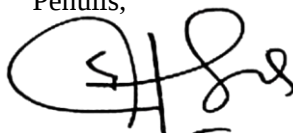
4. Keluarga Magister Ilmu Falak angkatan 2022 khususnya kepada Fika Afhamul Fuscha yang telah meluangkan waktunya untuk berdiskusi dengan penulis.
5. Keluarga Planetarium KH. Zubair Umar al-Jailani yang telah meluangkan waktunya untuk berdiskusi dengan penulis.
6. Dan semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu baik secara langsung maupun tidak langsung yang selalu memberikan bantuan, dorongan, semangat, dan do'a kepada penulis selama melaksanakan studi di UIN Walisongo Semarang.

Penulis berdoa semoga seluruh amal kebaikan dan jasa-jasa dari semua pihak yang telah membantu menjadi amal jariyah. Tesis ini pastinya banyak kekurangan dari segi penulisan maupun redaksi yang dikutip.

Akhirul kalām, penulis menyadari bahwa tesis ini masih jauh dari sempurna. Karena itu penulis mengharapkan saran dan kritik konstruktif demi perbaikan tesis di masa mendatang. Harapan penulis, semoga tesis ini dapat menambah pengetahuan pembaca dan dapat bermanfaat.

Semarang, 23 Mei 2024

Penulis,

A handwritten signature in black ink, consisting of stylized, flowing letters that appear to read 'Nailul Alvi Hidayah'.

Nailul Alvi Hidayah

DAFTAR ISI

MOTO	i
PERNYATAAN KEASLIAN TESIS	ii
NOTA PEMBIMBING	iii
PENGESAHAN HASIL UJIAN TESIS	v
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT	vii
ملخص	viii
TRANSLITERASI	ix
KATA PENGANTAR	xiii
DAFTAR ISI.....	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
DAFTAR TABEL.....	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Rumusan Masalah.....	7
C. Tujuan dan Manfaat Penelitian	8
D. Kajian Pustaka	8
E. Metode Penelitian.....	13
F. Sistematika Pembahasan	16
BAB II TINJAUAN UMUM PENENTUAN ARAH KIBLAT DAN PERGERAKAN BINTANG	18
A. Pengertian Arah Kiblat.....	18
B. Fikih Arah Kiblat	21

C. Raşđ al-Qiblah	31
D. Sistem Tata Koordinat	35
E. Gerak Bintang	42
BAB III METODE RAŞD AL-QIBLAH HARIAN BINTANG LOKAL	47
A. Konsep Metode <i>Raşđ al-qiblah</i> Harian Bintang Lokal 47	
B. Koreksi Variabel Perhitungan	51
BAB IV ALGORITMA RAŞD AL-QIBLAH HARIAN BINTANG LOKAL SEBAGAI ALTERNATIF PENENTU ARAH KIBLAT	62
A. Algoritma <i>Raşđ Al-Qiblah</i> Harian Bintang Lokal	62
B. Akurasi Algoritma <i>Raşđ al-qiblah</i> Harian Bintang Lokal	88
BAB V PENUTUP	100
A. Kesimpulan	100
B. Saran	101
C. Kata Penutup	102
DAFTAR PUSTAKA	103

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Logika arah kiblat	19
Gambar 2. 2 Segitiga bola arah kiblat	20
Gambar 2. 3 Kaidah musallaş.....	27
Gambar 2. 4 Jihah Sugro dan Jihah Kubro.....	28
Gambar 2. 5 Ilustrasi rasd al-qiblah	34
Gambar 2. 6 Sistem Koordinat Geografis	37
Gambar 2. 7 Sistem Koordinat Horizon	39
Gambar 2. 8 Sistem Koordinat Ekuator	40
Gambar 2. 9 Sistem Koordinat Eklptika	42
Gambar 2. 10 Lintasan gerak bintang berdasarkan lintang tempat (Lintang 7 dan 90 derajat)	44
Gambar 2. 11 (a) Big Dipper 30.000 tahun yang lalu. (b) Big Dipper sekarang. (c) Big Dipper 50.000 tahun yang akan datang	46
Gambar 3. 1 Bintang lokal yang melewati lingkaran kiblat	49
Gambar 3. 2 Presesi.....	53
Gambar 3. 3 Nutasi.....	55
Gambar 4. 1 Pengaturan lokasi pada aplikasi Stellarium	65
Gambar 4. 2 Pengaturan waktu pada aplikasi Stellarium.....	65
Gambar 4. 3 Fitur Astronomical Calculation pada aplikasi Stellarium	66
Gambar 4. 4 Data rasd al-qiblah harian Bintang Rasalgethi 12 Mei 2024.....	97
Gambar 4. 5 Data rasd al-qiblah harian Bintang Nasak Shamiyah III 12 Mei 2024	98

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Perbandingan dan Selisih Waktu ketika Bintang melewati lingkaran kiblat metode raşd al-qiblah harian Bintang lokal dan Stellarium.....	6
Tabel 2. 1 Tabel batas toleransi arah kiblat Slamet Hambali	31
Tabel 3. 1 Komponen periodik perhitungan nutasi pada bujur ($\Delta\psi$) dan nutasi pada kemiringan ekliptik ($\Delta\epsilon$) dengan satuan $0'',000157$	
Tabel 4. 1 Daftar Bintang lokal beserta asensio rekta, deklinasi, dan magnitudonya	71
Tabel 4. 2 Daftar proper motion Bintang lokal pada epoch J2000.0	73
Tabel 4. 3 Poper motion pada tanggal 12 Mei 2024.....	74
Tabel 4. 4 Asensio rekta dan deklinasi Bintang yang telah terkoreksi proper motion	76
Tabel 4. 5 Asensio rekta dan deklinasi yang telah terkoreksi presesi.....	77
Tabel 4. 6 Koreksi Nutasi.....	78
Tabel 4. 7 Koreksi Aberasi.....	80
Tabel 4. 8 Asensio rekta dan deklinasi yang telah terkoreksi nutasi dan aberasi.....	81
Tabel 4. 9 SHA Bintang lokal	83
Tabel 4. 10 Daftar meridian pass Bintang	84
Tabel 4. 11 Sudut bantu Bintang dan waktu raşd al-qiblah Bintang	85
Tabel 4. 12 Daftar azimuth Bintang dan selisih azimuth	87
Tabel 4. 13 Perbandingan SHA Bintang menggunakan rumus dan buku Nautical Almanac 2024.....	90
Tabel 4. 14 Selisih azimuth Bintang dan azimuth kiblat pada tanggal 30 Maret 2024	91
Tabel 4. 15 Selisih minimum dan maksimum Bintang lokal di Kota Semarang tahun 2024	93
Tabel 4. 16 Data perhitungan Bintang Rasalgethi dan Nasak Samiyah III.....	96

Tabel 4. 17 Data hasil observasi Bintang Rasalgethi dan Nasak Samiyah III.....	97
--	----

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Arah kiblat merupakan arah terdekat menuju Ka'bah yang dituju umat islam dalam melaksanakan salat. Arah kiblat dapat dicari menggunakan beberapa metode, salah satunya adalah metode *raşd al-qiblah*. *Raşd al-qiblah* merupakan metode penentuan arah kiblat dengan memanfaatkan posisi benda langit saat transit di atas Ka'bah atau saat berada pada titik tertentu di lingkaran kiblat.¹

Penentuan arah kiblat menggunakan metode *raşd al-qiblah* dapat dilakukan dengan bantuan Matahari, Bulan, maupun Bintang. *Raşd al-qiblah* menggunakan Matahari memiliki ketelitian sebesar 30 menit busur karena Matahari memiliki diameter sebesar 30 menit busur.² Sedangkan Bintang memiliki ketelitian yang lebih tinggi dikarenakan visualnya berbetuk seperti titik.³ Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Albert Abraham Michelson dan F. G. Pease, serta beberapa

¹ Abu Sabda, *Ilmu Falak: Rumusan Syar'i Dan Astronomi Seri 1*, ed. A Nurjaman (Bandung: Persis Pers, 2020), 115-122.

² Muh. Ma'rufin Sudiby, *Sang Nabi Pun Berputar* (Solo: Tinta Medina, 2011).

³ C. St. J. H. Daniel and Patrick Moore, *The Atlas of the Universe, The Geographical Journal*, vol. 137, 1971, <https://doi.org/10.2307/1796793>.

penelitian yang tercantum dalam artikel karya John Davis, diketahui bahwa Bintang memiliki diameter sudut sebesar mili detik busur (*mili arc second*) dengan rata-rata sudut senilai 0,8 mili detik busur.⁴

Pada beberapa kondisi, pengamat mungkin tidak bisa melakukan *raşd al-qiblah* menggunakan Matahari dikarenakan cuaca yang tidak mendukung ataupun lokasi pengamat yang tidak bisa menyaksikan fenomena *raşd al-qiblah* global Matahari. Maka dari itu, *raşd al-qiblah* menggunakan Bintang dapat menjadi alternatif bagi daerah yang tidak dapat melakukan *raşd al-qiblah* menggunakan Matahari. Selain memiliki tingkat ketelitian yang tinggi karena diameter sudut yang kecil, Bintang digunakan sebagai penunjuk arah kiblat karena beberapa kelebihan lainnya, seperti banyak tersebar di langit malam dan memiliki gerak diri (*proper motion*) yang kecil sehingga posisinya di koordinat langit dapat dikatakan relatif sama setiap tahunnya.⁵ Hal ini menyebabkan Bintang dapat digunakan sebagai penunjuk arah kiblat di malam hari dalam jangka waktu yang lama.

⁴ A. A. Michelson and F. G. Pease, "Measurement of the Diameter of Alpha-Orionis by the Interferometer," *Proceedings of the National Academy of Sciences* 7, no. 5 (1921): 143–46, <https://doi.org/10.1073/pnas.7.5.143>; John Davis, "The Determination of Angular Diameters of Stars," 1971, 713–20.

⁵Hannu Karttunen et al., *Fundamental Astronomy*, *Fundamental Astronomy*, 2016, <https://doi.org/10.1007/9783662530450>.

Salah satu penelitian *raşd al-qiblah* dengan Bintang telah dilakukan oleh Fathurrahman dalam tesisnya yang berjudul *Formulasi Algoritma Rashdul Kiblat Global Menggunakan Bintang-Bintang Berdeklinasi Sama dengan Lintang Ka'bah*. Penelitian ini berusaha untuk mencari arah kiblat saat Bintang transit di atas Ka'bah (*raşd al-qiblah* global).⁶ Sama seperti konsep *raşd al-qiblah* global Matahari, *raşd al-qiblah* global Bintang memiliki beberapa keterbatasan, yaitu tidak semua lokasi di permukaan Bumi dapat melihat Bintang saat transit di atas Ka'bah sehingga terdapat daerah yang tidak dapat melakukan *raşd al-qiblah* global Bintang. Hanya lokasi yang memiliki bujur geografis tidak lebih dari 90° dari Ka'bah yang bisa melakukan *raşd al-qiblah* global Bintang.⁷

Keterbatasan metode *raşd al-qiblah* global Bintang mendasari penulis untuk menawarkan sebuah solusi *raşd al-qiblah* Bintang yang dapat dilakukan setiap hari disetiap titik di permukaan Bumi, yaitu *raşd al-qiblah* harian menggunakan Bintang lokal. *Raşd al-qiblah* harian Bintang lokal ini dapat menjadi salah satu metode alternatif dalam mencari arah kiblat dan akan menutup celah yang ada pada metode *raşd al-qiblah*

⁶Fathurrahman, "Formulasi Algoritma Rashdul Kiblat Global Menggunakan Bintang-Bintang Berdeklinasi Sama Dengan Lintang Ka'bah" (UIN Walisongo Semarang, 2023).

⁷ Fathurrahman, 89-90.

global Bintang karena dapat dilakukan setiap hari di setiap lokasi.

Raṣd al-qiblah harian Bintang lokal dilakukan dengan mencari waktu saat Bintang melewati lingkaran kiblat. Hal ini dapat dijelaskan dengan teori gerak harian Bintang (*diurnal motion*) yang menunjukkan bahwa Bintang di suatu lokasi dengan rentang deklinasi tertentu akan selalu melewati lingkaran kiblat setiap harinya.⁸ Adanya konsep dan algoritma *raṣd al-qiblah* harian Bintang lokal akan memungkinkan pengamat untuk melakukan *raṣd al-qiblah* Bintang hingga lebih dari 50 kali dalam satu hari karena terdapat banyak Bintang yang akan melewati lingkaran kiblat dalam satu malam.⁹

Bintang yang akan digunakan dalam penelitian ini harus memenuhi beberapa karakteristik, yaitu Bintang yang berada dalam rentang deklinasi yang sesuai dengan lintang tempat dan memiliki nilai magnitudo visual di bawah 5. Nilai magnitudo 5 dipilih karena skala borte tertinggi di Indonesia berkisar di angka 6,¹⁰ dan Bintang redup yang bisa di lihat di skala tersebut memiliki nilai magnitudo visual sebesar 5.¹¹ Bintang-Bintang yang memenuhi kriteria ini kemudian akan disebut sebagai

⁸ Hasil pengamatan penulis pada aplikasi Stellarium

⁹ Hasil Pengamatan penulis pada aplikasi Stellarium

¹⁰ Agustinus Gunawan Admiranto et al., “Light Pollution Observations in Indonesia,” in *Light Pollution, Urbanization and Ecology*, 2022, <https://doi.org/10.5772/intechopen.96897>.

¹¹ *Stellarium's Astronomical Calculation*.

Bintang lokal, artinya, Bintang yang dapat digunakan di suatu lokasi tidak selalu dapat digunakan di lokasi yang lain.

Algoritma *raşd al-qiblah* Bintang lokal memiliki serangkaian langkah yang hampir sama dengan algoritma *raşd al-qiblah* harian menggunakan Matahari. Data yang digunakan dalam perhitungan *raşd al-qiblah* harian Matahari meliputi deklinasi dan *equation of time* atau perata waktu Matahari.¹² Sedangkan data yang digunakan dalam algoritma *raşd al-qiblah* harian Bintang lokal meliputi deklinasi dan asensio rekta Bintang. Algoritma *raşd al-qiblah* Bintang lokal dalam penelitian ini juga akan menggunakan beberapa koreksi seperti koreksi *proper motion*, koreksi presisi, nutasi, dan juga aberasi sehingga perhitungan mendapatkan hasil yang akurat.

Penentuan arah kiblat menggunakan metode *raşd al-qiblah* harian Bintang lokal dapat meningkatkan frekuensi penentuan arah kiblat yang awalnya hanya 1 kali dalam satu hari menjadi beberapa kali dalam sehari. Berikut adalah tabel dari selisih waktu kiblat metode *raşd al-qiblah* harian Bintang lokal dan *Stellarium* menggunakan 5 Bintang di Kota Semarang ($6^{\circ}59'30''$ LS dan $110^{\circ}51'30''$ BT):

¹² Slamet Hambali, “Ilmu Falak Arah Kiblat Setiap Saat,” Yogyakarta: Pustaka Ilmu Yogyakarta, 2013.

Tabel 1. 1 Perbandingan dan Selisih Waktu ketika Bintang melewati lingkaran kiblat metode raşd al-qiblah harian Bintang lokal dan Stellarium

No.	Nama Bintang	Tanggal	<i>Raşd al - qiblah</i> harian Bintang lokal (WIB)	Stellarium (WIB)	Selisih
1.	Betelgeuse	1 Januari 2024	00:53:43,55	00:59:35	00:05:51,45
	Aldebaran		01:06:53,43	01:12:27	00:05:33,57
	Altair		15:02:57,16	15:06:31	00:03:33,84
	Algenib		20:29:43,34	20:32:13	00:02:29,66
	Alnilam		23:20:32,73	23:22:53	00:02:20,27
2.	Betelgeuse	1 Februari 2024	22:51:49,94	22:53:47	00:01:57,06
	Aldebaran		23:05:00,00	23:06:41	00:01:41,00
	Altair		13:01:03,56	13:04:38	00:03:34,44
	Algenib		18:27:49,26	18:30:20	00:02:30,74
	Alnilam		21:18:39,91	21:21:00	00:02:20,09
3.	Betelgeuse	1 Maret 2024	20:57:48,04	20:59:45	00:01:56,96
	Aldebaran		21:10:57,85	21:12:37	00:01:39,15
	Altair		11:07:02,36	11:10:36	00:03:33,64
	Algenib		16:33:47,24	16:36:15	00:02:27,76
	Alnilam		19:24:36,90	19:26:58	00:02:21,10
4.	Betelgeuse	1 April 2024	18:55:54,41	18:57:51	00:01:56,59
	Aldebaran		19:09:04,14	19:10:43	00:01:38,86
	Altair		09:05:10,02	09:08:43	00:03:32,98
	Algenib		14:31:53,95	14:34:22	00:02:28,05
	Alnilam		17:22:43,26	17:25:04	00:02:20,74
5.	Betelgeuse	1 Mei 2024	16:57:57,01	16:59:54	00:01:56,99
	Aldebaran		17:11:06,74	17:12:46	00:01:39,26
	Altair		07:07:14,10	07:10:47	00:03:32,90
	Algenib		12:33:57,39	12:36:25	00:02:27,61
	Alnilam		15:24:45,99	15:27:07	00:02:21,01
6.	Betelgeuse	1 Juni 2024	14:56:04,13	14:58:01	00:01:56,87
	Aldebaran		15:09:13,97	15:10:53	00:01:39,03
	Altair		05:05:22,59	05:08:56	00:03:33,41
	Algenib		10:32:05,73	10:34:33	00:02:27,27
	Alnilam		13:22:53,31	13:25:14	00:02:20,69

Tabel di atas menunjukkan bahwa selisih waktu ketika Bintang melewati lingkaran kiblat dengan metode *raşd al-*

qiblah harian Bintang lokal dan juga *Stellarium* berkisar antara 1 hingga 5 menit. Artinya, kemelencengan sudut arah kiblat Bintang dari 2 metode tersebut berkisar antara 30 hingga 90 menit busur. Selisih ini akan berbeda tergantung pada Bintang yang digunakan.

Adanya metode *raşd al-qiblah* harian Bintang lokal ini dapat memberi manfaat bagi praktisi astronomi/ilmu falak maupun masyarakat/*traveler* yang berada di alam bebas sehingga dapat menentukan arah kiblat dengan akurat. Beranjak dari latar belakang masalah yang telah dijelaskan sebelumnya, maka algoritma penentuan arah kiblat menggunakan metode *raşd al-qiblah* harian Bintang lokal perlu diteliti sehingga dapat melengkapi keterbatasan yang dimiliki oleh *raşd al-qiblah* global Bintang dan agar penentuan arah kiblat memiliki jangkauan waktu dan tempat yang lebih luas.

B. Rumusan Masalah

Latar belakang yang telah dipaparkan sebelumnya mendasari penulis untuk membuat beberapa rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana algoritma *raşd al-qiblah* harian menggunakan Bintang lokal?
2. Bagaimana akurasi algoritma *raşd al-qiblah* harian menggunakan Bintang lokal?

C. Tujuan dan Manfaat Penelitian

Adapun tujuan yang akan didapat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui algoritma *raşd al-qiblah* harian menggunakan Bintang lokal.
2. Mengetahui tingkat akurasi algoritma *raşd al-qiblah* harian menggunakan Bintang lokal.

Adapun manfaat yang akan di dapatkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menjadi alternatif metode penentuan arah kiblat bagi masyarakat yang tidak bisa melakukan *raşd al-qiblah* dengan Matahari maupun *raşd al-qiblah* global Bintang.
2. Memberi sumbangan pemikiran falak atas celah-celah yang masih ada dalam bidang penentuan arah kiblat.

D. Kajian Pustaka

Saat ini, terdapat banyak penelitian yang mengangkat topik mengenai metode *raşd al-qiblah* menggunakan Bintang. Maka, untuk menghindari terjadinya duplikasi dan kesamaan dalam penelitian sebelumnya, penulis melakukan kajian pustaka terhadap beberapa penelitian yang sudah ada dengan rincian sebagai berikut:

1. Fathurrahman dalam tesisnya yang berjudul *Formulasi Algoritma Rashdul Kiblat Global Menggunakan Bintang-*

*Bintang Berdeklinasi Sama dengan Lintang Ka'bah.*¹³

Penelitian ini berusaha memformulasikan rumus untuk mencari *raşd al-qiblah* menggunakan Bintang yang transit tepat di atas Ka'bah. Karakteristik Bintang yang digunakan dalam penelitian ini adalah berdeklinasi sama dengan lintang Ka'bah. Perbedaan penelitian ini dengan penelitian yang dilakukan penulis terdapat pada konsep dan karakteristik Bintang. Penulis mencari waktu saat Bintang tepat berada di lingkaran kiblat suatu tempat dan karakteristik Bintang yang digunakan dalam penelitian penulis adalah memiliki rentang deklinasi yang sesuai dengan lokasi pengamat dan memiliki nilai magnitudo kurang dari 5.

2. Sayehu dan Aspandi dalam artikel berjudul *Fiqh and Astronomical Rashdul Qibla; Determining the Direction of the Qibla by Using a Stellarium* yang diterbitkan dalam Jurnal Al-Marshad Vol. 9, No. 1 Tahun 2023.¹⁴ Penelitian ini menjelaskan bagaimana *raşd al-qiblah* dalam pandangan fikih dan astronomi, serta cara mencari waktu *raşd al-qiblah* menggunakan aplikasi Stellarium, baik *raşd al-qiblah*

¹³ Fathurrahman, "Formulasi Algoritma Rashdul Kiblat Global Menggunakan Bintang-Bintang Berdeklinasi Sama Dengan Lintang Ka'bah."

¹⁴ Sayehu and Aspandi, "Fiqh and Astronomical Rashdul Qibla; Determining the Direction of the Qibla by Using a Stellarium," *Al-Marshad: Jurnal Astronomi Islam Dan Ilmu-Ilmu Berkaitan* 9, no. 1 (2023): 41–58, <https://doi.org/10.30596/jam.v9i1.14554>.

menggunakan Matahari maupun menggunakan Bintang. Penelitian ini dan penelitian penulis memiliki kesamaan yaitu sama-sama menggunakan aplikasi Stellarium. Perbedaannya terletak pada kegunaan aplikasi Stellarium. Pada artikel ini, Stellarium digunakan untuk menentukan waktu *raʿd al-qiblah*, sedangkan pada penelitian yang dilakukan penulis, Stellarium digunakan untuk mencari data koordinat Bintang menggunakan fitur *Astronomical Position Calculation*.

3. M. Ihtirozun Ni'am dkk dalam artikel berjudul *Qibla Direction with The Constellation (Study of Determination of Qibla Direction with Gubug Penceng)* yang dimuat dalam Jurnal Al-Hilal Vol. 2 No. 2 Tahun 2020.¹⁵ Dalam artikel ini, Ihtirozun Ni'am dkk melakukan penelitian lapangan dan berfokus untuk menentukan arah kiblat menggunakan selisish azimut dari Bintang *Acrux* dengan azimut kiblat. Jenis penelitian dan substansi dari penelitian ini dan penelitian penulis jelas berbeda karena penulis melakukan penelitian kepustakaan dan tidak berfokus untuk membuktikan apakah suatu Bintang dapat dijadikan patokan

¹⁵ M Ihtirozun Ni'am, Muhammad Fiki Burhanuddin, and Nizma Nur Rahmi, "Qibla Direction With the Constellation (Study of Determination of Qibla Direction With Gubug Penceng)," *Al-Hilal: Journal of Islamic Astronomy* 2, no. 2 (2021): 162–93, <https://doi.org/10.21580/al-hilal.2020.2.2.7964>.

penentu arah kiblat, melainkan berfokus pada pembuatan algoritma atau rumus *raşd al-qiblah* harian menggunakan Bintang lokal.

4. Reza Akbar dan Riza Afrian Mustaqim dalam artikel berjudul *Theoretical Study of the Use of the Polaris Star as a Reference for the North Point Point in Determining the Qibla Direction* yang diterbitkan dalam Jurnal Ilmiah Islam Futura Vol. 22, No. 1 tahun 2022.¹⁶ Artikel ini membahas mengenai penggunaan Bintang Polaris sebagai referensi acuan arah utara sebagai penentu arah kiblat, baik untuk pengamat di lintang utara maupun lintang selatan. Posisi polaris ini kemudian digunakan untuk mencari arah kiblat dengan menggeser theodolite sebesar nilai azimuth kiblat. Penelitian ini berbeda dengan penelitian penulis, karena penulis tidak berfokus pada penentuan arah utara sejati, tapi berfokus pada pembuatan algoritma atau rumus *raşd al-qiblah* harian menggunakan Bintang.
5. Samsul Halim dalam artikel yang berjudul *Studi Analisis Terhadap Bintang Rigel Sebagai Acuan Penentu Arah Kiblat di Malam Hari* yang dimuat dalam jurnal Al-Afaq Vol. 2,

¹⁶ Reza Akbar and Riza Afrian Mustaqim, "Theoretical Study of the Use of the Polaris Star As a Reference for the North Point in Determining the Qibla Direction," *Jurnal Ilmiah Islam Futura* 22, no. 1 (2022): 16–28, <https://doi.org/10.22373/jiif.v22i1.9411>.

No. 1 tahun 2020.¹⁷ Artikel ini membahas mengenai penggunaan azimut Bintang Rigel sebagai acuan penentuan arah utara sejati. Setelah arah utara sejati ditemukan, barulah pengamat bisa menentukan arah kiblat dengan beda azimut Bintang dan kiblat. Penelitian ini berbeda dengan penelitian penulis karena penulis tidak perlu mencari arah utara sejati dan tidak menggunakan beda azimut untuk menentukan arah kiblat.

6. Muchammad Abdul Chafid dalam skripsinya yang berjudul *Studi Analisis Bintang Altair Sebagai Acuan Penentuan Arah Kiblat*.¹⁸ Penelitian ini berfokus pada penggunaan Bintang sebagai penentu arah kiblat di malam hari menggunakan konsep *raşd al-qiblah* harian. Penelitian ini hanya menggunakan satu Bintang yaitu Bintang altair. Selain itu, data Bintang seperti *meridian passage*, GHA Aries, dan SHA Bintang masih melihat tabel *Nautical Almanac*. Perbedaan penelitian ini dan penelitian penulis terdapat pada jumlah Bintang, karakteristik Bintang, membuat perhitungan *meridian passage*, GHA Aries, dan SHA Bintang, dan

¹⁷ Samsul Halim, “Studi Analisis Terhadap Bintang Rigel Sebagai Acuan Penentu Arah Kiblat Di Malam Hari,” *Al-Afaq* 2, no. 1 (2020): 31–52.

¹⁸ Muchammad Abdul Chafid, “Studi Analisis Bintang Altair Sebagai Acuan Penentuan Arah Kiblat” (UIN Walisongo Semarang, 2022).

menambah koreksi *proper motion*, presesi, nutasi, dan juga aberasi pada algoritmanya.

Dari 6 penelitian terdahulu yang telah disebutkan, dapat disimpulkan bahwa belum ada penelitian sebelumnya yang berfokus untuk membuat formula algoritma *raşd al-qiblah* harian dengan Bintang lokal untuk penentuan arah kiblat.

E. Metode Penelitian

1. Jenis dan pendekatan penelitian

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Library Research* atau penelitian pustaka dengan pendekatan multidisipliner karena dalam menyelesaikan permasalahan penelitian ini, penulis melibatkan ilmu astronomi, matematika, dan ilmu falak.

2. Sumber data

Sumber data yang digunakan dalam penelitian ini dibagi menjadi dua, yaitu sumber data primer dan sumber data sekunder. Sumber data primer dalam penelitian ini adalah Fitur *Astronomical Position Calculation* dalam aplikasi *Stellarium*. Fitur *Stellarium's Astronomical Position Calculation* digunakan untuk mengambil data Bintang yang meliputi nama Bintang, asensiorekta, deklinasi, dan juga magnitudo visualnya. Data yang diambil adalah data Bintang pada epoch J2000.0. Karena epoch data yang digunakan

adalah J2000.0, maka data tersebut masih memerlukan koreksi.

Sumber data sekunder dalam penelitian ini meliputi buku-buku, artikel, dan sumber lain yang berkaitan dengan topik penelitian seperti *Astronomical Algorithm* karya Jean Meeus sebagai sumber dari formula-formula koreksi yang dibutuhkan dalam penelitian ini, *Fundamental Catalog 5*, *Fundamental Astronomy Fifth Edition*, *The Star; The Definitive Visual Guide to the*, Ilmu Falak Praktis karya Dr. H. Ahmad Izzuddin, Ilmu Falak; Arah Kiblat Setiap Saat karya Slamet Hambali, dan lain-lain.

3. Fokus penelitian

Penelitian ini berfokus pada penyusunan algoritma *raşd al-qiblah* harian menggunakan Bintang-Bintang lokal dengan menambah koreksi *proper motion*, presesi, nutasi, dan juga aberasi yang nantinya dapat digunakan untuk menentukan arah kiblat setiap hari di setiap lokasi dengan hasil yang akurat.

4. Metode pengumpulan data

Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi dokumentasi. Proses ini dilakukan dengan menggunakan bantuan *Software Visual Basic for Application Microsoft Excel (VBA Microsoft Excel)* yang memuat perhitungan *raşd al-qiblah* harian Bintang lokal.

Aplikasi ini nantinya akan digunakan untuk mengumpulkan data Bintang dengan menambahkan koreksi-koreksi seperti presesi, nutasi, dan juga aberasi. Aplikasi ini juga digunakan untuk menghitung *raşd al-qiblah* harian Bintang lokal selama 365 hari di Kota Semarang.

5. Teknik analisis data

Data yang terkumpul dalam penelitian ini nantinya akan dianalisis menggunakan teknik analisis deskriptif dan *Miles and Huberman's Flow model*. Teknik analisis deskriptif digunakan untuk memberi penggambaran umum terkait pengembangan teori *raşd al-qiblah* harian Matahari menjadi *raşd al-qiblah* harian menggunakan Bintang. Sedangkan *Miles and Huberman's Flow model* digunakan untuk mereduksi data, menyajikan data, dan juga menarik kesimpulan.¹⁹

Data-data Bintang yang didapat melalui aplikasi *Stellarium* akan dikumpulkan terlebih dahulu dalam *Microsoft Excel* kemudian direduksi dengan membuang data-data Bintang yang tidak sesuai dengan kriteria. Data-data Bintang tersebut kemudian diolah menggunakan rumus-rumus koreksi yang ada pada buku *Astronomical Algorithm* sehingga dapat disajikan jam *raşd al-qiblah* Bintang lokal

¹⁹ Matthew B. Miles and A. Michael Huberman, *Qualitative Data Analysis*, ed. Rebecca Holland, *SAGE Publications*, 2nd ed. (United States of America, 1994), 10-12.

selama 365 hari. Data-Data yang telah terkumpul (mulai dari data Bintang hingga jam *raşd al-qiblah*) kemudian dianalisis secara deskriptif untuk dapat menemukan konsep dari *raşd al-qiblah* harian Bintang lokal.

F. Sistematika Pembahasan

Secara garis besar, penelitian ini dibagi menjadi lima bab yang setiap babnya terdiri dari beberapa sub pembahasan, sehingga sistematika pembahasan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

Bab I mencakup pendahuluan yang meliputi pembahasan mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, kajian pustaka, metode penelitian, dan sistematika pembahasan.

Bab II berisi landasan teori yang digunakan dalam penelitian ini yang meliputi pengertian arah kiblat, fikih arah kiblat, *raşd al-qiblah*, sistem tata koordinat, dan gerak Bintang.

Bab III membahas spesifik mengenai metode *raşd al-qiblah* harian Bintang lokal. Bab ini berisi konsep metode *raşd al-qiblah* harian Bintang lokal dan koreksi variabel perhitungan.

Bab IV membahas formulasi dan akurasi metode *raşd al-qiblah* harian Bintang. Maka, bab ini memiliki 2 sub pembahasan yaitu formulasi algoritma *raşd al-qiblah* harian

Bintang lokal dan akurasi algoritma *raşd al-qiblah* harian
Bintang lokal.

Bab V merupakan penutup dari penelitian ini yang berisi
kesimpulan dan saran-saran untuk penelitian selanjutnya.

BAB II

TINJAUAN UMUM PENENTUAN ARAH KIBLAT DAN PERGERAKAN BINTANG

A. Pengertian Arah Kiblat

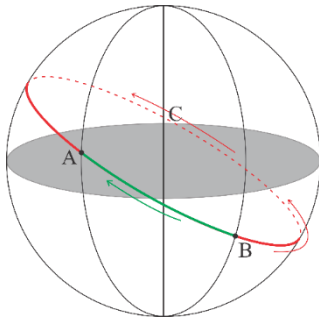
Kata kiblat berasal dari bahasa arab القبلة yang berarti Hadapan.²⁰ Dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia, kiblat berarti arah ke Ka'bah di Makkah (pada waktu salat).²¹ Menurut Slamet Hambali, kiblat merupakan arah menuju Ka'bah (*Baitullah*) melalui jalur paling terdekat dan menjadi keharusan bagi setiap orang muslim untuk menghadap ke arah tersebut pada saat melaksanakan ibadah salat, di manapun berada di belahan dunia ini.²² Sedangkan menurut Ahmad Izzuddin, kiblat merupakan arah terdekat seseorang menuju Ka'bah dan setiap muslim wajib menghadap ke arahnya saat mengerjakan salat.²³

²⁰ Ahmad Warson Munawwir, "Kamus Al-Munawwir Arab-Indonesia Terlengkap," *Pustaka Progressif*, 1984, 1088.

²¹ Badan Pengembangan Bahasa dan Perbukuan Kemendikbud RI, "Kamus Besar Bahasa Indonesia (Edisi Kelima)" (Jakarta: Balai Pustaka, 2020).

²² Slamet Hambali, "Ilmu Falak 1: Penentuan Awal Waktu Shalat & Arah Kiblat Seluruh Dunia," *Semarang: Program Pascasarjana IAIN Walisongo* 167 (2011), 167.

²³ Izzudin, *Ilmu Falak Praktis*, 20.



Gambar 2. 1 Logika arah kiblat

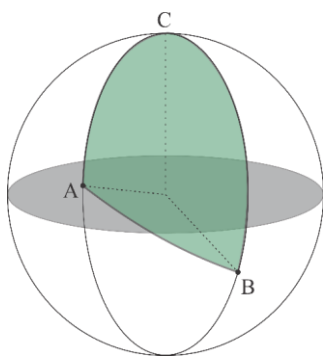
terdekat yang diukur melalui lingkaran besar.²⁴ Seperti halnya pada gambar 2.1, arah ditunjukkan oleh busur BA dan bukan busur BCA. Oleh karena itu, apabila kita asumsikan A sebagai Ka’bah dan B adalah lokasi atau markaz pengamat, maka arah kiblat Kota B adalah garis dengan warna hijau, bukan garis dengan warna merah. Lingkaran bola Bumi yang dilalui oleh arah kiblat disebut sebagai lingkaran kiblat.²⁵

Definisi arah dapat bervariasi tergantung pada pendekatan teori yang digunakan. Dalam teori navigasi, arah diartikan sebagai garis antara dua titik dengan mengabaikan bentuk elips Bumi. Dalam teori ini, Bumi diasumsikan sebagai bidang datar sehingga garis yang dihasilkan mempunyai sudut yang tetap (*loxodrom*). Dalam teori navigasi, arah yang

²⁴ Agus Solikin, *Matematika Falak* (Cirebon: Lovrinz Publishing, 2017), 30.

²⁵ Slamet Hambali, “Ilmu Falak Arah Kiblat Setiap Saat,” *Yogyakarta: Pustaka Ilmu Yogyakarta*, 2013, 14.

dihasilkan adalah arah perjalanan.²⁶ Sedangkan dalam teori geodesi, konsep arah seringkali terkait dengan azimuth, yang merujuk pada sudut yang terbentuk pada lingkaran besar Bumi dan melibatkan sudut yang tidak tetap (*orthodrom*) beserta jarak terdekat.²⁷ Dalam perhitungan arah kiblat, konsep arah yang digunakan adalah konsep arah dalam geodesi karena yang dimaksud dengan arah kiblat adalah “arah menghadap”, bukan “arah perjalanan”.²⁸



Gambar 2. 2 Segitiga bola arah kiblat

Arah kiblat dapat ditentukan dengan melakukan perhitungan dan pengukuran. Metode perhitungan arah kiblat yang paling umum digunakan adalah metode segitiga bola. Segitiga bola adalah segitiga yang setiap sisinya merupakan bagian dari lingkaran besar di

²⁶ Ahmad Izzuddin, *Kajian Terhadap Metode-Metode Penentuan Arah Kiblat Dan Akurasinya* (Jakarta: Kementerian Agama Republik Indonesia, 2012), 125.

²⁷ Ahmad Izzuddin, “Metode Penentuan Arah Kiblat Dan Akurasinya,” in *Annual International Conference on Islamic Studies XII* (Surabaya, 2012), 773–74, <https://core.ac.uk/download/pdf/34212337.pdf>.

²⁸ Izzuddin, *Kajian Terhadap Metode-Metode Penentuan Arah Kiblat Dan Akurasinya*, 125.

permukaan bola.²⁹ Dalam penentuan arah kiblat, 3 sudut segitiga bola arah kiblat ditandai dengan A sebagai Ka'bah, B sebagai lokasi pengamat, dan C sebagai kutub utara. Dalam hal ini, titik A dan titik C merupakan titik yang selalu tetap, sedangkan titik B bisa berubah-ubah sesuai dengan lokasi pengamat. Setelah melakukan perhitungan, arah kiblat dapat dicari menggunakan pengukuran. Pengukuran arah kiblat dapat dilakukan dengan memanfaatkan beda azimut kiblat maupun bayangan Matahari (*raşd al-qiblah*).

B. Fikih Arah Kiblat

Perintah menghadap arah kiblat telah dijelaskan dalam al-Qur'an. Beberapa ayat dalam al-Qur'an yang membahas mengenai arah kiblat adalah sebagai berikut:

1. Qur'an surat al-Baqarah ayat 144

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

Sungguh, Kami melihat wajahmu (Nabi Muhammad) sering menengadah ke langit. Maka, pasti akan Kami palingkan engkau ke kiblat yang engkau sukai. Lalu, hadapkanlah wajahmu ke arah Masjidilharam. Di mana pun kamu sekalian berada, hadapkanlah

²⁹ TOASTI, *Buku Sakti Olimpiade Astronomi* (Bandung: Yrama Widya, 2019).

wajahmu ke arah itu. Sesungguhnya orang-orang yang diberi kitab benar-benar mengetahui bahwa (pemindahan kiblat ke Masjidilharam) itu adalah kebenaran dari Tuhan mereka. Allah tidak lengah terhadap apa yang mereka kerjakan.³⁰ (Q.S Al-Baqarah [2]:144).

2. Qur'an surat al-Baqarah ayat 149

وَمِنْ حَيْثُ خَرَجْتَ فَوَلِّ وَجْهَكَ شَطْرَ الْمَسْجِدِ الْحَرَامِ ۚ وَإِنَّهُ لَلْحَقُّ مِنْ رَبِّكَ ۚ 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.

3. Qur'an surat al-Baqarah ayat 150

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

Dari mana pun engkau (Nabi Muhammad) keluar, maka hadapkanlah wajahmu ke arah Masjidilharam. 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

³⁰ Yayasan Penyelenggara Penterjemah Mushaf Al-Quran Departemen Agama RI, “Al-Qur'an Dan Tafsirnya,” in 4 (Jakarta: Widya Cahaya, 2002).

Aku sempurnakan nikmat-Ku kepadamu dan agar kamu mendapat petunjuk.

Pada surat al-Baqarah ayat 144, perintah menghadap kiblat terkandung didalam kata “فَوَلِّ” yang berarti palingkanlah atau hadapkanlah. Dalam disiplin *ilmu usul fiqh*, penggunaan kata perintah yang terkait dengan aspek ‘*ubudiyah* menandakan adanya suatu kewajiban, sejalan dengan prinsip kaidah hukum Islam yaitu *الْأَصْلُ فِي الْأَمْرِ لِلْجُحُوبِ*, yang artinya, “Pada dasarnya kalimat perintah itu menunjukkan wajib”.³¹ Para ulama’ sepakat bahwa bagi orang-orang yang dapat melihat Ka’bah secara langsung, wajib baginya untuk menghadap langsung ke arah Ka’bah (*ainul ka’bah*). Sedangkan untuk orang-orang yang berada jauh dari Ka’bah, beberapa ulama seperti Imam Hanafi, Imam Maliki, dan Imam Hanbali berpendapat bahwa mereka cukup menghadap secara *zhon* (perkiraan) ke arah Ka’bah (*jihatul ka’bah*).

Dalam ayat ini pula, makna kata “شَطْرَ” pada lafaz “فَوَلِّ وَجْهَكَ شَطْرَ الْمَسْجِدِ الْحَرَامِ” adalah arah atau penjurur. Kewajiban menghadap kiblat ketika melaksanakan salat adalah menghadapkan seluruh anggota tubuh ke arah kiblat, tidak cukup hanya dengan menghadapkan wajahnya saja. Kata

³¹ Alaidin Koto, *Ilmu Fiqih Dan Ilmu Ushul Fiqih* (Jakarta: Rajagrafindo Persada, 2004), 151.

“وَجْهَكَ” dalam ilmu Balaghoh tersebut termasuk *majaz Mursal* ‘*alaqatuhi al-juz’iyyah* (ذِكْرُ الْجُزْءِ وَإِرْدَةُ الْكُلِّ), karena wajah sendiri itu bagian dari anggota tubuh.³² Makna tersebut juga sesuai dengan hadis Nabi Muhammad sebagai berikut.³³

حَدَّثَنَا أَبُو بَكْرِ بْنُ أَبِي شَيْبَةَ ، حَدَّثَنَا عَفَّانُ ، حَدَّثَنَا حَمَّادُ بْنُ سَلَمَةَ ، عَنْ ثَابِتٍ ، عَنْ أَنَسٍ « أَنَّ رَسُولَ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ كَانَ يُصَلِّي نَحْوَ بَيْتِ الْمَقْدِسِ فَنَزَلَتْ {قَدْ نَرَى تَقَلُّبَ وَجْهِكَ فِي السَّمَاءِ فَلَنُوَلِّيَنَّكَ قِبْلَةً تَرْضَاهَا فَوَلِّ وَجْهَكَ شَطْرَ الْمَسْجِدِ الْحَرَامِ} فَمَرَّ رَجُلٌ مِنْ بَنِي سَلَمَةَ وَهُمْ رُكُوعٌ فِي صَلَاةِ الْفَجْرِ ، وَقَدْ صَلَّوْا رَكْعَةً فَنَادَى: أَلَا إِنَّ الْقِبْلَةَ قَدْ حَوَّلْتُ ، فَمَالُوا كَمَا هُمْ نَحْوَ الْقِبْلَةِ

Abu Bakr ibn Abi Syaibah telah menceritakan kepada kami, Affan telah menceritakan kepada kami, Hammad ibn Salamah menceritakan kepada kami, dari Šabit, dari Anas: Sesungguhnya Rasulullah ṣallallahu ‘alaihi wa sallam (pada suatu hari) sedang shalat meghadap ke Bait al-Maqdis, kemudian turunlah ayat “Sungguh, Kami melihat wajahmu (Nabi Muhammad) sering menengadahkan ke langit. Maka, pasti akan Kami palingkan engkau ke kiblat yang engkau sukai. Lalu, hadapkanlah wajahmu ke arah Masjid al-haram”. Kemudian ada seseorang dari bani Salamah berpergian, menjumpai sekelompok sahabat sedang

³² Abu Abdullah Ibn Muhammad Ibn Hasan, “Mafatih Al-Gaib,” in 4 (Beirut: Dar al-Ihya’ At-Turats, 1420), 97.

³³ Muslim Ibn Hajaj Ibn Muslim, “Shahih Muslim,” in 3 (Turkiya: Dar al-Thaba’ah al-‘Amirah, 1334), 66.

ruku' pada shalat fajar. Lalu ia menyeru: "Sesungguhnya kiblat telah berubah". Lalu mereka berpaling seperti kelompok Nabi, yakni arah kiblat.

Selain menjelaskan mengenai perintah untuk menghadap kiblat, Allah Swt. juga memberikan petunjuk tentang arah kiblat yang dapat dicari menggunakan benda-benda langit pada surat al-An'am ayat 97 dan an-Nahl ayat 16.

1. Qur'an surat al-An'am ayat 97

وَهُوَ الَّذِي جَعَلَ لَكُمُ النُّجُومَ لِتَهْتَدُوا بِهَا فِي ظُلُمَاتِ الْبَرِّ وَالْبَحْرِ ۚ قَدْ فَصَّلْنَا الْآيَاتِ 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.

2. Qur'an surat an-Nahl ayat 16

وَعَلَّمَتْهُمُ النُّجُومَ هُمْ يَهْتَدُونَ

(Dia juga menciptakan) tanda-tanda. Dengan bintang-bintang mereka mendapat petunjuk.

Kedua ayat tersebut menjelaskan bahwa Allah Swt. memberikan petunjuk bahwa Bintang yang ada di langit malam dapat digunakan sebagai penunjuk arah kiblat. seperti halnya penentuan arah kiblat dengan Bintang Canopus, Vega,

dan juga Altair yang telah dilakukan oleh umat muslim terdahulu.³⁴

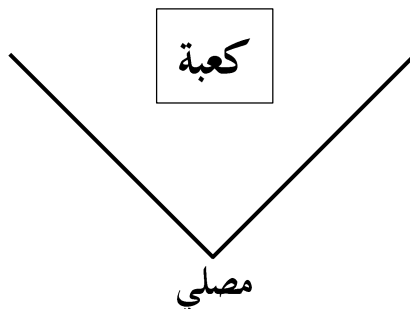
Di dalam persoalan arah kiblat, ilmu fikih dan juga sains saling berintegrasi. Ilmu fikih merupakan landasan untuk menentukan hukum dalam menghadap kiblat, sedangkan sains dapat digunakan sebagai alat untuk berijtihad dalam menentukan arah menghadap kiblat. Menggunakan sains untuk menentukan arah kiblat dengan tepat merupakan salah satu bentuk ijtihad yang dapat menambahkan keyakinan dalam beribadah.³⁵ Maka dari itu, diperlukan metode penentuan arah kiblat berdasarkan sains yang dapat mengantarkan manusia untuk menghadap arah kiblat dengan tepat dan akurat.

Terdapat beberapa batasan atau toleransi dalam menghadap baik secara fikih maupun pendapat para tokoh falak bagi orang yang berada jauh dari Ka'bah. Imam Abu Hanifah berpendapat bahwa batasan seseorang menghadap kiblat dapat dijelaskan melalui kaidah *muṣallaṣ*. Dalam kaidah *muṣallaṣ*, terdapat toleransi arah menghadap baik dari kiri maupun kanan Ka'bah. Hal ini didasarkan pada pemahaman bahwa bentuk kepala manusia memiliki sudut sebesar 360

³⁴ Mónica Herrera-Casais and Petra G. Schmidl, "The Earliest Known Schemes of Islamic Sacred Geography," *Islamic Philosophy, Theology and Science: Texts and Studies*, 2008, 288–89, <https://doi.org/10.1163/ej.9789004165656.i-711.54>.

³⁵ Izzuddin, *Kajian Terhadap Metode-Metode Penentuan Arah Kiblat Dan Akurasinya*, 59–62.

derajat busur, sedangkan definisi wajah secara keseluruhan mencakup busur sekitar 90 derajat, dimulai dari ujung mata kiri hingga ujung mata kanan. Meskipun hanya sebagian sisi wajah yang menghadap, bagi orang yang jauh, hal tersebut masih dianggap sebagai menghadap. Kaidah *muṣallaṣ* dapat diilustrasikan sebagai berikut,³⁶

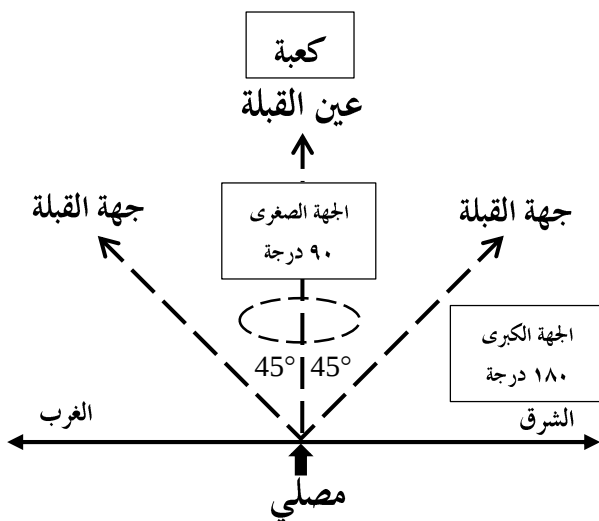


Gambar 2. 3 Kaidah *muṣallaṣ*

Syekh Yasin al-Fadani juga menggambarkan konsep *muṣallaṣ* dengan menggunakan istilah *jihah sugro* dalam kitab *Syarah Samarat al-Wasilah*. *Jihah* dalam pembahasan arah kiblat dibagi menjadi dua, yaitu *jihah sugro* dan *jihah kubro*. *Jihah sugro* merupakan arah sebesar 90 derajat, sedangkan

³⁶ Siti Nurul Iffah, “Toleransi Arah Kiblat Menurut Madzhab Hanafi Dalam Perspektif Fikih Dan Astronomi” (UIN Walisongo Semarang, 2017), 72–73; Baca juga: Muhammad Amin ibn Umar Abidin, “Radd Al-Mukhtar ‘ala Al-Dur Al-Mukhtar,” in 1 (Riyad: Dar ‘Alam al-Kutub, 2003), 286.

jihah kubro adalah arah 180 derajat.³⁷ Toleransi arah kiblat yang diperbolehkan dalam fikih adalah *jihah sugro* (menghadap 45 derajat dari arah kiri Ka'bah dan 45 derajat dari arah kanan Ka'bah), sehingga orang yang salat menghadap *jihah kubro*, salat tersebut tidak sah karena tidak menghadap kiblat. Ilustrasi tentang *jihah sugro* dan *jihah kubro* dapat dilihat dalam bagan berikut:³⁸



Gambar 2. 4 Jihah Sugro dan Jihah Kubro

³⁷ Iffah, "Toleransi Arah Kiblat Menurut Madzhab Hanafi Dalam Perspektif Fikih Dan Astronomi", 73; Baca juga: Muhammad Yasin, *Al-Mawahib Al-Jazilah Fi Azhar Al-Khamilah Syarah Tsamarat Al-Wasilah* (Mesir: Dar al-Kutub al-Mishriyyah, 1368), 55.

³⁸ Iffah, "Toleransi Arah Kiblat Menurut Madzhab Hanafi Dalam Perspektif Fikih Dan Astronomi," 76-77.

Batas toleransi arah kiblat di Indonesia sendiri masih belum ada pedoman yang jelas. Berikut adalah batas toleransi arah kiblat menurut beberapa tokoh:

1. Thomas Djamaluddin menyatakan bahwa batas toleransi kemelencengan arah kiblat yang diperbolehkan adalah kemelencengan yang tidak signifikan mengubah arah ketika menghadap Ka'bah secara kasat mata. Batas penyimpangan arah kiblat menurut Thomas Djamaluddin adalah sekitar 2 derajat busur.³⁹ Menurutnya, penyimpangan sebesar 2 derajat tidak terlalu berpengaruh signifikan jika dipertimbangkan dari posisi tubuh jamaah yang sedang melakukan salat dan susunan *şaf* dalam masjid secara umum.⁴⁰ Pendapat ini juga menjadi dasar 2 tipologi *Jihatul Kaaba* untuk 15 masjid yang ada di Kota Semarang oleh Ahmad Izzuddin dalam artikelnya yang berjudul *Typology Jihatul Kaaba on Qibla Direction of Mosque in Semarang*.⁴¹

³⁹ Malik Alfaqih, "Analisis Konsep Toleransi Arah Kiblat Thomas Djamaluddin Perspektif Fiqih Dan Astronomi" (UIN Walisongo Semarang, 2021), 54.

⁴⁰ Muhammad Adieb, "Hukum Penentuan Arah Kiblat Perspektif Madzhab Syafi'i Dan Astronomis," *Inklusif (Jurnal Pengkajian Penelitian Ekonomi Dan Hukum Islam)* 4, no. 1 (2019): 44.

⁴¹ Ahmad Izzuddin, "Typology Jihatul Ka'bah on Qibla Direction of Mosques in Semarang," *Ulul Albab: Jurnal Studi Dan Penelitian Hukum Islam* 4, no. 1 (2020): 1, <https://doi.org/10.30659/jua.v4i1.12186>.

2. Ma'rufin Sudibyo mendatangkan perspektif baru terkait batas toleransi arah kiblat khususnya di wilayah Indonesia. Dalam bukunya "*Sang Nabi Pun Berputar (Arah Kiblat dan Tata Cara Pengukurannya)*", Ma'rufin melakukan perhitungan simpangan arah kiblat menggunakan persamaan matematis di 497 kabupaten atau kota di seluruh Indonesia. Hasil perhitungannya menunjukkan bahwa batas toleransi arah kiblat di Indonesia sebesar $0^{\circ} 24'$ busur.⁴²
3. Slamet Hambali mengemukakan bahwa akurasi arah kiblat dibagi menjadi 4 kategori yang dapat dijelaskan dalam tabel berikut:⁴³
 - a. Sangat Akurat. Arah kiblat dianggap akurat apabila arahnya tepat menghadap ke arah Ka'bah (*al-Masjid al-Haram*)
 - b. Akurat. Arah kiblat dianggap akurat apabila kemelencengannya tidak lebih dari $0^{\circ} 42' 46,43''$. Batasan ini didasarkan pada pendapat Thomas Djamaluddin pada websitenya yang berjudul

⁴² Ma'rufin Sudibyo, *Sang Nabipun Berputar: Arah Kiblat Dan Tatacara Pengukurannya*, vol. 7 (Solo: Tinta Media, 2011), 143.

⁴³ Slamet Hambali, "Menguji Tingkat Keakuratan: Hasil Pengukuran Arah Kiblat Menggunakan Istiwaa'ini Karya Slamet Hambali" (IAIN Walisongo, 2014), 47–51.

*Menyempurnakan Arah Kiblat dari Bayangan Matahari.*⁴⁴

- c. Kurang Akurat. Arah kiblat dianggap kurang akurat apabila melenceng lebih dari $0^{\circ} 42' 46,43''$ namun kurang dari $22^{\circ} 30'$.
- d. Tidak akurat. Arah kiblat dianggap tidak akurat apabila kemelencengan arah kiblat lebih dari $22^{\circ} 30'$.

Tabel 2. 1 Tabel batas toleransi arah kiblat Slamet Hambali

No	Akurasi	Toleransi
1.	Sangat Akurat	Tepat ke arah Ka'bah
2.	Akurat	Penyimpangan $< 0^{\circ} 42' 46,43''$
3.	Kurang Akurat	$0^{\circ} 42' 46,43'' > \text{penyimpangan} < 22^{\circ} 30'$
4.	Tidak Akurat	Penyimpangan $> 22^{\circ} 30'$

C. Raşd al-Qiblah

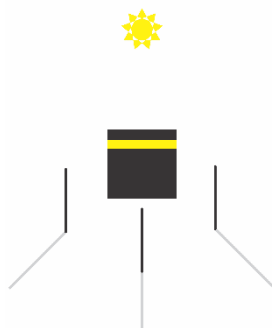
Raşd al-qiblah merupakan metode penentuan arah kiblat dengan memanfaatkan posisi benda langit saat melintas di atas Ka'bah atau saat berada pada titik tertentu di lingkaran kiblat.⁴⁵ Metode ini dapat dilakukan dengan bantuan Matahari maupun

⁴⁴ Thomas Djamaluddin, "Menyempurnakan Arah Kiblat Dari Bayangan Matahari," 2010, <https://tdjamaluddin.com/2010/04/15/menyempurnakan-arrah-kiblat-dari-bayangan-matahari/>. Diakses pada 19 Mei 2024 pukul 16:00 WIB.

⁴⁵ Abu Sabda, *Ilmu Falak: Rumusan Syar'i Dan Astronomi Seri 1*, ed. A Nurjaman (Bandung: Persis Pers, 2020), 115-122.

Bintang. Metode *raşd al-qiblah* yang umum digunakan masih menggunakan Matahari. Namun, *raşd al-qiblah* juga dapat dilakukan menggunakan Bintang, sebagaimana yang telah dijelaskan Allah Swt. dalam Q.S al-An'am ayat 97 dan juga surat an-Nahl ayat 16. Allah Swt. telah menunjukkan tanda-tanda kebesarannya dalam menciptakan dan mengatur alam semesta melalui Bintang-Bintang di langit malam. Bintang-Bintang ini dapat digunakan sebagai pedoman dan penunjuk arah untuk perjalanan manusia yang berada di darat maupun di lautan. Terdapat dua macam konsep *raşd al-qiblah* yang menggunakan Matahari, yaitu *raşd al-qiblah* global dan *raşd al-qiblah* lokal.

1. *Raşd al-qiblah* global



Gambar 2. 5 Ilustrasi *raşd al-qiblah* global

Raşd al-qiblah global merupakan metode penentuan arah kiblat yang memanfaatkan posisi Matahari saat transit di atas Ka'bah. *Raşd al-qiblah* global dapat dimanfaatkan ketika Matahari memiliki nilai deklinasi yang sama atau hampir sama dengan lintang Ka'bah.

Hal ini menjadikan *raşd al-qiblah* global hanya terjadi 2 kali

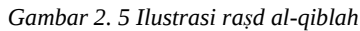
dalam satu tahun, yaitu pada tanggal 27/28 Mei dan 15/16 Juli.

Selain hanya bisa dilakukan 2 kali dalam 1 tahun, *raşd al-qiblah* global juga hanya dapat dilakukan di lokasi tertentu di permukaan Bumi. *Raşd al-qiblah* global tidak dapat digunakan di Indonesia bagian timur (Papua) serta Amerika Utara dan Amerika Selatan. Hal ini dikarenakan saat jam *raşd al-qiblah*, di Papua Matahari telah terbenam dan di Amerika Utara maupun Selatan, Matahari masih belum terbit.⁴⁶

2. *Raşd al-qiblah* lokal

Raşd al-qiblah lokal adalah metode penentuan arah kiblat yang memanfaatkan posisi Matahari saat melewati lingkaran kiblat. Sesuai dengan namanya, metode ini bersifat lokal. Artinya, perhitungan di suatu daerah tidak dapat digunakan di daerah yang lain. Hal ini dikarenakan setiap tempat memiliki azimut lingkaran kiblat yang berbeda.

⁴⁶ Bashori, *Pengantar Ilmu Falak: Pedoman Lengkap Tentang Teori Dan Praktik Hisab, Arah Kiblat, Waktu Salat, Awal Bulan Qamariah & Gerhana*, 126.



Langkah-langkah untuk mendapatkan waktu kapan terjadinya *raşd al-qiblah* lokal adalah sebagai berikut:⁴⁷

- ⁴⁷ Hambali, “Ilmu Falak Arah Kiblat Setiap Saat.”, 45-46.

Matahari, δ_m adalah deklinasi Matahari saat terjadi *raşd al-qiblah*

- d. Menghitung t dengan rumus $(t - U) + U$
- e. Menghitung saat terjadinya *raşd al-qiblah* dengan rumus $WH = 12 + t$ untuk kondisi saat arah kiblat (B) condong ke barat dan $WH = 12 - t$ untuk kondisi saat arah kiblat (B) condong ke timur.
- f. Mengubah WH (Waktu Hakiki) ke WD (Waktu Daerah) dengan rumus $WD = WH - e + KWD$ untuk wilayah yang terletak di bujur timur dan $WD = WH - e - KWD$ untuk wilayah yang terletak di bujur barat.

Penentuan arah kiblat menggunakan metode *raşd al-qiblah* tidak terbatas pada penggunaan Matahari saja. Terdapat beberapa benda langit lain yang dapat digunakan dalam metode ini seperti Bintang dan juga Bulan. Namun memang saat ini, metode yang lebih dikenal oleh masyarakat adalah *raşd al-qiblah* menggunakan matahari.

D. Sistem Tata Koordinat

Setiap benda memiliki posisinya masing-masing yang dapat dinyatakan dalam beberapa posisi di koordinat yang berbeda. Terdapat beberapa koordinat yang digunakan untuk menyatakan posisi benda, yaitu sistem koordinat geografis, horizon, ekuator, ekliptika, dan galaktik. Dalam subbab ini,

penulis hanya akan membahas 4 sistem koordinat, yaitu sistem koordinat geografis, horizon, ekuator, dan ekliptika.

1. Sistem koordinat geografis

Sistem koordinat geografis merupakan sistem koordinat yang acuannya adalah permukaan Bumi. Posisi pengamat di permukaan Bumi diekspresikan dengan dua titik yaitu lintang dan bujur.⁴⁸

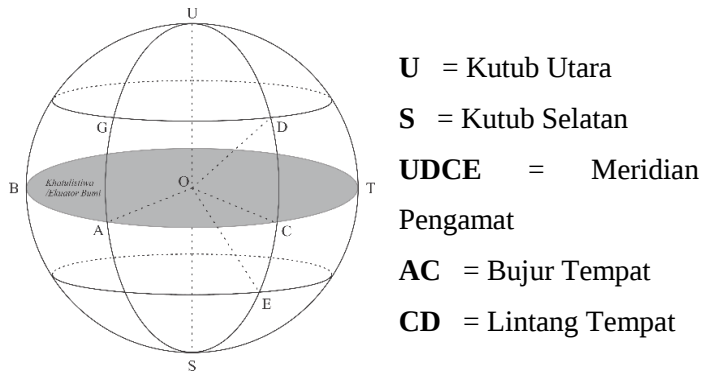
- a. Lintang merupakan sudut yang diukur dari katulistiwa atau ekuator Bumi ke arah kutub utara maupun selatan. Lintang memiliki rentang nilai yang berkisar antara -90° dan $+90^\circ$. Lokasi yang berada di utara katulistiwa memiliki lintang positif dan lokasi yang berada di selatan katulistiwa memiliki lintang negatif.
- b. Bujur merupakan sudut antara meridian pengamat dan meridian 0° yang berada di Greenwich Observatory. Bujur lokasi yang berada di timur Greenwich Observatory memiliki nilai positif (0° - 180° BT) dan bujur lokasi yang berada di barat Greenwich Observatory memiliki nilai negatif (0° - 180° BB).⁴⁹

Sistem koordinat geografis akan lebih mudah dipahami dengan melihat bola Bumi pada gambar 2.6. Untuk mengetahui lintang dan bujur, pengamat perlu terlebih

⁴⁸ TOASTI, *Buku Sakti Olimpiade Astronomi*.

⁴⁹ Karttunen et al., *Fundamental Astronomy*; TOASTI, *Buku Sakti Olimpiade Astronomi*.

dahulu mengetahui bidang referensi yang digunakan dalam sistem koordinat ini, yaitu bidang ekuator dan meridian. BACT adalah ekuator Bumi atau katulistiwa. Lingkaran bola Bumi ini memiliki lintang sebesar 0° . UGAS adalah meridian dari Greenwich Observatory yang memiliki bujur sebesar 0° .



Gambar 2. 6 Sistem Koordinat Geografis

2. Sistem koordinat horizon

Sistem koordinat horizon merupakan sistem koordinat yang digunakan untuk menyatakan posisi benda langit dari perspektif pengamat di Bumi. Oleh karena itu, sistem koordinat ini tidak lagi menggunakan bola Bumi, tetapi acuannya menjadi bola langit. Jika dilihat dari Bumi, posisi benda langit dapat dinyatakan dengan dua titik yaitu *altitude*

(h) dan azimut (A). *altitude* dan azimut ditentukan relatif terhadap horizon.

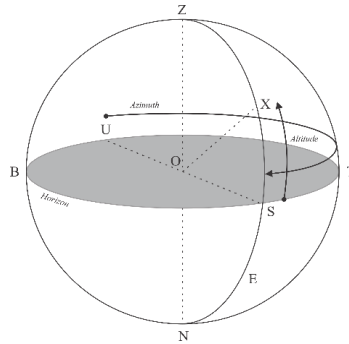
- a. *Altitude* merupakan ketinggian benda langit yang diukur secara vertikal dari horizon (0°) sepanjang lingkaran besar bola langit. *Altitude* dilambangkan dengan huruf *a* dan memiliki nilai maksimum 90° yang berada di titik Zenith.⁵⁰ *Altitude* memiliki rentang yang berkisar antara -90° dan $+90^\circ$. Benda langit yang berada di atas horizon memiliki *altitude* positif dan benda langit yang berada di bawah horizon memiliki nilai *altitude* negatif.⁵¹
- b. Azimut adalah sudut searah jarum jam yang diukur sepanjang horizon dari Utara menuju ke proyeksi benda langit. Azimut memiliki nilai maksimum 360° .⁵² Arah utara memiliki nilai azimut sebesar 0° , arah Timur memiliki nilai azimut sebesar 90° , Selatan 180° , dan Barat 270° .⁵³

⁵⁰ Mitchell Beazley, *Astronomy Encyclopedia* (London: Octopus Publishing Group, 2002).

⁵¹ Karttunen et al., *Fundamental Astronomy*.

⁵² Karttunen et al.

⁵³ Beazley, *Astronomy Encyclopedia*.



- X** = Bintang
UTS = Azimut Bintang
SX = *Altitude* Bintang
Z = Zenith
N = Nadir

Gambar 2. 7 Sistem Koordinat Horizon

3. Sistem koordinat ekuator

Penentuan posisi benda langit menggunakan sistem koordinat horizontal memiliki sifat lokal. Artinya, posisi benda langit akan berbeda-beda tergantung lokasi pengamat. Untuk menentukan posisi benda langit yang tidak dipengaruhi oleh lokasi pengamat, maka sistem koordinat ekuator dapat digunakan. Sistem koordinat ekuator memiliki dua komponen, yaitu asensio rekta dan deklinasi.⁵⁴

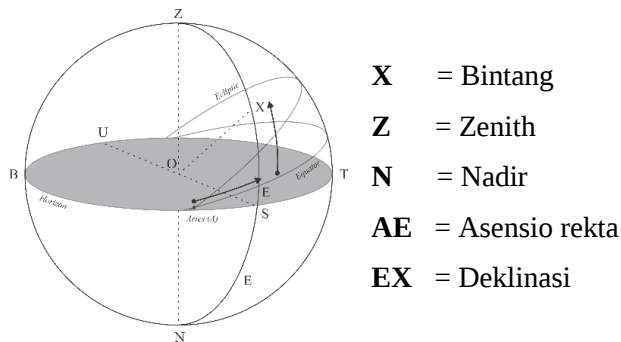
⁵⁴ Beazley.

a. Deklinasi (δ)

Deklinasi adalah sudut yang diukur dari lingkaran ekuator langit menuju ke Bintang yang diamati. Deklinasi memiliki nilai di rentang -90° sampai $+90^\circ$.⁵⁵

b. Asensio rekta (α)

Asensio rekta adalah sudut yang diukur berlawanan arah jarum jam (diukur ke arah timur) dari titik aries sepanjang lingkaran ekuator. Asensio rekta memiliki nilai di rentang 0° sampai 360° (0 h sampai 24 h).⁵⁶



Gambar 2. 8 Sistem Koordinat Ekuator

4. Sistem koordinat ekuiptika

Sistem koordinat ekuiptika adalah sistem koordinat yang menggunakan bidang ekuiptika sebagai acuan

⁵⁵ Karttunen et al., *Fundamental Astronomy*.

⁵⁶ Karttunen et al.; D McNally, "Textbook on Spherical Astronomy (6th Edn)," *Physics Bulletin*, 1978, <https://doi.org/10.1088/0031-9112/29/3/030>.

utamanya. Ekliptika adalah jalur tahunan Matahari yang digambarkan dalam lingkaran besar bola langit. Bidang ekliptika memiliki kemiringan 23.5° dari ekuator langit. Hal ini dikarenakan sumbu rotasi Bumi miring sebesar 23.5° .⁵⁷

Bidang ekliptika berpotongan dengan bidang equator langit di dua titik, yaitu pada titik aries (*vernal equinox*) dan *autumnal equinox*. Pada vernal equinox, asensio rekta dan deklinasi Matahari akan bernilai 0.⁵⁸ Dalam penentuan posisi benda langit, sistem koordinat ini memiliki dua komponen pengukuran yaitu lintang ekliptika dan bujur ekliptika.⁵⁹

a. Lintang ekliptika

Lintang ekliptika merupakan sudut yang diukur dari bidang ekliptika menuju ke kutub ekliptika. Lintang ekliptika memiliki rentang nilai antara -90° sampai $+90^\circ$.⁶⁰

b. Bujur ekliptika

Bujur ekliptika adalah sudut yang diukur berlawanan arah jarum jam sepanjang lingkaran ekliptika dan memiliki

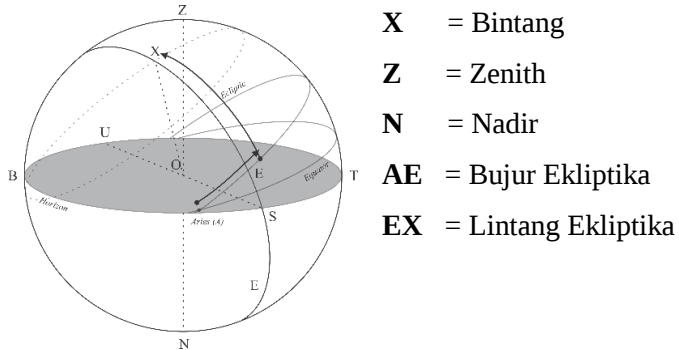
⁵⁷ Karttunen et al., *Fundamental Astronomy*.

⁵⁸ Karttunen et al.

⁵⁹ Beazley, *Astronomy Encyclopedia*.

⁶⁰ Beazley.

rentang 0° - 360° . Bujur ekliptika bernilai 0° ada pada titik aries atau *vernal equinox*.⁶¹



Gambar 2. 9 Sistem Koordinat Ekliptika

E. Gerak Bintang

a. Gerak semu harian Bintang

Sejak dahulu, manusia memiliki ketertarikan yang besar terhadap Bintang yang kemudian menghasilkan pengetahuan bahwa Bintang bergerak secara konstan di langit malam.⁶² Gerak Bintang yang dapat dilihat di langit malam disebabkan oleh perputaran Bumi pada porosnya dari barat menuju ke timur. Hal ini menyebabkan benda-benda yang ada di langit pengamat terlihat selalu bergerak terbit

⁶¹ McNally, "Textbook on Spherical Astronomy (6th Edn)"; Karttunen et al., *Fundamental Astronomy*.

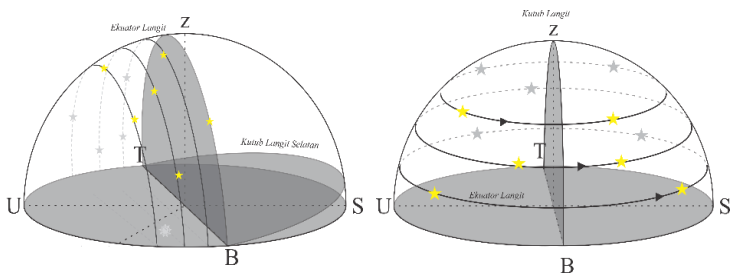
⁶² B Krasavtsev and B Khlyustin, *Nautical Astronomy* (Moscow: MIR Publisher, 1970), 53.

dari timur dan terbenam di arah barat. Inilah yang disebut dengan gerak semu harian Bintang.

Contoh dari gerak harian benda langit dapat ditemui di pergerakan Matahari. Setiap hari, Matahari terlihat terbit dari timur dan terbenam di barat. Sebenarnya, bukan Matahari yang bergerak, melainkan Bumi yang berotasi dari barat ke timur.⁶³ Sejatinnya, Matahari tetap berada di posisinya. Seperti halnya Matahari, Bintang-Bintang di langit malam juga memiliki gerak hariannya masing-masing sehingga kita bisa melihat Bintang-Bintang terbit di timur dan terbenam di barat.

Lintasan gerak benda-benda langit tentunya juga bergantung pada lokasi pengamat. Kenaikan kutub langit bergantung kepada lintang pengamat. Semakin tinggi lintangnya, maka semakin naik kutub langitnya. Hal ini dapat dilihat dari gambar 2.10.

⁶³ Gerard Cheshire, *Sistem Tata Surya*, Terj. Febdian Ruysdi, ed. A. Mellyara, *Tiga Serangkai Pustaka Mandiri* (Solo, 2008), https://doi.org/10.1007/978-1-4471-0441-4_1, 11.



Gambar 2. 10 Lintasan gerak bintang berdasarkan lintang tempat (Lintang 7 dan 90 derajat)

Pembicaraan tentang gerak harian Bintang tentu tidak dapat terlepas dari konsep waktu. Dalam ilmu astronomi, dikenal beberapa konsep waktu, diantaranya adalah *solar day* dan juga *star day* (*sidereal day*). *Solar day* merupakan konsep waktu dimana dalam satu hari terdapat 24 jam. Sedangkan *star day* atau *sidereal day* merupakan konsep waktu dimana bola langit sempurna berputar tepat satu kali sehingga Bintang yang dilihat di tempat dan jam tertentu akan kembali lagi ke tempat semua. Lama dari hari Sideris ini adalah 23 jam 56 menit 3,56 detik.⁶⁴

Adanya selisih antara waktu Matahari dengan waktu Sideris menyebabkan Bintang-Bintang di langit bergerak 3 menit 56,44 detik atau kurang lebih 4 menit lebih cepat setiap harinya.⁶⁵ Selisih 4 menit ini menyebabkan Bintang-Bintang

⁶⁴ R Shaffer and R G Baker, *Your Guide to the Sky* (Lowell House, 1997), <https://books.google.co.id/books?id=i7Pjhm1dLZ8C>, 6-7.

⁶⁵ Shaffer and Baker, 6.

yang ada di langit malam memiliki musimnya sendiri. Ada kalanya suatu Bintang hanya dapat dilihat di beberapa Bulan dalam satu tahun.

b. Gerak diri Bintang (*proper motion*)

Selama berabad-abad, Bintang di langit malam tampak memiliki posisi yang relatif sama. Namun sebenarnya, Bintang selalu bergerak relatif terhadap Matahari dan Bintang lain di luar angkasa. Laju perubahan sudut letak dari suatu Bintang per tahun pada bola langit inilah yang disebut dengan *proper motion*.⁶⁶

Proper motion atau gerak diri Bintang memiliki lambang μ (μ) dan diukur dalam detik busur (") per tahun. Karena gerak pertahunnya sangat kecil, maka gerak diri Bintang baru bisa diamati dalam kurun waktu 30-50 tahun.⁶⁷ Rata-rata gerak diri dari Bintang-Bintang adalah 0,1 detik busur per tahun. Sedangkan gerak diri terbesar dimiliki oleh Bintang Barnard dengan pergerakan 10",27 per tahun.⁶⁸ Gerak diri Bintang memiliki dua komponen, yaitu *proper*

⁶⁶ Winardi Sutantyo, *Pengantar Astrofisika: Bintang-Bintang Di Alam Semesta* (Bandung: Penerbit ITB, 2010), 136; Edward S. Holden, *Elementary Astronomy: A Beginner's Text-Book* (New York: Henry Holt and Company, 1899), 328.

⁶⁷ Sutantyo, *Pengantar Astrofisika: Bintang-Bintang Di Alam Semesta*, 136.

⁶⁸ Beazley, *Philip's Astronomy Encyclopedia*, 321.

motion in right ascension ($\mu\alpha$) dan *proper motion in declination* ($\mu\delta$).⁶⁹

Gerak diri Bintang dapat diukur dengan membandingkan posisi suatu Bintang dari dua *epoch* yang berbeda. Adanya *proper motion* dapat mengubah bentuk dari konstelasi yang kita kenal saat ini. Seperti contoh konstelasi *Big Dipper* pada 30.000 tahun yang lalu, saat ini, dan 50.000 tahun yang akan datang.⁷⁰



Gambar 2. 11 (a) *Big Dipper* 30.000 tahun yang lalu. (b) *Big Dipper* sekarang. (c) *Big Dipper* 50.000 tahun yang akan datang

Data dari gerak diri Bintang dapat diperoleh dari katalog Hipparcos maupun Katalog Fundamental 5 (FK 5). Katalog Hipparcos memuat data gerak diri dari 118.218 Bintang. Sedangkan Katalog Fundamental 5 (FK 5) memuat data posisi dan gerak diri 3.117 Bintang fundamental yang memiliki magnitudo lebih terang dari 9,5.⁷¹

⁶⁹ Karttunen et al., *Fundamental Astronomy*, 28.

⁷⁰ Karttunen et al, 28.

⁷¹ Beazley, *Philip's Astronomy Encyclopedia*, 321.

BAB III

METODE RAŞD AL-QIBLAH HARIAN BINTANG LOKAL

A. Konsep Metode *Raşd al-qiblah* Harian Bintang Lokal

Raşd al-qiblah harian Bintang lokal merupakan salah satu metode penentu arah kiblat yang mengadopsi dan mengembangkan konsep metode *raşd al-qiblah* harian Matahari. Kedua metode ini sama-sama mencari arah kiblat dengan memanfaatkan waktu saat suatu benda langit berhimpit atau melewati lingkaran kiblat. Bedanya, metode *raşd al-qiblah* harian Bintang lokal tidak memanfaatkan Matahari, melainkan memanfaatkan Bintang tertentu yang memiliki azimut sama dengan azimut arah kiblat di suatu lokasi.

Total populasi Bintang yang ada di alam semesta mencapai kurang lebih $4,5 \times 10^{24}$ Bintang dan terdapat kurang lebih 200 miliar Bintang yang tersebar di Galaksi Bima Sakti.⁷² Dari banyaknya Bintang yang ada di Galaksi Bima Sakti maupun alam semesta, hanya sekitar 5800 Bintang yang dapat dilihat oleh manusia dengan jangkauan mata telanjang dan hanya separuh dari 5800 Bintang tersebut yang dapat dilihat di

⁷² Ignacio Pablo Treaversa-Tejero, "Estimation of the Population of Stars in the Universe," *OALib Journal* 08 (2021): 10, <https://doi.org/10.4236/oalib.1108154>; DK Publishing, *The Stars. The Definitive Visual Guide to the Cosmos*, Dorling Kindersley, 2016, 12.

atas horizon lokasi pengamat.⁷³ Sedikitnya Bintang yang dapat dijangkau oleh mata manusia diakibatkan oleh beberapa hal seperti polusi cahaya dan batas pandang mata manusia yang hanya dapat melihat cahaya Bintang yang kontras dengan cahaya latar belakang.⁷⁴

Banyaknya Bintang yang terlihat di suatu lokasi menyebabkan *raʿd al-qiblah* harian Bintang lokal dapat dilakukan sebanyak jumlah Bintang yang melintasi lingkaran kiblat. Namun, tidak semua Bintang dapat digunakan untuk menentukan arah kiblat menggunakan metode ini. Hanya Bintang lokal di suatu lokasi yang dapat digunakan dalam metode ini. Bintang-Bintang tersebut harus memenuhi beberapa karakteristik sebagai berikut:

1. Bintang berada pada rentang deklinasi yang sesuai dengan lintang tempat

Bintang di suatu lokasi dapat diklasifikasikan sebagai Bintang lokal apabila Bintang tersebut berada dalam rentang deklinasi yang sesuai dengan lintang tempat. Batasan rentang dari deklinasi Bintang lokal bergantung pada koordinat dan juga arah kiblat lokasi pengamat. Rentang

⁷³ Daniel and Moore, *The Atlas of the Universe*, 166.

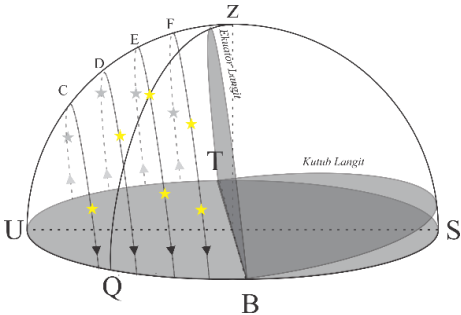
⁷⁴ Treaversa-Tejero, "Estimation of the Population of Stars in the Universe.", 2.

deklinasi dari Bintang lokal dapat diekspresikan dengan persamaan berikut:⁷⁵

$$Rentang_{Min} = \varphi_{tempat}$$

$$Rentang_{Max} = Arah\ kiblat\ (B - U)$$

Konsep dari Bintang lokal dalam metode *raʿṣd al-qiblah* harian Bintang dapat dipahami melalui gambar 3.1.



Gambar 3. 1 Bintang lokal yang melewati lingkaran kiblat

Gambar 3.1 menunjukkan bola langit pada koordinat 7°. Lingkaran kecil C, D, E, dan F adalah lintasan benda-benda langit. Sedangkan ZQ adalah lingkaran kiblat. Pada gambar tersebut, diketahui bahwa Bintang-Bintang yang berada pada lintasan D, E, dan F akan selalu melewati lingkaran kiblat. Sedangkan Bintang yang berada pada lintasan C tidak akan melewati lingkaran kiblat. Hal ini menunjukkan bahwa hanya Bintang yang berada pada

⁷⁵ Hasil pengamatan penulis pada aplikasi *Stellarium*

deklinasi Z hingga Q adalah yang dapat melewati lingkaran kiblat suatu tempat.

2. Bintang yang memiliki magnitudo tampak kurang dari 5

Pada kondisi ideal⁷⁶, pengamat yang ada di Bumi memiliki batas pengelihatan untuk melihat Bintang bermagnitudo visual maksimal 6 ($M_v < 6$). Sistem magnitudo diperkenalkan oleh astronom Yunani yang bernama Hipparchus untuk mendefinisikan kecerlangan tampak dari sebuah Bintang yang dilihat oleh pengamat di Bumi. Bintang yang paling terang memiliki magnitudo 1. Sedangkan Bintang paling redup memiliki magnitudo 6.⁷⁷

Setiap magnitudo lebih terang 2,5 kali lipat dari pada magnitudo berikutnya. Bintang bermagnitudo 1 lebih terang 2,5 kali dibandingkan dengan Bintang bermagnitudo 2 dan 100 kali lebih terang dibandingkan dengan Bintang bermagnitudo 6.⁷⁸ Namun, perlu diingat bahwasannya manusia memiliki limit batas pengelihatan yang dipengaruhi oleh faktor eksternal. Dalam hal ini, limit magnitudo Bintang terlemah yang dapat dilihat oleh manusia bergantung pada

⁷⁶ Kondisi gelap dimana tidak ada polusi cahaya

⁷⁷ Thomas T Arny and Stephen E Schneider, *Explorations: An Introduction to Astronomy*, 5th ed. (New York: Thomas D. Timp, 2008), 359.

⁷⁸ Michael R Porcellino, *Through the Telescope : A Guide for the Amateur Astronomer*, 1989, 13.

kondisi langit lokasi pengamat. Semakin banyak polusi cahaya yang ada di suatu lokasi, maka semakin rendah magnitudo Bintang yang bisa dilihat. Adakalanya di kota-kota besar, manusia hanya bisa melihat Bintang yang memiliki magnitudo tampak bernilai 1.⁷⁹

Di Indonesia, setiap lokasi memiliki skala bortle yang bervariasi. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Agustinus Gunawan A, dkk di 7 lokasi di Indonesia yaitu Agam, Bandung, Sumedang, Garut, Pontianak, Pasuruan, dan juga Biak, menunjukkan bahwa skala bortle berkisa di angka 2-6 jika diukur menggunakan satelit.⁸⁰ Pada skala bortle 6, Bintang-Bintang yang dapat dilihat memiliki limit magnitudo sebesar 5.⁸¹ Maka dari itu, dalam metode *raʿd al-qiblah* harian Bintang lokal penulis menggunakan limit magnitudo sebesar 5. Namun, limit ini dapat berubah sesuai dengan kondisi langit malam lokasi pengamat.

B. Koreksi Variabel Perhitungan

Meskipun Bintang di langit malam tampak tetap, koordinat asensiorekta dan deklinasi dari Bintang sebenarnya berubah. Posisi Bintang pada suatu *epoch* ke waktu yang lain

⁷⁹ Porcellino, 13.

⁸⁰ Gunawan Admiranto et al., “Light Pollution Observations in Indonesia.”, 11.

⁸¹ Pengamatan penulis pada aplikasi *Stellarium*.

(semisal waktu yang dicari) melibatkan beberapa koreksi seperti koreksi *proper motion*, pengaruh presisi, pengaruh nutasi, dan pengaruh aberasi.⁸²

Koordinat Bintang yang dilihat dari Bumi merupakan koordinat semu Bintang (*apparent coordinates*) dan dapat dihitung menggunakan rumus:⁸³

$$\alpha_* = \alpha_0 + \Delta\alpha_{pr} + \Delta\alpha_{nut} + \Delta\alpha_{aber}$$

$$\delta_* = \delta_0 + \Delta\delta_{pr} + \Delta\delta_{nut} + \Delta\delta_{aber}$$

α_0 dan δ_0 merupakan koordinat Bintang pada *epoch* tertentu. Dalam penelitian ini, *epoch* yang digunakan adalah J2000. α_{pr} dan δ_{pr} merupakan koordinat Bintang yang sudah terkoreksi presesi, α_{nut} dan δ_{nut} merupakan koordinat Bintang yang sudah terkoreksi nutasi, dan α_{aber} dan δ_{aber} merupakan koordinat Bintang yang sudah terkoreksi aberasi.

1. Koreksi *proper motion*

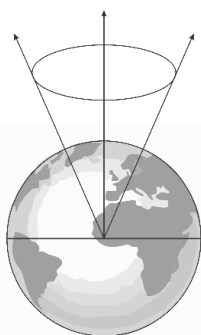
Pada bab sebelumnya, telah dijelaskan bahwa gerak diri Bintang dapat dicari dalam katalog fundamental 5 (FK5). FK5 merupakan katalog Bintang yang memuat posisi rata-rata dan *proper motion* dari 1535 Bintang fundamental yang telah termuat dalam katalog sebelumnya (FK4 dan FK3). Selain itu, FK5 juga memuat posisi rata-rata dan *proper*

⁸² J Meeus, "Astronomical Algorithms (2nd Edition Errata)," *Astronomical Algorithms*, 1991, 149.

⁸³ Krasavtsev and Khlyustin, *Nautical Astronomy*, 106-107.

motion dari Bintang fundamental baru yang memiliki magnitudo 5,5 sampai 9,5.⁸⁴ Dalam penelitian ini, FK5 digunakan sebagai referensi data *proper motion* karena *epoch* yang digunakan adalah J2000,0.

2. Koreksi presesi



Gambar 3. 2 Presesi

Presesi merupakan gerak melingkar dari sumbu rotasi Bumi yang disebabkan karena 4/5 tarikan gravitasi Bulan serta 1/5 tarikan gravitasi Matahari.⁸⁵ Pergerakan presesi sangat lambat, yaitu sekitar 50,2 detik busur per tahun sehingga menyebabkan kutub langit akan membentuk satu lingkaran penuh

setelah melewati lebih dari 25.800 tahun.⁸⁶

Presesi menyebabkan titik *vernal equinox* bergeser searah dengan jarum jam 50,2 detik busur per tahun. Saat ini, sumbu rotasi Bumi atau kutub langit hanya berjarak kurang lebih 1 derajat busur dari Bintang Polaris. Namun, setelah

⁸⁴ W Fricke et al., *Fifth Fundamental Catalogue (FK5). Part 1: The Basic Fundamental Stars*, *Veroeffentlichungen Des Astronomischen Rechen-Instituts Heidelberg*, vol. 32 (Germany, 1988), 5-6.

⁸⁵ Forest Ray Moulton, *An Introduction to Astronomy* (New York: The Macmillan Company, 1916), 94.

⁸⁶ Beazley, *Philip's Astronomy Encyclopedia*, 318.

12.000 tahun, kutub langit akan berada dekat dengan posisi Bintang Vega.⁸⁷

Koreksi presesi dapat dicari dengan menggunakan rumus.⁸⁸

a. Mencari waktu T dan t

$$T = (JD)_0 - \frac{2451545,0}{26525} \quad t = (JD) - \frac{(JD)_0}{36525}$$

b. Mencari ζ , z , dan θ pada epoch J2000,0

$$\zeta = 2306",2181t + 0",30188t^2 + 0",017998t^3$$

$$z = 2306",2181t + 1",09468t^2 + 0",0018203t^3$$

$$\theta = 2004",3109t - 0",42665t^2 - 0",041833t^3$$

c. Memasukkan koreksi presesi untuk mencari koordinat asensiorekta dan deklinasi pada tahun yang dicari

$$A = \cos\delta_0 \sin(\alpha_0 + \zeta)$$

$$B = \cos\theta \cos\delta_0 \cos(\alpha_0 + \zeta) - \sin\theta \sin\delta_0$$

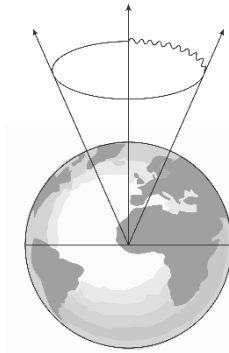
$$C = \sin\theta \cos\delta_0 \cos(\alpha_0 + \zeta) + \cos\theta \sin\delta_0$$

$\tan(\alpha - z) = \frac{A}{B}$ $\alpha_{pr} = (\alpha - z) + z$	$\sin\delta_{pr} = C$
---	-----------------------

⁸⁷ Karttunen et al., *Fundamental Astronomy*, 22.

⁸⁸ J Meeus, "Astronomical Algorithms (2nd Edition Errata)," *Astronomical Algorithms*, 1991, 134.

3. Nutasi dan kemiringan ekliptika



Gambar 3. 3 Nutasi

Nutasi merupakan anggukan kecil dari sumbu rotasi Bumi yang bergerak dari posisi rata-ratanya dan berjalan seiring dengan presisi atau gerak melingkar sumbu rotasi Bumi.⁸⁹ Nutasi merupakan akibat dari pengaruh Bulan dan terdiri dari dua komponen yaitu nutasi pada bujur ($\Delta\psi$) yang mempengaruhi

koordinat bujur dari semua benda langit dan juga nutasi dalam kemiringan ekliptika ($\Delta\varepsilon$) yang mempengaruhi arah kemiringan ekuator terhadap bidang ekliptika.⁹⁰

Koreksi nutasi dapat dicari menggunakan rumus:⁹¹

- a. Mencari waktu T pada *epoch* J2000.0 dengan rumus:

$$T = \frac{JDE - 2451545}{36525}$$

- b. Mencari rata-rata elongasi Bulan dari Matahari (D)

$$D = 297,85036 + 445267,111480T - 0,0019142T^2 + T^3/189474$$

⁸⁹ Beazley, *Philip's Astronomy Encyclopedia*, 288.

⁹⁰ Meeus, "Astronomical Algorithms (2nd Edition Errata), 143."

⁹¹ Meeus, 143-147.

- c. Mencari sudut anomali rata-rata Matahari (M)

$$M = 357,52772 + 35999,050340T \\ - 0,0001603T^2 + T^3/300000$$

- d. Mencari sudut anomaly rata-rata Bulan (M')

$$M' = 134,96298 + 477198,867398T \\ + 0,0086972T^2 + T^3/56250$$

- e. Mencari argumen lintang Bulan (F)

$$F = 93,27191 + 483202,017538T \\ - 0,0036825T^2 + T^3/327270$$

- f. Mencari bujur dari simpul naik rata rata orbit Bulan (ω)

$$\Omega = 125,04452 - 1934,136261T \\ + 0,0020708T^2 + T^3/450000$$

- g. Mencari bujur rata rata Matahari (L) dan Bulan (L')

$$L = 280^\circ,4665 + 36000^\circ,7698T \\ L' = 218^\circ,3165 + 481267^\circ,8813$$

- h. Mencari nutasi bujur ekliptika ($\Delta\psi$) dan nutasi kemiringan ekliptika ($\Delta\varepsilon$) dengan menjumlahkan komponen pada tabel 3.1.

Koefisien dalam tabel 1.1 disajikan dalam satuan 0'',0001. Maka diakhir perhitungan harus dibagi 1000. Argumen sinus untuk ($\Delta\psi$) dan cosinus untuk ($\Delta\varepsilon$) adalah kombinasi linier dari lima argument D, M, M', F',

dan Ω .⁹² Contoh, pada baris pertama, nilai Ω adalah 1. Maka, perhitungan baris 1 untuk $\Delta\psi$ menjadi $(-171996 + -174,2 * T) * \sin \Omega$. Sedangkan perhitungan baris pertama untuk $\Delta\varepsilon$ menjadi $(-171996 + -174,2 * T) * \cos \Omega$. Hasil perhitungan baris 1 – 63 kemudian ditambahkan dan dibagi dengan 1000. Inilah nilai dari $\Delta\psi$ dan juga $\Delta\varepsilon$.

Tabel 3. 1 Komponen periodik perhitungan nutasi pada bujur ($\Delta\psi$) dan nutasi pada kemiringan ekliptik ($\Delta\varepsilon$) dengan satuan $0'',0001$

Perkalian pada komponen					$(\Delta\psi)$ Koefisien pada argumen sinus		$(\Delta\varepsilon)$ Koefisien pada argumen cosinus	
D	M	M'	F	Ω				
0	0	0	0	1	-171996	-174,2T	+921025	+8,9T
-2	0	0	2	2	-13187	-1,6T	+5736	-3,1T
0	0	0	2	2	-2274	-0,2T	+997	-0,5T
0	0	0	0	2	+2062	+0,2T	-895	+0,5T
0	1	0	0	0	+1426	-3,4T	+54	-0,1T
0	0	1	0	0	+712	+0,1T	-7	
-2	1	0	2	2	-517	+1,2T	+224	-0,6T
0	0	0	2	1	-386	-0,4T	+200	
0	0	1	2	2	-301		+129	-0,1T
-2	-1	0	2	2	+217	-0,5T	-95	+0,3T

⁹² Meeus, 144.

-2	0	1	0	0	-158		
-2	0	0	2	1	+129	+0,1T	-70
0	0	-1	2	2	+123		-53
2	0	0	0	0	+63		
0	0	1	0	1	+63	+0,1T	-33
2	0	-1	2	2	-59		+26
0	0	-1	0	1	-58	-0,1T	+32
0	0	1	2	1	-51		+27
-2	0	2	0	0	+48		
0	0	-2	2	1	+46		-24
2	0	0	2	2	-38		+16
0	0	2	2	2	-31		+13
0	0	2	0	0	+29		
-2	0	1	2	2	+29		-12
0	0	0	2	0	+26		
-2	0	0	2	0	-22		
0	0	-1	2	1	+21		-10
0	2	0	0	0	+17	-0,1T	
2	0	-1	0	1	+16		-8
-2	2	0	2	2	-16	+0,1T	+7
0	1	0	0	1	-15		+9
-2	0	1	0	1	-13		+7

0	-1	0	0	1	-12	+6
0	0	2	-2	0	+11	
2	0	-1	2	1	-10	+5
2	0	1	2	2	-8	+3
0	1	0	2	2	+7	-3
-2	1	1	0	0	-7	
0	-1	0	2	2	-7	+3
2	0	0	2	1	-7	+3
2	0	1	0	0	+6	
-2	0	2	2	2	+6	-3
-2	0	1	2	1	+6	-3
2	0	-2	0	1	-6	+3
2	0	0	0	1	-6	+3
0	-1	1	0	0	+5	
-2	-1	0	2	1	-5	+3
-2	0	0	0	1	-5	+3
0	0	2	2	1	-5	+3
-2	0	2	0	1	+4	
-2	1	0	2	1	+4	
0	0	1	-2	0	+4	
-1	0	1	0	0	-4	
-2	1	0	0	0	-4	

1	0	0	0	0	-4	
0	0	1	2	0	+3	
0	0	-2	2	2	-3	
-1	-1	1	0	0	-3	
0	1	1	0	0	-3	
0	-1	1	2	2	-3	
2	-1	-1	2	2	-3	
0	0	3	2	2	-3	
2	-1	0	2	2	-3	

Koreksi nutasi juga berkaitan dengan kemiringan ekliptika (*obliquity of ecliptic*), maka, kemiringan ekliptika sejati perlu dicari menggunakan rumus sebagai berikut:⁹³

- a. Mencari rata rata kemiringan ekliptika (ε_0)

$$\varepsilon_0 = 23^\circ 26' 21,448 - 46'',8150T - 0,00059T^2 + 0,001813T^3$$

- b. Mencari kemiringan ekliptika sejati (ε)

$$\varepsilon = \varepsilon_0 + \Delta\varepsilon$$

Posisi tampak suatu Bintang yang posisinya (asensio rekta dan deklinasi) telah terpengaruh oleh efek nutasi dicari menggunakan rumus:⁹⁴

⁹³ Meeus, 147.

⁹⁴ Meeus, 151.

$$\begin{aligned}\Delta a_{nut} &= (\cos \varepsilon + \sin \varepsilon \sin a \tan \delta) \Delta \psi - (\cos a \tan \delta) \Delta \varepsilon \\ \Delta \delta_{nut} &= (\sin \varepsilon \cos a) \Delta \psi + (\sin a) \Delta \varepsilon\end{aligned}$$

4. Aberasi

Aberasi merupakan perpindahan posisi Bintang dari posisi sejatinya yang disebabkan oleh kombinasi antara pergerakan Bumi di luar angkasa dan kecepatan cahaya dari Bintang.⁹⁵ Efek aberasi pada asensio rekta dan deklinasi dapat dicari menggunakan rumus:

$$\begin{aligned}\Delta a_{aber} &= -k \frac{\cos a \cos \odot \cos \varepsilon + \sin a \sin \odot}{\cos \delta} \\ &\quad + e k \frac{\cos a \cos \pi \cos \varepsilon + \sin a \sin \pi}{\cos \delta} \\ \Delta \delta_{aber} &= -k [\cos \odot \cos \varepsilon (\tan \varepsilon \cos \delta - \sin a \sin \delta) \\ &\quad + \cos a \sin \delta \sin \odot] \\ &\quad + e k [\cos \pi \cos \varepsilon (\tan \varepsilon \cos \delta \\ &\quad - \sin a \sin \delta) + \cos a \sin \delta \sin \pi]\end{aligned}$$

⁹⁵ Beazley, *Philip's Astronomy Encyclopedia*, 1.

BAB IV

ALGORITMA RAŞD AL-QIBLAH HARIAN BINTANG LOKAL SEBAGAI ALTERNATIF PENENTU ARAH KIBLAT

A. Algoritma *Raşd Al-Qiblah* Harian Bintang Lokal

Perhitungan arah kiblat menggunakan metode *raşd al-qiblah* harian Bintang lokal memiliki langkah yang hampir sama dengan *raşd al-qiblah* menggunakan Matahari, yaitu menentukan arah kiblat, menghitung sudut pembantu, dan juga menentukan jam *raşd al-qiblah*. Dalam penelitian ini, perhitungan *raşd al-qiblah* harian Bintang lokal sebagian besar mengadopsi formula-formula yang ada pada buku *Astronomical Algorithm* karya Jean Meeus dan memiliki perhitungan yang lebih panjang karena melibatkan beberapa koreksi seperti presesi, nutasi, dan juga aberasi. Beberapa variabel koreksi yang dilibatkan dalam perhitungan ini memungkinkan hasil arah kiblat memiliki tingkat ketelitian yang lebih tinggi.

Perhitungan arah kiblat menggunakan metode *raşd al-qiblah* harian Bintang lokal dapat dihitung menggunakan aplikasi *Microsoft Excel*. Perhitungan dilakukan secara horizontal supaya sekali perhitungan dapat dilakukan sekaligus untuk semua Bintang sehingga lebih efektif. Hasil perhitungan

ini kemudian dapat digunakan dalam rentang waktu yang lama. Pengguna hanya perlu mengurangi waktu 4 menit setiap harinya dikarenakan pergerakan Bintang lebih cepat 4 menit setiap hari.

Adapun langkah-langkah dan contoh perhitungan arah kiblat menggunakan metode *raşd al-qiblah* harian Bintang lokal adalah sebagai berikut:

1. Menyiapkan data pengamatan

Data pengamatan yang harus disiapkan untuk menentukan arah kiblat menggunakan metode *raşd al-qiblah* harian Bintang lokal adalah sebagai berikut:

- a. Koordinat lokasi pengamat (φ_t dan λ_t)
- b. Koordinat Ka'bah (φ_k dan λ_k). Koordinat Ka'bah yang digunakan dalam penelitian ini adalah $\varphi_k = 21^\circ 25' 21,4''$ dan $\lambda_k = 39^\circ 49' 34,33''$
- c. *Time zone* (TZ)
- d. Koreksi waktu daerah (KWD). Koreksi waktu daerah dapat dicari dengan rumus $\frac{\lambda_t - \lambda_d}{15}$, dimana λ_d adalah bujur daerah dan λ_t adalah bujur tempat.
- e. ΔT . Delta T (ΔT) pada tahun 2005 – 2050 dapat dihitung dengan rumus: $\Delta T = 62.92 + 0.32217 * (tahun - 2000) + 0.005589 * (tahun - 2000)^2$. Maka ΔT pada tahun 2024 adalah $0^\circ 1' 14,02''$.

f. Tanggal pengamatan.

g. Menentukan *Julian Day* (JD) dengan rumus:⁹⁶

$$A = INT \left(\frac{Y}{100} \right)$$

$$B = 2 - A + INT \left(\frac{A}{4} \right)$$

$$\begin{aligned} JD = & INT (365.25 * (Y + 4716) \\ & + INT (30.6001 * (M + 1)) + D + B \\ & - 1524.5 \end{aligned}$$

Y adalah tahun, M adalah Bulan, dan D adalah tanggal.

h. Menghitung arah kiblat (AQ)

Arah kiblat dapat dicari dengan rumus:

$$\cotan AQ = \sin b * \cotan a : \sin C - \cos b * \cotan C.$$

Dimana AQ adalah sudut arah kiblat, a adalah $90^\circ - \varphi_k$,

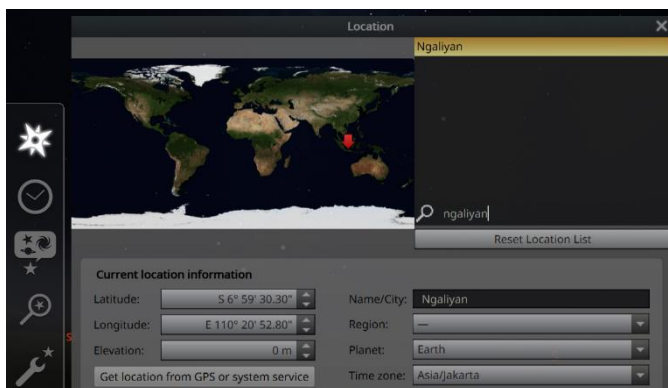
b adalah $90^\circ - \varphi_t$, dan C adalah $\lambda_t - \lambda_k$.

2. Mencari data Bintang lokal *epoch* J2000.0 pada fitur *Astronomical calculation* pada aplikasi *Stellarium*

Terdapat beberapa langkah yang harus dilakukan untuk memperoleh Bintang lokal dalam aplikasi *stellarium*, yaitu:

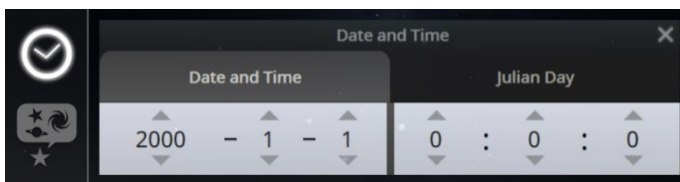
⁹⁶ Meeus, “Astronomical Algorithms (2nd Edition Errata), 60-61.”

- a. Atur lokasi sesuai dengan lintang dan bujur pengamat. Pengaturan lokasi dilakukan dengan menekan tombol *location* pada *widget* di sebelah kiri. Lokasi yang belum tertera pada *list* dapat ditambahkan manual dengan mengatur koordinat sesuai dengan lokasi pengamat, kemudian tekan tombol *add to list*.



Gambar 4. 1 Pengaturan lokasi pada aplikasi Stellarium

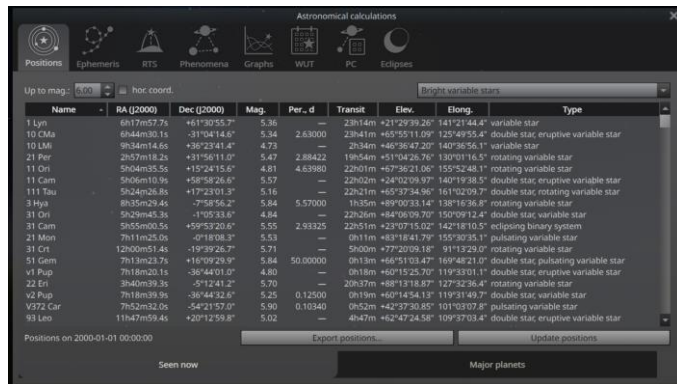
- b. Atur waktu di *Stellarium* menjadi tanggal 1 Januari 2000 pada pukul 00:00, 06:00, 12:00, dan 18:00.



Gambar 4. 2 Pengaturan waktu pada aplikasi Stellarium

- c. Buka fitur *Astronomical Calculation* dalam aplikasi *Stellarium*. Atur magnitudo di angka 5 dan atur tipe Bintang menjadi *bright variable stars*. Kemudian klik

tombol *Update Position* lalu klik *Export Position*. Lakukan 4 kali sesuai dengan jam yang telah di atur sebelumnya. Langkah ini akan menghasilkan 4 file Microsoft Excel sesuai dengan jam yang telah diatur.



Gambar 4. 3 Fitur Astronomical Calculation pada aplikasi Stellarium

- d. Kelompokkan Bintang dari keempat file excel yang telah di export menjadi satu, kemudian urutkan Bintang berdasarkan deklinasi.
- e. Sisakan Bintang yang memiliki deklinasi sesuai dengan rentang Bintang lokal. Rentang Bintang lokal dicari dengan rumus yang telah disebutkan pada bab sebelumnya. Di Kota Semarang, rentang minimum deklinasi Bintang adalah $-6^{\circ}59'30''$. Sedangkan rentang maksimumnya adalah arah kiblat dari Barat ke Utara yaitu $24^{\circ}31'08,08''$. Bintang yang telah disortir inilah yang disebut dengan Bintang lokal. Dalam contoh

perhitungan, Bintang lokal yang berada di Kota Semarang berjumlah 53 Bintang. Jumlah ini dapat berubah sesuai dengan lintang lokasi pengamat.

3. Mencari *proper motion* asensio rekta ($FK5_\alpha$) dan *proper motion* deklinasi ($FK5_\delta$) Bintang. Nilai *proper motion* asensio rekta dan deklinasi Bintang dicari pada buku *fundamental catalog 5* (FK5). Pada buku tersebut, terdapat besaran *proper motion* pada asensiorekta dan deklinasi untuk masing-masing Bintang setiap tahunnya pada *epoch* J2000.0. Pada buku ini, *proper motion* memiliki lambang μ .⁹⁷

EQUINOX AND EPOCH J2000.0									
No.	Name	Mag.	Sp.	α_{2000}	μ_{2000}	δ_{2000}	μ'_{2000}	GC	HD
1170	γ Mon	5.27	B3	6 ^h 19 ^m 42 ^s .794	- 0.029	- 7 ^o 49' 22".57	- 0.00	8132	44112
240	ζ CMa	3.02	B3	6 20 18.792	+ 0.072	-30 3 48.26	+ 0.27	8170	44402
243	β CMa	1.98	B1	6 22 41.969	- 0.044	-17 57 21.37	+ 0.03	8223	44743
241	μ Gem	2.88	M0	6 22 57.621	+ 0.391	+22 30 48.79	- 11.10	8208	44478
244	θ ϵ Mon	4.44	A5	6 23 46.084	- 0.120	+ 4 35 34.24	+ 1.09	8240	44769
245	α Car	-0.72	F0	6 23 57.119	+ 0.245	-52 41 44.50	+ 2.07	8302	45348
1171	23 G. CMa	5.22	K0	6 24 10.321	- 0.370	-11 31 48.50	- 3.45	8265	44951
242	ψ^1 Aur	4.91v	K2	6 24 53.892	- 0.020	+49 17 16.53	- 0.07	8235	44537
1172	Grb 1156 Aur	7.05	G5	6 26 21.600	- 0.034	+41 57 34.21	- 0.42	8300	44901
246	10 Mon	5.06	B3	6 27 57.563	- 0.036	- 4 45 43.70	- 0.07	8378	45546

Gambar 4.4 Daftar bintang dan *proper motion* pada FK5

4. Menghitung *proper motion* asensiorekta Bintang pada waktu yang dicari dengan rumus:

$$\mu_\alpha = \frac{FK5_\alpha * JD * \cos \delta}{3600}$$

⁹⁷ Fricke et al., *Fifth Fundamental Catalogue (FK5). Part 1: The Basic Fundamental Stars.*

5. Menghitung *proper motion* deklinasi Bintang pada waktu yang dicari dengan rumus:

$$\mu_{\delta} = \frac{FK5_{\delta} * JD}{3600}$$

6. Menghitung asensio rekta Bintang yang telah terkoreksi *proper motion*.

$$a_0 = \alpha_0 + \mu_{\alpha}$$

7. Menghitung deklinasi Bintang yang telah terkoreksi *proper motion*.

$$\delta_0 = \delta_0 + \mu_{\delta}$$

8. Menghitung koreksi presesi (a_{pr} dan δ_{pr})

$$\tan(\alpha - z) = \frac{A}{B} \quad \sin \delta_{pr} = C$$

$$\alpha_{pr} = (\alpha - z) + z$$

9. Menghitung koreksi nutasi (a_{nut} dan δ_{nut})

$$\Delta a_{nut} = (\cos \varepsilon + \sin \varepsilon \sin a \tan \delta) \Delta \psi - (\cos a \tan \delta) \Delta \varepsilon$$

$$\Delta \delta_{nut} = (\sin \varepsilon \cos a) \Delta \psi + (\sin a) \Delta \varepsilon$$

10. Menghitung koreksi aberasi (a_{aber} dan δ_{aber})

$$\Delta a_{aber} = -k \frac{\cos a \cos \odot \cos \varepsilon + \sin a \sin \odot}{\cos \delta} + e k \frac{\cos a \cos \pi \cos \varepsilon + \sin a \sin \pi}{\cos \delta}$$

$$\begin{aligned}\Delta\delta_{aber} = & -k [\cos\odot \cos \varepsilon (\tan \varepsilon \cos \delta - \sin a \sin \delta) \\ & + \cos a \sin \delta \sin\odot] \\ & + e k [\cos \pi \cos \varepsilon (\tan \varepsilon \cos \delta \\ & - \sin a \sin \delta) + \cos a \sin \delta \sin \pi]\end{aligned}$$

11. Menghitung asensio rekta dan deklinasi yang telah terkoreksi (a_* dan δ_*)

$$\begin{aligned}\alpha_* &= \alpha_0 + \Delta\alpha_{pr} + \Delta\alpha_{nut} + \Delta\alpha_{aber} \\ \delta_* &= \delta_0 + \Delta\delta_{pr} + \Delta\delta_{nut} + \Delta\delta_{aber}\end{aligned}$$

12. Menghitung *sidereal hour angle* Bintang (SHA_*)

$$SHA_* = \frac{360^\circ - a_*}{15}$$

13. Menghitung *Greenwich Hour Angle* Aries (GHA_a)

$$\begin{aligned}GST &= (280.46061837 + 360.98564736629 * (JD \\ &- 2451545) + 0.000387933 * T^2 \\ &- T^3 / 38710000) / 15 \\ GHA_a &= GST + \Delta\psi * \cos \varepsilon : 15\end{aligned}$$

14. Menghitung *meridian pass* Aries ($Merpass_a$)

$$Merpass_a = (24 - GHA_a)$$

15. Menghitung *meridian pass* Bintang ($Merpass_*$)

$$Merpass_* = Merpass_a - SHA_*$$

16. Menghitung sudut bantu (Y)

$$\tan Y = \cotan AQ * \sin \varphi_t$$

17. Menghitung sudut bantu (X)

$$\cos X = \frac{\tan \delta_* * \cos Y}{\tan \varphi_t}$$

18. Menentukan jam *raşd al-qiblah* harian Bintang lokal (WK)

$$WK = \left(\frac{Y + X}{15} \right) + Merpass_* - KWD + Delta T$$

WK merupakan jam *raşd al-qiblah* dari setiap Bintang. Setelah menghitung jam *raşd al-qiblah*, azimuth bintang dapat dicari dengan rumus di bawah ini:

1. Menentukan JD pada jam *raşd al-qiblah*

$$A = INT \left(\frac{Y}{100} \right)$$

$$B = 2 - A + INT \left(\frac{A}{4} \right)$$

$$JD = INT (365.25 * (Y + 4716) \\ + INT (30.6001 * (M + 1)) + D + B \\ - 1524.5$$

$$\text{Dimana } D = \text{Tanggal} + \frac{\text{Jam}-TZ}{24}$$

2. Menghitung GHA Aries (GHA_a)

$$GHA_a = \frac{GST + \Delta\psi * \cos \varepsilon}{15}$$

3. Menghitung sudut waktu Bintang (LHA/t_*)

$$t_* = (SHA_* + GHA_a) * 15 + \lambda_t$$

4. Menghitung arah Bintang (A_*)

$$\text{Cotan } A_* = \tan \delta * \cos \varphi_t : \sin t_* - \sin \varphi_t : \tan t_*$$

5. Menentukan azimuth Bintang (AZ_*)

$$AZ_* = 360 - A_*$$

Contoh perhitungan arah kiblat menggunakan metode *raşd al-qiblah* harian Bintang lokal adalah sebagai berikut:

1. Data Pengamatan

- a. $\varphi_t = -6^{\circ}59'30''$
- b. $\lambda_t = 110^{\circ}20'53''$
- c. $\varphi_k = 21^{\circ}25'21,4''$
- d. $\lambda_k = 39^{\circ}49'34,33''$
- e. $TZ = 7$
- f. $KWD = 0^{\circ}21'24,24''$
- g. $\Delta T = 0^{\circ}1'14,02''$
- h. Tanggal Pengamatan = 12 Mei 2024
- i. Julian day = 2460442,5
- j. Arah / Azimut Kiblat = $65^{\circ}28'52,52'' / 294^{\circ}31'08,08''$

2. Data bintang lokal

- a. Rentang deklinasi bintang lokal
 $\text{Rentang}_{\min} = -6^{\circ}59'30''$
 $\text{Rentang}_{\max} = 24^{\circ}31'08,44''$
- b. Daftar bintang lokal pada *epoch* J.2000.0

Tabel 4. 1 Daftar Bintang lokal beserta asensio rekta, deklinasi, dan magnitudonya

N o.	Nama Bintang	Asensio Rekta	Deklinasi	Mag
1	30 Psc	0°01'57.40"	-6°00'54.30"	4.83
2	33 Psc	0°05'20.14"	-5°42'27.41"	4.61
3	Algenib	0°13'14.00"	15°11'05.00"	3.53
4	ζ And	0°47'20.50"	24°16'09.70"	4.26
5	δ psc	0°48'40.95"	7°35'06.14"	4.43

6	ε psc	1°02'56.61"	7°53'24.31"	4.28
7	η Psc	1°31'29.03"	15°20'44.81"	3.62
8	Mesarthim	1°53'32.20"	19°17'43.80"	4.78
9	Alrescha	2°02'03.30"	2°45'49.00"	4.59
10	Al Kaff al Jidhmah III	2°39'29.60"	0°19'41.20"	4.37
11	Menkar	3°02'17.60"	4°05'22.90"	2.76
12	Merope	3°46'20.70"	23°56'58.40"	4.34
13	λ Tau	4°00'41.90"	12°29'26.70"	3.60
14	Alkalbain V	4°26'19.70"	22°48'51.90"	4.45
15	71 Tau	4°26'21.90"	15°37'07.40"	4.63
16	ρ Tau	4°33'52.20"	14°50'41.30"	4.83
17	Aldebaran	4°35'56.50"	16°30'35.10"	1.03
18	ν Eri	4°36'20.30"	-3°21'10.80"	4.06
19	μ Eri	4°45'31.40"	-3°15'18.60"	4.16
20	11 Ori	5°04'35.50"	15°24'15.60"	4.81
21	Saif al Jabbar	5°24'29.90"	-2°23'51.30"	3.49
22	ψ1 Ori	5°24'46.10"	1°50'46.00"	4.99
23	Mintaka	5°32'01.70"	0°17'58.10"	2.54
24	The Ruby Star	5°32'14.20"	18°35'39.70"	4.46
25	Alnilam	5°36'14.20"	-1°12'08.40"	1.79
26	Tianguan	5°37'40.10"	21°08'33.90"	3.11
27	ω Ori	5°39'12.50"	4°07'16.30"	4.64
28	Betelgeuse	5°55'11.70"	7°24'24.50"	0.59
29	Tejat	6°22'59.10"	22°30'48.90"	3.00
30	Mekbuda	7°04'08.00"	20°34'10.90"	4.15
31	Gomeisa	7°27'10.40"	8°17'19.80"	2.99
32	Minazal II	8°43'14.70"	3°23'53.10"	4.45
33	ρ Leo	10°32'49.40"	9°18'19.40"	4.03
34	Zubrah	11°15'12.70"	23°05'34.90"	4.91
35	ν Vir	11°45'51.90"	6°31'42.10"	4.43
36	93 Leo	11°48'00.00"	20°13'00.00"	4.99
37	Denebola	11°49'03.90"	14°34'13.00"	2.59
38	ρ Vir	12°41'53.00"	10°14'03.20"	4.99
39	Nasak Yamani I	15°34'47.20"	10°32'15.90"	4.27
40	Nasak Shamiya III	16°21'54.00"	19°09'05.70"	3.89
41	Cujam	16°25'23.80"	14°01'55.60"	4.73
42	κ Oph	16°57'38.80"	9°22'27.30"	3.31
43	Rasalgethi	17°14'37.50"	14°23'22.20"	3.67
44	66 Oph	18°00'14.40"	4°22'05.30"	4.89
45	δ Sge	19°47'21.90"	18°32'04.00"	4.45

46	Altair	19°50'45.70"	8°52'05.50"	0.89
47	Almizan II	19°52'27.10"	1°00'19.00"	3.98
48	Al Ukud	20°43'26.30"	15°04'29.90"	4.56
49	Enif	21°44'10.20"	9°52'31.20"	2.53
50	Sadalmulk	22°03'18.00"	-2°09'21.40"	4.88
51	31 Peg	22°21'30.30"	12°12'20.80"	4.98
52	Seat	22°25'15.90"	1°22'37.60"	4.97
53	Salm	23°20'37.70"	23°44'31.80"	4.93

3. Proper motion bintang epoch J2000.0

Tabel 4. 2 Daftar proper motion Bintang lokal pada epoch J2000.0

No.	Nama Bintang	$FK5_{\alpha}$	$FK5_{\delta}$
1	30 Psc	0.342	-4.11
2	33 Psc	-0.058	8.87
3	Algenib	0.019	-1.2
4	ζ And	-0.73	-8.3
5	δ psc	0.572	-5.24
6	ε psc	-0.527	2.25
7	η Psc	0.193	-0.55
8	Mesarthim	0.579	-9.909
9	Alrescha	0.278	-1.09
10	Al Kaff al Jidhmah III	0.094	-0.4
11	Menkar	-0.063	-7.8
12	Merope	0.137	-4.66
13	λ Tau	-0.043	-1.24
14	Alkalbain V	0.797	-4.669
15	71 Tau	0.769	-2.659
16	ρ Tau	0.708	-2.66
17	Aldebaran	0.439	-18.97
18	ν Eri	0.013	-0.52
19	μ Eri	0.105	-1.34
20	11 Ori	0.11	-3.39
21	Saif al Jabbar	-0.0036	-0.32
22	ψ 1 Ori	-0.04	-1.289
23	Mintaka	0.01	-0.22
24	The Ruby Star	0.01	-0.445
25	Alnilam	0.006	-0.24
26	Tianguan	0.0127	-2.006
27	ω Ori	0.005	-0.003
28	Betelgeuse	0.173	0.87
29	Tejat	0.391	-11.1

30	Mekbuda	-0.065	-0.05
31	Gomeisa	-0.35	-3.83
32	Minazal II	-0.129	-0.1119
33	ρ Leo	-0.044	-0.27
34	Zubrah	-0.181	-0.57
35	ν Vir	-0.118	-18.39
36	93 Leo	-1.057	-0.33
37	Denebola	-3.422	-11.41
38	ρ Vir	0.566	-9.05
39	Nasak Yamani I	-0.49	1.309
40	Nasak Shamiya III	-0.33	4.32
41	Cujam	0.302	-5.94
42	κ Oph	-1.969	-1.05
43	Rasalgethi	-0.117	4.699
44	66 Oph	0.009	-1.268
45	δ Sge	0.048	0.83
46	Altair	3.629	38.63
47	Almizan II	0.072	-0.71
48	Al Ukud	-0.133	-4.33
49	Enif	0.207	-0.06
50	Sadalmulk	0.164	-1.115
51	31 Peg	0.059	0.56
52	Seat	0.1	0.07
53	Salm	0.238	-0.75

4. *Proper Motion* bintang pada tanggal pengamatan (12 Mei 2024)

Tabel 4. 3 *Proper motion* pada tanggal 12 Mei 2024

No.	Nama Bintang	μ_{α}	μ_{δ}
1	30 Psc	0.00035	-0.00028
2	33 Psc	-0.00006	0.00060
3	Algenib	0.00002	-0.00008
4	ζ And	-0.00068	-0.00056
5	δ psc	0.00058	-0.00035
6	ε psc	-0.00053	0.00015
7	η Psc	0.00019	-0.00004
8	Mesarthim	0.00055	-0.00067
9	Alrescha	0.00028	-0.00007
10	Al Kaff al Jidhmah III	0.00010	-0.00003
11	Menkar	-0.00006	-0.00053

12	Merope	0.00013	-0.00032
13	λ Tau	-0.00004	-0.00008
14	Alkalbain V	0.00075	-0.00032
15	71 Tau	0.00075	-0.00018
16	ρ Tau	0.00069	-0.00018
17	Aldebaran	0.00043	-0.00128
18	ν Eri	0.00001	-0.00004
19	μ Eri	0.00011	-0.00009
20	11 Ori	0.00011	-0.00023
21	Saif al Jabbar	0.00000	-0.00002
22	ψ 1 Ori	-0.00004	-0.00009
23	Mintaka	0.00001	-0.00001
24	The Ruby Star	0.00001	-0.00003
25	Alnilam	0.00001	-0.00002
26	Tianguan	0.00001	-0.00014
27	ω Ori	0.00001	0.00000
28	Betelgeuse	0.00017	0.00006
29	Tejat	0.00037	-0.00075
30	Mekbuda	-0.00006	0.00000
31	Gomeisa	-0.00035	-0.00026
32	Minazal II	-0.00013	-0.00001
33	ρ Leo	-0.00004	-0.00002
34	Zubrah	-0.00017	-0.00004
35	ν Vir	-0.00012	-0.00124
36	93 Leo	-0.00101	-0.00002
37	Denebola	-0.00336	-0.00077
38	ρ Vir	0.00057	-0.00061
39	Nasak Yamani I	-0.00049	0.00009
40	Nasak Shamiya III	-0.00032	0.00029
41	Cujam	0.00030	-0.00040
42	κ Oph	-0.00197	-0.00007
43	Rasalgethi	-0.00012	0.00032
44	66 Oph	0.00001	-0.00009
45	δ Sge	0.00005	0.00006
46	Altair	0.00364	0.00261
47	Almizan II	0.00007	-0.00005
48	Al Ukud	-0.00013	-0.00029
49	Enif	0.00021	0.00000
50	Sadalmulk	0.00017	-0.00008
51	31 Peg	0.00006	0.00004
52	Seat	0.00010	0.00000
53	Salm	0.00022	-0.00005

5. Asensio rekta dan deklinasi Bintang yang telah terkoreksi
proper motion (a_0 dan δ_0)

Tabel 4. 4 Asensio rekta dan deklinasi Bintang yang telah terkoreksi
proper motion

No.	Nama Bintang	a_0	δ_0
1	30 Psc	0° 29' 22.24"	-6° 00' 55.30"
2	33 Psc	1° 20' 01.95"	-5° 42' 25.25"
3	Algenib	3° 18' 30.07"	15° 11' 04.71"
4	ζ And	11° 50' 05.07"	24° 16' 07.68"
5	δ psc	12° 10' 16.32"	7° 35' 04.86"
6	ε psc	15° 44' 07.29"	7° 53' 24.86"
7	η Psc	22° 52' 16.15"	15° 20' 44.68"
8	Mesarthim	28° 23' 05.00"	19° 17' 41.39"
9	Alrescha	30° 30' 50.51"	2° 45' 48.73"
10	Al Kaff al Jidhmah III	39° 52' 24.34"	0° 19' 41.10"
11	Menkar	45° 34' 23.77"	4° 05' 21.00"
12	Merope	56° 35' 10.96"	23° 56' 57.26"
13	λ Tau	60° 10' 28.35"	12° 29' 26.40"
14	Alkalbain V	66° 34' 58.18"	22° 48' 50.76"
15	71 Tau	66° 35' 31.21"	15° 37' 06.75"
16	ρ Tau	68° 28' 05.50"	14° 50' 40.65"
17	Aldebaran	68° 59' 09.04"	16° 30' 30.48"
18	ν Eri	69° 05' 04.55"	-3° 21' 10.93"
19	μ Eri	71° 22' 51.38"	-3° 15' 18.93"
20	11 Ori	76° 08' 52.89"	15° 24' 14.77"
21	Saif al Jabbar	81° 07' 28.49"	-2° 23' 51.38"
22	ψ1 Ori	81° 11' 31.35"	1° 50' 45.69"
23	Mintaka	83° 00' 25.54"	0° 17' 58.05"
24	The Ruby Star	83° 03' 33.03"	18° 35' 39.59"
25	Alnilam	84° 03' 33.02"	-1° 12' 08.46"
26	Tianguan	84° 25' 01.54"	21° 08' 33.41"
27	ω Ori	84° 48' 07.52"	4° 07' 16.30"
28	Betelgeuse	88° 47' 56.13"	7° 24' 24.71"
29	Tejat	95° 44' 47.82"	22° 30' 46.20"
30	Mekbuda	106° 02' 00"	20° 34' 10.89"
31	Gomeisa	111°47'34.73"	8° 17' 18.87"
32	Minazal II	130°48'40.03"	3° 23' 53.07"
33	ρ Leo	158°12'20.84"	9° 18' 19.33"
34	Zubrah	168°48'09.89"	23° 05' 34.76"
35	ν Vir	176°27'58.07"	6° 31' 37.62"
36	93 Leo	176°59'48.88"	20° 13' 00.00"

37	Denebola	177°15'46.40"	14° 34' 10.22"
38	ρ Vir	190°28'17.04"	10° 14' 01.00"
39	Nasak Yamani I	233°41'46.24"	10° 32' 16.22"
40	Nasak Shamiya III	245°28'28.86"	19° 09' 06.75"
41	Cujam	246°20'58.07"	14° 01' 54.15"
42	κ Oph	254°24'34.90"	9° 22' 27.04"
43	Rasalgethi	258°39'22.09"	14° 23' 23.34"
44	66 Oph	270°03'36.03"	4° 22' 04.99"
45	δ Sge	296°50'28.67"	18° 32' 04.20"
46	Altair	297°41'38.60"	8° 52' 14.91"
47	Almizan II	298°06'46.76"	1° 00' 18.83"
48	Al Ukud	310°51'34.03"	15° 04' 28.85"
49	Enif	326°02'33.75"	9° 52' 31.19"
50	Sadalmulk	330°49'30.60"	-2° 09' 21.67"
51	31 Peg	335°22'34.71"	12° 12' 20.94"
52	Seat	336°18'58.87"	1° 22' 37.62"
53	Salm	350°09'26.30"	23° 44' 31.62"

6. Koreksi Presesi (a_{pr} dan δ_{pr})

Tabel 4. 5 Asensio rekta dan deklinasi yang telah terkoreksi presesi

No.	Nama Bintang	a_{pr}	δ_{pr}
1	30 Psc	0° 48' 05.22"	-5° 52' 47.16"
2	33 Psc	1° 38' 44.24"	-5° 34' 17.24"
3	Algenib	3° 37' 21.66"	15° 19' 11.98"
4	ζ And	12° 09' 34.51"	24° 24' 05.19"
5	δ psc	12° 29' 13.87"	7° 43' 01.77"
6	ε psc	16° 03' 09.52"	8° 01' 14.37"
7	η Psc	23° 11' 52.34"	15° 28' 13.92"
8	Mesarthim	28° 43' 10.50"	19° 24' 50.19"
9	Alrescha	30° 49' 46.34"	2° 52' 48.61"
10	Al Kaff al Jidhmah III	40° 11' 09.97"	0° 25' 54.90"
11	Menkar	45° 53' 32.60"	4° 11' 01.75"
12	Merope	56° 56' 56.19"	24° 01' 24.80"
13	λ Tau	60° 30' 46.13"	12° 33' 27.94"
14	Alkalbain V	66° 56' 50.67"	22° 52' 03.35"
15	71 Tau	66° 56' 20.38"	15° 40' 19.33"
16	ρ Tau	68° 48' 49.76"	14° 53' 38.45"
17	Aldebaran	69° 20' 08.01"	16° 33' 24.15"
18	ν Eri	69° 23' 21.54"	-3° 18' 17.87"
19	μ Eri	71° 41' 08.77"	-3° 12' 44.30"
20	11 Ori	76° 29' 47.27"	15° 26' 10.21"

21	Saif al Jabbar	81° 25' 51.92"	-2° 22' 37.35"
22	ψ1 Ori	81° 30' 30.54"	1° 51' 59.10"
23	Mintaka	83° 19' 11.69"	0° 18' 56.16"
24	The Ruby Star	83° 25' 00.00"	18° 36' 37.07"
25	Alnilam	84° 22' 06.43"	-1° 11' 19.24"
26	Tianguan	84° 46' 53.10"	21° 09' 19.36"
27	ω Ori	85° 07' 26.16"	4° 07' 59.16"
28	Betelgeuse	89° 07' 43.14"	7° 24' 33.54"
29	Tejat	96° 06' 52.55"	22° 29' 55.76"
30	Mekbuda	106°23'39.06"	20° 31' 54.58"
31	Gomeisa	112°07'24.04"	8° 14' 16.33"
32	Minazal II	131°07'45.18"	3° 18' 33.00"
33	ρ Leo	158°31'33.68"	9° 10' 45.55"
34	Zubrah	169°07'33.16"	22° 57' 35.62"
35	ν Vir	176°46'44.88"	6° 23' 30.30"
36	93 Leo	177°18'41.32"	20° 04' 52.05"
37	Denebola	177°34'35.63"	14° 26' 02.55"
38	ρ Vir	190°46'44.44"	10° 06' 01.20"
39	Nasak Yamani I	233°59'16.75"	10° 27' 28.19"
40	Nasak Shamiya III	245°44'38.24"	19° 05' 45.16"
41	Cujam	246°37'49.97"	13° 58' 39.42"
42	κ Oph	254°42'00.92"	9° 20' 17.04"
43	Rasalgethi	258°56'02.89"	14° 21' 48.48"
44	66 Oph	270°21'42.29"	4° 22' 06.79"
45	δ Sge	297°06'46.10"	18° 35' 45.65"
46	Altair	297°59'14.53"	8° 56' 02.89"
47	Almizan II	298°25'22.53"	1° 04' 10.02"
48	Al Ukud	311°08'38.04"	15° 09' 49.12"
49	Enif	326°20'29.73"	9° 59' 16.81"
50	Sadalmulk	331°08'22.82"	-2° 02' 14.78"
51	31 Peg	335°40'34.28"	12° 19' 45.24"
52	Seat	336°37'37.52"	1° 30' 05.20"
53	Salm	350°27'33.58"	23° 52' 32.82"

7. Koreksi Nutasi (a_{nut} dan δ_{nut})

Tabel 4. 6 Koreksi Nutasi

No.	Nama Bintang	a_{nut}	δ_{nut}
1	30 Psc	-0° 00' 04.72"	-0° 00' 02.05"
2	33 Psc	-0° 00' 04.72"	-0° 00' 02.05"
3	Algenib	-0° 00' 04.76"	-0° 00' 02.04"
4	ζ And	-0° 00' 04.92"	-0° 00' 02.00"

5	δ psc	-0° 00' 04.79"	-0° 00' 02.00"
6	ϵ psc	-0° 00' 04.81"	-0° 00' 01.97"
7	η Psc	-0° 00' 04.95"	-0° 00' 01.88"
8	Mesarthim	-0° 00' 05.07"	-0° 00' 01.80"
9	Alrescha	-0° 00' 04.78"	-0° 00' 01.76"
10	Al Kaff al Jidhmah III	-0° 00' 04.74"	-0° 00' 01.56"
11	Menkar	-0° 00' 04.83"	-0° 00' 01.42"
12	Merope	-0° 00' 05.49"	-0° 00' 01.12"
13	λ Tau	-0° 00' 05.12"	-0° 00' 01.01"
14	Alkalbain V	-0° 00' 05.52"	-0° 00' 00.80"
15	71 Tau	-0° 00' 05.25"	-0° 00' 00.80"
16	ρ Tau	-0° 00' 05.23"	-0° 00' 00.74"
17	Aldebaran	-0° 00' 05.30"	-0° 00' 00.72"
18	ν Eri	-0° 00' 04.61"	-0° 00' 00.72"
19	μ Eri	-0° 00' 04.62"	-0° 00' 00.64"
20	11 Ori	-0° 00' 05.28"	-0° 00' 00.48"
21	Saif al Jabbar	-0° 00' 04.64"	-0° 00' 00.30"
22	ψ I Ori	-0° 00' 04.79"	-0° 00' 00.30"
23	Mintaka	-0° 00' 04.74"	-0° 00' 00.24"
24	The Ruby Star	-0° 00' 05.41"	-0° 00' 00.23"
25	Alnilam	-0° 00' 04.68"	-0° 00' 00.20"
26	Tianguan	-0° 00' 05.52"	-0° 00' 00.18"
27	ω Ori	-0° 00' 04.87"	-0° 00' 00.17"
28	Betelgeuse	-0° 00' 04.99"	-0° 00' 00.03"
29	Tejat	-0° 00' 05.57"	0° 00' 00.22"
30	Mekbuda	-0° 00' 05.46"	0° 00' 00.58"
31	Gomeisa	-0° 00' 05.00"	0° 00' 00.77"
32	Minazal II	-0° 00' 04.81"	0° 00' 01.35"
33	ρ Leo	-0° 00' 04.85"	0° 00' 01.91"
34	Zubrah	-0° 00' 04.89"	0° 00' 02.01"
35	ν Vir	-0° 00' 04.74"	0° 00' 02.05"
36	93 Leo	-0° 00' 04.76"	0° 00' 02.05"
37	Denebola	-0° 00' 04.75"	0° 00' 02.05"
38	ρ Vir	-0° 00' 04.66"	0° 00' 02.01"
39	Nasak Yamani I	-0° 00' 04.42"	0° 00' 01.20"
40	Nasak Shamiya III	-0° 00' 04.08"	0° 00' 00.84"
41	Cujam	-0° 00' 04.26"	0° 00' 00.81"
42	κ Oph	-0° 00' 04.40"	0° 00' 00.54"
43	Rasalgethi	-0° 00' 04.21"	0° 00' 00.39"
44	66 Oph	-0° 00' 04.57"	-0° 00' 00.02"
45	δ Sge	-0° 00' 04.11"	-0° 00' 00.94"
46	Altair	-0° 00' 04.44"	-0° 00' 00.96"
47	Almizan II	-0° 00' 04.69"	-0° 00' 00.98"

48	Al Ukud	-0° 00' 04.31"	-0° 00' 01.35"
49	Enif	-0° 00' 04.53"	-0° 00' 01.71"
50	Sadalmulk	-0° 00' 04.76"	-0° 00' 01.80"
51	31 Peg	-0° 00' 04.54"	-0° 00' 01.87"
52	Seat	-0° 00' 04.70"	-0° 00' 01.88"
53	Salm	-0° 00' 04.58"	-0° 00' 02.02"

8. Koreksi Aberasi (a_{aber} dan δ_{aber})

Tabel 4. 7 Koreksi Aberasi

No.	Nama Bintang	a_{aber}	δ_{aber}
1	30 Psc	-0° 00' 12.17"	-0° 00' 03.51"
2	33 Psc	-0° 00' 12.39"	-0° 00' 03.62"
3	Algenib	-0° 00' 13.34"	-0° 00' 08.96"
4	ζ And	-0° 00' 16.43"	-0° 00' 10.07"
5	δ psc	-0° 00' 15.17"	-0° 00' 06.84"
6	ε psc	-0° 00' 15.97"	-0° 00' 06.77"
7	η Psc	-0° 00' 17.83"	-0° 00' 07.61"
8	Mesarthim	-0° 00' 19.14"	-0° 00' 07.59"
9	Alrescha	-0° 00' 18.37"	-0° 00' 05.52"
10	Al Kaff al Jidhmah III	-0° 00' 19.33"	-0° 00' 05.18"
11	Menkar	-0° 00' 19.73"	-0° 00' 05.32"
12	Merope	-0° 00' 21.67"	-0° 00' 04.18"
13	λ Tau	-0° 00' 20.16"	-0° 00' 04.48"
14	Alkalbain V	-0° 00' 20.91"	-0° 00' 02.91"
15	71 Tau	-0° 00' 20.01"	-0° 00' 03.69"
16	ρ Tau	-0° 00' 19.77"	-0° 00' 03.61"
17	Aldebaran	-0° 00' 19.88"	-0° 00' 03.37"
18	ν Eri	-0° 00' 19.08"	-0° 00' 05.46"
19	μ Eri	-0° 00' 18.84"	-0° 00' 05.50"
20	11 Ori	-0° 00' 18.90"	-0° 00' 02.88"
21	Saif al Jabbar	-0° 00' 17.49"	-0° 00' 05.54"
22	ψ1 Ori	-0° 00' 17.47"	-0° 00' 04.84"
23	Mintaka	-0° 00' 17.16"	-0° 00' 05.10"
24	The Ruby Star	-0° 00' 18.09"	-0° 00' 01.70"
25	Alnilam	-0° 00' 16.98"	-0° 00' 05.36"
26	Tianguan	-0° 00' 18.12"	-0° 00' 01.05"
27	ω Ori	-0° 00' 16.88"	-0° 00' 04.38"
28	Betelgeuse	-0° 00' 16.20"	-0° 00' 03.61"
29	Tejat	-0° 00' 15.73"	0° 00' 00.41"
30	Mekbuda	-0° 00' 12.69"	0° 00' 00.75"
31	Gomeisa	-0° 00' 10.35"	-0° 00' 02.66"

32	Minazal II	-0° 00' 04.16"	-0° 00' 04.02"
33	ρ Leo	0° 00' 05.31"	-0° 00' 02.03"
34	Zubrah	0° 00' 09.42"	0° 00' 02.22"
35	ν Vir	0° 00' 11.04"	-0° 00' 03.28"
36	93 Leo	0° 00' 11.84"	0° 00' 00.80"
37	Denebola	0° 00' 11.57"	-0° 00' 00.91"
38	ρ Vir	0° 00' 14.87"	-0° 00' 02.72"
39	Nasak Yamani I	0° 00' 20.17"	-0° 00' 05.11"
40	Nasak Shamiya III	0° 00' 20.49"	-0° 00' 06.28"
41	Cujam	0° 00' 19.88"	-0° 00' 06.11"
42	κ Oph	0° 00' 18.71"	-0° 00' 06.26"
43	Rasalgethi	0° 00' 18.45"	-0° 00' 07.13"
44	66 Oph	0° 00' 15.86"	-0° 00' 06.05"
45	δ Sge	0° 00' 09.20"	-0° 00' 10.56"
46	Altair	0° 00' 08.55"	-0° 00' 07.88"
47	Almizan II	0° 00' 08.32"	-0° 00' 05.49"
48	Al Ukud	0° 00' 04.29"	-0° 00' 10.05"
49	Enif	-0° 00' 01.10"	-0° 00' 08.51"
50	Sadalmulk	-0° 00' 02.74"	-0° 00' 04.45"
51	31 Peg	-0° 00' 04.39"	-0° 00' 09.17"
52	Seat	-0° 00' 04.61"	-0° 00' 05.65"
53	Salm	-0° 00' 09.94"	-0° 00' 11.85"

9. Asensio rekta dan deklinasi Bintang yang telah terkoreksi

Tabel 4. 8 Asensio rekta dan deklinasi yang telah terkoreksi nutasi dan aberasi

No.	Nama Bintang	α_*	δ_*
1	30 Psc	0° 47' 48.83"	-5° 52' 52.48"
2	33 Psc	1° 38' 27.63"	-5° 34' 22.67"
3	Algenib	3° 37' 04.07"	15° 19' 01.14"
4	ζ And	12° 09' 13.64"	24° 23' 53.21"
5	δ psc	12° 28' 54.37"	7° 42' 53.11"
6	ϵ psc	16° 02' 49.19"	8° 01' 05.80"
7	η Psc	23° 11' 29.98"	15° 28' 04.56"
8	Mesarthim	28° 42' 46.69"	19° 24' 40.90"
9	Alrescha	30° 49' 23.55"	2° 52' 41.52"
10	Al Kaff al Jidhmah III	40° 10' 46.22"	0° 25' 48.34"
11	Menkar	45° 53' 08.32"	4° 10' 55.16"
12	Merope	56° 56' 29.28"	24° 01' 19.53"
13	λ Tau	60° 30' 21.06"	12° 33' 22.55"
14	Alkalbain V	66° 56' 24.43"	22° 52' 00.00"

15	71 Tau	66° 55' 55.30"	15° 40' 14.91"
16	ρ Tau	68° 48' 24.93"	14° 53' 34.17"
17	Aldebaran	69° 19' 43.01"	16° 33' 20.11"
18	ν Eri	69° 22' 57.98"	-3° 18' 23.88"
19	μ Eri	71° 40' 45.43"	-3° 12' 50.27"
20	11 Ori	76° 29' 23.22"	15° 26' 06.91"
21	Saif al Jabbar	81° 25' 29.86"	-2° 22' 43.05"
22	ψ 1 Ori	81° 30' 08.36"	1° 51' 54.08"
23	Mintaka	83° 18' 49.86"	0° 18' 50.94"
24	The Ruby Star	83° 24' 36.35"	18° 36' 35.17"
25	Alnilam	84° 21' 44.84"	-1° 11' 24.68"
26	Tianguan	84° 46' 29.56"	21° 09' 18.13"
27	ω Ori	85° 07' 04.47"	4° 07' 54.70"
28	Betelgeuse	89° 07' 22.01"	7° 24' 29.98"
29	Tejat	96° 06' 31.30"	22° 29' 56.39"
30	Mekbuda	106°23'20.91"	20° 31' 55.91"
31	Gomeisa	112°07'08.67"	8° 14' 14.48"
32	Minazal II	131°07'36.14"	3° 18' 30.35"
33	ρ Leo	158°31'34.09"	9° 10' 45.45"
34	Zubrah	169°07'37.65"	22° 57' 39.90"
35	ν Vir	176°46'51.18"	6° 23' 29.08"
36	93 Leo	177°18'48.39"	20° 04' 54.96"
37	Denebola	177°34'42.44"	14° 26' 03.73"
38	ρ Vir	190°46'54.71"	10° 06' 00.52"
39	Nasak Yamani I	233°59'32.78"	10° 27' 24.38"
40	Nasak Shamiya III	245°44'54.98"	19° 05' 39.88"
41	Cujam	246°38'05.93"	13° 58' 34.25"
42	κ Oph	254°42'15.61"	9° 20' 11.44"
43	Rasalgethi	258°56'17.53"	14° 21' 41.90"
44	66 Oph	270°21'54.05"	4° 22' 00.85"
45	δ Sge	297°06'51.74"	18° 35' 34.34"
46	Altair	297°59'19.20"	8° 55' 54.23"
47	Almizan II	298°25'26.71"	1° 04' 03.72"
48	Al Ukud	311°08'38.60"	15° 09' 37.92"
49	Enif	326°20'24.68"	9° 59' 06.79"
50	Sadalmulk	331°08'15.90"	-2° 02' 20.82"
51	31 Peg	335°40'25.93"	12° 19' 34.40"
52	Seat	336°37'28.78"	1° 29' 57.87"
53	Salm	350°27'19.63"	23° 52' 19.09"

10. Sidereal Hour Angle Bintang (SHA_*)

Tabel 4. 9 SHA Bintang lokal

No.	Nama Bintang	SHA_*
1	30 Psc	23° 56' 48.74"
2	33 Psc	23° 53' 26.16"
3	Algenib	23° 45' 31.73"
4	ζ And	23° 11' 23.09"
5	δ psc	23° 10' 04.38"
6	ε psc	22° 55' 48.72"
7	η Psc	22° 27' 14.00"
8	Mesarthim	22° 05' 08.89"
9	Alrescha	21° 56' 42.43"
10	Al Kaff al Jidhmah III	21° 19' 16.92"
11	Menkar	20° 56' 27.45"
12	Merope	20° 12' 14.05"
13	λ Tau	19° 57' 58.60"
14	Alkalbain V	19° 32' 14.37"
15	71 Tau	19° 32' 16.31"
16	ρ Tau	19° 24' 46.34"
17	Aldebaran	19° 22' 41.13"
18	ν Eri	19° 22' 28.13"
19	μ Eri	19° 13' 16.97"
20	11 Ori	18° 54' 02.45"
21	Saif al Jabbar	18° 34' 18.01"
22	ψ1 Ori	18° 33' 59.44"
23	Mintaka	18° 26' 44.68"
24	The Ruby Star	18° 26' 21.58"
25	Alnilam	18° 22' 33.01"
26	Tianguan	18° 20' 54.03"
27	ω Ori	18° 19' 31.70"
28	Betelgeuse	18° 03' 30.53"
29	Tejat	17° 35' 33.91"
30	Mekbuda	16° 54' 26.61"
31	Gomeisa	16° 31' 31.42"
32	Minazal II	15° 15' 29.59"
33	ρ Leo	13° 25' 53.73"
34	Zubrah	12° 43' 29.49"
35	ν Vir	12° 12' 52.59"
36	93 Leo	12° 10' 44.77"
37	Denebola	12° 09' 41.17"
38	ρ Vir	11° 16' 52.35"
39	Nasak Yamani I	8° 24' 01.81"

40	Nasak Shamiya III	7° 37' 00.33"
41	Cujam	7° 33' 27.60"
42	κ Oph	7° 01' 10.96"
43	Rasalgethi	6° 44' 14.83"
44	66 Oph	5° 58' 32.40"
45	δ Sge	4° 11' 32.55"
46	Altair	4° 08' 02.72"
47	Almizan II	4° 06' 18.22"
48	Al Ukud	3° 15' 25.43"
49	Enif	2° 14' 38.35"
50	Sadalmulk	1° 55' 26.94"
51	31 Peg	1° 37' 18.27"
52	Seat	1° 33' 30.08"
53	Salm	0° 38' 10.69"

11. *Greenwich Hour Angle Aries* (GHA_a) = 15°21'01,63"
12. *Meridian Pass Aries* = 08°37'33,34"
13. *Meridian Pass Bintang*

Tabel 4. 10 Daftar meridian pass Bintang

No.	Nama Bintang	<i>MerPass*</i>
1	30 Psc	8° 40' 44.60"
2	33 Psc	8° 44' 07.18"
3	Algenib	8° 52' 01.61"
4	ζ And	9° 26' 10.25"
5	δ psc	9° 27' 28.97"
6	ε psc	9° 41' 44.62"
7	η Psc	10° 10' 19.34"
8	Mesarthim	10° 32' 24.45"
9	Alrescha	10° 40' 50.91"
10	Al Kaff al Jidhmah III	11° 18' 16.42"
11	Menkar	11° 41' 05.90"
12	Merope	12° 25' 19.29"
13	λ Tau	12° 39' 34.75"
14	Alkalbain V	13° 05' 18.97"
15	71 Tau	13° 05' 17.03"
16	ρ Tau	13° 12' 47.00"
17	Aldebaran	13° 14' 52.21"
18	ν Eri	13° 15' 05.21"
19	μ Eri	13° 24' 16.37"

20	11 Ori	13° 43' 30.89"
21	Saif al Jabbar	14° 03' 15.33"
22	ψ1 Ori	14° 03' 33.90"
23	Mintaka	14° 10' 48.67"
24	The Ruby Star	14° 11' 11.77"
25	Alnilam	14° 15' 00.33"
26	Tianguan	14° 16' 39.31"
27	ω Ori	14° 18' 01.64"
28	Betelgeuse	14° 34' 02.81"
29	Tejat	15° 01' 59.43"
30	Mekbuda	15° 43' 06.74"
31	Gomeisa	16° 06' 01.92"
32	Minazal II	17° 22' 03.75"
33	ρ Leo	19° 11' 39.62"
34	Zubrah	19° 54' 03.85"
35	ν Vir	20° 24' 40.75"
36	93 Leo	20° 26' 48.57"
37	Denebola	20° 27' 52.17"
38	ρ Vir	21° 20' 40.99"
39	Nasak Yamani I	0° 13' 31.53"
40	Nasak Shamiya III	1° 00' 33.01"
41	Cujam	1° 04' 05.74"
42	κ Oph	1° 36' 22.38"
43	Rasalgethi	1° 53' 18.51"
44	66 Oph	2° 39' 00.95"
45	δ Sge	4° 26' 00.79"
46	Altair	4° 29' 30.62"
47	Almizan II	4° 31' 15.12"
48	Al Ukud	5° 22' 07.92"
49	Enif	6° 22' 54.99"
50	Sadal mulk	6° 42' 06.40"
51	31 Peg	7° 00' 15.07"
52	Seat	7° 04' 03.26"
53	Salm	7° 59' 22.65"

14. Sudut Bantu (Y) = $-75^{\circ}03'28,44''$

15. Sudut Bantu (X) dan Waktu Rashd al-Qiblah (WK)

Tabel 4. 11 Sudut bantu Bintang dan waktu rashd al-qiblah Bintang

No.	Nama Bintang	X	WK (WIB)
1	30 Psc	2° 26' 02.84"	08 : 30 : 19.34

2	33 Psc	3° 06' 13.91"	08 : 36 : 22.67
3	Algenib	50° 06' 03.56"	11 : 52 : 16.40
4	ζ And	87° 25' 44.23"	14 : 55 : 43.75
5	δ psc	31° 29' 24.47"	11 : 13 : 17.15
6	ε psc	32° 10' 11.22"	11 : 30 : 15.92
7	η Psc	50° 31' 10.87"	13 : 12 : 14.62
8	Mesarthim	62° 44' 52.23"	14 : 23 : 14.49
9	Alrescha	21° 00' 35.69"	11 : 44 : 43.85
10	Al Kaff al Jidhmah III	15° 50' 47.13"	12 : 01 : 30.12
11	Menkar	23° 47' 07.46"	12 : 56 : 04.95
12	Merope	84° 30' 20.35"	17 : 43 : 11.20
13	λ Tau	42° 51' 52.64"	15 : 10 : 52.81
14	Alkalbain V	77° 24' 04.30"	17 : 54 : 45.81
15	71 Tau	51° 05' 12.69"	16 : 09 : 28.43
16	ρ Tau	48° 56' 20.19"	16 : 08 : 22.90
17	Aldebaran	53° 37' 28.77"	16 : 29 : 12.68
18	ν Eri	7° 57' 53.92"	13 : 26 : 47.36
19	μ Eri	8° 09' 42.71"	13 : 36 : 45.77
20	11 Ori	50° 25' 43.68"	16 : 45 : 04.36
21	Saif al Jabbar	9° 55' 54.51"	14 : 22 : 49.52
22	ψ1 Ori	18° 52' 03.88"	14 : 58 : 52.71
23	Mintaka	15° 36' 09.43"	14 : 53 : 03.85
24	The Ruby Star	60° 00' 42.04"	17 : 51 : 05.12
25	Alnilam	12° 26' 18.90"	14 : 44 : 36.15
26	Tianguan	69° 23' 30.06"	18 : 34 : 03.87
27	ω Ori	23° 40' 41.51"	15 : 32 : 34.96
28	Betelgeuse	30° 48' 26.58"	16 : 17 : 07.13
29	Tejat	75° 29' 53.09"	19 : 43 : 49.52
30	Mekbuda	66° 53' 18.94"	19 : 50 : 30.55
31	Gomeisa	32° 39' 45.10"	17 : 56 : 31.48
32	Minazal II	21° 55' 22.95"	18 : 29 : 35.84
33	ρ Leo	34° 48' 13.28"	21 : 10 : 43.05
34	Zubrah	77° 54' 43.62"	00 : 45 : 33.31
35	ν Vir	28° 33' 50.24"	21 : 58 : 46.66
36	93 Leo	65° 10' 29.72"	00 : 27 : 21.10
37	Denebola	47° 42' 20.01"	23 : 18 : 32.06
38	ρ Vir	36° 56' 11.38"	23 : 28 : 16.30
39	Nasak Yamani I	37° 46' 27.30"	02 : 24 : 27.90
40	Nasak Shamiya III	61° 38' 46.52"	04 : 46 : 58.66
41	Cujam	46° 29' 40.93"	03 : 49 : 55.02
42	κ Oph	35° 09' 53.64"	03 : 36 : 52.51
43	Rasalgethi	47° 30' 42.99"	04 : 43 : 11.93
44	66 Oph	24° 10' 52.59"	03 : 55 : 35.00

45	δ Sge	59° 57' 20.54"	08 : 05 : 40.71
46	Altair	34° 14' 14.00"	06 : 26 : 18.11
47	Almizan II	17° 11' 15.95"	05 : 19 : 50.74
48	Al Ukud	49° 40' 11.75"	08 : 20 : 39.25
49	Enif	36° 40' 04.71"	08 : 29 : 25.86
50	Sadalmulk	10° 38' 56.60"	07 : 04 : 32.73
51	31 Peg	42° 17' 31.55"	09 : 29 : 15.73
52	Seat	18° 05' 48.86"	07 : 56 : 17.07
53	Salm	83° 26' 58.06"	13 : 13 : 01.08

16. Azimut Bintang (AZ_*)

Tabel 4. 12 Daftar azimut Bintang dan selisih azimut

No.	Nama Bintang	AZ_*	$AZ_* - AQ$
1	30 Psc	294°22'25.65"	0° 08' 42.80"
2	33 Psc	294°22'32.46"	0° 08' 35.98"
3	Algenib	294°27'17.45"	0° 03' 50.99"
4	ζ And	294°29'10.67"	0° 01' 57.77"
5	δ psc	294°25'39.56"	0° 05' 28.89"
6	ε psc	294°25'17.78"	0° 05' 50.66"
7	η Psc	294°25'59.39"	0° 05' 09.05"
8	Mesarthim	294°26'35.55"	0° 04' 32.89"
9	Alrescha	294°21'29.05"	0° 09' 39.40"
10	Al Kaff al Jidhmah III	294°17'26.69"	0° 13' 41.75"
11	Menkar	294°19'49.90"	0° 11' 18.55"
12	Merope	294°27'55.51"	0° 03' 12.93"
13	λ Tau	294°22'20.70"	0° 08' 47.74"
14	Alkalbain V	294°26'42.15"	0° 04' 26.29"
15	71 Tau	294°23'08.57"	0° 08' 00.00"
16	ρ Tau	294°22'41.25"	0° 08' 27.20"
17	Aldebaran	294°23'21.87"	0° 07' 46.58"
18	ν Eri	293°55'07.67"	0° 36' 00.77"
19	μ Eri	293°54'53.14"	0° 36' 15.30"
20	11 Ori	294°22'24.25"	0° 08' 44.19"
21	Saif al Jabbar	293°56'58.55"	0° 34' 09.89"
22	ψ 1 Ori	294°10'57.95"	0° 20' 10.50"
23	Mintaka	294°07'13.57"	0° 23' 54.87"
24	The Ruby Star	294°23'32.45"	0° 07' 35.99"
25	Alnilam	294°02'01.29"	0° 29' 07.15"
26	Tianguan	294°24'55.80"	0° 06' 12.64"
27	ω Ori	294°13'42.09"	0° 17' 26.35"
28	Betelgeuse	294°16'28.89"	0° 14' 39.55"

29	Tejat	294°25'30.51"	0° 05' 37.94"
30	Mekbuda	294°23'37.74"	0° 07' 30.70"
31	Gomeisa	294°14'35.57"	0° 16' 32.87"
32	Minazal II	294°04'57.69"	0° 26' 10.75"
33	ρ Leo	294°10'39.44"	0° 20' 29.01"
34	Zubrah	294°34'26.98"	-0° 03' 18.54"
35	ν Vir	294°04'24.99"	0° 26' 43.46"
36	93 Leo	294°36'21.73"	-0° 05' 13.29"
37	Denebola	294°14'41.17"	0° 16' 27.28"
38	ρ Vir	294°08'37.66"	0° 22' 30.79"
39	Nasak Yamani I	294°39'26.63"	-0° 08' 18.19"
40	Nasak Shamiya III	294°33'38.55"	-0° 02' 30.11"
41	Cujam	294°36'00.00"	-0° 04' 51.32"
42	κ Oph	294°38'13.39"	-0° 07' 04.95"
43	Rasalgethi	294°34'52.82"	-0° 03' 44.38"
44	66 Oph	294°40'54.14"	-0° 09' 45.69"
45	δ Sge	294°31'09.15"	-0° 00' 00.71"
46	Altair	294°33'50.69"	-0° 02' 42.25"
47	Almizan II	294°40'14.24"	-0° 09' 05.79"
48	Al Ukud	294°30'53.83"	0° 00' 14.61"
49	Enif	294°30'34.22"	0° 00' 34.23"
50	Sadalmulk	294°36'31.81"	-0° 05' 23.37"
51	31 Peg	294°29'23.46"	0° 01' 44.99"
52	Seat	294°31'40.31"	-0° 00' 31.86"
53	Salm	294°29'20.14"	0° 01' 48.30"

B. Akurasi Algoritma *Raṣd al-qiblah* Harian Bintang Lokal

Ketepatan arah merupakan aspek utama dalam menentukan arah kiblat yang benar. maka dari itu, perlu untuk menguji tingkat akurasi algoritma penentuan arah kiblat menggunakan metode *raṣd al-qiblah* harian Bintang lokal sehingga metode ini memiliki tingkat akurasi yang terverifikasi. pengujian akurasi dilakukan dengan membandingkan azimuth Bintang dan juga azimuth kiblat pada jam *raṣd al-qiblah* harian Bintang lokal dilaksanakan.

Algoritma yang digunakan dalam metode *raṣd al-qiblah* harian Bintang lokal sebagian besar mengambil referensi dari buku karya Jean Meeus yang berjudul *Astronomical Algorithm*. Untuk memudahkan, perhitungan tidak lagi membutuhkan buku-buku lain karena dalam metode ini terdapat formula untuk setiap variabel perhitungan, salah satunya adalah perhitungan SHA (*Sidereal Hour Angle*). Penentuan SHA dalam perhitungan biasanya mengambil referensi dari buku *Nautical Almanac* yang diterbitkan secara daring pada website *thenauticalalmanac.com* setiap tahunnya. Sayangnya, buku tersebut hanya mencantumkan beberapa Bintang. Sedangkan, dalam metode ini menggunakan banyak Bintang yang tidak tercantum dalam buku tersebut.

Perhitungan SHA dalam penelitian ini mengadopsi beberapa rumus yang terdapat pada buku *Astronomical Algorithm* karya Jean Meeus.⁹⁸ Untuk melihat seberapa akurat nilai SHA yang dihasilkan dalam metode ini, penulis menyajikan perbandingan nilai SHA yang dihitung dengan rumus dan nilai SHA pada tabel *Nautical Almanac* pada 4 tanggal ekstrim yaitu pada 21 Maret (*vernal equinox*), 22 Juni (*summer solstice*), 23 September (*autumnal equinox*), dan juga 22 Desember (*winter solstice*) di tahun 2024.

⁹⁸ Rumus SHA bintang telah tertera pada subbab sebelumnya.

Tabel 4. 13 Perbandingan SHA Bintang menggunakan rumus dan buku Nautical Almanac 2024

No.	Tanggal	Nama Bintang	SHA <i>Nautical Almanac</i>	SHA <i>raşd al-qiblah</i> harian Bintang lokal	Selisih
1	21 Maret 2024	Aldebaran	290°40'30.00"	290°40'10.97"	0°00'19.03"
		Alnilam	275°38'24.00"	275°38'06.11"	0°00'17.89"
		Altair	62°00'48.00"	62°01'04.04"	-0°00'16.04"
		Betelgeuse	270°52'48.00"	270°52'28.54"	0°00'19.46"
		Denebola	182°25'18.00"	182°25'15.44"	0°00'02.56"
		Enif	33°39'42.00"	33°39'56.02"	-0°00'14.02"
		Menkar	314°07'06.00"	314°06'51.46"	0°00'14.54"
2	22 Juni 2024	Aldebaran	290°40'30.00"	290°40'09.40"	0°00'20.60"
		Alnilam	275°38'30.00"	275°38'11.76"	0°00'18.24"
		Altair	62°00'06.00"	62°00'24.86"	-0°00'18.86"
		Betelgeuse	270°52'54.00"	270°52'35.20"	0°00'18.80"
		Denebola	182°25'24.00"	182°25'23.49"	0°00'00.51"
		Enif	33°39'06.00"	33°39'16.33"	-0°00'10.33"
		Menkar	314°06'54.00"	314°06'39.66"	0°00'14.34"
3	23 September 2024	Aldebaran	290°39'48.00"	290°39'28.11"	0°00'19.89"
		Alnilam	275°38'00.00"	275°37'36.72"	0°00'23.28"
		Altair	62°00'06.00"	62°00'22.43"	-0°00'16.43"
		Betelgeuse	270°52'24.00"	270°52'00.59"	0°00'23.41"
		Denebola	182°25'30.00"	182°25'28.91"	0°00'01.09"
		Enif	33°38'48.00"	33°39'00.13"	-0°00'12.13"
		Menkar	314°06'12.00"	314°05'58.86"	0°00'13.14"
4	22 Desember 2024	Aldebaran	290°39'18.00"	290°39'00.63"	0°00'17.37"
		Alnilam	275°37'24.00"	275°37'05.43"	0°00'18.57"
		Altair	62°00'18.00"	62°00'37.24"	-0°00'19.24"
		Betelgeuse	270°51'48.00"	270°51'26.60"	0°00'21.40"
		Denebola	182°25'00.00"	182°24'55.43"	0°00'04.57"
		Enif	33°39'00.00"	33°39'15.14"	-0°00'15.14"
		Menkar	314°05'54.00"	314°05'44.15"	0°00'09.85"

Dari tabel di atas, dapat diketahui bahwa selisih antara nilai SHA yang dihitung dengan rumus dan nilai SHA pada tabel *Nautical Almanac* memiliki selisih yang berkisar pada detik busur. Hal ini menunjukkan bahwa selisih tersebut tidak memiliki dampak yang signifikan pada perhitungan selanjutnya. Setelah membandingkan SHA bintang, maka selanjutnya adalah membandingkan azimut bintang saat jam *raṣḍ al-qiblah* dan juga azimut kiblat.

Dari total 53 bintang *raṣḍ al-qiblah* harian yang telah diidentifikasi di Kota Semarang, dapat diamati selisih antara azimut Bintang dan azimut kiblat pada tanggal 30 Maret 2024 dengan koordinat markaz $-6^{\circ}59'30$ LS, $110^{\circ}20'53$ " BT dan azimut kiblat sebesar $294^{\circ}31'08,08$ " sebagai berikut:

Tabel 4. 14 Selisih azimut Bintang dan azimut kiblat pada tanggal 30 Maret 2024

N o.	Nama Bintang	Azimut Bintang	Waktu Kiblat (WIB)	$AZ_* - AZ_q$
1	30 Psc	$294^{\circ}22'34.59''$	11 : 19 : 21.59	$0^{\circ} 08' 33.85''$
2	33 Psc	$294^{\circ}22'39.51''$	11 : 25 : 24.94	$0^{\circ} 08' 28.93''$
3	Algenib	$294^{\circ}27'17.89''$	14 : 41 : 19.31	$0^{\circ} 03' 50.55''$
4	ζ And	$294^{\circ}29'10.80''$	17 : 44 : 47.44	$0^{\circ} 01' 57.64''$
5	δ psc	$294^{\circ}25'40.31''$	14 : 02 : 20.03	$0^{\circ} 05' 28.14''$
6	ε psc	$294^{\circ}25'18.52''$	14 : 19 : 18.88	$0^{\circ} 05' 49.93''$
7	η Psc	$294^{\circ}26'00.00''$	16 : 01 : 17.94	$0^{\circ} 05' 08.62''$
8	Mesarthim	$294^{\circ}26'35.86''$	17 : 12 : 18.10	$0^{\circ} 04' 32.58''$
9	Alrescha	$294^{\circ}21'30.13''$	14 : 33 : 46.94	$0^{\circ} 09' 38.31''$
10	Al Kaff al Jidhmah III	$294^{\circ}17'28.07''$	14 : 50 : 33.32	$0^{\circ} 13' 40.38''$
11	Menkar	$294^{\circ}19'50.84''$	15 : 45 : 08.38	$0^{\circ} 11' 17.60''$
12	Merope	$294^{\circ}27'55.67''$	20 : 32 : 15.84	$0^{\circ} 03' 12.77''$
13	λ Tau	$294^{\circ}22'21.22''$	17 : 59 : 56.73	$0^{\circ} 08' 47.22''$
14	Alkalbain V	$294^{\circ}26'42.35''$	20 : 43 : 50.31	$0^{\circ} 04' 26.09''$

15	71 Tau	294°23'08.99"	18 : 58 : 32.53	0° 07' 59.46"
16	ρ Tau	294°22'41.68"	18 : 57 : 27.01	0° 08' 26.76"
17	Aldebaran	294°23'22.25"	19 : 18 : 16.85	0° 07' 46.19"
18	ν Eri	293°55'09.83"	16 : 15 : 51.03	0° 35' 58.61"
19	μ Eri	293°54'55.26"	16 : 25 : 49.50	0° 36' 13.19"
20	11 Ori	294°22'24.67"	19 : 34 : 08.56	0° 08' 43.77"
21	Saif al Jabbar	293°57'00.40"	17 : 11 : 53.44	0° 34' 08.04"
22	ψ1 Ori	294°10'59.07"	17 : 47 : 56.72	0° 20' 09.37"
23	Mintaka	294°07'14.89"	17 : 42 : 07.85	0° 23' 53.56"
24	The Ruby Star	294°23'32.78"	20 : 40 : 09.47	0° 07' 35.67"
25	Alnilam	294°02'02.86"	17 : 33 : 40.14	0° 29' 05.58"
26	Tianguan	294°24'56.05"	21 : 23 : 08.31	0° 06' 12.39"
27	ω Ori	294°13'43.01"	18 : 21 : 39.05	0° 17' 25.43"
28	Betelgeuse	294°16'29.61"	19 : 06 : 11.32	0° 14' 38.84"
29	Tejat	294°25'30.70"	22 : 32 : 53.96	0° 05' 37.74"
30	Mekbuda	294°23'38.00"	22 : 39 : 34.90	0° 07' 30.44"
31	Gomeisa	294°14'36.24"	20 : 45 : 35.83	0° 16' 32.20"
32	Minazal II	294°04'58.68"	21 : 18 : 40.22	0° 26' 09.76"
33	ρ Leo	294°10'40.05"	23 : 59 : 47.14	0° 20' 28.39"
34	Zubrah	294°34'27.23"	03 : 34 : 35.95	-0° 03' 18.79"
35	ν Vir	294°51'12.91"	00 : 47 : 50.57	-0° 20' 04.47"
36	93 Leo	294°36'22.06"	03 : 16 : 24.18	-0° 05' 13.62"
37	Denebola	294°40'50.78"	02 : 07 : 35.63	-0° 09' 42.34"
38	ρ Vir	294°44'05.27"	02 : 17 : 19.83	-0° 12' 56.82"
39	Nasak Yamani I	294°39'27.30"	05 : 13 : 30.58	-0° 08' 18.86"
40	Nasak Shamiya III	294°33'38.91"	07 : 36 : 00.50	-0° 02' 30.47"
41	Cujam	294°36'00.29"	06 : 38 : 57.31	-0° 04' 51.84"
42	κ Oph	294°38'14.11"	06 : 25 : 54.92	-0° 07' 05.67"
43	Rasalgethi	294°34'53.33"	07 : 32 : 14.05	-0° 03' 44.89"
44	66 Oph	294°40'55.22"	06 : 44 : 37.35	-0° 09' 46.77"
45	δ Sge	294°31'09.51"	10 : 54 : 42.53	-0° 00' 01.06"
46	Altair	294°33'51.43"	09 : 15 : 20.20	-0° 02' 42.99"
47	Almizan II	294°40'15.77"	08 : 08 : 52.88	-0° 09' 07.33"
48	Al Ukud	294°30'54.29"	11 : 09 : 41.32	0° 00' 14.15"
49	Enif	294°30'34.88"	11 : 18 : 28.09	0° 00' 33.56"
50	Sadalmulk	294°36'34.25"	09 : 53 : 34.83	-0° 05' 25.81"
51	31 Peg	294°29'24.02"	12 : 18 : 18.09	0° 01' 44.43"
52	Seat	294°31'41.70"	10 : 45 : 19.29	-0° 00' 33.25"
53	Salm	294°29'20.29"	16 : 02 : 03.85	0° 01' 48.15"

Data yang telah disajikan dalam tabel menunjukkan bahwa pada tanggal 30 Maret 2024, terdapat variasi selisih antara azimuth Bintang dan azimuth kiblat dari Bintang-Bintang lokal di Kota Semarang mulai dari 1 detik busur hingga 36 menit busur. Bintang μ Eri memiliki selisih terbesar diantara Bintang yang lain, yaitu $0^{\circ} 36' 13.19''$. Sedangkan Bintang dengan selisish terkecil adalah bintang δ Sge yaitu sebesar $-0^{\circ} 00' 01.06''$.

Apabila diamati dalam jangka waktu yang lebih lama, terdapat perubahan pada selisih azimuth dari Bintang-Bintang lokal dibandingkan dengan azimuth kiblat. Perubahan ini bervariasi pada setiap Bintang dan dapat dilihat dalam tabel yang disajikan di bawah. Di dalam tabel, terdapat contoh selisih minimum dan juga selisih maksimum dari azimuth bintang lokal dan azimuth kiblat sepanjang tahun 2024.

Tabel 4. 15 Selisih minimum dan maksimum Bintang lokal di Kota Semarang tahun 2024

No.	Nama Bintang	Selisih Minimum	Selisih Maksimum
1	30 Psc	$0^{\circ}08'14.88''$	$6^{\circ}40'55.61''$
2	33 Psc	$0^{\circ}08'14.02''$	$0^{\circ}09'15.87''$
3	Algenib	$0^{\circ}03'49.65''$	$0^{\circ}21'02.18''$
4	ζ And	$0^{\circ}01'57.27''$	$0^{\circ}05'03.40''$
5	δ psc	$0^{\circ}05'26.61''$	$0^{\circ}37'40.22''$
6	ε psc	$0^{\circ}05'48.43''$	$0^{\circ}36'17.93''$
7	η Psc	$0^{\circ}05'07.73''$	$0^{\circ}19'24.66''$
8	Mesarthim	$0^{\circ}04'31.93''$	$0^{\circ}13'01.31''$
9	Alrescha	$0^{\circ}09'36.01''$	$0^{\circ}56'03.45''$
10	Al Kaff al Jidhmah III	$0^{\circ}13'37.34''$	$1^{\circ}13'43.73''$
11	Menkar	$0^{\circ}11'15.56''$	$0^{\circ}46'22.50''$
12	Merope	$0^{\circ}03'12.56''$	$0^{\circ}04'56.08''$
13	λ Tau	$0^{\circ}08'46.13''$	$0^{\circ}21'25.57''$

14	Alkalbain V	0°04'25.86"	0°06'33.50"
15	71 Tau	0°07'58.71"	0°16'08.64"
16	ρ Tau	0°08'25.97"	0°17'07.73"
17	Aldebaran	0°07'45.54"	0°14'45.81"
18	ν Eri	0°35'52.23"	2°19'08.67"
19	μ Eri	0°36'06.91"	2°14'17.45"
20	11 Ori	0°08'43.11"	0°15'48.96"
21	Saif al Jabbar	0°34'02.78"	1°44'30.72"
22	ψ1 Ori	0°20'06.70"	0°52'20.24"
23	Mintaka	0°23'50.29"	1°03'50.84"
24	The Ruby Star	0°07'35.29"	0°11'19.16"
25	Alnilam	0°29'01.42"	1°21'06.75"
26	Tianguan	0°06'12.17"	0°08'11.33"
27	ω Ori	0°17'23.39"	0°40'13.53"
28	Betelgeuse	0°14'37.51"	0°29'08.81"
29	Tejat	0°05'37.64"	0°06'07.20"
30	Mekbuda	0°07'30.32"	0°08'00.00"
31	Gomeisa	0°16'31.38"	0°24'27.76"
32	Minazal II	0°26'08.71"	0°35'37.62"
33	ρ Leo	0°17'28.20"	0°20'30.97"
34	Zubrah	0°03'17.83"	0°07'21.84"
35	ν Vir	0°19'59.38"	0°26'45.78"
36	93 Leo	0°05'11.97"	0°10'59.26"
37	Denebola	0°09'39.54"	0°16'28.63"
38	ρ Vir	0°12'52.95"	0°22'32.54"
39	Nasak Yamani I	0°08'14.90"	0°26'06.86"
40	Nasak Shamiya III	0°02'28.40"	0°15'18.63"
41	Cujam	0°04'48.72"	0°22'00.31"
42	κ Oph	0°07'01.29"	0°30'04.45"
43	Rasalgethi	0°03'41.81"	0°22'21.37"
44	66 Oph	0°09'40.16"	0°44'49.01"
45	δ Sge	0°00'00.00"	0°18'34.09"
46	Altair	0°02'38.37"	0°35'19.71"
47	Almizan II	0°08'57.84"	1°06'26.90"
48	Al Ukud	0°00'13.25"	0°24'44.23"
49	Enif	0°00'32.26"	0°35'44.80"
50	Sadalnulk	0°05'10.63"	1°51'23.44"
51	31 Peg	0°01'43.32"	0°29'14.35"
52	Seat	0°00'24.42"	1°10'44.05"
53	Salm	0°01'47.76"	0°06'48.16"

Tabel diatas menunjukkan bahwa sepanjang tahun 2024, selisih dengan nilai terendah dimiliki oleh Bintang δSge yaitu sebesar $0^{\circ}00'00.00''$. Sedangkan selisih dengan nilai tertinggi dimiliki oleh bintang 30 Psc yaitu sebesar $6^{\circ}40'55.61''$. Kenaikan selisih dari bintang 30 Psc terjadi pada 2 hari di bulan September yaitu pada tanggal 19-20 September 2024. Pada tanggal 21 September 2024, selisihnya kembali turun menjadi kurang lebih 9 menit busur. Kenaikan selisih yang tinggi ini kemungkian disebabkan karena pada beberapa bintang terdapat anomali yang terjadi di tanggal tertentu, khususnya pada tanggal-tanggal ekstrim seperti 21 Maret (*vernal equinox*), 22 Juni (*summer solstice*), 23 September (*autumnal equinox*), dan juga 22 Desember (*winter solstice*).

Selisih antara azimut bintang lokal dan azimut kiblat yang bervariasi menandakan bahwa tingkat akurasi dari setiap Bintang juga berbeda-beda. Dari beberapa batas toleransi arah kiblat yang dipaparkan oleh beberapa pakar, penulis menggunakan batas toleransi arah kiblat oleh Thomas Djamaluddin untuk menganalisis tingkat akurasi dari metode *raşd al-qiblah* harian Bintang Lokal. Batas toleransi menurut Thomas Djamaluddin sebesar $02^{\circ}00'00''$. Apabila selisih antara azimut bintang lokal dan azimut kiblat lebih dari $02^{\circ}00'00''$, maka Bintang tersebut dapat dikatakan sebagai Bintang yang tidak akurat untuk menentukan arah kiblat.

Batas toleransi arah kiblat oleh Thomas Djamaluddin digunakan dalam penelitian ini karena arah kiblat diukur dari titik pengamat dimana kemelencengan yang diperbolehkan adalah kemelencengan yang tidak signifikan mengubah arah kiblat dengan kasat mata. Menurut Thomas Djamaluddin, semua Bintang-Bintang lokal di Kota Semarang termasuk kedalam Bintang yang akurat digunakan untuk menentukan arah kiblat kecuali 3 Bintang yaitu μEri , νEri , dan juga 30 Psc yang memiliki selisih lebih dari $02^{\circ}00'00''$.

Sebagai penguat teori, maka penulis melakukan pengujian terhadap metode ini melalui observasi. Observasi dilakukan menggunakan teleskop yang disambungkan pada aplikasi Sharpcap dan dilakukan pada tanggal 12 Mei 2024. Bintang yang digunakan adalah Bintang Rasalgethi dan juga Nasak Samiyah III dengan data perhitungan sebagai berikut:

Tabel 4. 16 Data perhitungan Bintang Rasalgethi dan Nasak Samiyah III

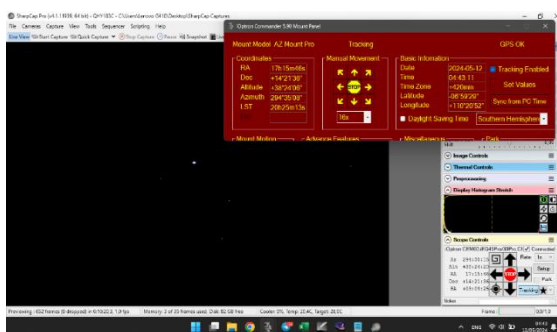
Nama Bintang	Rasalgethi	Nasak Shamiyah III
Asensiorekta	17°15'45,17"	16°23'00"
Deklinasi	14°21'41,90"	19°05'39,88"
Jam <i>raşd al-qiblah</i>	04:43:11,93 WIB	04:46:58,66 WIB
Azimut Bintang	294°34'52,82"	294°33'38,55"
Azimut kiblat	294°31'08,08"	294°31'08,08"
Selisih Azimut	0° 03' 44,74"	0° 02' 30,47"

Data perhitungan menunjukkan bahwa selisih azimut Bintang Rasalgethi dan Nasak Shamiyah III dengan azimut kiblat berturut-turut adalah $-0^{\circ} 03' 44,38''$ dan $-0^{\circ} 02' 30,47''$. Sedangkan hasil observasi menunjukkan data sebagai berikut:

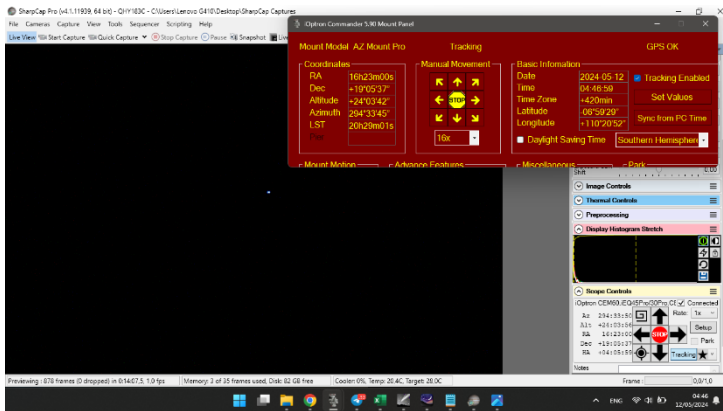
Tabel 4. 17 Data hasil observasi *Bintang Rasalgethi dan Nasak Samiyah III*

Nama Bintang	Rasalgethi	Nasak Shamiyah III
Asensiorekta	17°15'46"	16°23'00"
Deklinasi	14°21'36"	19°05'37"
Jam <i>rasd al-qiblah</i>	04:43:11 WIB	04:46:59 WIB
Azimut Bintang	294°35'08"	294°31'23"
Azimut kiblat	294°31'08,08"	294°31'08,08"
Selisih Azimut	0° 04' 00"	0° 00' 14,92"

Berdasarkan tabel didapatkan bahwa selisih azimut Bintang Rasalgethi dan Nasak Shamiyah III dengan azimut kiblat berturut-turut adalah $-0^{\circ} 04' 00''$ dan $-0^{\circ} 00' 14,92''$. Selisih azimut Bintang rasalgethi dengan azimut kiblat mengalami kenaikan sebesar 15,18 detik busur. Sedangkan Bintang Nasak Shamiyah III mengalami penurunan selisih sebesar $0^{\circ} 02' 15,55''$. Perbedaan selisish ini mungkin disebabkan oleh perbedaan algoritma yang digunakan dalam perhitungan asensiorekta dan juga deklinasi. Tidak menutup kemungkinan pula bahwa terdapat faktor *human error* dalam perhitungan Algoritma ini.



Gambar 4. 4 Data *rasd al-qiblah* harian Bintang Rasalgethi 12 Mei 2024



Gambar 4. 5 Data rasd al-qiblah harian Bintang Nasak Shamiyah III 12 Mei 2024

Keakuratan metode *rasd al-qiblah* harian Bintang lokal menjadikan arah kiblat yang akan dituju seseorang juga menjadi akurat. Namun, Karena perhitungannya yang rumit, maka penulis membuat jadwal *rasd al-qiblah* harian Bintang lokal untuk daerah semarang sepanjang tahun 2024. Jadwal ini diharapkan akan memudahkan masyarakat dalam menentukan arah kiblat menggunakan metode *rasd al-qiblah* harian Bintang lokal (Jadwal bisa dilihat pada tautan berikut ini: https://drive.google.com/drive/folders/1PeqI7ZX_YGizMwaPkwDrn2nhl8u1jAxM?usp=sharing).

Selayaknya penelitian lainnya, metode baru ini tentunya memiliki beberapa kelebihan dan juga kekurangan. Kelebihan dari metode ini diantaranya adalah:

1. Setiap lokasi memiliki Bintang lokalnya masing-masing dan Bintang-Bintang tersebut menghasilkan waktu *rashd al-*

qiblah yang bervariasi mulai dari pagi hingga malam hari. Hal ini menyebabkan metode ini dapat digunakan setiap saat selama cahaya matahari belum menutupi cahaya Bintang.

2. Metode *raşd al-qiblah* harian Bintang lokal dapat menjadikan frekuensi *raşd al-qiblah* harian yang awalnya hanya 1 kali dalam satu hari meningkat hingga 50 kali dalam 1 hari. Artinya, *raşd al-qiblah* harian Bintang lokal dapat digunakan sebanyak 1500 kali dalam satu bulan dan 18.000 kali dalam 1 tahun.
3. Hampir semua komponen dalam perhitungan ini dihitung menggunakan rumus sehingga tidak memerlukan sumber tabel astronomi lain. Hanya *Proper Motion* Bintang pada *epoch* J2000.0 saja yang membutuhkan tabel eksternal yang terdapat dalam buku *Fundamental Catalog* 5.

Sedangkan kekurangan dari metode *raşd al-qiblah* harian bintang lokal adalah sebagai berikut:

1. Perhitungan komponen yang hampir seluruhnya menggunakan rumus menyebabkan perhitungan arah kiblat metode *rashd al-qiblah* harian Bintang lokal menjadi lebih rumit dibandingkan metode yang lain.
2. Bintang yang digunakan di suatu lokasi tertentu tidak dapat digunakan di lokasi yang lain sehingga perlu menghitung dari awal lagi untuk daerah dengan lintang dan bujur yang berbeda.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan dan analisis pada bab-bab sebelumnya, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Penyusunan Algoritma *rasd al-qiblah* harian Bintang lokal mengikuti konsep *rasd al-qiblah* harian Matahari dengan mencari waktu dimana Bintang dengan rentang deklinasi yang sesuai dengan lintang tempat berada pada lingkaran kiblat. Algoritma ini disusun menggunakan formula yang terdapat dalam buku *Astronomical Algorithm* karya Jean Meeus dengan menambahkan beberapa koreksi seperti koreksi Presesi, Nutasi, dan juga Aberasi untuk mendapatkan hasil perhitungan dengan tingkat akurasi yang tinggi. Stellarium juga digunakan sebagai alat untuk mendapatkan daftar Bintang lokal. Sebagian besar komponen dalam perhitungan ini dihitung menggunakan rumus sehingga tidak perlu menggunakan tabel eksternal lain.
2. Metode *rasd al-qiblah* harian Bintang lokal merupakan metode yang memiliki tingkat Keakuratan tinggi kecuali beberapa Bintang yang memiliki anomali. Metode *rasd al-qiblah* harian Bintang lokal memiliki tingkat akurasi yang tinggi karena selisih sebagian besar Bintang kurang dari $02^{\circ}00'00''$. Besaran selisih bergantung pada Bintang yang

digunakan. Sepanjang tahun 2024 di Kota Semarang, selisih terkecil berdasarkan perhitungan terletak pada Bintang δSge yaitu sebesar $-0^{\circ} 00' 00''$ dan selisih terbesar terletak pada Bintang $30 Psc$ yaitu sebesar $6^{\circ}40'55.61''$. Uji akurasi menggunakan teleskop juga dilakukan untuk mendapatkan tingkat akurasi yang riil. Observasi yang dilakukan pada Bintang *rasd al-qiblah* harian (Rasalgethi dan Nasak Samiyah III) tanggal 12 Mei 2024 menunjukkan bahwa selisih azimuth Bintang dan azimuth kiblatnya tidak terlalu signifikan yaitu 4 menit busur untuk Bintang Rasalgethi dan 14,92 detik busur untuk Bintang Nasak Shamiyah III. Selisish ini mungkin disebabkan oleh perbedaan algoritma yang digunakan dan faktor *human error* selama melakukan perhitungan.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian mengenai *rasd al-qiblah* harian Bintang lokal sebagai alternatif penentu arah kiblat, penulis memiliki beberapa saran sebagai berikut:

1. Perhitungan *rasd al-qiblah* harian Bintang lokal akan lebih efektif dilakukan dengan bantuan *Microsoft Office Excel* karena langkah-langkahnya panjang dan rumit. Selain itu, data bintang yang harus dihitung cukup banyak sehingga

untuk menghindari *human error*, *Microsoft Office Excel* akan sangat membantu.

2. Dibutuhkan penelitian lapangan di beberapa lokasi pada penelitian selanjutnya untuk mendukung serta memperkuat tingkat keakuratan metode ini.
3. Algoritma yang cukup panjang dan rumit memerlukan penyederhanaan agar dapat lebih mudah digunakan oleh seluruh kalangan masyarakat.

C. Kata Penutup

Alhamdulillah penulis ucapkan kepada Allah *Subhanahu wata'ala* sebagai ungkapan rasa syukur atas terselesaikannya Tesis ini. Penulis berharap agar penentuan arah kiblat menggunakan metode ini dapat diimplementasikan serta membawa dampak positif praktis dan akademis bagi masyarakat. Penulis menyadari bahwa Tesis ini masih jauh dari kata sempurna. Maka dari itu, penulis mengharapkan saran dan kritik konstruktif demi perbaikan penelitian di masa mendatang.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrahman, Syaikh. “Fikih Empat Madzhab.” In 1. Pustaka Al-Kautsar, 2012.
- Abidin, Muhammad Amin ibn Umar. “Radd Al-Mukhtar ‘ala Al-Dur Al-Mukhtar.” In 1. Riyad: Dar ‘Alam al-Kutub, 2003.
- Adieb, Muhammad. “Hukum Penentuan Arah Kiblat Perspektif Madzhab Syafi’i Dan Astronomis.” *Inklusif (Jurnal Pengkajian Penelitian Ekonomi Dan Hukum Islam)* 4, no. 1 (2019): 33–46.
- Agus Solikin. *Matematika Falak*. Cirebon: Lovrinz Publishing, 2017.
- Akbar, Reza, and Riza Afrian Mustaqim. “Theoretical Study of the Use of the Polaris Star As a Reference for the North Point in Determining the Qibla Direction.” *Jurnal Ilmiah Islam Futura* 22, no. 1 (2022): 16–28. <https://doi.org/10.22373/jiif.v22i1.9411>.
- Alfaqih, Malik. “Analisis Konsep Toleransi Arah Kiblat Thomas Djamaluddin Perspektif Fiqih Dan Astronomi.” UIN Walisongo Semarang, 2021.
- Arny, Thomas T, and Stephen E Schneider. *Explorations: An Introduction to Astronomy*. 5th ed. New York: Thomas D. Timp, 2008.
- Badan Pengembangan Bahasa dan Perbukuan Kemendikbud RI. “Kamus Besar Bahasa Indonesia (Edisi Kelima).” Jakarta:

- Balai Pustaka, 2020.
- Bashori, Muhammad Hadi. *Pengantar Ilmu Falak: Pedoman Lengkap Tentang Teori Dan Praktik Hisab, Arah Kiblat, Waktu Salat, Awal Bulan Qamariah & Gerhana*. Pustaka Al Kautsar, 2015.
- Beazley, Mitchell. *Astronomy Encyclopedia*. London: Octopus Publishing Group, 2002.
- . *Philip's Astronomy Encyclopedia*. Syria Studies, 2015.
- Chafid, Muchammad Abdul. “Studi Analisis Bintang Altair Sebagai Acuan Penentuan Arah Kiblat.” UIN Walisongo Semarang, 2022.
- Cheshire, Gerard. *Sistem Tata Surya*. Edited by A. Mellyara. *Tiga Serangkai Pustaka Mandiri*. Solo, 2008.
https://doi.org/10.1007/978-1-4471-0441-4_1.
- Daniel, C. St. J. H., and Patrick Moore. *The Atlas of the Universe. The Geographical Journal*. Vol. 137, 1971.
<https://doi.org/10.2307/1796793>.
- Davis, John. “The Determination of Angular Diameters of Stars,” 1971, 713–20.
- Djamaluddin, Thomas. “Menyempurnakan Arah Kiblat Dari Bayangan Matahari,” 2010.
<https://tdjamaluddin.com/2010/04/15/menyempurnakan-arrah-kiblat-dari-bayangan-matahari/>.
- DK Publishing. *The Stars. The Definitive Visual Guide to the*

- Cosmos*. Dorling Kindersley, 2016.
- Fathurrahman. “Formulasi Algoritma Rashdul Kiblat Global Menggunakan Bintang-Bintang Berdeklinasi Sama Dengan Lintang Ka’bah.” UIN Walisongo Semarang, 2023.
- Fricke, W, H Schwan, T Lederle, U Bastian, R Bien, G Burkhardt, B Du Mont, et al. *Fifth Fundamental Catalogue (FK5). Part 1: The Basic Fundamental Stars*. Veroeffentlichungen Des Astronomischen Rechen-Instituts Heidelberg. Vol. 32. Germany, 1988.
- Gunawan Admiranto, Agustinus, Rhorom Priyatikanto, Siti Maryam, Elyyani, Siti Kurniawati, and Muhammad Faisal Eko Saputro. “Light Pollution Observations in Indonesia.” In *Light Pollution, Urbanization and Ecology*, 2022. <https://doi.org/10.5772/intechopen.96897>.
- Halim, Samsul. “Studi Analisis Terhadap Bintang Rigel Sebagai Acuan Penentu Arah Kiblat Di Malam Hari.” *Al-Afaq* 2, no. 1 (2020): 31–52.
- Hambali, Slamet. “Ilmu Falak 1: Penentuan Awal Waktu Shalat & Arah Kiblat Seluruh Dunia.” *Semarang: Program Pascasarjana IAIN Walisongo* 167 (2011).
- . “Ilmu Falak Arah Kiblat Setiap Saat.” *Yogyakarta: Pustaka Ilmu Yogyakarta*, 2013.
- . “Menguji Tingkat Keakuratan: Hasil Pengukuran Arah Kiblat Menggunakan Istiwaa ini Karya Slamet Hambali.”

- IAIN Walisongo, 2014.
- Herrera-Casais, Mónica, and Petra G. Schmidl. “The Earliest Known Schemes of Islamic Sacred Geography.” *Islamic Philosophy, Theology and Science: Texts and Studies*, 2008. <https://doi.org/10.1163/ej.9789004165656.i-711.54>.
- Holden, Edward S. *Elementary Astronomy: A Beginner's Text-Book*. New York: Henry Holt and Company, 1899.
- Ibn Hasan, Abu Abdullah Ibn Muhammad. “Mafatih Al-Gaib.” In 4. Beirut: Dar al-Ihya' At-Turats, 1420.
- Ibn Muslim, Muslim Ibn Hajaj. “Shahih Muslim.” In 3. Turkiya: Dar al-Thaba'ah al-'Amirah, 1334.
- Iffah, Siti Nurul. “Toleransi Arah Kiblat Menurut Madzhab Hanafi Dalam Perspektif Fikih Dan Astronomi.” UIN Walisongo Semarang, 2017.
- Izzuddin, Ahmad. *Kajian Terhadap Metode-Metode Penentuan Arah Kiblat Dan Akurasinya*. Jakarta: Kementrian Agama Republik Indonesia, 2012.
- . “Metode Penentuan Arah Kiblat Dan Akurasinya.” In *Annual International Conference on Islamic Studies XII*, 759–811. Surabaya, 2012. <https://core.ac.uk/download/pdf/34212337.pdf>.
- . “Typology Jihatul Ka'bah on Qibla Direction of Mosques in Semarang.” *Ulul Albab: Jurnal Studi Dan Penelitian Hukum Islam* 4, no. 1 (2020): 1.

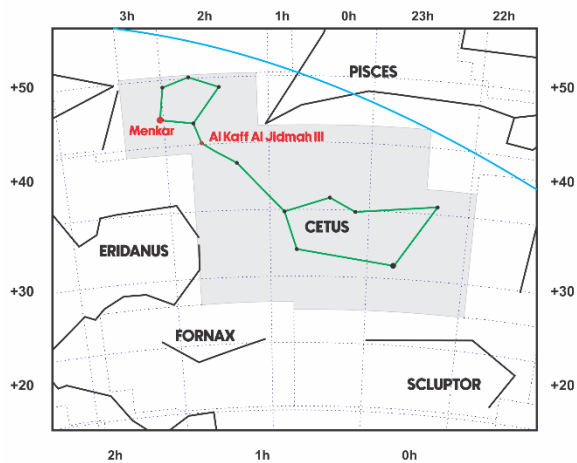
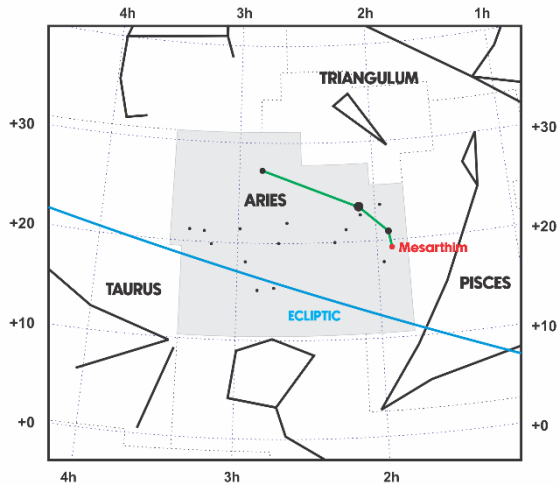
- <https://doi.org/10.30659/jua.v4i1.12186>.
- Izzudin, Ahmad. *Ilmu Falak Praktis*. Pustaka Rizki Putra, 2020.
- Karttunen, Hannu, Pekka Kröger, Heikki Oja, Markku Poutanen, and Karl Johan Donner. *Fundamental Astronomy*. *Fundamental Astronomy*, 2016. <https://doi.org/10.1007/9783662530450>.
- Koto, Alaidin. *Ilmu Fiqih Dan Ilmu Ushul Fiqih*. Jakarta: Rajagrafindo Persada, 2004.
- Krasavtsev, B, and B Khlyustin. *Nautical Astronomy*. Moscow: MIR Publisher, 1970.
- McNally, D. “Textbook on Spherical Astronomy (6th Edn).” *Physics Bulletin*, 1978. <https://doi.org/10.1088/0031-9112/29/3/030>.
- Meeus, J. “Astronomical Algorithms (2nd Edition Errata).” *Astronomical Algorithms*, 1991.
- Michelson, A. A., and F. G. Pease. “Measurement of the Diameter of Alpha-Orionis by the Interferometer.” *Proceedings of the National Academy of Sciences* 7, no. 5 (1921): 143–46. <https://doi.org/10.1073/pnas.7.5.143>.
- Miles, Matthew B., and A. Michael Huberman. *Qualitative Data Analysis*. Edited by Rebecca Holland. *SAGE Publications*. 2nd ed. United States of America, 1994.
- Moulton, Forest Ray. *An Introduction to Astronomy*. New York: The Macmillan Company, 1916.

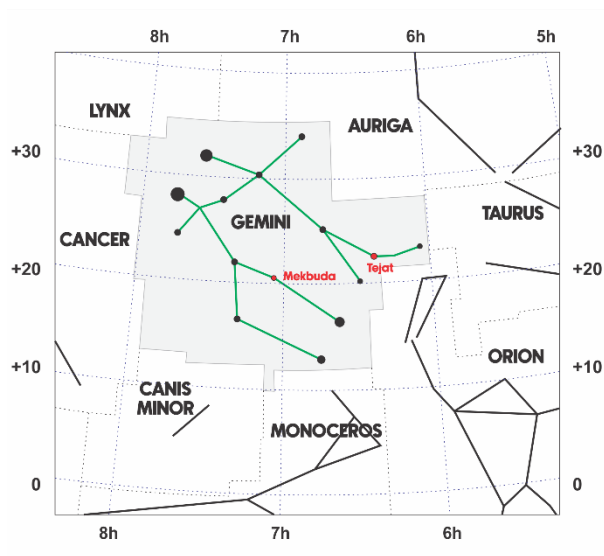
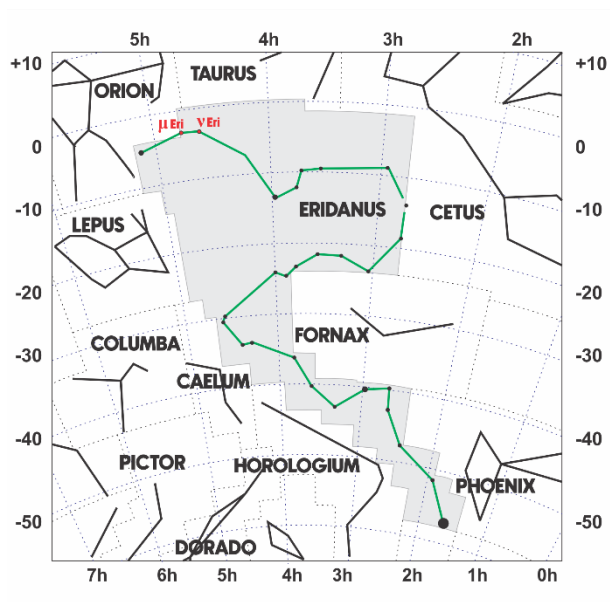
- Munawwir, Ahmad Warson. “Kamus Al-Munawwir Arab-Indonesia Terlengkap.” *Pustaka Progressif*, 1984.
- Ni’am, M Ihtirozun, Muhammad Fiki Burhanuddin, and Nizma Nur Rahmi. “Qibla Direction With the Constellation (Study of Determination of Qibla Direction With Gubug Penceng).” *Al-Hilal: Journal of Islamic Astronomy* 2, no. 2 (2021): 162–93. <https://doi.org/10.21580/al-hilal.2020.2.2.7964>.
- Porcellino, Michael R. *Through the Telescope: A Guide for the Amateur Astronomer*, 1989.
- RI, Yayasan Penyelenggara Penterjemah Mushaf Al-Quran Departemen Agama. “Al-Qur’an Dan Tafsirnya.” In 4. Jakarta: Widya Cahaya, 2002.
- Sabda, Abu. *Ilmu Falak: Rumusan Syar’i Dan Astronomi Seri 1*. Edited by A Nurjaman. Bandung: Persis Pers, 2020.
- Sayehu, and Aspandi. “Fiqh and Astronomical Rashdul Qibla; Determining the Direction of the Qibla by Using a Stellarium.” *Al-Marshad: Jurnal Astronomi Islam Dan Ilmu-Ilmu Berkaitan* 9, no. 1 (2023): 41–58. <https://doi.org/10.30596/jam.v9i1.14554>.
- Shaffer, R, and R G Baker. *Your Guide to the Sky*. Lowell House, 1997. <https://books.google.co.id/books?id=i7Pjhm1dLZ8C>.
- Sudibyo, Ma’rufin. *Sang Nabipun Berputar: Arah Kiblat Dan Tatacara Pengukurannya*. Vol. 7. Solo: Tinta Media, 2011.
- Sudibyo, Muh. Ma’rufin. *Sang Nabi Pun Berputar*. Solo: Tinta

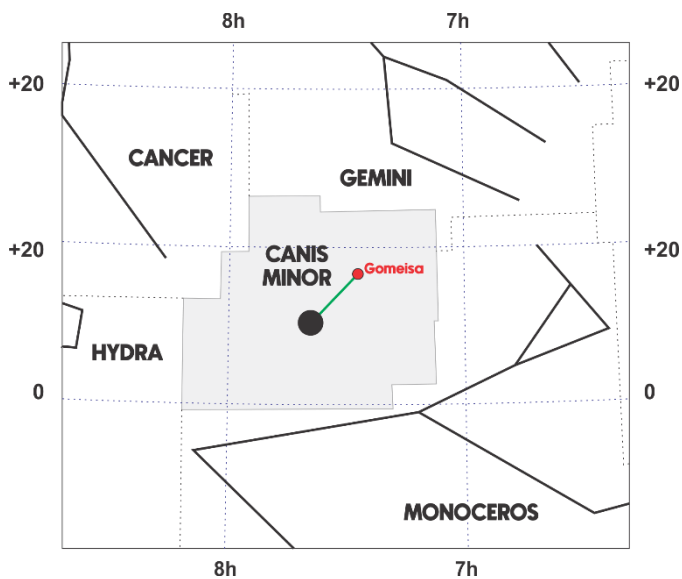
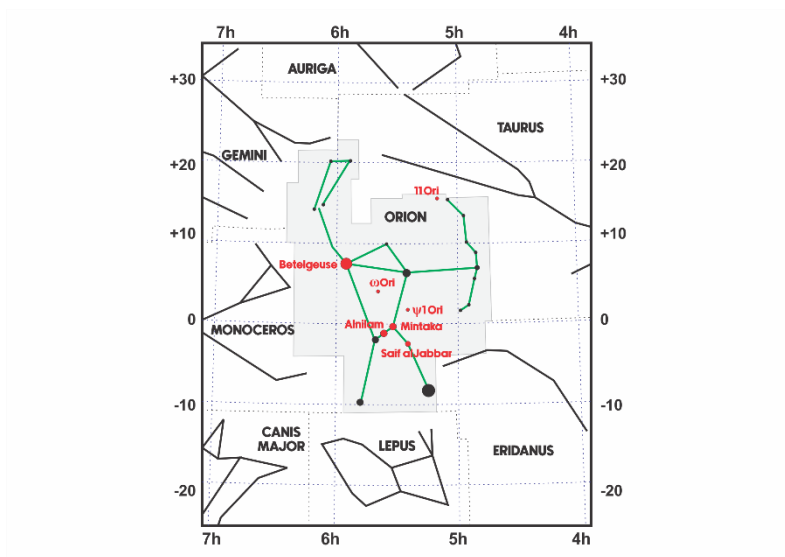
- Medina, 2011.
- Sutantyo, Winardi. *Pengantar Astrofisika: Bintang-Bintang Di Alam Semesta*. Bandung: Penerbit ITB, 2010.
- TOASTI. *Buku Sakti Olimpiade Astronomi*. Bandung: Yrama Widya, 2019.
- Treaversa-Tejero, Ignacio Pablo. “Estimation of the Population of Stars in the Universe.” *OALib Journal* 08 (2021): 1–11. <https://doi.org/10.4236/oalib.1108154>.
- Yasin, Muhammad. *Al-Mawahib Al-Jazilah Fi Azhar Al-Khamilah Syarah Tsamarat Al-Wasilah*. Mesir: Dar al-Kutub al-Mishriyyah, 1368.

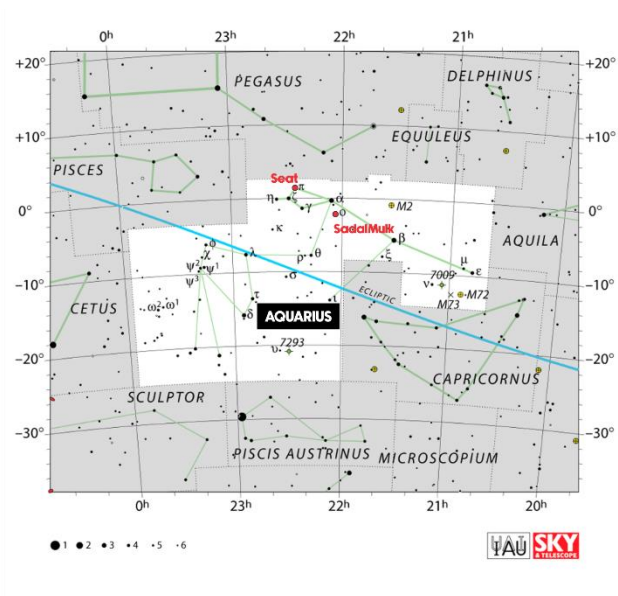
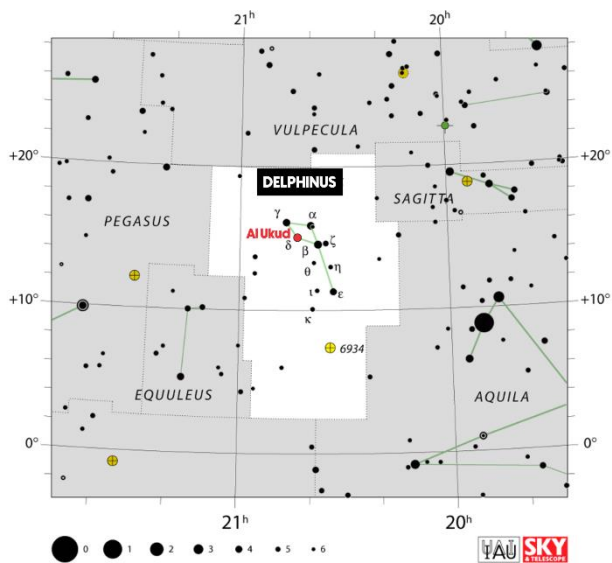
LAMPIRAN

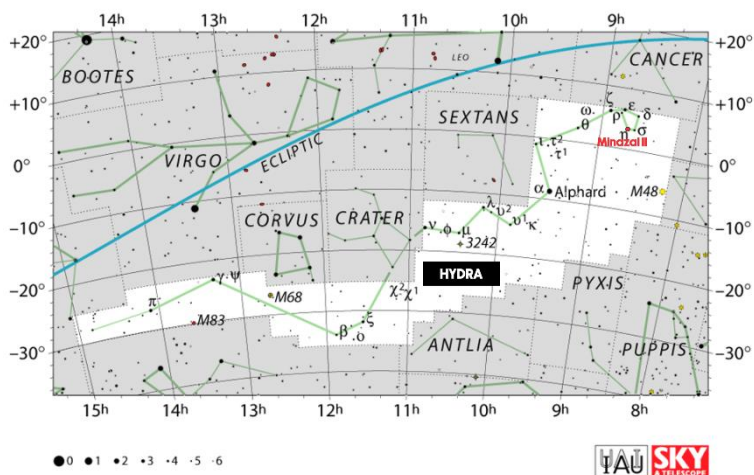
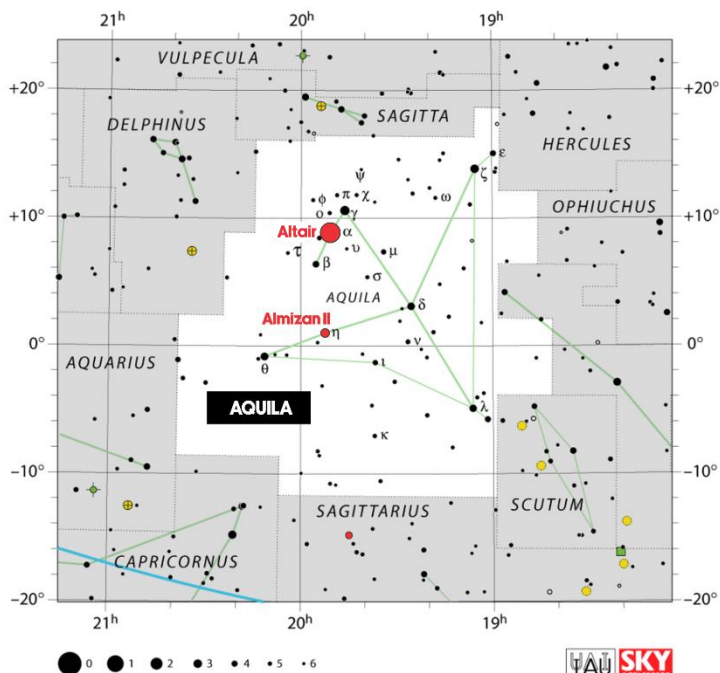
1. Posisi Bintang lokal di Kota Semarang pada konstelasi Bintang

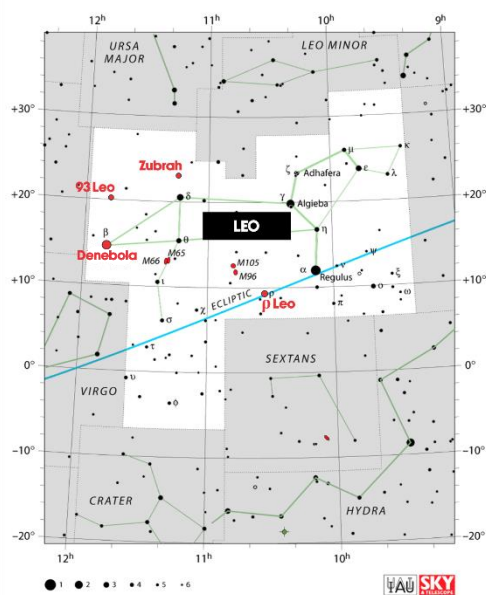
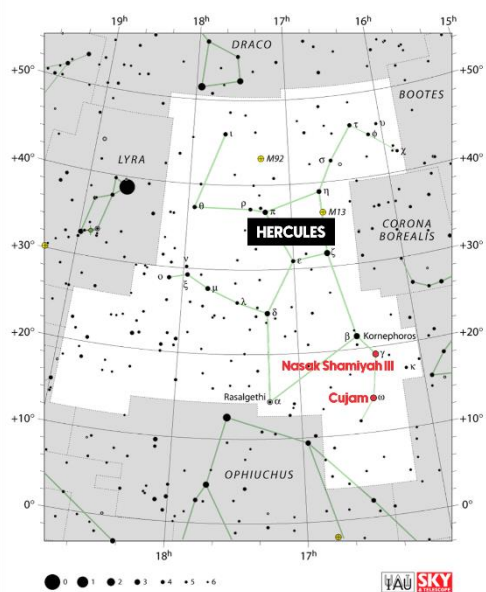


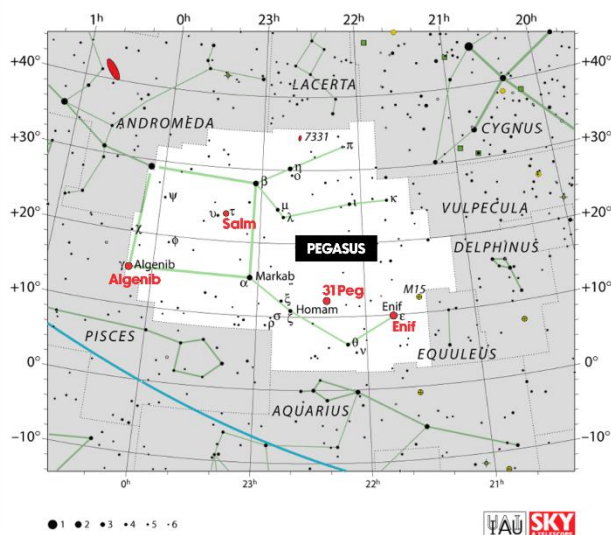
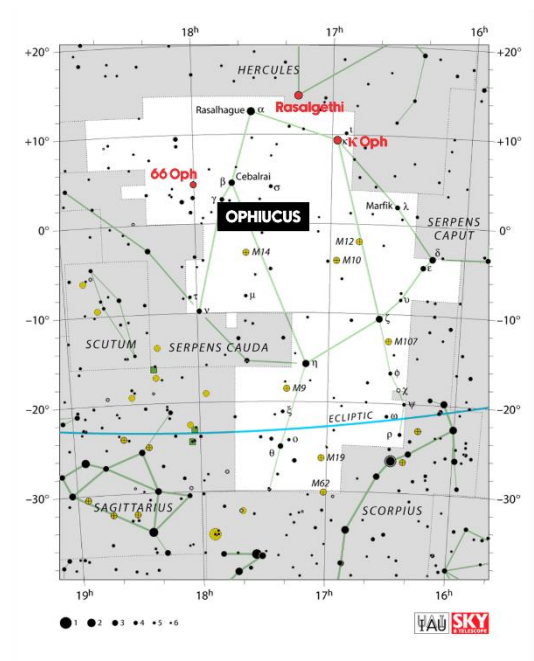


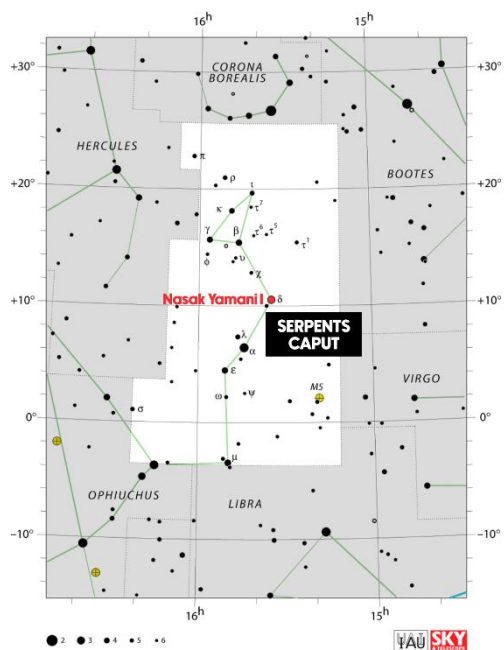
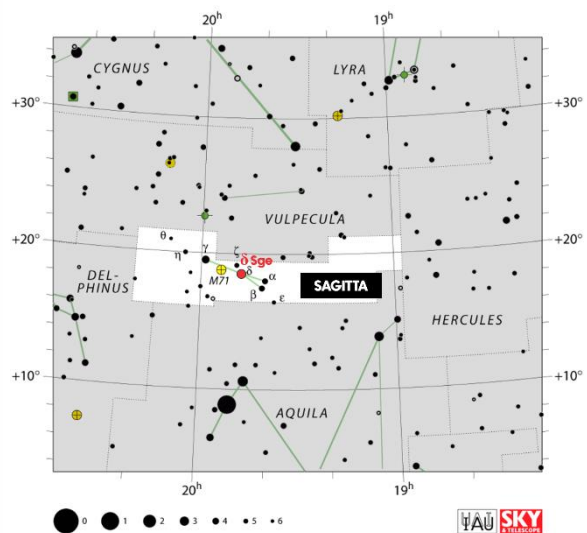


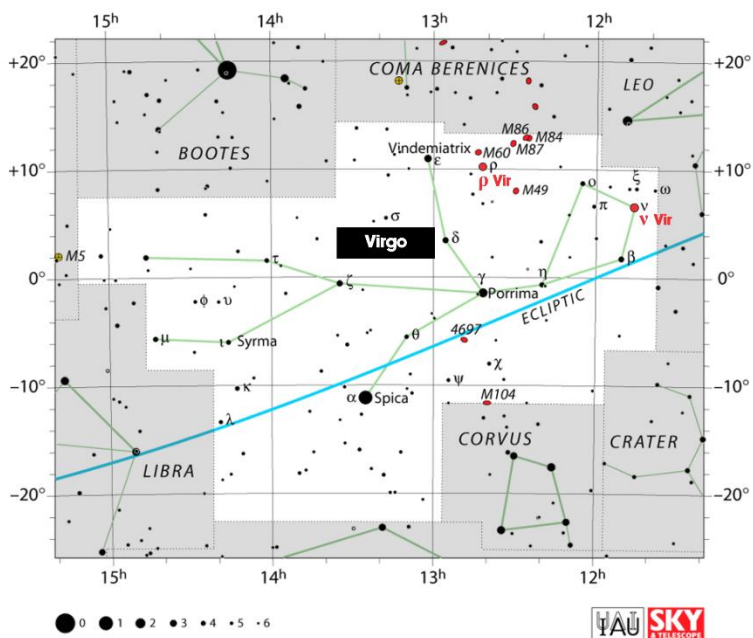












DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENULIS

A. Identitas Diri

Nama : Nailul Alvi Hidayah
Tempat, Tanggal Lahir : Gresik, 1 Juni 2001
Alamat : Manangkuli, Desa Randuagung,
Kec. Kebomas, Kab. Gresik, Jawa
Timur
Domisili : Kos Putri B16, Perum Bank
Niaga, Tambakaji, Naliyan, Kota
Semarang, Jawa Tengah
E-Mail : nailulalvi0106@gmail.com

B. Riwayat Pendidikan

SD NU 1 Trate Gresik (2007-2013)
SMPN 3 Peterongan Darul Ulum Jombang (2013-2016)
MAU Amanatul Ummah Pacet (2016-2018)
S1- Ilmu Falak UIN Sunan Ampel Surabaya (2018-2022)

C. Pengalaman Organisasi

Anggota HMJ Ilmu Falak UINSA (2019-2020)
Trainee Planetarium UIN Walisongo (2023-2024)
Pemateri Parade Intelektual HMP Ilmu Falak UIN Sunan
Ampel Surabaya (April, 2023)
Pemateri “*Flat Planetary Virtual Tour*” dalam acara *Culture*
Immersion UIN Sunan Ampel Surabaya (Agustus, 2023)
Anggota LFNU Gresik Div. Humas (2022-Sekarang)
Asisten laboran Planetarium UIN Walisongo (2024-Sekarang)