

**PENERAPAN ALGORITMA DEKLINASI  
MATAHARI DAN *EQUATION OF TIME* JEAN  
MEEUS *LOW ACCURACY* UNTUK MENENTUKAN  
ARAH KIBLAT**

**SKRIPSI**

Diajukan Untuk Memenuhi Tugas dan Melengkapi Syarat  
Guna Memperoleh Gelar Sarjana Program Strata 1 (S.1)



Disusun Oleh :

**DINAR ESTI MULYANI**

**1802046086**

**FAKULTAS SYARI'AH DAN HUKUM  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO**

**SEMARANG**

**2022**

# PERSETUJUAN PEMBIMBING

Drs. H. Maksun, M.Ag.  
Perum Griya Indo Permai Blok A-22  
Tambakaji, Ngaliyan, Semarang

## PERSETUJUAN PEMBIMBING

Lamp : 4 (empat) eks  
Hal : Naskah Skripsi  
An. Sdr. Dinar Esti Mulyani

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

*Assalamu 'alaikum Wr. Wb.*

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

Nama : Dinar Esti Mulyani

NIM : 1802046086

Jurusan : Ilmu Falak (IF)

Judul Skripsi : Penerapan Algoritma Deklinasi Matahari dan *Equation of Time* Jean Meeus *Low Accuracy* untuk Menentukan Arah Kiblat

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

Demikian harap menjadi maklum.

*Wassalamu 'alaikum Wr. Wb.*

Semarang, 20 Juni 2022

Pembimbing I



~~Drs. H. Maksun, M.Ag.~~  
NIP. 196805151993031002

**Ahmad Fuad Al-Anshary, S.HI., M.SI.**

Jl. Candi Permata II/180 Perumahan Pasadena Semarang

**PERSETUJUAN PEMBIMBING**

Lamp : 4 (empat) eks

Hal : Naskah Skripsi

An. Sdr. Dinar Esti Mulyani

Kepada Yth.

Dekan Fakultas Syari'ah dan Hukum

UIN Walisongo

*Assalamu'alaikum Wr. Wb.*

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

Nama : Dinar Esti Mulyani

NIM : 1802046086

Jurusan : Ilmu Falak (IF)

Judul Skripsi : **Penerapan Algoritma Deklinasi Matahari dan Equation of Time Jean Meeus Low Accuracy untuk Menentukan Arah Kiblat**

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

Demikian harap menjadi maklum.

*Wassalamu'alaikum Wr. Wb.*

Semarang, 22 Juni 2022

Pembimbing II,



**Ahmad Fuad Al-Anshary, S.HI., M.SI.**  
NIP. 198809162016011901

# PENGESAHAN



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO  
FAKULTAS SYARIAH DAN HUKUM  
Jl. Prof. Dr. Hamka (Kampus III) Ngaliyan, Semarang. Telp/Fax. (0294) 7601291  
Semarang 50185

## PENGESAHAN

Nama : Dinar Esti Mulyani  
NIM : 1802046086  
Fakultas/Jurusan : Syari'ah dan Hukum/Ilmu Falak  
Judul : Penerapan Algoritma Deklinasi Matahari dan *Equation of Time* Jean Mecus  
*Low Accuracy untuk Menentukan Arah Kiblat*

Telah dimunaqosyahkan oleh Dewan Penguji Fakultas Syari'ah dan Hukum UIN Walisongo Semarang dan dinyatakan lulus, pada tanggal:

29 Juni 2022

Dan dapat diterima sebagai kelengkapan ujian akhir dalam menyelesaikan Studi Program Sarjana Strata 1 (S1) tahun akademik 2021/2022 guna memperoleh gelar dalam Ilmu Syari'ah dan Hukum.

Semarang, 14 Juni 2022

Dewan Penguji,

Sekretaris Sidang

Ketua Sidang

Sunarkat, M.Ag.

NIP. 197104022005011004

Penguji I

Drs. H. Maksun, M.Ag.

NIP. 196805151993031002

Penguji II

Dr. H. Mohamad Arja Imroni, M.Ag.

NIP. 196907091997031001

Pembimbing I

Drs. H. Maksun, M.Ag.

NIP. 196805151993031002

M. Harun, S.Ag., M.H.

NIP. 197508152008011017

Pembimbing II

Ahmad Fuad Al-Anshary, S.HI., M.SI.

NIP. 198809162016011901

## MOTTO

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

*Dan dari mana pun engkau (Muhammad) keluar, hadapkanlah wajahmu ke arah Masjidil Haram, sesungguhnya itu benar-benar ketentuan dari Tuhanmu. Allah tidak lengah terhadap apa yang kamu kerjaka n. (Q.S. 2 [al-Baqarah]: 149)<sup>1</sup>*

---

<sup>1</sup> Kementerian Agama RI, *Al-Qur'an Terjemah dan Tajwid* (Bandung: sygma, 2014), 23.

## **PERSEMBAHAN**

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

Bapak dan Mama saya yang sudah membesarkan dengan tulus, berdo'a untuk kebaikan saya, selalu berbagi tawa, memberi energi positif, dan yang menerima saya di tengah banyaknya kekurangan sebagai anak.

Keluarga besar yang juga selalu membantu, mendukung, dan mendoakan saya.

Tidak lupa, semua teman-teman yang sudah mau berteman dengan saya.

# DEKLARASI

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

Semarang, 22 Juni 2022

Deklarator,



**Dinar Esti Mulvani**  
**NIM: 1802046086**

## PEDOMAN TRANSLITERASI

### A. Konsonan

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

### B. Vokal

|   |   |
|---|---|
| َ | a |
| ِ | i |
| ُ | u |



### C. Diftong

|    |    |
|----|----|
| اي | ay |
| او | aw |

### D. Syaddah

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

### E. Kata Sandang (...ال)

Kata Sandang (...ال) ditulis dengan *al...* misalnya الصناعة = *al-shina'ah*. *Al* ditulis dengan huruf kecil kecuali jika terletak pada permulaan kalimat.

### F. Ta' Marbutah

Setiap *ta' marbutah* ditulis dengan “h” misalnya المعيشة الطبيعية = *al-ma'isyah al-thabi'iyah*.

## ABSTRAK

Salah satu pembahasan yang tidak bisa dipisahkan dari Ilmu Falak adalah mengukur arah kiblat. Terdapat beberapa metode pengukuran arah kiblat, salah satunya metode segitiga siku-siku dari bayangan matahari setiap saat. Namun dalam praktiknya, terdapat kendala seperti mendung dan *human error* saat proses perhitungan. Untuk memudahkan perhitungan, penulis mencoba membuat Excel penerapan algoritma deklinasi matahari dan *equation of time* Jean Meeus *low accuracy* untuk menentukan arah kiblat. Algoritma Jean Meeus *low accuracy* dipilih karena algoritma Jean Meeus *high accuracy* terlalu rumit.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana proses pembuatan Excel penerapan algoritma deklinasi matahari dan *equation of time* Jean Meeus *low accuracy* untuk menentukan arah kiblat, dan sejauh mana akurasi penerapan algoritma deklinasi matahari dan *equation of time* Jean Meeus *low accuracy* untuk menentukan arah kiblat.

Jenis penelitian ini adalah penelitian kualitatif dengan pendekatan matematis dan studi kepustakaan (*library research*). Pengumpulan data dilakukan dengan metode dokumentasi. Sedangkan analisis datanya menggunakan uji coba dan komparasi.

Penelitian ini menghasilkan dua temuan. Pertama, tahapan pembuatan Excel penerapan deklinasi matahari dan *equation of time* Jean Meeus *low accuracy*, yaitu: mengumpulkan data, menghitung deklinasi matahari, menghitung *equation of time*, menghitung arah kiblat (B) dan azimuth kiblat, menghitung arah matahari (A) dan azimuth matahari, menghitung sudut kiblat dari bayangan matahari (Q), dan mencari sisi segitiga siku-siku. Kedua, penerapan deklinasi matahari dan *equation of time* Jean Meeus *low accuracy* untuk menentukan arah kiblat masih cukup akurat.

Kata kunci: Deklinasi Matahari dan *Equation of Time* Algoritma Jean Meeus *low accuracy*, Arah Kiblat, Excel

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah Swt yang telah melimpahkan rahmat, taufik, dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Penerapan Algoritma Deklinasi Matahari dan *Equation of Time* Jean Meeus Low Accuracy untuk Menentukan Arah Kiblat”**

Salawat serta salam semoga senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW, beserta keluarga, sahabat dan pengikut-pengikutnya yang menjadi suri tauladan yang baik dalam segala aspek kehidupan. Semoga kelak kita mendapat syafa'atnya di hari akhir.

Penulis menyadari bahwa penelitian ini selesai bukan karena semata-mata usaha pribadi penulis. Penyusunan penelitian ini tidak lepas dari usaha, bantuan, dan doa dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis menyampaikan banyak terima kasih kepada:

1. Bapak dan Mama penulis yang tiada henti memberi doa dan dukungan kepada penulis.
2. Drs. H. Maksun, M.Ag. selaku dosen pembimbing I, yang telah meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan dalam penyusunan skripsi.
3. Ahmad Fuad Al-Anshary, S.HI.,M.SI. selaku dosen pembimbing II sekaligus wali dosen, yang telah meluangkan waktu memberikan bimbingan, arahan, dan masukan dari judul sampai selesainya skripsi ini.

4. Ahmad Munif, M.SI. selaku Ketua Jurusan Ilmu Falak, Dr. Fakhruddin Aziz, Lc, MA. selaku Sekretaris Jurusan Ilmu Falak, beserta jajarannya.
5. Para dosen Fakultas Syariah dan Hukum UIN Walisongo yang telah membagi ilmunya untuk penulis.
6. Keluarga besar penulis yang juga senantiasa memberi dukungan dan doa kepada penulis.
7. Teman-teman Squad Sang Pemimpi Blank yang setia mendengar keluh kesah penulis.
8. Teman-teman kos C1 yang sudah membantu penulis selama di perantauan.
9. Teman-teman Ilmu Falak kelas C yang telah membantu penulis selama di kelas dan memberi bantuan jika ada tugas yang tidak penulis mengerti.
10. Semua pihak dan teman-teman penulis yang tidak bisa penulis sebut satu persatu.
11. Dinar Esti Mulyani, selaku diri penulis sendiri yang sudah berusaha menyelesaikan skripsi ini, walaupun masih banyak kurangnya. *Thank you girl.*

## DAFTAR ISI

|                                     |             |
|-------------------------------------|-------------|
| <b>PERSETUJUAN PEMBIMBING</b> ..... | <b>i</b>    |
| <b>PENGESAHAN</b> .....             | <b>iii</b>  |
| <b>MOTTO</b> .....                  | <b>iv</b>   |
| <b>PERSEMBAHAN</b> .....            | <b>v</b>    |
| <b>DEKLARASI</b> .....              | <b>vi</b>   |
| <b>PEDOMAN TRANSLITERASI</b> .....  | <b>vii</b>  |
| <b>ABSTRAK</b> .....                | <b>ix</b>   |
| <b>KATA PENGANTAR</b> .....         | <b>x</b>    |
| <b>DAFTAR ISI</b> .....             | <b>xii</b>  |
| <b>DAFTAR TABEL</b> .....           | <b>xv</b>   |
| <b>DAFTAR GAMBAR</b> .....          | <b>xvii</b> |
| <b>BAB I</b> .....                  | <b>1</b>    |
| <b>PENDAHULUAN</b> .....            | <b>1</b>    |
| A. Latar Belakang Masalah.....      | 1           |
| B. Rumusan Masalah .....            | 5           |
| C. Tujuan Penelitian.....           | 5           |
| D. Manfaat Penelitian.....          | 6           |
| E. Kajian Pustaka.....              | 6           |
| F. Metode Penelitian.....           | 10          |
| G. Sistematika Penelitian .....     | 13          |
| <b>BAB II</b> .....                 | <b>15</b>   |

|  |           |
|--|-----------|
| <b>TINJAUAN UMUM TENTANG ARAH KIBLAT,<br/>DEKLINASI, <i>EQUATION OF TIME</i> DAN EXCEL.....</b>  | <b>15</b> |
| A. Arah Kiblat .....   | 15        |
| B. Deklinasi.....  | 21        |
| C. <i>Equation of Time</i> (Eot).....  | 24        |
| D. Excel.....  | 25        |
| E. Arah Kiblat Metode Segitiga Siku-Siku dari<br>Bayangan Matahari Setiap Saat.....  | 30        |
| F. Toleransi Arah Kiblat.....  | 39        |
| <b>BAB III.....</b>  | <b>44</b> |
| <b>PEMBUATAN EXCEL PENERAPAN ALGORITMA<br/>DEKLINASI MATAHARI DAN <i>EQUATION OF TIME</i><br/>JEAN MEEUS <i>LOW ACCURACY</i> UNTUK MENENTUKAN<br/>ARAH KIBLAT.....</b> | <b>44</b> |
| A. Mengumpulkan Data .....   | 44        |
| B. Menghitung Deklinasi Matahari ( $\delta$ ).....   | 54        |
| C. Menghitung <i>Equation of Time</i> (Eot) .....  | 61        |
| D. Menghitung Arah Kiblat (B) dan Azimuth Kiblat ..  | 64        |
| E. Menghitung Arah Matahari (A) dan Azimuth<br>Matahari.....   | 69        |
| F. Menghitung Sudut Kiblat dari Bayangan Matahari<br>(Q) .....   | 74        |
| G. Mencari Sisi Segitiga Siku-Siku .....   | 77        |
| H. Membuat Data Kesimpulan.....  | 79        |
| I. Penerapan Excel untuk Menentukan Arah Kiblat ...  | 81        |

|  |            |
|--|------------|
| <b>BAB IV .....</b>  | <b>88</b>  |
| <b>ANALISIS DEKLINASI MATAHARI DAN <i>EQUATION OF TIME</i> JEAN MEEUS <i>LOW ACCURACY</i> SERTA PENERAPANNYA DALAM PENENTUAN ARAH KIBLAT .....</b> | <b>88</b>  |
| A. Analisis Deklinasi Matahari dan <i>Equation of Time</i> Jean Meeus <i>Low Accuracy</i> .....  | 88         |
| B. Analisis Penerapan Deklinasi Matahari dan <i>Equation of Time</i> Jean Meeus <i>Low Accuracy</i> untuk Menentukan Arah Kiblat .....             | 96         |
| <b>BAB V.....</b>  | <b>123</b> |
| <b>PENUTUP.....</b>  | <b>123</b> |
| A. Kesimpulan.....   | 123        |
| B. Saran-Saran .....   | 124        |
| C. Penutup.....  | 124        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA</b>  |            |
| <b>LAMPIRAN-LAMPIRAN</b>   |            |
| <b>DAFTAR RIWAYAT HIDUP</b>  |            |

## DAFTAR TABEL

|  |     |
|--|-----|
| Tabel 2. 1 Contoh Operasi Matematika Dasar .....                           | 27  |
| Tabel 3. 1 Data di Sheet Tampilan .....                                    | 46  |
| Tabel 3. 2 Data di Sheet Perhitungan .....                                 | 50  |
| Tabel 3. 3 Data di Sheet Perhitungan .....                                 | 51  |
| Tabel 3. 4 Menghitung Deklinasi .....                                      | 59  |
| Tabel 3. 5 Menghitung Equation of Time .....                               | 63  |
| Tabel 3. 6 Menghitung Arah Kiblat (B) dan Azimuth Kiblat .....             | 67  |
| Tabel 3. 7 Menghitung Arah Matahari (A) dan Azimuth Matahari<br>.....      | 72  |
| Tabel 3. 8 Menghitung Sudut Kiblat dari Bayangan Matahari (Q)<br>.....     | 76  |
| Tabel 3. 9 Menghitung Sisi Segitiga .....                                  | 78  |
| Tabel 3. 10 Hasil Perhitungan di Sheet Tampilan .....                      | 80  |
|  |     |
| Tabel 4. 1 Rata-Rata Deklinasi Jam 00 UT .....                             | 89  |
| Tabel 4. 2 Deklinasi Bulan Februari Jam 00 UT .....                        | 90  |
| Tabel 4. 3 Deklinasi Bulan Juni Jam 00 UT .....                            | 91  |
| Tabel 4. 4 Rata-Rata <i>Equation of Time</i> Jam 00 UT .....               | 93  |
| Tabel 4. 5 <i>Equation of Time</i> Bulan April Jam 00 UT .....             | 94  |
| Tabel 4. 6 Deklinasi 17 Juni 2022 .....                                    | 98  |
| Tabel 4. 7 <i>Equation of Time</i> 17 Juni 2022 .....                      | 99  |
| Tabel 4. 8 Hasil Penentuan Arah Kiblat 17 Juni 2022 Jam 09.10<br>WIB ..... | 101 |
| Tabel 4. 9 Deklinasi 8 Agustus 2022 .....                                  | 102 |



|   |     |
|---|-----|
| Tabel 4. 10 <i>Equation of Time</i> 8 Agustus 2022 .....                        | 103 |
| Tabel 4. 11 Hasil Penentuan Arah Kiblat 8 Agustus 2022 Jam<br>09.10 WIB .....   | 104 |
| Tabel 4. 12 Deklinasi 20 Desember 2022 .....                                    | 105 |
| Tabel 4. 13 <i>Equation of Time</i> 20 Desember.....                            | 106 |
| Tabel 4. 14 Hasil Penentuan Arah Kiblat 20 Desember 2022 Jam<br>09.10 WIB ..... | 108 |
| Tabel 4. 15 Deklinasi 24 Februari 2022 .....                                    | 108 |
| Tabel 4. 16 <i>Equation of Time</i> 24 Februari 2022.....                       | 109 |
| Tabel 4. 17 Hasil Penentuan Arah Kiblat 24 Februari 2022 Jam<br>09.10 WIB ..... | 111 |
| Tabel 4. 18 Deklinasi 30 April 2022 .....                                       | 112 |
| Tabel 4. 19 <i>Equation of Time</i> 30 April 2022.....                          | 113 |
| Tabel 4. 20 Hasil Penentuan Arah Kiblat 30 April 2022 Jam 09.10<br>WIB .....    | 115 |
| Tabel 4. 21 Q 17 Juni 2022 Jam 09.10 WIB .....                                  | 118 |
| Tabel 4. 22 Q 8 Agustus 2022 Jam 09.10 WIB.....                                 | 118 |
| Tabel 4. 23 Q 20 Desember 2022 Jam 09.10 WIB .....                              | 119 |
| Tabel 4. 24 Q 24 Februari 2022 Jam 09.10 WIB .....                              | 119 |
| Tabel 4. 25 Sisi Segitiga dengan (g) 100 cm.....                                | 121 |
| Tabel 4. 26 Sisi Segitiga dengan (g) 50 cm.....                                 | 121 |
| Tabel 4. 27 Sisi Segitiga dengan (g) 30 cm.....                                 | 122 |

## DAFTAR GAMBAR

|  |    |
|--|----|
| Gambar 2. 1 Contoh Operasi Matematika Dasar.....   | 26 |
| Gambar 2. 2 Metode Pengukuran Arah Kiblat Menggunakan Satu Segitiga Siku-Siku dari Bayangan Matahari ..... | 38 |
| <br>   |    |
| Gambar 3. 1 Data di Sheet Tampilan .....   | 45 |
| Gambar 3. 2 Menambah Sheet .....   | 45 |
| Gambar 3. 3 Memberi Nama Sheet .....   | 46 |
| Gambar 3. 4 Data di Sheet Perhitungan .....  | 49 |
| Gambar 3. 5 Menghitung Deklinasi .....   | 59 |
| Gambar 3. 6 Menghitung Equation of Time .....  | 63 |
| Gambar 3. 7 Menghitung Arah Kiblat (B) dan Azimuth Kiblat..  | 67 |
| Gambar 3. 8 Menghitung Arah Matahari (A) dan Azimuth Matahari .....  | 72 |
| Gambar 3. 9 Menghitung Sudut Kiblat dari Bayangan Matahari (Q) .....                                       | 76 |
| Gambar 3. 10 Menghitung Sisi Segitiga .....  | 78 |
| Gambar 3. 11 Hasil Perhitungan di Sheet Tampilan .....   | 80 |
| Gambar 3. 12 Membuat Garis dari Bayangan Matahari.....   | 83 |
| Gambar 3. 13 Garis g .....   | 84 |
| Gambar 3. 14 Membuat Garis yang Tegak Lurus dengan g .....   | 85 |
| Gambar 3. 15 Garis q .....   | 86 |
| Gambar 3. 16 Garis m atau Arah Kiblat.....   | 87 |

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang Masalah**

Sebagai mahasiswa Ilmu Falak, praktik-praktik seperti penentuan arah kiblat, penentuan awal waktu shalat, penentuan awal bulan kamariah, dan penentuan gerhana menjadi hal yang tidak bisa dipisahkan. Dalam praktik tersebut, mahasiswa dituntut melakukan proses perhitungan yang panjang sebelum mendapat hasil yang diinginkan. Dalam hal perhitungan inilah mahasiswa sering mengeluhkan panjangnya rumus dan rumitnya perhitungan.

Saat mata kuliah Praktikum Falak III, penulis mendapat tugas mengukur arah kiblat. Pada saat itu, dosen pengampu mata kuliah membebaskan mahasiswanya menggunakan metode yang diinginkan. Karena keterbatasan alat dan akses, penulis menggunakan metode yang menggunakan alat sederhana namun memberi hasil yang cukup akurat. Metode yang penulis maksud adalah metode segitiga siku-siku dari bayangan matahari setiap saat.

Arah kiblat adalah arah terdekat menuju Ka'bah. Kewajiban menghadap kiblat saat shalat terdapat dalam

surah al-Baqarah ayat 144, 149, dan 150.<sup>1</sup> Para ulama sepakat bahwa menghadap kiblat adalah sebuah kewajiban karena menghadap kiblat salah satu syarat sah shalat. Masalah kiblat adalah masalah arah, yaitu arah ke Ka'bah di kota Mekah yang dapat ditentukan dari setiap titik di permukaan bumi.<sup>2</sup> Seseorang yang melihat Ka'bah secara langsung wajib menghadap Ka'bah (*ainul Ka'bah*). Sedangkan untuk orang yang jauh dari Mekah dan tidak dapat melihat langsung Ka'bah hanya wajib menghadap ke arah kiblat (*jihatul Ka'bah*).<sup>3</sup>

Jika suatu tempat diketahui bujur dan lintangnya, kemudian diketahui juga bujur dan lintang Ka'bah, maka dapat dihitung arah dan azimuth kiblat yang benar. Selanjutnya, untuk mendapat arah dan azimuth kiblat di lapangan, diperlukan teknik pengukuran arah kiblat.<sup>4</sup> Salah satu metode pengukuran arah kiblat adalah metode segitiga siku-siku dari bayangan matahari setiap saat. Pengukuran dengan metode ini cukup akurat, sederhana, dan murah. Metode ini dapat menggantikan metode pengukuran dengan theodolit namun dengan cara yang sederhana.<sup>5</sup>

---

<sup>1</sup> Slamet Hambali, *ILMU FALAK Arah Kiblat Setiap Saat* (Yogyakarta: PUSTAKA ILMU YOGYAKARTA, 2013), cet. 1, 2.

<sup>2</sup> Ahmad Izzuddin, *ILMU FALAK PRAKTIS Metode Hisab-Rukyat Praktis dan Solusi Permasalahannya* (Semarang: PT. PUSTAKA RIZKI PUTRA, 2017), cet. 3, 17.

<sup>3</sup> Achmad Jaelan, dkk., *HISAB RUKYAT MENGHADAP KIBLAT Fiqh, Aplikasi Praktis, Fatwa dan Spftware* (Semarang: PT. PUSTAKA RIZKI PUTRA, 2012), cet. 1, hlm. 33.

<sup>4</sup> Slamet Hambali, *ILMU*, 4.

<sup>5</sup> *Ibid.*, 156.

Namun dalam praktiknya, penulis menemui beberapa kendala. Seperti mendung dan *human error*. Sebelum mulai mengukur arah kiblat, kita dituntut melakukan perhitungan dahulu. Di dalam perhitungan tersebut, kita membutuhkan waktu spesifik penelitian untuk mencari sudut waktu matahari saat itu. Dalam hal ini, perubahan waktu penelitian dapat merubah hasil akhir nanti. Jika saat penelitian cuaca sedang mendung, tentu tidak bisa dilakukan penelitian, dan harus menghitung ulang data-data tersebut. Jika menggunakan alat bantu kalkulator *scientific* akan memakan waktu lama dan panjang. Maka dari itu, perlu alat bantu lain yang lebih praktis untuk mendapat hasil yang cepat dan akurat. Dalam hal ini, penulis mencoba menggunakan Excel untuk dijadikan alat bantu hitung.

Microsoft Excel adalah perangkat lunak dari perusahaan Microsoft yang berfungsi mengolah data secara otomatis dalam hal perhitungan dasar, penggunaan fungsi, pembuatan grafik, dan manajemen data. Perangkat lunak ini dapat membantu penyelesaian permasalahan administratif sederhana seperti rancangan keuangan, sampai penyelesaian data yang rumit seperti pembuatan program. Dalam ilmu falak, Microsoft Excel dapat membantu dalam perhitungan, karena rumus yang disimpan dalam Microsoft Excel dapat digunakan pada perhitungan dengan data yang berbeda.<sup>6</sup>

---

<sup>6</sup>Encep Abdul Rojak, *ILMU FALAK Hisab Pendekatan Microsoft Excel* (Jakarta: KENCANA, 2020), cet. 1, 44-45.

Dalam penentuan arah kiblat menggunakan metode segitiga siku-siku dari bayangan matahari, diperlukan data deklinasi matahari dan *equation of time*. Untuk mendapat data tersebut, penulis menggunakan algoritma Jean Meeus dalam bukunya *Astronomical Algorithms*. Di dalam buku tersebut disajikan dua algoritma koordinat matahari, yaitu *low accuracy* dan *high accuracy*. Dalam hal ini, penulis menggunakan algoritma *low accuracy* karena algoritma *high accuracy* terlalu panjang. Dari hal ini, muncul masalah apakah algoritma *low accuracy* ini dapat digunakan untuk menghitung arah kiblat? Jika terdapat perbedaan apakah hasil tersebut bisa ditoleransi?

Deklinasi adalah jarak suatu benda langit ke ekuator. Nilai deklinasi terbesar suatu benda langit sebesar  $90^\circ$ , yaitu ketika benda langit berada persis di titik kutub langit. Sedangkan nilai deklinasi terkecil suatu benda langit adalah  $0^\circ$ , yaitu ketika benda langit berada di lingkaran ekuator.<sup>7</sup> Deklinasi sebelah utara bernilai positif dan diberi tanda (+), sedangkan deklinasi bernilai negatif dan diberi tanda (-) jika berada di sebelah selatan.<sup>8</sup>

Secara harfiah *equation of time* berarti persamaan waktu. Namun dalam astronomi kata "*Equation*" merujuk pada koreksi atau selisih antara rata-rata suatu variabel

---

<sup>7</sup> Muhammad Hadi Bashori, *Pengantar Ilmu Falak: Pedoman Lengkap tentang Teori dan Praktik Hisab Arah Kiblat, Waktu Shalat, Awal Bulan Qamariah, dan Gerhana* (Jakarta: PUSTAKA AL-KAUTSAR, 2015), 77.

<sup>8</sup> Susiknan Azhari, *ILMU FALAK: Perjumpaan Khazanah Islam dan Sains Modern* (Yogyakarta: Suara Muhammadiyah, 2007), cet. 2, 27.

dengan nilai sesungguhnya. Maka dari itu, *equation of time* di sini berarti selisih antara waktu matahari rata-rata dengan waktu matahari sesungguhnya.<sup>9</sup>

Dari uraian di atas, penulis bermaksud mengkaji Penerapan Algoritma Deklinasi Matahari dan *Equation of Time* Jean Meeus *Low Accuracy* untuk Menentukan Arah Kiblat.

## B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka penulis merumuskan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana proses pembuatan Excel penerapan algoritma deklinasi matahari dan *equation of time* Jean Meeus *low accuracy* untuk menentukan arah kiblat?
2. Bagaimana akurasi penerapan algoritma deklinasi matahari dan *equation of time* Jean Meeus *low accuracy* untuk menentukan arah kiblat?

## C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui proses pembuatan Excel penerapan algoritma deklinasi matahari dan *equation of time* Jean Meeus *low accuracy* untuk menentukan arah kiblat.

---

<sup>9</sup> Rinto Anugraha, *Mekanika Benda Langit* (Yogyakarta: Jurusan Fisika MIPA Universitas Gadjah Mada, 2012), 76.

2. Untuk menguji akurasi penerapan algoritma deklinasi matahari dan *equation of time* Jean Meeus *low accuracy* untuk menentukan arah kiblat.

#### **D. Manfaat Penelitian**

Penelitian ini dilakukan dengan harapan akan dapat memberikan manfaat, yaitu:

1. Manfaat Teoritis
  - 1) Memberikan wawasan mengenai proses pembuatan Excel penerapan algoritma deklinasi matahari dan *equation of time* Jean Meeus *low accuracy* untuk menentukan arah kiblat.
  - 2) Memberikan wawasan mengenai akurasi penerapan algoritma deklinasi matahari dan *equation of time* Jean Meeus *low accuracy* untuk menentukan arah kiblat.
2. Manfaat Praktis

Semoga dengan adanya penelitian ini dapat menjadi ide bagi pembaca untuk melakukan penelitian lain yang bermanfaat.

#### **E. Kajian Pustaka**

Sejauh penelusuran penulis, belum ditemukan pembahasan tentang penerapan algoritma deklinasi matahari dan *equation of time* Jean Meeus *low accuracy* untuk menentukan arah kiblat. Akan tetapi, terdapat



beberapa penelitian yang berkaitan dengan penelitian penulis, diantaranya:

Skripsi karya Ahmad Syarif Hidayatulloh yang berjudul “Komparasi Algoritma Deklinasi Matahari dan *Equation of Time* dalam Buku Mekanika Benda Langit dengan Buku Anfa’ul Wasilah serta Pengaruhnya terhadap Awal Waktu Salat”. Penelitian ini menjelaskan bahwa selisih algoritma deklinasi dan *equation of time* dalam buku Mekanika Benda Langit dan buku Anfa’ul Wasilah hanya berkisar 1 sampai 13 detik. Perbedaan hasil dari penggunaan algoritma dalam kedua buku tersebut masih ditoleransi dalam penentuan awal waktu shalat.<sup>10</sup> Penelitian ini dan penelitian penulis sama-sama membahas algoritma deklinasi matahari dan *equation of time* yang kemudian diterapkan dalam ilmu falak, akan tetapi berbeda dari segi sumber dan penerapannya. Dari segi sumber, penelitian ini menggunakan algoritma deklinasi matahari dan *equation of time* dalam buku Mekanika Benda Langit dan buku Anfa’ul Wasilah, sedangkan penulis menggunakan algoritma deklinasi matahari dan *equation of time* Jean Meeus *low accuracy* dalam buku *Astronomical Algorithms* karya Jean Meeus. Dari segi penerapan, penelitian ini menerapkan algoritma dalam kedua buku untuk menentukan awal waktu shalat,

---

<sup>10</sup> Ahmad Syarif Hidayatulloh, “Komparasi Algoritma Deklinasi Matahari dan Equation of Time dalam Buku Mekanika Benda Langit dengan Buku Anfa’ul Wasilah serta Pengaruhnya terhadap Awal Waktu Salat”, Skripsi Fakultas Syari’ah UIN Walisongo (Semarang, 2017), 102.

sedangkan penulis menerapkan algoritma Jean Meeus *low accuracy* untuk menentukan arah kiblat.

Skripsi karya Zul Amri yang berjudul “Aplikasi Data Ephemeris Matahari dan Bulan Berdasarkan Perhitungan Jean Meeus pada Smartphone Android”. Penelitian ini menjelaskan bahwa proses pembuatan Zephemeris (nama aplikasi yang dibuat penulis) melalui tiga tahap, yaitu: studi literatur dan pengumpulan data, desain dan perancangan perangkat lunak, serta implementasi perangkat lunak. Algoritma yang dipakai adalah algoritma Jean Meeus *high accuracy*. Dalam penelitian juga dijelaskan bahwa Zephemeris dapat berfungsi baik di semua *smartphone*.<sup>11</sup> Penelitian ini dan penelitian penulis sama-sama membahas tentang algoritma Jean Meeus, akan tetapi berbeda dari segi akurasi algoritma dan manfaat yang diambil. Penelitian ini menggunakan algoritma Jean Meeus *high accuracy*, sedangkan penulis menggunakan algoritma Jean Meeus *low accuracy*. Algoritma Jean Meeus *high accuracy* dalam penelitian ini dipakai untuk menentukan data Epehemeris matahari dan bulan yang diolah dalam bentuk aplikasi android. Sedangkan penulis, menggunakan algoritma Jean Meeus *low accuracy* untuk mencari deklinasi matahari dan *equation of time* yang akan digunakan untuk menentukan arah kiblat.

---

<sup>11</sup> Zul Amri, “Aplikasi Data Ephemeris Matahari dan Bulan Berdasarkan Perhitungan Jean Meeus pada Smartphone Android”, Skripsi Fakultas Syari’ah UIN Walisongo (Semarang, 2013), 97-98.

Skripsi karya Muhammad Enjam Sahputra yang berjudul “Metode Rashdul Kiblat Berbasis Aplikasi Zephemeris pada *Smartphone* Android”. Penelitian ini merupakan pengembangan dari aplikasi Zephemeris. Dalam penelitian ini dijelaskan bahwa penambahan fungsi rasdul kiblat tidak mengganggu fungsi Zephemeris. Aplikasi tersebut juga masih berjalan baik di semua *smartphone* meskipun ada penambahan fungsi.<sup>12</sup> Penelitian ini dan penelitian penulis sama-sama membahas algoritma Jean Meeus dan penerapannya untuk menentukan arah kiblat, akan tetapi berbeda segi akurasi algoritma dan metode penentuan arah kiblat. Penelitian ini merupakan pengembangan dari skripsi karya Zul Amri yang berjudul “Aplikasi Data Ephemeris Matahari dan Bulan Berdasarkan Perhitungan Jean Meeus pada *Smartphone* Android”, maka dari itu algoritma yang dipakai adalah algoritma Jean Meeus *high accuracy*, kemudian aplikasi tersebut dimanfaatkan untuk menentukan arah kiblat menggunakan metode rashdul kiblat. Sedangkan penulis, menggunakan algoritma deklinasi matahari dan *equation of time* Jean Meeus *low accuracy* untuk menentukan arah kiblat metode segitiga siku-siku dari bayangan matahari setiap saat, kemudian untuk memudahkan perhitungan, penulis menggunakan Excel.

---

<sup>12</sup> Muhammad Enjam, “Metode Rashdul Kiblat Berbasis Aplikasi Zephemeris pada *Smartphone* Android”, Skripsi Fakultas Syari’ah UIN Walisongo (Semarang, 2017), 83-84.

Skripsi karya Aznur Johan yang berjudul “Aplikasi Perhitungan Arah Kiblat Metode Satu Segitiga Siku-Siku Slamet Hambali pada *Smartphone* Android”. Penelitian ini menjelaskan bahwa ada dua tahap pembuatan aplikasi, yaitu: pengumpulan dan verifikasi data, serta uji coba aplikasi. Hasil perhitungan menggunakan aplikasi ini juga tidak merubah keakurasian, karena selisih hasilnya berkisar  $0^{\circ} 2' 29,45''$  sampai  $0^{\circ} 18' 48,12''$ .<sup>13</sup> Penelitian ini dan penelitian penulis sama-sama membahas algoritma Jean Meeus untuk menentukan arah kiblat metode segitiga siku-siku dari bayangan matahari setiap saat, akan tetapi berbeda dalam masalah akurasi algoritma dan media yang dipakai. Penelitian ini menggunakan algoritma Jean Meeus *high accuracy* dan media yang dipakai mengolah data adalah *smartphone* android. Sedangkan penulis menggunakan algoritma Jean Meeus *low accuracy* dan media yang dipakai sebagai alat hitung adalah Excel.

## F. Metode Penelitian

Dalam penelitian ini, penulis menggunakan metode penelitian sebagai berikut:

### 1. Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan penelitian kualitatif dengan pendekatan matematis dan

---

<sup>13</sup> Aznur Johan, “Aplikasi Perhitungan Arah Kiblat Metode Satu Segitiga Siku-Siku Slamet Hambali pada *Smartphone* Android”, Skripsi Fakultas Syari’ah UIN Walisongo (Semarang, 2014), 93-95.

kepustakaan (*library research*). Pendekatan matematis digunakan untuk mencari algoritma deklinasi matahari dan *equation of time* Jean Meeus *low accuracy* serta penentuan arah kiblat metode segitiga siku-siku dari bayangan matahari setiap saat. Pendekatan matematis juga digunakan untuk mengolah data-data tersebut dalam bentuk Excel.

Sedangkan untuk menentukan akurasi penerapan deklinasi matahari dan *equation of time* Jean Meeus *low accuracy* menggunakan pendekatan kepustakaan. Pertama, penulis akan mengkomparasikan data deklinasi matahari dan *equation of time* Jean Meeus *low accuracy* dengan data deklinasi matahari dan *equation of time* Ephemeris. Kedua, penulis akan mengkomparasikan hasil perhitungan arah kiblat menggunakan data deklinasi matahari dan *equation of time* Jean *low accuracy* Meeus dengan hasil perhitungan arah kiblat menggunakan deklinasi matahari dan *equation of time* Ephemeris.

## 2. Sumber Data

### 1) Data Primer

Data algoritma deklinasi matahari dan *equation of time* Jean Meeus *low accuracy* diperoleh dari buku *Astronomical Algorithms* karya Jean Meeus.

### 2) Data Sekunder

Untuk membantu penulis memahami deklinasi matahari dan *equation of time* Jean Meeus *low accuracy*, penulis menggunakan buku terjemahan *Astronomical Algorithms* karya Jean Meeus oleh Khafid dan buku *Mekanika Benda Langit* karya Dr. Eng. Rinto Anugraha, M.Si. Data perhitungan penentuan arah kiblat metode segitiga siku-siku dari bayangan matahari setiap saat diperoleh dari buku Ilmu Falak Arah Kiblat Setiap Saat karya Drs. Slamet Hambali, M. Si. dan buku *Mekanika Benda Langit* karya Dr. Eng. Rinto Anugraha, M.Si. Data sekunder juga diperoleh dari buku, artikel, jurnal, dan sumber ilmiah lain yang membahas tentang deklinasi matahari, *equation of time*, penentuan arah kiblat, dan Excel.

### 3. Teknik Pengumpulan Data

Penulis menggunakan teknik dokumentasi dengan mencari data-data yang dibutuhkan dalam penelitian. Penulis mendapat data dari artikel, jurnal, buku, dan data ilmiah lain yang berkaitan dengan deklinasi matahari, *equation of time*, penentuan arah kiblat, dan Excel.

### 4. Teknik Analisis Data

Setelah data-data yang diperlukan terkumpul, penulis menganalisis data tersebut melalui tahap berikut:

- 1) Uji coba

Setelah data-data algoritma deklinasi matahari dan *equation of time low accuracy* serta rumus penentuan arah kiblat metode segitiga siku-siku dari bayangan matahari setiap saat terkumpul, data tersebut diolah dalam bentuk Excel.

## 2) Komparasi

Setelah hasil perhitungan terkumpul, penulis memkomparasikan hasil data yang didapat. Hasil data pertama yang dikomparasikan adalah deklinasi matahari dan *equation of time Jean Meeus low accuracy* dengan data deklinasi matahari dan *equation of time Ephemeris*. Hasil data kedua yang dikomparasikan adalah hasil penentuan arah kiblat menggunakan deklinasi matahari dan *equation of time Jean Meeus low accuracy* dengan hasil penentuan arah kiblat menggunakan deklinasi matahari dan *equation of time Ephemeris*.

## G. Sistematika Penelitian

Untuk mendapatkan gambaran yang jelas tentang arah dan tujuan penulisan skripsi ini, maka secara garis besar dapat digambarkan sistematika skripsi ini sebagai berikut:

Bab pertama adalah Pendahuluan yang berisikan gambaran singkat mengenai isi skripsi yang terdiri dari Latar Belakang, Rumusan Masalah, Tujuan Penelitian,

Manfaat Penelitian, Metode Penelitian, dan Sistematika Penulisan.

Bab kedua berisi tinjauan umum tentang arah kiblat, deklinasi, *equation of time*, Excel, dan arah kiblat metode segitiga siku-siku dari bayangan matahari setiap saat.

Bab ketiga berisi proses pembuatan Excel penerapan algoritma deklinasi matahari dan *equation of time* Jean Meeus *low accuracy* untuk menentukan arah kiblat.

Bab keempat berisi analisis deklinasi matahari dan *equation of time* Jean Meeus *low accuracy* serta penerapannya dalam penentuan arah kiblat.

Terakhir Bab lima berisi kesimpulan sebagai jawaban rumusan masalah, serta saran dan kata penutup.



## BAB II

### TINJAUAN UMUM TENTANG ARAH KIBLAT, DEKLINASI, *EQUATION OF TIME* DAN EXCEL

#### A. Arah Kiblat

Arah kiblat adalah arah terdekat menuju Ka'bah. Kewajiban menghadap kiblat saat shalat terdapat dalam surah al-Baqarah ayat 144, 149, dan 150.<sup>1</sup>

al-Baqarah 149

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

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

---

<sup>1</sup> Slamet Hambali, *ILMU FALAK Arah Kiblat Setiap Saat* (Yogyakarta: PUSTAKA ILMU YOGYAKARTA, 2013), cet. 1, 2.

<sup>2</sup> Kementerian Agama RI, *Al-Qur'an Terjemah dan Tajwid* (Bandung: sygma, 2014), 22.

## al-Baqarah 149

وَمِنْ حَيْثُ خَرَجْتَ فَوَلِّ وَجْهَكَ شَطْرَ الْمَسْجِدِ الْحَرَامِ ۗ وَإِنَّهُ  
لَلْحَقُّ مِنْ رَبِّكَ ۗ وَمَا اللَّهُ بِعَافٍ لِمَا تَعْمَلُونَ

*Dan dari mana pun engkau (Muhammad) keluar, hadapkanlah wajahmu ke arah Masjidil Haram, sesungguhnya itu benar-benar ketentuan dari Tuhanmu. Allah tidak lengah terhadap apa yang kamu kerjakan. (Q.S. 2 [al-Baqarah]: 149)<sup>3</sup>*

## al-Baqarah 150

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

*Dan dari manapun engkau (Muhammad) keluar maka hadapkanlah wajahmu ke arah Masjidil Haram. Dan di mana saja kamu berada maka hadapkanlah wajahmu ke arah itu agar tidak ada alasan bagi manusia (untuk menentangmu) kecuali orang-orang yang zalim di antara mereka. Janganlah kamu takut kepada mereka, tetapi takutlah kepada-Ku agar Aku sempurnakan nikmat-Mu kepadamu dan agar kamu medapat petunjuk. (Q.S. 2 [al-Baqarah]: 150)<sup>4</sup>*

<sup>3</sup> *Ibid.*, 23.

<sup>4</sup> *Ibid.*

Para ulama sepakat bahwa menghadap kiblat adalah sebuah kewajiban karena menghadap kiblat salah satu syarat sah shalat. Masalah kiblat adalah masalah arah, yaitu arah ke Ka'bah di kota Mekah yang dapat ditentukan dari setiap titik di permukaan bumi.<sup>5</sup>

Menurut Dr. Muhammad Ilyas Abdul Ghani, Ka'bah sudah mengalami dua belas kali pemugaran atau renovasi sepanjang sejarah. Kemudian sejarawan dari Irak bernama Yaqut Al-Hamawi menambahkan bahwa peletak dasar bangunan Ka'bah adalah Nabi Adam a.s.<sup>6</sup> Kedua belas sejarah tersebut sebagai berikut:<sup>7</sup>

*Pertama*, Ka'bah dibangun pertama kali oleh malaikat sebelum Nabi Adam a.s. diciptakan. Ka'bah digunakan para malaikat sebagai tempat thawaf di bumi.

*Kedua*, Ka'bah dibangun kembali oleh Nabi Adam a.s. dengan bantuan malaikat.

*Ketiga*, Nabi Syits yang merupakan satu-satunya putra nabi Adam a.s. yang tidak memiliki saudara kembar, melakukan pemugaran Ka'bah sepeninggalan Nabi Adam a.s. dengan tanah dan batu. Akan tetapi Ka'bah mengalami kehancuran karena banjir pada masa Nabi Nuh a.s.

---

<sup>5</sup> Ahmad Izzuddin, *ILMU FALAK PRAKTIS Metode Hisab-Rukyat Praktis dan Solusi Permasalahannya* (Semarang: PT. PUSTAKA RIZKI PUTRA, 2017), cet. 3, 17.

<sup>6</sup> Muhammad Hadi Bashori, *Kepunyaan Allah Timur dan Barat* (Jakarta: PT Elex Media Komputindo, 2014), 53.

<sup>7</sup> *Ibid.*, 55-59.

*Keempat*, Ka'bah direnovasi Nabi Ibrahim a.s. bersama putranya Nabi Ismail a.s. Batu yang digunakan untuk membangun Ka'bah diambil dari lima gunung, yaitu gunung Hira, Tsabir, Labanan, Khair dan Thursina. Ka'bah berbentuk persegi empat dengan ketinggian empat meter. Ka'bah juga memiliki dua pintu yang menempel ke tanah, satu pintu mengarah masuk di sebelah rukun Hajar Aswad, dan pintu lain mengarah keluar di sebelah rukun Yamani.

*Kelima*, setelah Ka'bah peninggalan nabi Ibrahim a.s. rusak, suku Amaliqah dari Yaman kembali melakukan pemugaran.

*Keenam*, seiring berjalannya waktu, Ka'bah kembali mengalami kerusakan. Oleh suku Jurhum dan rajanya yang bernama Madhad, Ka'bah kembali dipugar.

*Ketujuh*, pemugaran kembali dilakukan oleh Qushay bin Kilab.

*Kedelapan*, pemugaran dilakukan pada tahun ke-18 sebelum hijriah oleh Quraisy dengan beberapa perubahan yaitu meninggikan pintu utama Ka'bah; menutup pintu di rukun Yamami; memberi atap Ka'bah; membuat talang saluran air di atas Hijir Ismail; dan meninggikan bangunan Ka'bah.

*Kesembilan*, Abdullah bin Zubair selaku wali kota Mekah saat itu melakukan renovasi besar terhadap Ka'bah karena rusak berat akibat lemparan batu manzaniq tentara Yazid bin Mu'awiyah pimpinan Hajjaj bin Yusuf ats-Tsaqafi. Perubahan pada pemugaran periode ini adalah dibukanya kembali pintu Ka'bah mustajar di sebelah rukun Yamami;

Ka'bah ditinggikan 15 meter; dan dibuatkan tangga naik ke loteng dengan hiasan emas.

*Kesepuluh*, pada tahun 74 H/ 693 M Hajjaj bin Yusuf atas izin Khalifah Abdul Malik bin Marwan melakukan renovasi Ka'bah. Perubahan yang terjadi adalah penutupan kembali pintu Ka'bah mustajar agar sesuai dengan kondisi sediakala, yaitu masa Quraisy.

*Kesebelas*, akibat banjir besar pada tanggal 19-20 Syaban 1039 H/1630 M, Sultan Murad IV Al-Usmani melakukan pemugaran total terhadap Ka'bah, yang secara bentuk dan ukuran sebagaimana Ka'bah saat ini.

*Kedua belas*, merupakan periode terakhir pemugaran Ka'bah. Pemugaran dilakukan oleh Raja Fahd bin Abdul Aziz pada tahun 1417 H. Perubahan yang terjadi antara lain penguatan fondasi, pembuatan keran dan saluran air, memplitur dinding, menambal lubang dinding, serta mengganti atas dan menjadikan dua tingkat.

Sebelum ada ketentuan tentang kewajiban menghadap kiblat, Rasulullah berjihad dalam melakukan shalat dengan menghadap ke Baitul Maqdis. Hal ini dilakukan karena kedudukan Baitul Maqdis dianggap paling istimewa dibanding Baitullah karena masih terdapat berhala di sekelilingnya. Namun, dalam beberapa riwayat, beliau dapat menghadap ke Baitul Maqdis dan Baitullah pada saat yang sama, ketika beliau di Mekah. Demikian juga saat Rasulullah hijrah ke Madinah, beliau menghadap ke Baitul Maqdis selama 16 atau 17 bulan. Kemudian saat Rasulullah rindu Baitullah yang sepenuhnya

dikuasai kafir Mekah, turunlah firman Allah yang memerintahkan berpaling ke Masjidil Haram.<sup>8</sup>

Menurut Ali al Sayis dalam kitab *Tafsir Ayatul Ahkam*, golongan Syafi'iyah dan Hanabilah menyatakan bahwa kewajiban menghadap kiblat tidak berhasil kecuali bila menghadap *ain* Ka'bah. Sementara golongan Hanafiyah dan Malikiyah berpendapat, bahwa penduduk Mekah yang dapat melihat Ka'bah wajib menghadap Ka'bah, tetapi bagi yang tidak cukup menghadap ke arahnya saja.<sup>9</sup>

Dalam kitab *Fiqh Lima Mazhab* susunan Muhammad Jawad Mughniyah, Imam Syafi'i menjelaskan bahwa wajib bagi orang yang dekat atau jauh menghadap Ka'bah. Jika dapat mengetahui arah Ka'bah secara tepat, maka ia harus menghadap ke arah itu. Tetapi jika tidak dapat memastikan, cukup dengan perkiraan, karena orang yang jauh mustahil untuk tepat mengarah ke kiblat (Ka'bah).<sup>10</sup>

Ada beberapa yang tidak memerlukan rumus ilmu falak dalam penentuan arah kiblatnya, tempat tersebut adalah:<sup>11</sup>

1. Tempat dengan bujur  $39^{\circ} 50'$  BT. Jika tempatnya di lintang utara, dan lintangnya lebih besar dari lintang Ka'bah, maka arah kiblatnya ke selatan. Untuk lintang utara yang lebih kecil dan lintang selatan, maka arah

---

<sup>8</sup> Ahmad Izzudin, *Menentukan Arah Kiblat Praktis* (Semarang: Walisongo Press, 2010), 14.

<sup>9</sup> Slamet Hambali, *ILMU FALAK 1 Penentuan Awal Waktu Shalat & Arah Kiblat Seluruh Dunia* (Semarang: Program Pascasarjana IAIN Walisongo Semarang, 2011), 179.

<sup>10</sup> *Ibid.*

<sup>11</sup> Watni Marpaung, *PENGANTAR ILMU FALAK* (Jakarta: KENCANA, 2015), 63-64.

kiblatnya ke utara. Jika lintangnya  $21^{\circ} 25' \text{ LS}$ , maka arah kiblatnya ke segala arah.

2. Tempat dengan lintang  $21^{\circ} 25' \text{ LU}$ . Jika tempatnya di sebelah timur Ka'bah maka arah kiblatnya ke barat. Jika tempatnya di barat Ka'bah, maka arah kiblatnya ke timur.
3. Tempat dengan lintang  $0^{\circ}$ . Jika bujur tempatnya  $129^{\circ} 50'$ , maka arah kiblatnya  $68^{\circ} 35'$  ke kiri titik utara, jika bujurnya  $50^{\circ} 10' \text{ BB}$ , maka arah kiblatnya  $68^{\circ} 35'$  ke kanan dari utara.

## B. Deklinasi

### 1. Koordinat Ekuator

Pada dasarnya koordinat ekuator merupakan pengembangan dari sistem koordinat bola bumi.<sup>12</sup> Letak bintang, nebula, galaksi, dan lainnya dinyatakan dalam koordinat ekuator. Pada koordinat ekuator, lintang geografis pengamat diperhitungkan, sehingga lintasan edar bintang di langit dapat dikoreksi pengamat.<sup>13</sup>

#### 1) *Hour Angle* (HA) dan Asensiorekta ( $\alpha$ )

Bujur suatu bintang dinyatakan dengan sudut jam atau *Hour Angle*. Sudut jam menunjukkan letak suatu bintang dari titik kulminasi dengan satuan jam. Sudut jam diukur dari titik kulminasi atas (A) ke arah

---

<sup>12</sup> Muhammad Hadi Bashori, *Pengantar Ilmu Falak: Pedoman Lengkap tentang Teori dan Praktik Hisab Arah Kiblat, Waktu Shalat, Awal Bulan Qamariah, dan Gerhana* (Jakarta: PUSTAKA AL-KAUTSAR, 2015), 72.

<sup>13</sup> Sunkar Eka Gautama, *Astronomi dan Astrofisika* (Makassar: SMA Negeri 1 Makassar, 2010), 103.

barat (positif).<sup>14</sup> Jika suatu bintang berkulminasi maka sudut jamnya  $0^\circ$ . Sudut jam senantiasa berubah setiap jam karena gerak semu benda-benda langit akibat rotasi bumi.<sup>15</sup>

Karena sudut jam selalu berubah, diperlukan ordinat baku yang bersifat tetap. Ordinat ini disebut asensiorekta ( $\alpha$ ) atau kenaikan lurus yang dinyatakan dalam jam. Ordinat ini menunjukkan bujur suatu bintang pada tanggal 21 Maret pukul 12.00, yaitu ketika titik Aries tepat berkulminasi atas pada pukul 12.00 waktu lokal (*vernal equinox*).<sup>16</sup>

Untuk mengubah HA menjadi asensiorekta ( $\alpha$ ), digunakan rumus berikut:<sup>17</sup>

$$HA = LST - \alpha$$

LST = Local Siderial Time

$\alpha$  = asensiorekta

## 2) Deklinasi ( $\delta$ )

Lintang suatu bintang dinyatakan dengan deklinasi ( $\delta$ ).<sup>18</sup> Deklinasi adalah jarak suatu benda langit ke ekuator. Nilai deklinasi terbesar suatu benda langit sebesar  $90^\circ$ , yaitu ketika benda langit berada persis di titik kutub langit. Sedangkan nilai deklinasi terkecil suatu benda langit adalah  $0^\circ$ , yaitu ketika

---

<sup>14</sup> *Ibid.*

<sup>15</sup> Susiknan Azhari, *ILMU FALAK: Perjumpaan Khazanah Islam dan Sains Modern* (Yogyakarta: Suara Muhammadiyah, 2007), cet. II, 26.

<sup>16</sup> Sunkar Eka Gautama, *Astronomi*, 104.

<sup>17</sup> Muhammad Hadi Bashori, *Pengantar*, 74.

<sup>18</sup> Sunkar Eka Gautama, *Astronomi*, 104.



benda langit berada di lingkaran ekuator.<sup>19</sup> Deklinasi sebelah utara bernilai positif dan diberi tanda (+), sedangkan deklinasi bernilai negatif dan diberi tanda (-) jika berada di sebelah selatan.<sup>20</sup>

## 2. Deklinasi Matahari

Deklinasi matahari adalah jarak dari ekuator sampai matahari.<sup>21</sup> Deklinasi matahari bernilai positif (+) apabila berada di utara ekuator. Sedangkan deklinasi bernilai negatif (-) apabila berada di selatan ekuator. Nilai deklinasi matahari berubah setiap harinya, tetapi relatif sama setiap tahunnya.<sup>22</sup> Nilai deklinasi terbesar matahari adalah  $23^{\circ} 26' 30''$ .<sup>23</sup> Tiap tanggal 21 Maret deklinasi bernilai  $0^{\circ}$ , berarti matahari berada di ekuator. Kemudian matahari bergerak ke utara sampai tanggal 21 Juni dengan nilai maksimum positif  $23^{\circ} 30'$ . Setelah itu, matahari bergerak ke selatan sampai tanggal 23 September hingga deklinasi kembali bernilai  $0^{\circ}$ . Selanjutnya, matahari bergerak ke selatan sampai tanggal 22 Desember dengan nilai maksimum negatif  $-23^{\circ} 30'$ .<sup>24</sup>

---

<sup>19</sup> Muhammad Hadi Bashori, *Pengantar*, 77.

<sup>20</sup> Susiknan Azhari, *ILMU*, 27.

<sup>21</sup> Ahmad Syarif Hidayatulloh, “Komparasi Algoritma Deklinasi Matahari dan Equation of Time dalam Buku Mekanika Benda Langit dengan Buku Anfa’ul Wasilah serta Pengaruhnya terhadap Awal Waktu Salat”, Skripsi Fakultas Syari’ah UIN Walisongo (Semarang, 2017), 28.

<sup>22</sup> Arwin Juli Rakhmadi Butar-Butar, *PENGANTAR ILMU FALAK Teori, Praktik, dan Fiqih* (Depok: PT. RAJAGRAFINDO PERSADA, 2018), cet. 1, 139.

<sup>23</sup> Susiknan Azhari, *ILMU*, 28.

<sup>24</sup> Muhammad Hadi Bashori, *Pengantar*, 77-78.

### C. *Equation of Time (Eot)*

Equation of time adalah sudut jam matahari sebenarnya (diamati) dikurangi sudut jam (fiktif) rata-rata matahari waktu matahari rata-rata.<sup>25</sup> Secara harfiah *equation of time* berarti persamaan waktu. Namun dalam astronomi kata “*Equation*” merujuk pada koreksi atau selisih antara rata-rata suatu variabel dengan nilai sesungguhnya. Maka dari itu, *equation of time* di sini berarti selisih antara waktu matahari rata-rata dengan waktu matahari sesungguhnya.<sup>26</sup>

Akibat eksentrisitas orbit ( $e$ ), dan derajat tertentu karena gangguan bulan dan planet, bujur heliosentris bumi tidak bervariasi seragam. Ini berarti matahari muncul di ekliptika yang berbeda. Karena hal ini dan fakta bahwa matahari bergerak di ekliptika bukan ekuator, asensio rekta tidak naik merata.<sup>27</sup>

Coba kita ambil dua matahari fiktif dan satu matahari nyata yang tiap hari dilihat. Matahari pertama bergerak pada ekliptika dengan kecepatan konstan mengelilingi bumi yang orbitnya lingkaran sempurna. Matahari fiktif ini memiliki posisi yang sama dengan matahari nyata pada saat posisi terdekat dan terjauh. Sedangkan matahari fiktif kedua bergerak di bidang ekuator dengan kecepatan konstan yang memiliki posisi yang sama dengan matahari nyata pada ekuinok.

---

<sup>25</sup> *Dictionary of Geophysich Astrofhisych and Astronomy*, (Boca Raton: CRC Press, 2001).

<sup>26</sup> Rinto Anugraha, *Mekanika*, 76.

<sup>27</sup> Jean Meeus, *Astronomical Algorithms* (Virginia: Willmann-Bell, Inc., 1998), cet. 2, 183.

Matahari fiktif kedua disebut *mean sun* (matahari rata-rata) yang nilai asensiorektanya bertambah secara tepat terhadap waktu. Ketika *mean sun* melewati garis meridian, saat itu disebut *mean noon* (waktu tengah hari rata-rata). Sedangkan ketika matahari nyata melewati meridian, saat itu disebut *true noon* (waktu tengah siang yang sesungguhnya).<sup>28</sup>

Waktu perputaran bumi pada sumbunya tidak tepat 24 jam, melainkan kadang kurang dan kadang lebih dari 24 jam. Hal ini disebabkan orbit bumi yang berbentuk ellips, di mana suatu saat bumi berada di posisi terdekat dan terjauh. Saat bumi berada di posisi terdekat (Perihelium), gravitasi menjadi cepat, sehingga perputaran bumi kurang dari 24 jam atau lebih cepat. Saat bumi berada di posisi terjauh (Aphelium), gravitasi menjadi lambat, sehingga perputaran bumi lebih dari 24 jam atau lebih lambat. Perubahan nilai *equation of time* dapat diketahui pada tabel astronomi, seperti Almanak Nautika, Ephemeris, atau pada daftar terlampir.<sup>29</sup>

#### **D. Excel**

Microsoft Excel 2013 atau Excel 2013 adalah program spreadsheet yang digunakan untuk mengolah berbagai jenis data. Tampilan antar muka Excel 2013 sendiri tidak jauh berbeda dengan Excel 2007 atau 2010.<sup>30</sup> Untuk menggunakan Excel sebagai alat bantu, kita perlu memahami fungsi dan

---

<sup>28</sup> Rinto Anugraha, *Mekanika Benda Langit* (Yogyakarta: Jurusan Fisika MIPA Universitas Gadjah Mada, 2012), 76.

<sup>29</sup> Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak dalam Teori dan Praktik* (Yogyakarta: Buana Pustaka, 2008), 69-70.

<sup>30</sup> Yudhy Wicaksono, *Belajar Otodidak MS Excel 2013* (Jakarta: PT Elex Media Komputindo, 2014), 1.

pengoperasiannya. Mulai dari operasi matematika dasar sampai fungsi-fungsi yang bisa digunakan dalam perhitungan ilmu falak.

### 1. Operasi Matematika Dasar

Operasi penjumlahan, pengurangan, perkalian, dan pembagian adalah hal biasa yang sering dilakukan dalam perhitungan. Walau begitu, ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam excel. Mulai dari simbol yang digunakan dan cara pengoperasiannya.

Karakter pengoperasian dalam Excel bisa dilakukan antar kolom yang sebelumnya sudah diisi angka yang dimaksud atau secara manual dimasukkan pada kolom aktif.<sup>31</sup> Berikut cara pengoperasian matematika dasar dalam Excel:<sup>32</sup>

|   | A | B     | C      | D      | E    | F    | G       | H    | I |
|---|---|-------|--------|--------|------|------|---------|------|---|
| 1 |   |       |        |        |      |      |         |      |   |
| 2 |   | Angka | Tambah | Kurang | Kali | Bagi | Pangkat | Akar |   |
| 3 |   |       | (+)    | (-)    | (*)  | (/)  | SQRT()  | (^)  |   |
| 4 |   | 36    | 45     | 27     | 324  | 4    | 6       | 1296 |   |
| 5 |   | 9     |        |        |      |      | 3       | 81   |   |
| 6 |   |       |        |        |      |      |         |      |   |
| 7 |   |       |        |        |      |      |         |      |   |

Gambar 2. 1 Contoh Operasi Matematika Dasar

Berikut penjelasan gambar tersebut:

Untuk memulai operasi hitung, masukkan dahulu simbol sama dengan (=). Untuk operasi dua Cells, klik satu Cells lebih dahulu, masukkan simbol operasi (+,-,\*,/), lalu klik Cells lain. Untuk operasi satu Cells, klik Cells, dan masukkan simbol operasi (SQRT(),^). Untuk bilangan berpangkat, nilai pangkat berlaku fleksibel sesuai jumlah

<sup>31</sup> Encep Abdul Rojak, *ILMU*, 47.

<sup>32</sup> *Ibid.*

pangkat. Jika memasukkan angka 2 ( $^2$ ), maka akan menghasilkan nilai pangkat dua, jika memasukkan angka 4 ( $^4$ ), maka akan menghasilkan nilai pangkat empat, begitu seterusnya.<sup>33</sup>

Tabel 2. 1 Contoh Operasi Matematika Dasar

| Fungsi      | Simbol  | Contoh   | Hasil                    |
|-------------|---------|--|--------------------------|
| Penjumlahan | (+)     | $C4 = B4 + B5$                                   | $C4 = 45$                |
| Pengurangan | (-)     | $D4 = B4 - B5$                                   | $D4 = 27$                |
| Perkalian   | (*)     | $E4 = B4 * B5$                                   | $E4 = 324$               |
| Pembagian   | (/)     | $F4 = B4 / B5$                                   | $F4 = 4$                 |
| Pangkat     | ( $^$ ) | $G4 = \text{SQRT}(B4)$<br>$G5 = \text{SQRT}(B5)$ | $G4 = 6$<br>$G5 = 3$     |
| Akar        | (/)     | $H4 = B4^2$<br>$H5 = B5^2$                       | $H4 = 1296$<br>$H5 = 81$ |

## 2. Fungsi Excel

Fungsi Excel adalah formula atau rumus siap pakai untuk menyelesaikan suatu perhitungan. Tiap fungsi punya kegunaan spesifik dan terbatas. Excel sendiri punya ratusan fungsi yang dikelompokkan ke dalam masing-masing lingkup kerja. Kelompok lingkup kerjanya meliputi: Fungsi Date & Time, Fungsi Logical, Fungsi Database & Table, Fungsi Text, Fungsi Lookup &

---

<sup>33</sup> *Ibid.*

Reference, Fungsi Math & Trig, Fungsi Statistical, Fungsi Financial, Fungsi Information, Fungsi Engineering, dan Compatibility.<sup>34</sup> Fungsi-fungsi ini yang akan membantu dalam perhitungan ilmu falak. Berikut beberapa fungsi yang biasa digunakan dalam perhitungan ilmu falak:<sup>35</sup>

- 1) ABS, memberikan nilai absolut pada suatu bilangan.
- 2) SUMIFS, untuk penjumlahan multi kriteria.
- 3) SUM, untuk mencari jumlah isi data pada range tertentu.
- 4) AVERAGE, untuk mencari nilai rata-rata suatu range.
- 5) SQRT, untuk mencari akar kuadrat.
- 6) VLOOKUP, untuk mengambil data dari tabel lain secara vertikal.
- 7) HLOOKUP, untuk mengambil data dari tabel lain secara horizontal.
- 8) IF, untuk menguji suatu kebenaran dari suatu kondisi.
- 9) ROUND, untuk membulatkan bilangan.
- 10) COUNTIF, untuk menghitung jumlah sel yang memenuhi syarat tertentu.
- 11) CEILING, untuk membulatkan angka ke atas sama dengan fungsi ROUNDUP.
- 12) INT, untuk membulatkan angka/hasil perhitungan ke bawah ke angka integer terdekat.
- 13) TRUNC, untuk mengambil bilangan bulat atau integer.

---

<sup>34</sup> Adi Kusrianto, *Mengaplikasikan Formula dan Fungsi Excel 2007-2013* (Jakarta: PT Elex Media Komputindo, 2014), 19.

<sup>35</sup> Encep Abdul Rojak, *ILMU FALAK Hisab Pendekatan Microsoft Excel* (Jakarta: KENCANA, 2020), cet.1, 45.

14) PI, fungsi PI bernilai 3,141592654.

### 3. Fungsi Trigonometri

Berikut beberapa fungsi trigonometri yang sering digunakan dalam ilmu falak:<sup>36</sup>

1) RADIANS, adalah fungsi yang digunakan untuk merubah satuan derajat ke satuan radians, karena satuan default Excel adalah radians, sehingga untuk menghitung dari satuan derajat harus dirubah ke radians dahulu, baik positif atau negatif.

SINTAX: RADIANS(Data)

2) DEGRESS, adalah fungsi untuk merubah satuan radians menjadi derajat.

SINTAX: DEGREES(Data)

3) SIN, adalah fungsi untuk menghitung nilai sinus sebuah sudut.

SINTAX: SIN(RADIANS(Data))

4) ASIN, adalah fungsi untuk menghitung nilai radians acr sinus ( $\sin^{-1}$  atau shift sin) dari sebuah sudut.

SINTAX: DEGREES(ASIN(Data))

5) COS, adalah fungsi untuk menghitung nilai cosinus sebuah sudut.

SINTAX: COS(RADIANS(Data))

6) ACOS, adalah fungsi untuk menghitung nilai radians acr cosinus ( $\cos^{-1}$  atau shift cos) dari sebuah sudut.

SINTAX: DEGREES(ACOS(Data))

---

<sup>36</sup> Ali Mustofa Kediri, *ILMU FALAK BERBASIS EXCEL* (Kediri: Astro Sun3), 20-23.

- 7) TAN, adalah fungsi untuk menghitung nilai tangen dari sebuah sudut.  
SINTAX: TAN(RADIANS(Data))
- 8) ATAN, adalah fungsi untuk menghitung nilai radian acr tangen ( $\tan^{-1}$  atau shift tan) dari sebuah sudut.  
SINTAX: DEGREES(ATAN(Data))

## E. Arah Kiblat Metode Segitiga Siku-Siku dari Bayangan Matahari Setiap Saat

### 1. Menghitung Arah Kiblat (B) dan Azimuth Kiblat

#### 1) Menghitung Arah Kiblat

Untuk mendapatkan arah kiblat digunakan rumus berikut:<sup>37</sup>

$$\cot B = \cot b \sin a \div \sin C - \cos a \cot C$$

atau

$$\cot B = \tan \Phi^k \cos \Phi^x \div \sin C - \sin \Phi^x \div \tan C$$

Keterangan:

B adalah arah kiblat dihitung dari titik utara atau selatan, jika hasil perhitungan positif arah kiblat dihitung dari titik utara (U), jika hasil perhitungan negatif arah kiblat dihitung dari titik selatan (S).

$\Phi^k$  adalah lintang Ka'bah yaitu  $21^\circ 25' 32,04''$

$\Phi^x$  adalah lintang tempat yang akan dihitung arah kiblatnya.

---

<sup>37</sup> Slamet Hambali, *ILMU*, 80.



C adalah jarak bujur terdekat dari Ka'bah ke timur atau ke barat sampai ke tempat yang akan diukur arah kiblatnya.

## 2) Menghitung Azimuth Kiblat

Azimuth kiblat adalah sudut (busur) yang dihitung dari titik utara ke arah timur (searah perputaran jarum jam) melalui ufuk sampai dengan proyeksi Ka'bah.<sup>38</sup>

Untuk mendapatkan azimuth kiblat digunakan rumus berikut:<sup>39</sup>

(1) Jika  $B = UT$ , maka azimuth kiblatnya tetap.

Misalnya  $B = 58^{\circ} 30' 56,27''(UT)$ , maka azimuth kiblatnya  $B = 58^{\circ} 30' 56,27''$ .

(2) Jika  $B = ST$ , maka azimuth kiblatnya  $180^{\circ} + B$ .

Misalnya  $B = -65^{\circ} 10'(ST)$ , maka azimuth kiblatnya  $= 180^{\circ} + (-65^{\circ} 10') = 114^{\circ} 50'$ .

(3) Jika  $B = SB$ , maka azimuth kiblatnya  $180^{\circ} - B$ .

Misalnya  $B = -65^{\circ} 10'(SB)$ , maka azimuth kiblatnya  $= 180^{\circ} - (-65^{\circ} 10') = 245^{\circ} 10'$ .

(4) Jika  $B = UB$ , maka azimuth kiblatnya  $360^{\circ} - B$ .

Misalnya  $B = 67^{\circ} 50' 9,53''(UB)$ , maka azimuth kiblatnya  $= 360^{\circ} - 67^{\circ} 50' 9,53'' = 292^{\circ} 9' 50,47''$ .

Catatan: Pengambilan data lintang dan bujur Ka'bah serta lintang dan bujur tempat yang akan

---

<sup>38</sup> *Ibid.*, 83.

<sup>39</sup> *Ibid.*, 83-84.

diukur arah kiblatnya, akan menjadi faktor penentu akurat tidaknya hasil perhitungan<sup>40</sup>.

2. Menghitung Arah Matahari (A) dan Azimuth Matahari

1) Menghitung sudut waktu (t), dengan rumus sebagai berikut<sup>41</sup>:

$$t = (LMT + e - (BT^L - BT^x) \div 15 - 12) \times 15$$

atau

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

Keterangan:

t adalah sudut waktu matahari dihitung dari meridian atas. Jika hasil perhitungan positif (+) posisi matahari di sebelah barat lingkaran meridian atas (sudah melewati *mer pass* atau sesudah zawal). Jika hasil perhitungan negatif (-) posisi matahari di sebelah timur lingkaran meridian atas (sudah melewati *mer pass* atau sesudah zawal).

LMT adalah singkatan dari *local mean time*. Untuk di Indonesia biasa disebut dengan waktu daerah (WD) yang meliputi: Waktu Indonesia Barat (WIB), Waktu Indonesia Tengah (WITA), dan waktu Indonesia Timur (WIT)

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

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

---

<sup>40</sup> *Ibid.*, 144.

<sup>41</sup> *Ibid.*, 84-85.

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

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

$BB^x$  adalah bujur timur lokasi yang akan diukur arah kiblatnya.

Catatan:

Jika hasil perhitungan sudut waktu negatif, maka diubah menjadi positif.

### 3. Menghitung Arah Matahari (A)

Untuk mendapatkan arah matahari digunakan rumus berikut:<sup>42</sup>

$$\cot A = \tan \delta^m \cos \Phi^x \div \sin t - \sin \Phi^x \div \tan t$$

Keterangan:

A adalah arah matahari dihitung dari titik utara atau selatan, jika hasil perhitungan positif arah matahari dihitung dari titik utara (U), jika hasil perhitungan negatif arah matahari dihitung dari titik selatan (S).

$\delta^m$  adalah deklinasi matahari

$\Phi^x$  adalah lintang tempat yang akan dihitung arah kiblatnya.

t adalah sudut waktu matahari dihitung dari meridian atas. Jika hasil perhitungan positif (+) posisi matahari di sebelah barat lingkaran meridian atas (sudah melewati *mer pass* atau sesudah zawal). Jika hasil perhitungan negatif (-)

---

<sup>42</sup> *Ibid.*, 85-86.

posisi matahari di sebelah timur lingkaran meridian atas (sudah melewati *mer pass* atau sesudah zawal).

#### 4. Menghitung Azimuth Matahari

Untuk mendapatkan azimuth matahari digunakan rumus berikut:<sup>43</sup>

- 1) Jika  $A = UT$ , maka azimuth matahari tetap. Misalnya  $A = 65^\circ 10'(UT)$ , maka azimuth matahari  $A = 65^\circ 10'$  (sama).
- 2) Jika  $A = ST$ , maka azimuth matahari  $180^\circ + A$ . Misalnya  $A = -65^\circ 10'(ST)$ , maka azimuth matahari  $= 180^\circ + (-65^\circ 10') = 114^\circ 50'$ .
- 3) Jika  $A = SB$ , maka azimuth matahari  $180^\circ - A$ . Misalnya  $A = -65^\circ 10'(SB)$ , maka azimuth matahari  $= 180^\circ - (-65^\circ 10') = 245^\circ 10'$ .
- 4) Jika  $A = UB$ , maka azimuth kiblatnya  $360^\circ - A$ . Misalnya  $A = 65^\circ 10'(UB)$ , maka azimuth kiblatnya  $= 360^\circ - 65^\circ 10' = 294^\circ 50'$ .

Catatan: akurat tidaknya data garis lintang ( $\phi$ ), garis bujur (BB/BT), *equation of time* ( $e$ ), dan deklinasi matahari ( $\delta$ ) akan mempengaruhi akurat tidaknya hasil sudut waktu matahari ( $t$ ), arah matahari ( $A$ ) dan azimuth matahari.<sup>44</sup>

#### 5. Menghitung Sudut Kiblat dari Bayangan Matahari (Q)

Sudut kiblat dari bayangan matahari adalah jarak antara azimuth kiblat dan azimuth matahari. Dalam hal ini perlu diupayakan agar sudut kiblat dari bayangan matahari

---

<sup>43</sup> *Ibid.*, 86-87.

<sup>44</sup> *Ibid.*, 145.

tidak lebih dari  $90^\circ$ . Untuk itu berlaku beberapa ketentuan sebagai berikut:<sup>45</sup>

- 1) Jika azimuth kiblat dikurangi azimuth matahari sisanya positif kurang dari  $90^\circ$ , maka hasil tersebut langsung ditetapkan sebagai sudut kiblat dari bayangan matahari, dan posisi arah kiblat berada di sebelah kanan bayangan matahari.
- 2) Jika azimuth kiblat dikurangi azimuth matahari sisanya negatif kurang dari  $90^\circ$ , maka hasil tersebut juga langsung ditetapkan sebagai sudut kiblat dari bayangan matahari, dan posisi arah kiblat berada di sebelah kiri bayangan matahari.
- 3) Jika azimuth kiblat dikurangi (azimuth matahari + 180) sisanya positif kurang dari  $90^\circ$ , maka hasil tersebut langsung ditetapkan sebagai sudut kiblat dari bayangan matahari, dan posisi arah kiblat berada di sebelah kanan bayangan matahari.
- 4) Jika azimuth kiblat dikurangi (azimuth matahari + 180) sisanya negatif kurang dari  $90^\circ$ , maka hasil tersebut langsung ditetapkan sebagai sudut kiblat dari bayangan matahari, dan posisi arah kiblat berada di sebelah kiri bayangan matahari.
- 5) Jika azimuth kiblat dikurangi (azimuth matahari - 180) sisanya positif kurang dari  $90^\circ$ , maka hasil tersebut langsung ditetapkan sebagai sudut kiblat dari

---

<sup>45</sup> *Ibid.*, 86-90.

bayangan matahari, dan posisi arah kiblat berada di sebelah kanan bayangan matahari.

- 6) Jika azimuth kiblat dikurangi (azimuth matahari - 180) sisanya negatif kurang dari  $90^\circ$ , maka hasil tersebut langsung ditetapkan sebagai sudut kiblat dari bayangan matahari, dan posisi arah kiblat berada di sebelah kiri bayangan matahari.
- 7) Jika ( $360^\circ -$  azimuth kiblat) dikurangi azimuth matahari sisanya positif kurang dari  $90^\circ$ , maka hasil tersebut langsung ditetapkan sebagai sudut kiblat dari bayangan matahari, dan posisi arah kiblat berada di sebelah kanan bayangan matahari.
- 8) Jika ( $360^\circ +$  azimuth kiblat) dikurangi (azimuth matahari +  $180^\circ$ ) sisanya positif kurang dari  $90^\circ$ , maka hasil tersebut langsung ditetapkan sebagai sudut kiblat dari bayangan matahari, dan posisi arah kiblat berada di sebelah kanan bayangan matahari.

Catatan: perhitungan untuk menentukan sudut kiblat dari bayangan matahari (Q) harus cermat, karena sudut Q harus diupayakan kurang dari  $90^\circ$ .

#### 6. Membuat Segitiga Siku-Siku dari Bayangan Matahari

Tingkat akurasi pengukuran arah kiblat dengan satu segitiga ini tergantung pada beberapa hal, antara lain: ketepatan jam yang digunakan untuk acuan pengukuran, lintang dan bujur Ka'bah maupun tempat yang akan diukur arah kiblatnya, ketepatan data deklinasi dan *equation of time* yang akan digunakan, dan pengambilan garis dari

bayangan matahari. Berikut langkah-langkah membuat segitiga siku-siku dari bayangan matahari:<sup>46</sup>

- 1) Setelah data-data yang diperlukan sudah dihitung, siapkan benda yang berdiri tegak lurus di tempat yang benar-benar datar.
- 2) Tarik garis lurus sesuai bayangan benda saat waktu penelitian tiba, tarik sepanjang satu meter, dua meter, dan sebagainya, semakin panjang akan menghasilkan akurasi yang semakin tinggi.
- 3) Hasil perhitungan sudut dari bayangan matahari masuk kategori ke berapa? (*pertama, kedua, ketiga,...*), sehingga bisa ditentukan arah kiblat ada disebelah kanan atau kiri bayangan.

Ujung bayangan yang mendekati azimuth kiblat, yang ditarik tegak lurus ke kanan atau ke kiri dari bayangan matahari dapat diukur panjangnya dengan rumus:

$$q \text{ (MG)} = \tan Q \text{ g}$$

Keterangan:

$q \text{ (MG)}$  adalah sisi segitiga siku-siku yang tegak lurus dengan bayangan matahari.

$Q$  adalah sudut kiblat dari bayangan matahari.

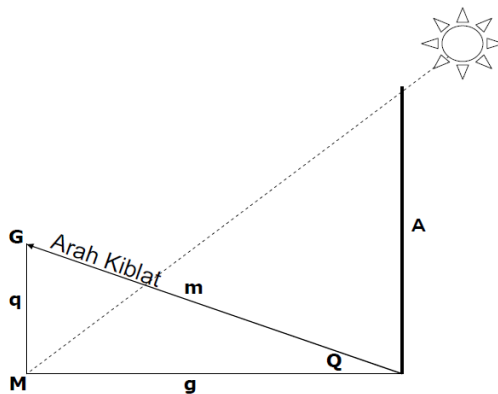
$g \text{ (QM)}$  adalah garis yang diambil dari bayangan matahari, yang panjangnya sudah ditentukan sebelumnya, dengan ketentuan semakin panjang akan semakin akurat.

---

<sup>46</sup> *Ibid.*, 91-93.

- 4) Kemudian tarik garis lurus yang menghubungkan ujung  $q$  dengan ujung bayangan yang menjauh dari azimuth kiblat ( $Q$ ). Garis lurus ini merupakan sisi miring ( $m$ ) sekaligus arah kiblat di tempat tersebut. Panjang  $q$  ( $QG$ ) dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$m(QG) = g \div \cos Q$$



Gambar 2. 2 Metode Pengukuran Arah Kiblat Menggunakan Satu Segitiga Siku-Siku dari Bayangan Matahari<sup>47</sup>

Keterangan gambar:

A adalah benda yang berdiri tegak lurus yang diambil dari bayangannya.

Q adalah sudut kiblat dari bayangan matahari. Dalam gambar dicontohkan sudut kiblat dari bayangan matahari yang masuk dalam kategori ketiga, yaitu

<sup>47</sup> *Ibid.*, 92.



azimuth kiblat dikurangi (azimuth matahari +  $180^\circ$ ), sisanya kurang dari  $90^\circ$ .

q (MG) adalah sisi segitiga siku-siku yang tegak lurus dengan bayangan matahari.

G adalah posisi kiblat

g (QM) adalah garis yang diambil dari bayangan matahari, yang panjangnya sudah ditentukan sebelumnya, dengan ketentuan semakin panjang akan semakin akurat.

M adalah sudut siku-siku yang terbentuk dari bayangan matahari (g (QM)) dan sisi yang tegak lurus dengan bayangan matahari (q (MG)).

m (QG) adalah sisi miring yang merupakan arah kiblat. Catatan: kesalahan dalam penempatan sisi q akan menghasilkan arah kiblat yang salah walaupun perhitungan sudah benar<sup>48</sup>.

## **F. Toleransi Arah Kiblat**

Perintah dalam surah al-Baqarah ayat 144 ditunjukkan untuk seseorang yang menyaksikan Ka'bah secara langsung. Perintah dalam surah al-Baqarah ayat 149 ditunjukkan untuk seseorang yang berada di Mekah namun tidak bisa menyaksikan Ka'bah secara langsung. Sedangkan perintah dalam surah al-Baqarah 150 ditujukan untuk seseorang di luar

---

<sup>48</sup> *Ibid.*, 146.

Mekah.<sup>49</sup> Berkaitan dengan ketiga ayat ini, Imam Syafi'i merumuskan tiga jenis kiblat, yaitu:<sup>50</sup>

1. *Qiblat yaqin* adalah kiblat yang berlaku untuk seseorang di lingkungan Masjidil Haram. Dalam hal ini, seseorang harus benar-benar menghadap Ka'bah atau *ainul Ka'bah*, dan tidak boleh melenceng sedikitpun.
2. *Qiblat zhan* adalah kiblat yang berlaku untuk seseorang yang berada di kota Mekah sampai batas-batas tanah haram, tetapi di luar Masjidil Haram. Dalam hal ini, seseorang harus menghadap Masjidil Haram. Jadi patokannya Masjidil Haram bukan Ka'bah lagi.
3. *Qiblat ijthad* adalah kiblat yang berlaku untuk seseorang di luar batas-batas tanah haram Mekah. Jadi patokannya kota Mekah sampai batas-batas tanah haram Mekah, bukan Ka'bah atau Masjidil Haram.

Jarak Indonesia cukup jauh dari Ka'bah, sehingga kiblat Indonesia adalah *qiblat ijthad*. Simpangan arah kiblat yang diperbolehkan atau *ihityatul qiblat* di Indonesia adalah  $0^{\circ} 24'$  ( $0,4^{\circ}$ ).<sup>51</sup> Dalam literasi lain disebutkan bahwa toleransi arah kiblat sebesar  $0^{\circ} 6' 36''$  dan  $-0^{\circ} 10' 12''$ .<sup>52</sup> Ihtiyatul qiblat bermanfaat untuk menyeragamkan arah kiblat di wilayah administrasi kecil seperti kabupaten/kota/provinsi. Dengan

---

<sup>49</sup> Muh. Ma'rufin Sudiby, *Sang Nabi Pun Berputar* (Solo: PT Tiga Serangkai Pustaka Mandiri, 2011), 75.

<sup>50</sup> *Ibid.*, 76-143.

<sup>51</sup> *Ibid.*, 142-143.

<sup>52</sup> Zainul Arifin, "Toleransi Penyimpangan Pengukuran Arah Kiblat", *Elfalaky: Jurnal Ilmu Falak*, vol. 2, no. 1, 2018, 69.

begitu, arah kiblat di wilayah itu cukup mengacu ke titik yang sebelumnya disepakati.<sup>53</sup>

Secara administratif, tanah haram Mekah mencakup dua kota, yaitu Mekah dan Mina. Tanah haram Mekah berbentuk iregular dengan luas 550 km dan panjang seluruh sisinya 127 km. Pemerintah Saudi Arabia mendirikan tugu tapal batas tanah haram. Tugu tapal batas tersebut, yaitu:<sup>54</sup>

1. Hudaibiyah

Terletak di jalan raya lama Jeddah-Mekah. Koordinat tapal batasnya 21° 25' 50" LU 39° 38' 50" BT, dengan jarak 18,6 km sebelah barat Ka'bah.

2. Jeddah Baru atau Shamasiah

Terletak di jalan raya baru Jeddah-Mekah, yang melintas di sebelah selatan jalan raya lama. Koordinat tapal batasnya 21° 21' 10" LU 39° 38' 08" BT, dengan jarak 21,2 km sebelah barat daya Ka'bah atau 3,5 km sebelah barat gerbang kota Mekah.

3. Tan'im

Terletak di sisi selatan masjid Aisyah, di tepi jalan raya utama Madinah-Mekah. Koordinat tapal batasnya 21° 28' 02" LU 39° 48' 05" BT dan berjarak 5,6 km sebelah barat laut Ka'bah.

4. Ji'ranah

---

<sup>53</sup> *Ibid.*, 145.

<sup>54</sup> Muh. Ma'rufin Sudibyo, *Sang*, 79-83.

Terletak di sisi masjid Ji'ranah, koordinat tapal batasnya  $21^{\circ} 34' 05''$  LU  $39^{\circ} 57' 05''$  BT, dengan jarak 20,7 km sebelah timur laut Ka'bah.

5. Nakhlah al-Yamaniyyah

Terletak di jalan raya baru Thaif-Mekah, koordinat tapal batasnya  $21^{\circ} 29' 10''$  LU  $39^{\circ} 56' 30''$  BT dengan jarak 13,9 km sebelah timur laut Ka'bah.

6. Wadi Uranah

Terletak di alur sungai kering (wadi) yang membatasi sisi barat padang Arafah. Koordinat tapalnya  $21^{\circ} 21' 43''$  LU  $39^{\circ} 58' 22''$  BT dengan jarak 16,6 km sebelah tenggara Ka'bah.

7. Thaif Lama

Terletak di sebelah selatan Padang Arafah, berdekatan dengan kompleks universitas Ummu Qura. Koordinat tapalnya  $21^{\circ} 20' 29''$  LU  $39^{\circ} 56' 24''$  BT dengan jarak 14,8 km sebelah tenggara Ka'bah.

8. Tenggara

Terletak di tepi jalan raya lama dari Kota Mekah ke tenggara. Koordinat tapalnya  $21^{\circ} 19' 38''$  LU  $39^{\circ} 52' 57''$  BT dengan jarak 12 km sebelah tenggara Ka'bah.

9. Idha'ul Libn

Koordinat tapalnya  $21^{\circ} 19' 01''$  LU  $39^{\circ} 48' 49''$  BT, dengan jarak 11,8 km sebelah selatan Ka'bah.

10. Barat Daya

Terletak di tepi jalan raya lama dari kota Mekah ke barat daya. Koordinat tapalnya  $21^{\circ} 19' 58''$  LU  $39^{\circ} 39' 31''$  BT dengan jarak 20 km sebelah barat daya Ka'bah.

Dilihat dari ilmu astronomi, tidak ada toleransi arah kiblat, melainkan ilmu astronomi adalah ilmu yang membantu menerjemahkan apa yang ada dalam hadis atau hukum fikih. Akan tetapi, dalam menentukan arah kiblat harus diupayakan menghadap ke arah yang presisi. Dengan ilmu astronomi, alat bantu hitung yang semakin canggih, dan makin banyaknya tenaga ahli penentuan arah kiblat bisa didapat dengan tepat.<sup>55</sup>

---

<sup>55</sup> Siti Nurul Iffah FARidah, “Toleransi Arah Kiblat Menurut Maazhab Hanafi dalam Perspektif Fikih dan Astronomi”, *Tesis Pascasarjana UIN Walisongo* (Semarang, 2017), 130.

## **BAB III**

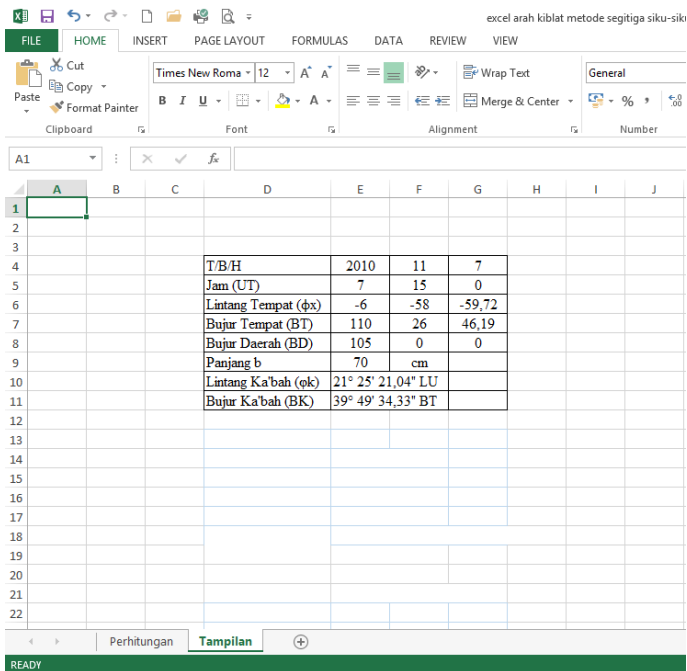
### **PEMBUATAN EXCEL PENERAPAN ALGORITMA DEKLINASI MATAHARI DAN *EQUATION OF TIME* JEAN MEEUS *LOW ACCURACY* UNTUK MENENTUKAN ARAH KIBLAT**

#### **A. Mengumpulkan Data**

Data yang diperlukan antara lain: tanggal penelitian, waktu penelitian dalam UT, lintang dan bujur tempat, panjang bayangan (g), serta lintang dan bujur Ka'bah. Dalam membuat Excel ini, penulis mengambil contoh menentukan arah kiblat pada tanggal 7 November 2010, pukul 14.15 WIB, lintang tempat ( $\Phi_x$ )  $-6^\circ 58' 59,72''$ , bujur tempat (BT)  $110^\circ 26' 46,19''$ , lintang Ka'bah ( $\Phi_k$ )  $21^\circ 25' 21,04''$ , bujur Ka'bah (BK)  $39^\circ 49' 34,33''$ , dan panjang bayangan matahari (g) 70 cm. Contoh tersebut adalah pengujian kelima dalam buku ILMU FALAK Arah Kiblat Setiap Saat karya Slamet Hambali. Untuk memudahkan mencari data hasil perhitungan, peneliti membuat dua sheet, satu sheet untuk tampilan dan satu sheet untuk perhitungan.

##### **1. Data dalam Sheet Tampilan**

Data-data dalam sel diisi manual, untuk panjang bayangan (g) satuan yang dipakai cm.



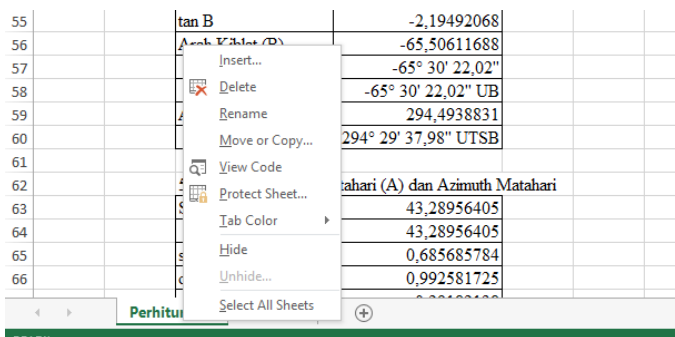
Gambar 3. 1 Data di Sheet Tampilan

Untuk menambah sheet, klik tombol +.



Gambar 3. 2 Menambah Sheet

Untuk mengubah nama sheet, klik kanan dan pilih menu Rename.



Gambar 3. 3 Memberi Nama Sheet

Tabel 3. 1 Data di Sheet Tampilan

|    | D                           | E                   | F   | G      |
|----|-----------------------------|---------------------|-----|--------|
| 5  | T/B/H                       | 2010                | 11  | 7      |
| 6  | Jam (UT)                    | 7                   | 15  | 0      |
| 7  | Lintang Tempat ( $\phi_x$ ) | -6                  | -58 | -59,72 |
| 8  | Bujur Tempat (BT)           | 110                 | 26  | 46,19  |
| 9  | Bujur Daerah (BD)           | 105                 | 0   | 0      |
| 10 | Panjang bayangan (g)        | 70                  | cm  |        |
| 11 | Lintang Ka'bah ( $\phi_k$ ) | Perhitungan!<br>D14 |     |        |
| 12 | Bujur Ka'bah (BK)           | Perhitungan!<br>D16 |     |        |

## 2. Data dalam Sheet Perhitungan



- 1) Ubah data jam UT, lintang tempat, bujur tempat, lintang Ka'bah, bujur Ka'bah, bujur daerah ke bentuk desimal, dengan rumus:  

$$\text{Data}(\text{°/jam}) + \text{Data}(\text{menit})/60 + \text{Data}(\text{detik})/3600$$
- 2) Agar menghasilkan jam sesuai waktu penelitian, digunakan ketentuan sebagai berikut:
  1. Jika BD antara  $0^{\circ}$ - $15^{\circ}$ , maka jam sesuai UT.
  2. Jika BD antara  $15^{\circ}$ - $30^{\circ}$ , maka ditambah 1 jam.
  3. Jika BD antara  $30^{\circ}$ - $45^{\circ}$ , maka ditambah 2 jam.
  4. Jika BD antara  $45^{\circ}$ - $60^{\circ}$ , maka ditambah 3 jam.
  5. Jika BD antara  $60^{\circ}$ - $75^{\circ}$ , maka ditambah 4 jam.
  6. Jika BD antara  $75^{\circ}$ - $90^{\circ}$ , maka ditambah 5 jam.
  7. Jika BD antara  $90^{\circ}$ - $105^{\circ}$ , maka ditambah 6 jam.
  8. Jika BD antara  $105^{\circ}$ - $120^{\circ}$ , maka ditambah 7 jam.
  9. Jika BD antara  $120^{\circ}$ - $135^{\circ}$ , maka ditambah 8 jam.
  10. Jika BD antara  $135^{\circ}$ - $150^{\circ}$ , maka ditambah 9 jam.
  11. Jika BD antara  $150^{\circ}$ - $165^{\circ}$ , maka ditambah 10 jam.
  12. Jika BD antara  $165^{\circ}$ - $180^{\circ}$ , maka ditambah 11 jam.
  13. Jika BD antara  $0^{\circ}$ - $(-15^{\circ})$ , maka jam -UT.
  14. Jika BD antara  $-15^{\circ}$ - $(-30^{\circ})$ , maka dikurang 1 jam.
  15. Jika BD antara  $-30^{\circ}$ - $(-45^{\circ})$ , maka dikurang 2 jam.
  16. Jika BD antara  $-45^{\circ}$ - $(-60^{\circ})$ , maka dikurang 3 jam.
  17. Jika BD antara  $-60^{\circ}$ - $(-75^{\circ})$ , maka dikurang 4 jam.
  18. Jika BD antara  $-75^{\circ}$ - $(-90^{\circ})$ , maka dikurang 5 jam.
  19. Jika BD antara  $-90^{\circ}$ - $(-105^{\circ})$ , maka dikurang 6 jam.
  20. Jika BD antara  $-105^{\circ}$ - $(-120^{\circ})$ , maka dikurang 7 jam.

21. Jika BD antara  $-120^{\circ}$ - $(-135^{\circ})$ , maka dikurang 8 jam.
  22. Jika BD antara  $-135^{\circ}$ - $(-150^{\circ})$ , maka dikurang 9 jam.
  23. Jika BD antara  $-150^{\circ}$ - $(-165^{\circ})$ , maka dikurang 10 jam.
  24. Jika BD antara  $-165^{\circ}$ - $(-180^{\circ})$ , maka dikurang 11 jam.
- 3) Beri satuan untuk menjelaskan, GMT daerah mana tempat yang diteliti, dengan ketentuan:
1. Jika BD antara  $0^{\circ}$ - $15^{\circ}$ , maka GMT.
  2. Jika BD antara  $15^{\circ}$ - $30^{\circ}$ , maka GMT+1.
  3. Jika BD antara  $30^{\circ}$ - $45^{\circ}$ , maka GMT+2.
  4. Jika BD antara  $45^{\circ}$ - $60^{\circ}$ , maka GMT+3.
  5. Jika BD antara  $60^{\circ}$ - $75^{\circ}$ , maka GMT+4.
  6. Jika BD antara  $75^{\circ}$ - $90^{\circ}$ , GMT+5.
  7. Jika BD antara  $90^{\circ}$ - $105^{\circ}$ , GMT+6.
  8. Jika BD antara  $105^{\circ}$ - $120^{\circ}$ , GMT+7.
  9. Jika BD antara  $120^{\circ}$ - $135^{\circ}$ , GMT+8.
  10. Jika BD antara  $135^{\circ}$ - $150^{\circ}$ , GMT+9.
  11. Jika BD antara  $150^{\circ}$ - $165^{\circ}$ , GMT+10.
  12. Jika BD antara  $165^{\circ}$ - $180^{\circ}$ , GMT+11.
  13. Jika BD antara  $0^{\circ}$ - $(-15^{\circ})$ , maka -GMT.
  14. Jika BD antara  $-15^{\circ}$ - $(-30^{\circ})$ , maka GMT-1.
  15. Jika BD antara  $-30^{\circ}$ - $(-45^{\circ})$ , maka GMT-2.
  16. Jika BD antara  $-45^{\circ}$ - $(-60^{\circ})$ , maka GMT-3.
  17. Jika BD antara  $-60^{\circ}$ - $(-75^{\circ})$ , maka GMT-4.
  18. Jika BD antara  $-75^{\circ}$ - $(-90^{\circ})$ , maka GMT-5.

19. Jika BD antara  $-90^{\circ}$ -( $-105^{\circ}$ ), maka GMT-6.
  20. Jika BD antara  $-105^{\circ}$ -( $-120^{\circ}$ ), maka GMT-7.
  21. Jika BD antara  $-120^{\circ}$ -( $-135^{\circ}$ ), maka GMT-8.
  22. Jika BD antara  $-135^{\circ}$ -( $-150^{\circ}$ ), maka GMT-9.
  23. Jika BD antara  $-150^{\circ}$ -( $-165^{\circ}$ ), maka GMT-10.
  24. Jika BD antara  $-165^{\circ}$ -( $-180^{\circ}$ ), maka GMT-11.
- 4) Agar menghasilkan ketentuan LS dan LU secara otomatis, digunakan rumus:  
 $=\text{IF}(\phi x < 0; "LS"; \text{IF}(\phi x > 0; "LU"))$
- 5) Agar menghasilkan ketentuan BT dan BB secara otomatis, rumus:  
 $=\text{IF}(BT < 0; "BB"; \text{IF}(BT > 0; "BT"))$

excel arah kiblat metode segitiga siku-siku - Microsoft Excel

FILE HOME INSERT PAGE LAYOUT FORMULAS DATA REVIEW VIEW

Clipboard Font Alignment Number Styles

| 1. Data yang diperlukan |                    |       |        |        |                      |
|-------------------------|--------------------|-------|--------|--------|----------------------|
| Data                    | jam                | menit | detik  | satuan | Bentuk Desimal (dsm) |
| Tahun                   | 2010               | 11    | 7      |        |                      |
| Jam UT                  | 7                  | 15    | 0      |        | 7.25                 |
| Jam Daerah              | 14:15:00           |       |        | GMT+7  | 14.25                |
| Lintang Tempat          | -6                 | -58   | -59.72 | LS     | -6.983255556         |
| Bujur Tempat            | 110                | 26    | 46.19  | BT     | 110.4461639          |
|                         | 110° 26' 46,19" BT |       |        |        |                      |
| Bujur Daerah            | 105                | 0     | 0      |        | 105                  |
| Lintang Ka'bah          | 21                 | 25    | 21,04  | LU     | 21,42251111          |
|                         | 21° 25' 21,04" LU  |       |        |        |                      |
| Bujur Ka'bah            | 39                 | 49    | 34,33  | BT     | 39,82620278          |
|                         | 39° 49' 34,33" BT  |       |        |        |                      |
| Bayangan Matahari (g)   | 70                 |       |        |        |                      |

Perhitungan Tampilan

Gambar 3. 4 Data di Sheet Perhitungan

Tabel 3. 2 Data di Sheet Perhitungan

|    | C         | D   | E               | F               |
|----|-----------|---|-----------------|-----------------|
| 4  | Data      | °/jam   | Menit           | Detik           |
| 5  | Y/M/<br>D | Tampilan!E4   | Tampilan!<br>F4 | Tampilan!<br>G4 |
| 6  | UT        | Tampilan!E5   | Tampilan!<br>F5 | Tampilan!<br>G5 |
| 7  | (LMT)     | IF(H7<0;"-";"<br>")&TEXT(ABS(H7)/24;"[hh]: mm: ss") |                 |                 |
| 8  | $\Phi x$  | Tampilan!E6   | Tampilan!<br>F6 | Tampilan!<br>G6 |
| 9  |           | D8&"°"<br>&E8&" "<br>&F8&" ""<br>&G8                |                 |                 |
| 10 | BT        | Tampilan!E7   | Tampilan!<br>F7 | Tampilan!<br>G7 |
| 11 |           | D10&"°"<br>&E10&" "<br>&F10&" ""<br>&G10            |                 |                 |
| 12 | BD        | Tampilan!E8   | Tampilan!<br>F8 | Tampilan!<br>G8 |
| 13 | $\Phi k$  | 21  | 25              | 21,04           |
| 14 |           | D13&"°"<br>&E13&" "                                 |                 |                 |

|    |     |   |    |       |
|----|-----|---|----|-------|
|    |     | "&F13&""<br>"&G13                       |    |       |
| 15 | BK  | 39                                      | 49 | 34,33 |
| 16 |     | D15&""<br>"&E15&""<br>"&F15&""<br>"&G15 |    |       |
| 17 | (g) | Tampilan!E9                             |    |       |

Tabel 3. 3 Data di Sheet Perhitungan

|   | G   | H   |
|---|---|---|
| 4 | Satuan  | Bentuk Desimal  |
| 5 |   |   |
| 6 |   | D6+E6/60+F6/3600  |
| 7 | IF(AND(H12>=0;H12<15);"<br>GMT";IF(AND(H12<br>>=15;H12<30);"<br>GMT+1";IF(AND(H<br>12>=30;H12<45);"<br>GMT+2";IF(AND(H<br>12>=45;H12<60);"<br>GMT+3";IF(AND(H<br>12>=60;H12<75);"<br>GMT+4";IF(AND(H<br>12>=75;H12<90);"<br>GMT+5";IF(AND(H | IF(AND(H12>=0;H12<<br>15);H6;IF(AND(H12>=<br>15;H12<30);H6+1;IF(A<br>ND(H12>=30;H12<45);<br>H6+2;IF(AND(H12>=4<br>5;H12<60);H6+3;IF(AN<br>D(H12>=60;H12<75);H<br>6+4;IF(AND(H12>=75;<br>H12<90);H6+5;IF(AND<br>(H12>=90;H12<105);H6<br>+6;IF(AND(H12>=105;<br>H12<120);H6+7;IF(AN<br>D(H12>=120;H12<135); |

|  |  |
|--|--|
| <p>12&gt;=90;H12&lt;105);"<br/> GMT+6";IF(AND(H<br/> 12&gt;=105;H12&lt;120);<br/> "<br/> GMT+7";IF(AND(H<br/> 12&gt;=120;H12&lt;135);<br/> "<br/> GMT+8";IF(AND(H<br/> 12&gt;=135;H12&lt;150);<br/> "<br/> GMT+9";IF(AND(H<br/> 12&gt;=150;H12&lt;165);<br/> "<br/> GMT+10";IF(AND(<br/> H12&gt;=165;H12&lt;180<br/> );"<br/> GMT+11";IF(AND(<br/> H12&lt;0;H12&gt;-15);" -<br/> GMT";IF(AND(H12<br/> &lt;=-15;H12&gt;-30);"<br/> GMT-<br/> 1";IF(AND(H12&lt;=-<br/> 30;H12&gt;-45);"<br/> GMT-<br/> 2";IF(AND(H12&lt;=-<br/> 45;H12&gt;-60);"<br/> GMT-<br/> 3";IF(AND(H12&lt;=-<br/> 60;H12&gt;-75);"<br/> GMT-<br/> 4";IF(AND(H12&lt;=-<br/> 75;H12&gt;-90);"</p> | <p>H6+8;IF(AND(H12&gt;=1<br/> 35;H12&lt;150);H6+9;IF(<br/> AND(H12&gt;=150;H12&lt;1<br/> 65);H6+10;IF(AND(H1<br/> 2&gt;=165;H12&lt;180);H6+<br/> 11;IF(AND(H12&lt;0;H12<br/> &gt;-15);H6*-<br/> 1;IF(AND(H12&lt;=-<br/> 15;H12&gt;-30);H6-<br/> 1;IF(AND(H12&lt;=-<br/> 30;H12&gt;-45);H6-<br/> 2;IF(AND(H12&lt;=-<br/> 45;H12&gt;-60);H6-<br/> 3;IF(AND(H12&lt;=-<br/> 60;H12&gt;-75);H6-<br/> 4;IF(AND(H12&lt;=-<br/> 75;H12&gt;-90);H6-<br/> 5;IF(AND(H12&lt;=-<br/> 90;H12&gt;-105);H6-<br/> 6;IF(AND(H12&lt;=-<br/> 105;H12&gt;-120);H6-<br/> 7;IF(AND(H12&lt;=-<br/> 120;H12&gt;-135);H6-<br/> 8;IF(AND(H12&lt;=-<br/> 135;H12&gt;-150);H6-<br/> 9;IF(AND(H12&lt;=-<br/> 150;H12&gt;-165);H6-<br/> 10;IF(AND(H12&lt;=-<br/> 165;H12&gt;-180);H6-<br/> 11))))))))))))))))))))))))))</p> |
|--|--|

|    |  |                     |
|----|--|---------------------|
|    | GMT-<br>5";IF(AND(H12<=-<br>90;H12>-105);"<br>GMT-<br>6";IF(AND(H12<=-<br>105;H12>-120);"<br>GMT-<br>7";IF(AND(H12<=-<br>120;H12>-135);"<br>GMT-<br>8";IF(AND(H12<=-<br>135;H12>-150);"<br>GMT-<br>9";IF(AND(H12<=-<br>150;H12>-165);"<br>GMT-<br>10";IF(AND(H12<=-<br>165;H12>-180);"<br>GMT-<br>11"))))))))))))))))<br>))) |                     |
| 8  | IF(H8<0;"LS";IF(H8<br>>0;"LU"))  | D8+E8/60+F8/3600    |
| 9  |  |                     |
| 10 | IF(H10<0;"BB";IF(H<br>10>0;"BT"))  | D10+E10/60+F10/3600 |
| 11 |  |                     |
| 12 |  | D12+E12/60+F12/3600 |
| 13 | LU   | D13+E13/60+F13/3600 |

|    |    |                       |
|----|----|-----------------------|
| 14 |    |                       |
| 15 | BT | $D15+E15/60+F15/3600$ |
| 16 |    |                       |
| 17 |    |                       |

## B. Menghitung Deklinasi Matahari ( $\delta$ )

### 1. Mencari JD

Untuk mencari JD, diperlukan langkah-langkah sebagai berikut:<sup>1</sup>

- 1) Misal tahun adalah Y (Y bisa juga negatif, asal tidak lebih kecil 4712).
- 2) Bulan adalah M, dimana M = 1 untuk Januari, M = 2 untuk Februari dan seterusnya, hingga M = 12 untuk Desember.
- 3) Hari/tanggal adalah D. D bisa berbentuk pecahan. Adapun yang perlu diperhatikan, bahwa nilai maksimal D harus menyesuaikan dengan M. Contoh: M = 6 (Juni), maka tidak mungkin sampai 31.
- 4) Jika  $M > 2$ , M dan Y tidak perlu dirubah. Jika M = 1 atau 2, maka M diganti menjadi M + 12 dan Y menjadi Y - 1. Dimana bulan Januari dan Februari bisa dianggap sebagai bulan ke-13 dan ke-14 tahun sebelumnya.

---

<sup>1</sup> Jean Meeus, *Astronomical Algorithms* (Virginia: Willmann-Bell, Inc., 1998), cet. 2, 60-61.



- 5) Dalam kalender Gregorian, perlu dihitung:

$$A = \text{INT}\left(\frac{Y}{100}\right) \text{ dan } B = 2 + \text{INT}\left(\frac{A}{4}\right) - A$$

Kalender Gregorian dimulai sejak ditetapkannya kalender Gregorian, yaitu sejak 15 Oktober 1582 M.

- 6) Untuk kalender Julian, A tidak perlu dihitung, sedangkan  $B = 0$ . Kalender sebelum kalender Gregorian ditetapkan, sebelum 15 Oktober 1582 M.
- 7) Hariian julian dapat dihitung dengan rumus:

$$\begin{aligned} \text{JD} = & \text{INT}(365,25(Y + 4716)) \\ & + \text{INT}(30.6001(M + 1)) + D + B \\ & - 1524,5 \end{aligned}$$

Waktu dalam jam, menit, dan detik dapat dimasukkan dalam pecahan hari. Karena 1 hari = 24 jam, 1 jam = 60 menit, dan 1 menit = 60 detik, maka pecahan hari (waktu LT) =  $(\text{jam} \times 3600 + \text{menit} \times 60 + \text{detik}) \div 86400$ .<sup>2</sup>

Maka JD bisa dicari juga dengan rumus:<sup>3</sup>

$$\begin{aligned} \text{JD} = & 1720994,5 + \text{INT}(365,25 \times Y) \\ & + \text{INT}(30.6001(M + 1)) + B + D \\ & + \text{waktu LT} \end{aligned}$$

2. Hitung nilai T, dengan rumus:<sup>4</sup>

<sup>2</sup> Rinto Anugraha, *Mekanika Benda Langit* (Yogyakarta: Jurusan Fisika MIPA Universitas Gadjah Mada, 2012), 10.

<sup>3</sup> Ahmad Syarif Hidayatulloh, "Komparasi Algoritma Deklinasi Matahari dan Equation of Time dalam Buku Mekanika Benda Langit dengan Buku Anfa'ul Wasilah serta Pengaruhnya terhadap Awal Waktu Salat", Skripsi Fakultas Syari'ah UIN Walisongo (Semarang, 2017), 53.

<sup>4</sup> Jean Meeus, *Astronomical*, 163.

$$T = \frac{(JD - 2451545.0)}{36525}$$

T adalah waktu dalam abad julian (36525 hari) dalam J2000.0.<sup>5</sup> Dimana 2451545 adalah JDE tanggal 1 Januari 2000 pukul 12 TD, sedangkan 36525 adalah jumlah hari dalam satu abad (100 tahun).<sup>6</sup>

3. Hitung nilai bujur rata-rata matahari ( $L_0$ ), dengan rumus:<sup>7</sup>

$$L_0 = 280^\circ,46645 + 36000^\circ,76983 \times T + 0^\circ,0003032 \times T^2$$

4. Hitung anomali rata-rata matahari ( $M$ ), dengan rumus:<sup>8</sup>

$$M = 357^\circ,52910 + 35999^\circ,05030 \times T + 0^\circ,0001559 \times T^2 - 0^\circ,00000048 \times T^3$$

5. Hitung nilai koreksi C, dengan rumus:<sup>9</sup>

$$C = (1^\circ,914600 - 0^\circ,004817 \times T - 0^\circ,000014 \times T^2) \times \sin M \\ + (0^\circ,019993 - 0^\circ,000101 \times T) \times \sin 2M + 0^\circ,000290 \times \sin 3M$$

6. Hitung eksentrisitas orbit bumi ( $e$ ), dengan rumus:<sup>10</sup>

$$e = 0,016708617 - 0,000042037 \times T \\ - 0,0000001236 \times T^2$$

7. Hitung bujur matahari sesungguhnya ( $\Phi$ ), dengan rumus:<sup>11</sup>

$$\Theta = L_0 + C$$

<sup>5</sup> *Ibid.*, 5.

<sup>6</sup> Rinto Anugraha, *Mekanika*, 64.

<sup>7</sup> Jean Meeus, *Astronomical*, 163.

<sup>8</sup> *Ibid.*

<sup>9</sup> *Ibid.*, 164.

<sup>10</sup> *Ibid.*, 163.

<sup>11</sup> *Ibid.*, 164.

8. Hitung omega ( $\Omega$ ), dengan rumus:<sup>12</sup>

$$\Omega = 125^{\circ},04 - 1934^{\circ},136 \times T$$

9. Hitung kemiringan orbit rata-rata = Epsilon0 ( $\epsilon_0$ ), dengan rumus:<sup>13</sup>

$$\epsilon_0 = 23^{\circ},26'21'',488 - 46'',8150 \times T + 0'',00059 \times T^2 - 0'',001813 \times T^3$$

Ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam penggunaan rumus ini. Karena ada beberapa bilangan yang belum berbentuk derajat, maka bilangan yang masih berupa menit dan detik dirubah dahulu menjadi derajat. 1 derajat = 60 menit, 1 derajat = 3600 detik. Sehingga menjadi seperti berikut:

$$\begin{aligned} \epsilon_0 &= (23^{\circ} + 26' \div 60 + 21''488 \div 3600) \\ &\quad - (46'',8150 \div 3600) \times T \\ &\quad + (0'',00059 \div 3600) \times T^2 \\ &\quad - 0'',001813 \times T^3 \end{aligned}$$

10. Hitung Delta\_Epsilon ( $\Delta\epsilon$ ) dengan rumus:<sup>14</sup>

$$\begin{aligned} \Delta\epsilon &= 9'',20 \times \cos \Omega + 0'',57 \times \cos 2L + 0'',10 \\ &\quad \times \cos 2L' - 0'',09 \times \cos 2\Omega \end{aligned}$$

Namun penulis tidak menggunakan rumus tersebut, karena  $L'$  merupakan bujur rata-rata bulan. Sehingga peneliti menggunakan rumus berikut.<sup>15</sup>

$$\Delta\epsilon = 9'',20 \times \cos \Omega + 0'',57 \times \cos 2L$$

atau

<sup>12</sup> *Ibid.*

<sup>13</sup> *Ibid.*, 147.

<sup>14</sup> *Ibid.*, 144.

<sup>15</sup> Rinto Anugraha, *Mekanika*, 64.

$$\Delta\varepsilon = 0,002555556 \times \cos \Omega + 0,00015833 \times \cos 2L$$

11. Hitung kemiringan orbit = Epsilon ( $\varepsilon$ ), dengan rumus:<sup>16</sup>

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

12. Hitung bujur ekliptika nampak = lamda ( $\lambda$ ), dengan rumus:<sup>17</sup>

$$\lambda = \Theta - 0^\circ,00569 - 0^\circ,00478 \times \sin \Omega$$

13. Hitung deklinasi ( $\delta$ ), dengan rumus:<sup>18</sup>

$$\sin \delta = \sin \varepsilon \times \sin \Theta$$

Atau

$$\delta = \sin^{-1}(\sin \varepsilon \times \sin \Theta)$$

14. Merubah format desimal ke bentuk derajat, dengan format DD° MM' SS.00" menggunakan rumus:<sup>19</sup>

=IF(Data<0;"-";"")&TEXT(ABS(Data)/24;"[hh]° mm'ss,00'")

---

<sup>16</sup> Jean Meeus, *Astronomical*, 147.

<sup>17</sup> *Ibid.*, 164.

<sup>18</sup> *Ibid.*, 165.

<sup>19</sup> Ali Mustofa Kediri, *ILMU FALAK BERBASIS EXCEL* (Kediri: Astro Sun3), 14.

|    | A | B | C                                    | D               | E | F | G |
|----|---|---|--------------------------------------|-----------------|---|---|---|
| 18 |   |   |                                      |                 |   |   |   |
| 19 |   |   | 2. Menghitung Deklinasi ( $\delta$ ) |                 |   |   |   |
| 20 |   |   | Tahun (Y)                            | 2010            |   |   |   |
| 21 |   |   | Bulan (M)                            | 11              |   |   |   |
| 22 |   |   | Hari (D)                             | 7               |   |   |   |
| 23 |   |   | A                                    | 20              |   |   |   |
| 24 |   |   | B                                    | -13             |   |   |   |
| 25 |   |   | LT                                   | 0,302083333     |   |   |   |
| 26 |   |   | JD                                   | 2455507,802     |   |   |   |
| 27 |   |   | T                                    | 0,108495608     |   |   |   |
| 28 |   |   | L0                                   | 4186,391866     |   |   |   |
| 29 |   |   | M0                                   | 4263,267947     |   |   |   |
| 30 |   |   | C                                    | -1,618766559    |   |   |   |
| 31 |   |   | e                                    | 0,016704055     |   |   |   |
| 32 |   |   | $\Theta$                             | 4184,773099     |   |   |   |
| 33 |   |   | Omega ( $\Omega$ )                   | -84,80526133    |   |   |   |
| 34 |   |   | $e\omega$                            | 23,43788021     |   |   |   |
| 35 |   |   | Delta_E ( $\Delta e$ )               | 0,000223693     |   |   |   |
| 36 |   |   | $\epsilon$                           | 23,43810391     |   |   |   |
| 37 |   |   | Ramda ( $\lambda$ )                  | 4184,77217      |   |   |   |
| 38 |   |   | Deklinasi ( $\delta$ )               | -16,26837381    |   |   |   |
| 39 |   |   |                                      | -16° 16' 06,15" |   |   |   |

Gambar 3. 5 Menghitung Deklinasi

Tabel 3. 4 Menghitung Deklinasi

|    | C | D    | E                            |
|----|---|------|------------------------------|
| 20 | Y | 2010 | IF(E5<3;D5-1;IF(E5>2;D5*1))  |
| 21 | M | 11   | IF(E5<3;E5+12;IF(E5>2;E5*1)) |
| 22 | D | 7    | F5                           |

|    |              |                      |  |
|----|--------------|----------------------|--|
| 23 | A            | 20                   | $\text{IF}(\text{D}20 < 1582; 0; \text{IF}(\text{D}20 > 1582; \text{INT}(\text{D}20/100)))$  |
| 24 | B            | -13                  | $\text{IF}(\text{D}20 < 1582; 0; \text{IF}(\text{D}20 > 1582; 2 + \text{INT}((\text{D}23/4) - \text{D}23)))$   |
| 25 | LT           | 0,30208<br>3333      | $(\text{D}6 * 3600 + \text{E}6 * 60 + \text{F}6) / 86400$  |
| 26 | JD           | 2455507<br>,802      | $1720994,5 + \text{INT}(365,25 * \text{D}20) + \text{INT}(30,6001 * (\text{D}21 + 1)) + \text{D}24 + \text{D}22 + \text{D}25$  |
| 27 | T            | 0,10849<br>5608      | $(\text{D}26 - 2451545) / 36525$   |
| 28 | Lo           | 4186,39<br>1866      | $280,46645 + 36000,76983 * \text{D}27 + 0,0003032 * \text{D}27^2$  |
| 29 | M            | 4263,26<br>7947      | $357,5291 + 35999,0503 * \text{D}27 - 0,0003032 * \text{D}27^2 - 0,00000048 * \text{D}27^3$  |
| 30 | C            | -<br>1,61876<br>6559 | $(1,9146 - 0,004817 * \text{D}27 - 0,000014 * \text{D}27^2) * \text{SIN}(\text{RADIANS}(\text{D}29)) + (0,019993 - 0,000101 * \text{D}27) * \text{SIN}(\text{RADIAN S}(2 * \text{D}29)) + 0,00029 * \text{SIN}(\text{RAD IANS}(3 * \text{D}29))$ |
| 31 | E            | 0,01670<br>4055      | $0,016708617 - 0,000042037 * \text{D}27 - 0,0000001236 * \text{D}27^2$   |
| 32 | ( $\Theta$ ) | 4184,77<br>3099      | $\text{D}28 + \text{D}30$  |
| 33 | ( $\Omega$ ) | -<br>84,8052<br>6133 | $125,04 - 1934,136 * \text{D}27$   |

|    |                     |                      |   |
|----|---------------------|----------------------|---|
| 34 | $\varepsilon_0$     | 23,4378<br>8021      | (23+26/60+21,448/3600)-<br>46,815/3600*D27-<br>0,00059/3600*D27^2+0,00181<br>3/3600*D27^3 |
| 35 | $\Delta\varepsilon$ | 0,00022<br>3693      | 0,002555556*COS(RADIANS<br>(D33))+0,00015833*COS(RA<br>DIANS(2*D28))                      |
| 36 | ( $\varepsilon$ )   | 23,4381<br>0391      | D34+D35   |
| 37 | ( $\lambda$ )       | 4184,77<br>217       | D32-0,00569-<br>0,00478*SIN(RADIANS(D33)<br>)   |
| 38 | ( $\delta$ )        | -<br>16,2683<br>7381 | DEGREES(ASIN(SIN(RADIA<br>NS(D36))*SIN(RADIANS(D3<br>7))))                                |
| 39 | ( $\delta$ )        | -16° 16'<br>06,15"   | IF(D38<0;"-";"<br>")&TEXT(ABS(D38)/24;"[hh]<br>° mm' ss,00"")                             |

### C. Menghitung *Equation of Time* (Eot)

Untuk mencari equation of time, diperlukan langkah-langkah sebagai berikut:<sup>20</sup>

1. Hitung  $y$ , dengan rumus:

$$y = \tan^2 \frac{\varepsilon_0}{2}$$

2. Hitung *equation of time*, dengan rumus:

---

<sup>20</sup> Jean Meeus, *Astronomical*, 185.

$$Eot = y \times \sin 2Lo - 2 \times e \times \sin M + 4 \times e \times y \times \sin M \\ \times \cos 2Lo - \frac{1}{2} \times y^2 \times \sin 4Lo - \frac{5}{4} \times e^2 \\ \times \sin 2M$$

3. Karena nilai *equation of time* dinyatakan dalam radian, maka hasilnya perlu dikonversi terlebih dahulu ke bentuk derajat:

$$Eot = Eot \times 0,0175$$

4. Kemudian konversi lagi ke bentuk jam dan desimal dengan membagi dengan 15:

$$Eot = Eot \div 15$$

5. Merubah derajat dengan format MMm SS.00, rumus:<sup>21</sup>  
`=IF(Data<0;"-"&TEXT(ABS(Data)/24;"[mm]\m  
 ss,00\ s")`

---

<sup>21</sup> Ali Mustofa, *ILMU*, 16.



excel arah kiblat meteo

|    | A | B | C                                    | D               | E | F | G |
|----|---|---|--------------------------------------|-----------------|---|---|---|
| 33 |   |   | Omega (Ω)                            | -84,80526133    |   |   |   |
| 34 |   |   | ε                                    | 23,43788021     |   |   |   |
| 35 |   |   | Delta_E (Δε)                         | 0,000223693     |   |   |   |
| 36 |   |   | ε                                    | 23,43810391     |   |   |   |
| 37 |   |   | Ramda (λ)                            | 4184,77217      |   |   |   |
| 38 |   |   | Deklinasi (δ)                        | -16,26837381    |   |   |   |
| 39 |   |   |                                      | -16° 16' 06,15" |   |   |   |
| 40 |   |   |                                      |                 |   |   |   |
| 41 |   |   | 3. Menghitung Equation of time (Eot) |                 |   |   |   |
| 42 |   |   | y                                    | 0,043029201     |   |   |   |
| 43 |   |   | Equation of time (Eot)               | 0,071437928     |   |   |   |
| 44 |   |   |                                      | 4,093091778     |   |   |   |
| 45 |   |   |                                      | 0,272872785     |   |   |   |
| 46 |   |   |                                      | 16 m 22,34 s    |   |   |   |
| 47 |   |   |                                      |                 |   |   |   |
| 48 |   |   |                                      |                 |   |   |   |
| 49 |   |   |                                      |                 |   |   |   |
| 50 |   |   |                                      |                 |   |   |   |
| 51 |   |   |                                      |                 |   |   |   |
| 52 |   |   |                                      |                 |   |   |   |
| 53 |   |   |                                      |                 |   |   |   |
| 54 |   |   |                                      |                 |   |   |   |

Perhitungan    Tampilan    Deklinasi & Eot    Sheet1

Gambar 3. 6 Menghitung Equation of Time

Tabel 3. 5 Menghitung Equation of Time

|    | C   | D               | E  |
|----|-----|-----------------|--|
| 42 | y   | 0,04302<br>9201 | TAN(RADIANS(D34/2))^2                                    |
| 43 | Eot | 0,07143<br>7928 | D42*SIN(RADIANS(2*D28))<br>)-<br>2*D31*SIN(RADIANS(D29)) |

|    |     |                 |  |
|----|-----|-----------------|--|
|    |     |                 | ) + 4 * D31 * D42 * SIN(RADIANS(D29)) * COS(RADIANS(2 * D28)) - 0,5 * D42 ^ 2 * SIN(RADIANS(4 * D28)) - 1,25 * D31 ^ 2 * SIN(RADIANS(2 * D29)) |
| 44 | Eot | 4,09309<br>1778 | DEGREES(D43)   |
| 45 | Eot | 0,27287<br>2785 | D44/15   |
| 46 | Eot | 16 m<br>22,34 s | IF(D45 < 0; "-"; "&TEXT(ABS(D45)/24; "[m m] \m ss,00 \s")  |

#### D. Menghitung Arah Kiblat (B) dan Azimuth Kiblat

##### 1. Menghitung Arah Kiblat (B)

Dalam penentuan arah kiblat (B) dalam bentuk Excel, penulis menggunakan rumus sebagai berikut:<sup>22</sup>

$$\tan B = \frac{\sin C}{\cos LT \times \tan LK - \sin LT \times \cos C}$$

Sehingga B, adalah:

$$B = \tan^{-1}(\tan B)$$

Untuk memudahkan perhitungan anggap pembilang (sin C) sebagai y, dan penyebut (cos LT X tan LK – sin LT x cos C) sebagai x, jadi:

$$\tan B = \frac{y}{x}$$

---

<sup>22</sup> Rinto Anugraha, *Mekanika*, 36.

Keterangan:

B = Arah kiblat

LT ( $\Phi^x$ ) = Lintang tempat

LK ( $\Phi^k$ ) = Lintang Ka'bah

C = Selisih bujur

Arah kiblat (B) adalah arah terdekat menuju Ka'bah.<sup>23</sup> jika hasil perhitungan positif arah kiblat dihitung dari titik utara (U), jika hasil perhitungan negatif arah kiblat dihitung dari titik selatan (S).<sup>24</sup> Oleh karena itu, ada beberapa ketentuan, dalam penentuan dari dan ke arah mana arah kiblat dihitung. Berikut ketentuan yang dipakai:

- 1) Apabila arah kiblat (B) negatif (-) dan bujur tempat kurang dari sama dengan  $90^\circ$  ( $\leq 90^\circ$ ), maka arah kiblat dihitung dari selatan ke barat (SB).
- 2) Apabila arah kiblat (B) negatif (-) dan bujur tempat lebih dari  $90^\circ$  ( $> 90^\circ$ ), maka arah kiblat dihitung dari utara ke barat (UB).
- 3) Apabila arah kiblat (B) positif (+) dan bujur tempat lebih dari sama dengan  $-90^\circ$  ( $\geq -90^\circ$ ), maka arah kiblat dihitung dari selatan ke timur (ST).
- 4) Apabila arah kiblat (B) positif (+) dan bujur tempat kurang dari  $-90^\circ$  ( $< -90^\circ$ ), maka arah kiblat dihitung dari utara ke timur (UT).

## 2. Menghitung Azimuth Kiblat

---

<sup>23</sup> Slamet Hambali, *ILMU FALAK Arah Kiblat Setiap Saat* (Yogyakarta: PUSTAKA ILMU YOGYAKARTA, 2013), cet. 1, 2.

<sup>24</sup> *Ibid.*, 80.

Azimuth 0 berarti menunjukkan arah utara (*true north*). Azimuth dihitung searah jarum jam dari arah utara ke timur, selatan, dan ke barat. Nilai azimuth kiblat bergantung pada pembilang (y) dan penyebut (x) ruas kanan rumus tan B. Azimuth kiblat bergantung pada positif dan negatifnya nilai x (penyebut) dan y (pembilang). Agar mendapat nilai azimuth yang dihitung dari U ke T, S, dan B, berlaku beberapa ketentuan sebagai berikut:<sup>25</sup>

- 1) Jika x positif (+) dan y positif (+), tan (B) positif (+) yang menghasilkan  $0 < B < 90$ , maka hasilnya dapat ditetapkan sebagai azimuth kiblat.
  - 2) Jika x negatif (-) dan y positif (+), tan (B) negatif (-) yang menghasilkan  $90 < B < 180$ , maka hasilnya perlu dikurangi 180. Azimuth kiblat =  $(180 - B)$ .
  - 3) Jika x negatif (-) dan y negatif (-), tan (B) positif (+) yang menghasilkan  $180 < B < 270$ , maka hasilnya perlu ditambah 180. Azimuth kiblat =  $180 + B$ .
  - 4) Jika x positif (+) dan y negatif (-), tan (B) negatif (-) yang menghasilkan  $270 < B < 360$ , maka hasilnya perlu ditambah 360. Azimuth kiblat =  $360 + B$ .
3. Merubah format desimal ke bentuk derajat, dengan format DD° MM' SS.00" menggunakan rumus<sup>26</sup>:
- =IF(Data<0;"-"&TEXT(ABS(Data)/24;"[hh]° mm' ss,00'"))

---

<sup>25</sup> Rinto Anugraha, *Mekanika*, 36.

<sup>26</sup> Ali Mustofa Kediri, *ILMU*, 14.

|    | A | B | C  | D                    | E | F | G |
|----|---|---|--|----------------------|---|---|---|
| 41 |   |   | 3. Menghitung Equation of time (Eot)             |                      |   |   |   |
| 42 |   |   | y  | 0,043029201          |   |   |   |
| 43 |   |   | Equation of time (Eot)                           | 0,071437928          |   |   |   |
| 44 |   |   |  | 4,093091778          |   |   |   |
| 45 |   |   |  | 0,272872785          |   |   |   |
| 46 |   |   |  | 16 m 22,34 s         |   |   |   |
| 47 |   |   | 4. Menghitung Arah Kiblat (B) dan Azimuth Kiblat |                      |   |   |   |
| 49 |   |   | Selisih Bujur                                    | -70,61996111         |   |   |   |
| 50 |   |   | sin Selisih Bujur (y)                            | -0,943338321         |   |   |   |
| 51 |   |   | cos Selisih Bujur                                | 0,331832505          |   |   |   |
| 52 |   |   | sin Lintang Tempat                               | -0,121579271         |   |   |   |
| 53 |   |   | cos Lintang Tempat                               | 0,992581725          |   |   |   |
| 54 |   |   | tan Lintang Ka bah                               | 0,392349019          |   |   |   |
| 55 |   |   | (x)  | 0,42978242           |   |   |   |
| 56 |   |   | tan B  | -2,19492068          |   |   |   |
| 57 |   |   | Arah Kiblat (B)                                  | -65,50611688         |   |   |   |
| 58 |   |   |  | -65° 30' 22,02"      |   |   |   |
| 59 |   |   |  | -65° 30' 22,02" UB   |   |   |   |
| 60 |   |   | Azimuth Kiblat                                   | 294,4938831          |   |   |   |
| 61 |   |   |  | 294° 29' 37,98" UTSB |   |   |   |
| 62 |   |   |  |                      |   |   |   |

Gambar 3. 7 Menghitung Arah Kiblat (B) dan Azimuth Kiblat

Tabel 3. 6 Menghitung Arah Kiblat (B) dan Azimuth Kiblat

|    | C | D                    | E       |
|----|---|----------------------|---------|
| 49 | C | -<br>70,6199<br>6111 | H15-H10 |

|    |                 |                          |   |
|----|-----------------|--------------------------|---|
| 50 | Sin y           | -<br>0,94333<br>8321     | SIN(RADIANS(D49))   |
| 51 | Cos<br>C        | 0,33183<br>2505          | COS(RADIANS(D49))   |
| 52 | Sin<br>$\Phi_x$ | -<br>0,12157<br>9271     | SIN(RADIANS(H8))  |
| 53 | Cos<br>$\Phi_x$ | 0,99258<br>1725          | COS(RADIANS(H8))  |
| 54 | Tan<br>$\Phi_k$ | 0,39234<br>9019          | TAN(RADIANS(H13))   |
| 55 | X               | 0,42978<br>242           | D53*D54-D52*D51   |
| 56 | tan B           | -<br>2,19492<br>068      | D50/D55   |
| 57 | B               | -<br>65,5061<br>1688     | DEGREES(ATAN(D56)<br>)  |
| 58 |                 | -65° 30'<br>22,02"       | IF(D57<0;"-";"<br>")&TEXT(ABS(D57)/24<br>;"[hh]° mm' ss,00"")   |
| 59 |                 | -65° 30'<br>22,02"<br>UB | IF(AND(D57<0;H10<=<br>90);D58&"<br>SB";IF(AND(D57<0;H1<br>0>90);D58&"<br>UB";IF(AND(D57>=0;<br>H10>=-90);D58&"<br>ST";IF(AND(D57>=0;H |

|    |    |                               |   |
|----|----|-------------------------------|---|
|    |    |                               | 10<-90);D58&"<br>UT"""))))  |
| 60 | AK | 294,493<br>8831               | IF(AND(D55>0;D50>0)<br>;D57*1;IF(AND(D55<0;<br>D50>0);180-<br>D57;IF(AND(D55<0;D5<br>0<0);180+D57;IF(AND(<br>D55>0;D50<0);360+D5<br>7)))) |
| 61 |    | 294°<br>29'<br>37,98"<br>UTSB | IF(D60<0;"-";"<br>")&TEXT(ABS(D60)/24<br>;"[hh]° mm' ss,00""")&"<br>UTSB"   |

## E. Menghitung Arah Matahari (A) dan Azimuth Matahari

### 1. Menghitung Sudut Waktu Matahari (t)

Dalam sudut waktu matahari (t), berlaku nilai absolut, yang artinya sudut waktu matahari (t) yang bernilai negatif harus diubah kebentuk positif.<sup>27</sup>

$$t = (LMT + Eot - (BD - BT^X) \div 15 - 12) \times 15$$

atau

$$t = (LMT + Eot + (BD - BB^X) \div 15 - 12) \times 15$$

Keterangan:

LMT = *Local Mean Time*

Eot = *Equation of Time*

BD = Bujur Daerah/Bujur *local mean time*

BB<sup>X</sup>/BT<sup>X</sup> = Bujur tempat pengamat

---

<sup>27</sup> Slamet Hambali, *ILMU*, 85.

## 2. Menghitung Arah Matahari (A)

Dalam penentuan arah matahari (A) dalam bentuk Excel, penulis menggunakan rumus sebagai berikut:<sup>28</sup>

$$\tan A = \frac{\sin t}{\cos LT \times \tan \delta - \sin LT \times \cos t}$$

Sehingga B, adalah:

$$A = \tan^{-1}(\tan B)$$

Untuk memudahkan perhitungan anggap pembilang ( $\sin t$ ) sebagai  $y$ , dan penyebut ( $\cos LT \times \tan (\delta) - \sin LT \times \cos t$ ) sebagai  $x$ , jadi:

$$\tan A = \frac{y}{x}$$

Keterangan:

A = Arah matahari

LT ( $\Phi^x$ ) = Lintang tempat

Deklinasi matahari ( $\delta$ ) = Lintang Ka'bah

t = Sudut waktu matahari

## 3. Menghitung Azimuth Kiblat

Azimuth 0 berarti menunjukkan arah utara (*true north*). Azimuth dihitung searah jarum jam dari arah utara ke timur, selatan, dan ke barat.<sup>29</sup> Untuk mencari azimuth matahari, ada perbedaan ketentuan yang digunakan. Agar mendapat nilai azimuth yang dihitung dari U ke T, S, dan B, berlaku beberapa ketentuan sebagai berikut:

---

<sup>28</sup> Rinto Anugraha, *Mekanika*, 36.

<sup>29</sup> *Ibid.*



- 1) Jika arah matahari (A) positif dan jam pada tempat pengamat kurang dari sama dengan jam 12, maka hasilnya dapat ditetapkan sebagai azimuth matahari.
  - 2) Jika arah matahari (A) positif dan jam pada tempat pengamat lebih dari jam 12, maka azimuth matahari =  $360 - A$ .
  - 3) Jika arah matahari (A) negatif dan jam pada tempat pengamat kurang dari sama dengan jam 12, maka azimuth matahari =  $180 + A$ .
  - 4) Jika arah matahari (A) negatif dan jam pada tempat pengamat lebih dari jam 12, maka azimuth matahari =  $180 - A$ .
4. Merubah format desimal ke bentuk derajat, dengan format DD° MM' SS.00" menggunakan rumus:<sup>30</sup>
- =IF(Data<0;"-"&TEXT(ABS(Data)/24;"[hh]" mm' ss,00'"))

---

<sup>30</sup> Ali Mustofa Kediri, *ILMU*, 14.

excel arah kiblat meto

|    | A | B | C  | D                    | E | F | G |
|----|---|---|--|----------------------|---|---|---|
| 57 |   |   | Arah Kiblat (B)                                      | -65,50611688         |   |   |   |
| 58 |   |   |  | -65° 30' 22,02"      |   |   |   |
| 59 |   |   |  | -65° 30' 22,02" UB   |   |   |   |
| 60 |   |   | Azimuth Kiblat                                       | 294,4938831          |   |   |   |
| 61 |   |   |  | 294° 29' 37,98" UTSB |   |   |   |
| 62 |   |   |  |                      |   |   |   |
| 63 |   |   | 5. Menghitung Arah Matahari (A) dan Azimuth Matahari |                      |   |   |   |
| 64 |   |   | Sudut Waktu (t)                                      | 43,28925567          |   |   |   |
| 65 |   |   |  | 43,28925567          |   |   |   |
| 66 |   |   | sin Sudut Waktu (y)                                  | 0,685681866          |   |   |   |
| 67 |   |   | cos Lintang Tempat                                   | 0,992581725          |   |   |   |
| 68 |   |   | tan Deklinasi  | -0,29182138          |   |   |   |
| 69 |   |   | sin Lintang Tempat                                   | -0,121579271         |   |   |   |
| 70 |   |   | cos Sudut Waktu                                      | 0,727901352          |   |   |   |
| 71 |   |   | (x)  | -0,201158853         |   |   |   |
| 72 |   |   | tan Arah Matahari (A)                                | -3,40865866          |   |   |   |
| 73 |   |   | Arah Matahari (A)                                    | -73,64986608         |   |   |   |
| 74 |   |   |  | -73° 38' 59,52"      |   |   |   |
| 75 |   |   |  | -73° 38' 59,52" SB   |   |   |   |
| 76 |   |   | Azimuth matahari                                     | 253,6498661          |   |   |   |
| 77 |   |   |  | 253° 38' 59,52"      |   |   |   |
| 78 |   |   |  |                      |   |   |   |

Perhitungan | Tampilan | Deklinasi & Eot | Sheet1

Gambar 3. 8 Menghitung Arah Matahari (A) dan Azimuth Matahari

Tabel 3. 7 Menghitung Arah Matahari (A) dan Azimuth Matahari

|    | C   | D               | E   |
|----|-----|-----------------|---|
| 64 | (t) | 43,289<br>25567 | IF(H10>0;(H7+D45-(H12-H10)/15-12)*15;IF(H10<0;(H7+D |

|    |                     |                       |  |
|----|---------------------|-----------------------|--|
|    |                     |                       | 45+(H12-H10)/15-12)*15))                                     |
| 65 |                     | 43,289<br>25567       | ABS(D64)   |
| 66 | Sin t<br>(y)        | 0,6856<br>81866       | SIN(RADIANS(D65))  |
| 67 | Cos<br>$\Phi_x$     | 0,9925<br>81725       | COS(RADIANS(H8))   |
| 68 | tan<br>( $\delta$ ) | -<br>0,2918<br>2138   | TAN(RADIANS(D38))  |
| 69 | sin<br>$\Phi_x$     | -<br>0,1215<br>79271  | SIN(RADIANS(H8))   |
| 70 | Cos t               | 0,7279<br>01352       | COS(RADIANS(D65))  |
| 71 | (x)                 | -<br>0,2011<br>58853  | D67*D68-D69*D70  |
| 72 | Tan<br>A            | -<br>3,4086<br>5866   | D66/D71  |
| 73 | A                   | -<br>73,649<br>86608  | DEGREES(ATAN(D72))   |
| 74 | A                   | -73°<br>38'<br>59,52" | IF(D73<0;"-";"<br>)&TEXT(ABS(D73)/24;"<br>[hh]° mm' ss,00"") |
| 75 | A                   | -73°<br>38'           | IF(AND(D73>0;H7<=12)<br>;D74&"<br>UT";IF(AND(D73>0;H7>       |

|    |    |                       |   |
|----|----|-----------------------|---|
|    |    | 59,52"<br>SB          | 12);D74&"<br>UB";IF(AND(D73<0;H7<=12);D74&"<br>ST";IF(AND(D73<0;H7>12);D74&" SB"))))  |
| 76 | AM | 253,64<br>98661       | IF(AND(D73>0;H7<=12);<br>D73*1;IF(AND(D73>0;<br>H7>12);360-<br>D73;IF(AND(D73<0;H7<=12);180+D73;IF(AND(D73<0;H7>12);180-D73)))) |
| 77 | AM | 253°<br>38'<br>59,52" | IF(D76<0;"-" ;"<br>")&TEXT(ABS(D76)/24;"<br>[hh]° mm' ss,00''')   |

## F. Menghitung Sudut Kiblat dari Bayangan Matahari (Q)

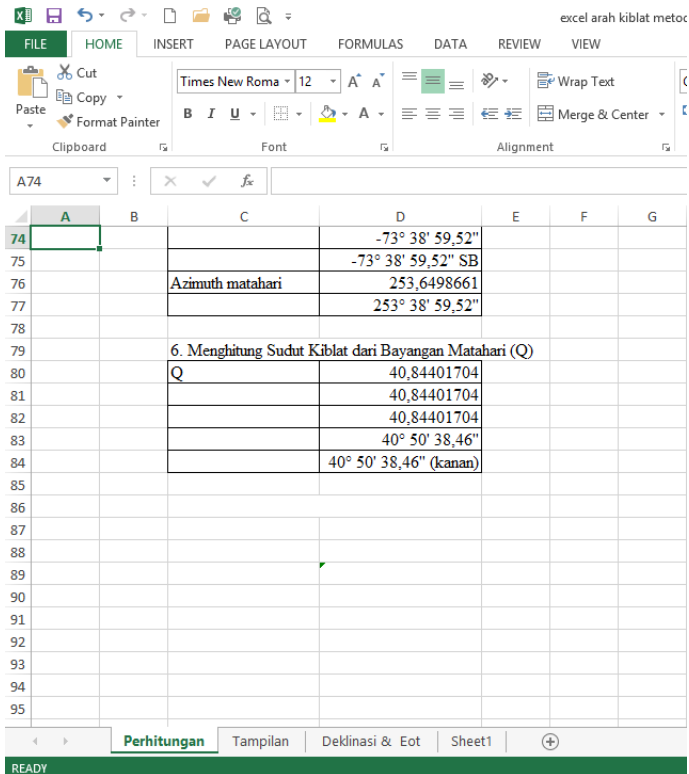
Sudut kiblat dari bayangan matahari adalah jarak antara azimuth kiblat dan azimuth matahari. Dalam hal ini perlu diupayakan agar sudut kiblat dari bayangan matahari tidak lebih dari  $90^\circ$ . Untuk itu berlaku beberapa ketentuan sebagai berikut:<sup>31</sup>

1. Jika azimuth kiblat – azimuth matahari = positif  $< 90^\circ$ , maka arah kiblatnya di kanan bayangan matahari.
2. Jika azimuth kiblat – azimuth matahari = negatif  $> -90^\circ$ , maka arah kiblatnya di kiri bayangan matahari.
3. Jika azimuth kiblat – (azimuth matahari + 180) = positif  $< 90^\circ$ , maka arah kiblatnya di kanan bayangan matahari.

---

<sup>31</sup> Slamet Hambali, *ILMU*, 86-90.

4. Jika azimuth kiblat – (azimuth matahari + 180) = negatif >  $-90^\circ$ , maka arah kiblatnya di kiri bayangan matahari.
5. Jika azimuth kiblat – (azimuth matahari - 180) = positif <  $90^\circ$ , maka arah kiblatnya di kanan bayangan matahari.
6. Jika azimuth kiblat – (azimuth matahari - 180) = negatif >  $-90^\circ$ , maka arah kiblatnya di kiri bayangan matahari.
7. Jika  $(360^\circ - \text{azimuth kiblat}) - \text{azimuth matahari} = \text{positif} < 90^\circ$ , maka arah kiblatnya di kanan bayangan matahari.
8. Jika  $(360^\circ + \text{azimuth kiblat}) - (\text{azimuth matahari} + 180^\circ) = \text{positif} < 90^\circ$ , maka arah kiblatnya di kanan bayangan matahari.



Gambar 3. 9 Menghitung Sudut Kiblat dari Bayangan Matahari (Q)

Tabel 3. 8 Menghitung Sudut Kiblat dari Bayangan Matahari (Q)

|    | C | D               | E   |
|----|---|-----------------|---|
| 80 | Q | 40,8440<br>1704 | D60-D76   |
| 81 | Q | 40,8440<br>1704 | IF(AND(D80>0;D80<90);D80*<br>1;IF(AND(D80>90;D80<180);1 |

|    |   |                              |   |
|----|---|------------------------------|---|
|    |   |                              | 80-<br>D80;IF(AND(D80>180;D80<270);D80-180;IF(AND(D80>270;D80<360);360-D80;IF(AND(D80<0;D80>-90);D80*1;IF(AND(D80<-90;D80>-270);180+D80;IF(AND(D80<-270;D80>-360);360+D80)))))) |
| 82 | Q | 40,8440<br>1704              | ABS(D81)  |
| 83 | Q | 40° 50'<br>38,46"            | IF(D81<0;"-";"")&TEXT(ABS(D81)/24;"[hh]° mm' ss,00"")   |
| 84 | Q | 40° 50'<br>38,46"<br>(kanan) | IF(D81<0;D83&"(kiri)";IF(D81>0;D83&"(kanan)"))  |

## G. Mencari Sisi Segitiga Siku-Siku

1. Mencari Sisi Segitiga yang Tegak Lurus dengan Sisi Bayangan Matahari (q)<sup>32</sup>

$$q \text{ (MG)} = \tan Q \times g$$

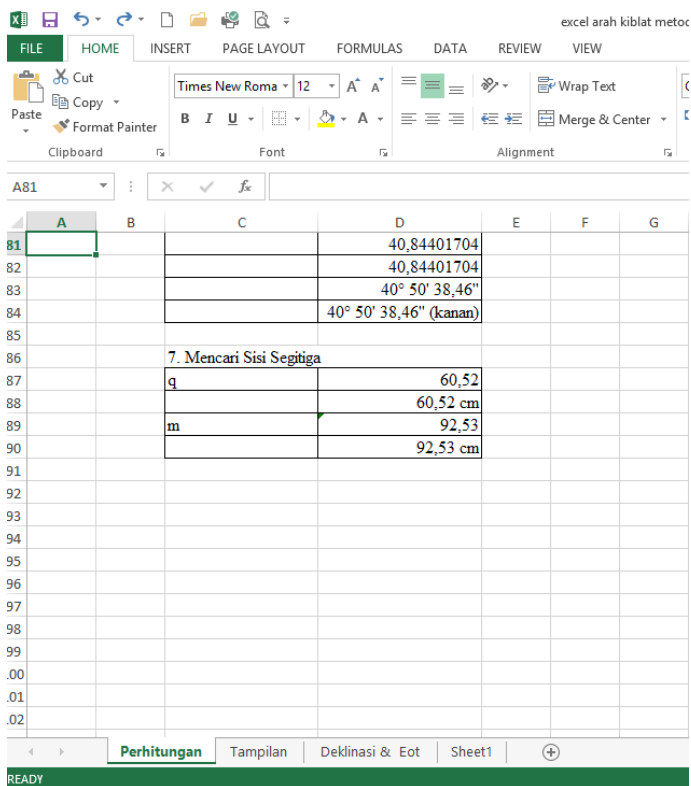
2. Mencari Sisi Miring atau Arah Kiblat (m)<sup>33</sup>

$$m \text{ (QG)} = g \div \cos Q$$

---

<sup>32</sup> *Ibid.*, 91.

<sup>33</sup> *Ibid.*, 92.



Gambar 3. 10 Menghitung Sisi Segitiga

Tabel 3. 9 Menghitung Sisi Segitiga

| B  | C   | D        | E                      |
|----|-----|----------|------------------------|
| 87 | (q) | 60,52    | TAN(RADIANS(D82))*D17  |
| 88 |     | 60,52 cm | TEXT(D87;"0,00 ")&"cm" |
| 89 | (m) | 92,53    | D17/COS(RADIANS(D82))  |
| 90 |     | 92,53 cm | TEXT(D89;"0,00 ")&"cm" |



## H. Membuat Data Kesimpulan

Data-data dalam kesimpulan, hanya perlu memanggil data-data di dalam Sheet Perhitungan. Hal ini dilakukan agar Sheet lebih rapi, dan memudahkan kita mencari data hasil perhitungan yang sudah kita buat. Data yang diambil bisa disesuaikan oleh pembuat, di sini peneliti mengambil data waktu di tempat yang diteliti, lintang dan bujur tempat, arah kiblat (B), azimuth kiblat, arah matahari (A), azimuth matahari, sudut kiblat dari bayangan matahari (Q), sisi segitiga yang tegak lurus dengan bayangan matahari (q), dan sisi miring segitiga atau arah kiblat (m). Untuk sel yang berwarna kuning, data akan muncul secara otomatis.

|    | A | B | C | D                           | E                      | F   | G      | H |
|----|---|---|---|-----------------------------|------------------------|-----|--------|---|
| 4  |   |   |   | T/B/H                       | 2010                   | 11  | 7      |   |
| 5  |   |   |   | Jam (UT)                    | 7                      | 15  | 0      |   |
| 6  |   |   |   | Lintang Tempal ( $\phi_x$ ) | -6                     | -58 | -59,72 |   |
| 7  |   |   |   | Bujur Tempal (BT)           | 110                    | 26  | 46,19  |   |
| 8  |   |   |   | Bujur Daerah (BD)           | 105                    | 0   | 0      |   |
| 9  |   |   |   | Panjang b                   | 70                     | cm  |        |   |
| 10 |   |   |   | Lintang Ka'bah ( $\phi_k$ ) | 21° 25' 21,04" LU      |     |        |   |
| 11 |   |   |   | Bujur Ka'bah (BK)           | 39° 49' 34,33" BT      |     |        |   |
| 12 |   |   |   |                             |                        |     |        |   |
| 13 |   |   |   | Hasil                       |                        |     |        |   |
| 14 |   |   |   | Waktu                       | 14: 15: 00 GMT+7       |     |        |   |
| 15 |   |   |   | Lintang Tempal ( $\phi_x$ ) | -6° -58' -59,72" LS    |     |        |   |
| 16 |   |   |   | Bujur Tempal (BT)           | 110° 26' 46,19" BT     |     |        |   |
| 17 |   |   |   | Arah Kiblat (B)             | -65° 30' 22,02" UB     |     |        |   |
| 18 |   |   |   | Azimuth Kiblat              | 294° 29' 37,98" UTSB   |     |        |   |
| 19 |   |   |   | Arah Matahari (A)           | -73° 38' 59,52" SB     |     |        |   |
| 20 |   |   |   | Azimuth Matahari            | 253° 38' 59,52"        |     |        |   |
| 21 |   |   |   | Q                           | 40° 50' 38,46" (kanan) |     |        |   |
| 22 |   |   |   | q                           | 60,52 cm               |     |        |   |
| 23 |   |   |   | m                           | 92,53 cm               |     |        |   |
| 24 |   |   |   |                             |                        |     |        |   |
| 25 |   |   |   |                             |                        |     |        |   |

Gambar 3. 11 Hasil Perhitungan di Sheet Tampilan

Tabel 3. 10 Hasil Perhitungan di Sheet Tampilan

| Hasil |                  |  |
|-------|------------------|--|
| Waktu | 14: 15: 00 GMT+7 | Perhitungan!D<br>7 &<br>Perhitungan!G<br>7 |

|                      |                           |                     |
|----------------------|---------------------------|---------------------|
| Lintang Tempat       | -6° -58' -59,72" LS       | Perhitungan!D<br>9  |
| Bujur Tempat         | 110° 26' 46,19" BT        | Perhitungan!D<br>11 |
| Arah Kiblat (B)      | -65° 30' 22,02" UB        | Perhitungan!D<br>59 |
| Azimuth Kiblat       | 294° 29' 37,98"<br>UTSB   | Perhitungan!D<br>61 |
| Arah Matahari<br>(A) | -73° 38' 59,52" SB        | Perhitungan!D<br>75 |
| Azimuth<br>Matahari  | 253° 38' 59,52"           | Perhitungan!D<br>77 |
| Q                    | 40° 50' 38,46"<br>(kanan) | Perhitungan!D<br>84 |
| Sisi q               | 60,52 cm                  | Perhitungan!D<br>88 |
| Sisi m               | 92,53 cm                  | Perhitungan!D<br>90 |

## I. Penerapan Excel untuk Menentukan Arah Kiblat

### 1. Masukkan Data yang Diperlukan

Data yang diperlukan antara lain: tanggal penelitian, waktu penelitian dalam UT, lintang dan bujur tempat, panjang bayangan (g), serta lintang dan bujur Ka'bah. Karena metode yang akan dipakai adalah metode segitiga siku-siku dari bayangan matahari setiap saat, data lintang dan bujur Ka'bah disesuaikan dalam buku ILMU FALAK Arah Kiblat Setiap Saat karya Slamet Hambali,

yaitu lintang Ka'bah ( $\phi_k$ )  $21^\circ 25' 21,04''$  dan bujur Ka'bah (BK)  $39^\circ 49' 34,33''$ .

Penulis mengambil contoh menentukan arah kiblat pada tanggal 12 Juli 2022, pukul 08.50 WIB, lintang tempat ( $\Phi_x$ )  $-6^\circ 59' 28''$ , bujur tempat (BT)  $110^\circ 20' 59''$ , panjang bayangan matahari (g) 30 cm, lintang Ka'bah ( $\phi_k$ )  $21^\circ 25' 21,04''$ , dan bujur Ka'bah (BK)  $39^\circ 49' 34,33''$ .

|    | A | B | C | D                           | E                      | F   | G   | H | I | J |
|----|---|---|---|-----------------------------|------------------------|-----|-----|---|---|---|
| 2  |   |   |   |                             |                        |     |     |   |   |   |
| 3  |   |   |   | Jean Meeus                  |                        |     |     |   |   |   |
| 4  |   |   |   | T/B/H                       | 2022                   | 7   | 12  |   |   |   |
| 5  |   |   |   | Jam (UT)                    | 1                      | 50  | 0   |   |   |   |
| 6  |   |   |   | Lintang Tempat ( $\phi_x$ ) | -6                     | -59 | -28 |   |   |   |
| 7  |   |   |   | Bujur Tempat (BT)           | 110                    | 20  | 59  |   |   |   |
| 8  |   |   |   | Bujur Daerah (BD)           | 105                    | 0   | 0   |   |   |   |
| 9  |   |   |   | Panjang b                   | 30                     | cm  |     |   |   |   |
| 10 |   |   |   | Lintang Ka'bah ( $\phi_k$ ) | 21° 25' 21,04" LU      |     |     |   |   |   |
| 11 |   |   |   | Bujur Ka'bah (BK)           | 39° 49' 34,33" BT      |     |     |   |   |   |
| 12 |   |   |   |                             |                        |     |     |   |   |   |
| 13 |   |   |   | Hasil                       |                        |     |     |   |   |   |
| 14 |   |   |   | Waktu                       | 08: 50: 00 GMT+7       |     |     |   |   |   |
| 15 |   |   |   | Lintang Tempat ( $\phi_x$ ) | -6° -59' -28" LS       |     |     |   |   |   |
| 16 |   |   |   | Bujur Tempat (BT)           | 110° 20' 59" BT        |     |     |   |   |   |
| 17 |   |   |   | Arah Kiblat (B)             | -65° 28' 53,82" UB     |     |     |   |   |   |
| 18 |   |   |   | Azimuth Kiblat              | 294° 31' 06,18" UTSB   |     |     |   |   |   |
| 19 |   |   |   | Arah Matahari (A)           | 54° 38' 15,79" UT      |     |     |   |   |   |
| 20 |   |   |   | Azimuth Matahari            | 54° 38' 15,79"         |     |     |   |   |   |
| 21 |   |   |   | Q                           | 59° 52' 50,38" (kanan) |     |     |   |   |   |
| 22 |   |   |   | q                           | 51,71 cm               |     |     |   |   |   |
| 23 |   |   |   | m                           | 59,78 cm               |     |     |   |   |   |

## 2. Catat Data Hasil Perhitungan

Berikut hasil perhitungan dari Excel penerapan algoritma deklinasi matahari dan *equation of time* Jean Meeus *low accuracy* untuk menentukan arah kiblat:

$$- \text{Arah Kiblat (B)} = -65^\circ 28' 53,82'' \text{ UB}$$

- Azimuth Kiblat =  $294^{\circ} 31' 06,18''$  UTSB
- Arah Matahari (A) =  $54^{\circ} 38' 15,79''$  UT
- Azimuth Matahari =  $54^{\circ} 38' 15,79''$
- Q =  $59^{\circ} 52' 50,38''$  kanan
- (q) = 51,71 cm
- (m) = 59,78 cm

### 3. Pengukuran Arah Kiblat di Lapangan

#### 1) Siapkan Alat yang Diperlukan

Alat yang dibutuhkan adalah:

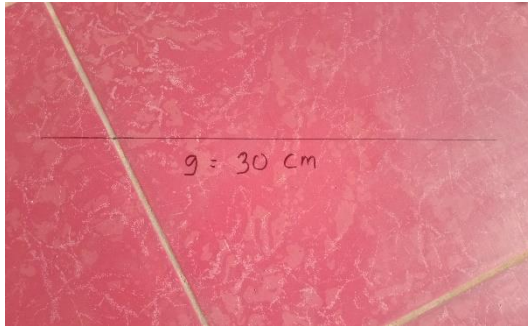
- Benda yang berdiri tegak
- Penggaris dan penggaris busur/penggaris siku-siku
- Spidol

#### 2) Tarik Garis Sepanjang Bayangan Matahari (g)

Usahakan, ambil garis dari tengah-tengah bayangan.



Gambar 3. 12 Membuat Garis dari Bayangan Matahari



Gambar 3. 13 Garis g

- 3) Buat Garis Tegak Lurus dengan Garis Sepanjang Bayangan Matahari (q)  
Perlu diperhatikan, pilih titik yang mendekati arah kiblat. Karena hasil perhitungan menghasilkan arah ke kanan, buat garis ke kanan (g).



Gambar 3. 14 Membuat Garis yang Tegak Lurus dengan g



Gambar 3. 15 Garis q

- 4) Buat Garis yang Menghubungkan Ujung (g) dan (q).  
Garis inilah garis m atau sisi miring yang merupakan arah kiblat yang dicari.





Gambar 3. 16 Garis m atau Arah Kiblat

## BAB IV

### ANALISIS DEKLINASI MATAHARI DAN *EQUATION OF TIME* JEAN MEEUS *LOW* ACCURACY SERTA PENERAPANNYA DALAM PENENTUAN ARAH KIBLAT

#### A. Analisis Deklinasi Matahari dan *Equation of Time* Jean Meeus *Low Accuracy*

Pada sub bab ini, penulis akan mengkomparasikan deklinasi matahari dan *equation of time* Jean Meeus *low accuracy* dengan deklinasi matahari dan *equation of time* Ephemeris. Seperti yang sudah dijelaskan bab-bab sebelumnya, keakuratan metode segitiga siku-siku ditentukan oleh data yang diambil, salah satunya data deklinasi matahari dan *equation of time*. Alasan pemakaian Ephemeris sebagai data pembanding karena Ephemeris menggunakan algoritma Jean Meeus *high accuracy*.

Pertama, penulis akan mengkomparasikan data deklinasi matahari. Penulis mengambil sampel data deklinasi matahari tanggal 1 Januari-31 Desember 2022 jam 00 UT, kemudian dikomparasikan dengan data deklinasi matahari tanggal 1 Januari-31 Desember 2022 jam 00 UT dalam Ephemeris. Setelah itu, penulis mencari beda dari dua deklinasi matahari tersebut dan dibuat rata-rata setiap bulannya. Berikut tabel beda rata-rata deklinasi matahari Jean Meeus *low accuracy* dengan deklinasi matahari Ephemeris.

Tabel 4. 1 Rata-Rata Deklinasi Jam 00 UT

| No | Bulan     | Beda deklinasi rata-rata |
|----|-----------|--------------------------|
| 1  | Januari   | 00° 00' 04,35"           |
| 2  | Februari  | 00° 00' 06,04"           |
| 3  | Maret     | 00° 00' 04,00"           |
| 4  | April     | 00° 00' 01,40"           |
| 5  | Mei       | 00° 00' 01,68"           |
| 6  | Juni      | 00° 00' 01,07"           |
| 7  | Juli      | 00° 00' 01,42"           |
| 8  | Agustus   | 00° 00' 02,32"           |
| 9  | September | 00° 00' 02,07"           |
| 10 | Oktober   | 00° 00' 02,58"           |
| 11 | November  | 00° 00' 03,40"           |
| 12 | Desember  | 00° 00' 01,55"           |

Dari tabel 4.1, penulis menemukan bahwa beda rata-rata terbesar deklinasi matahari Jean Meeus *low accuracy* dengan deklinasi matahari Ephemeris sebesar 6,04" pada bulan Februari. Untuk beda rata-rata terkecil sebesar 1,07" pada bulan Juni. Karena data tersebut masih berupa rata-rata, akan ada data yang nilainya lebih besar atau lebih kecil dari nilai rata-rata. Untuk itu, penulis akan menyajikan data komparasi deklinasi matahari Jean Meeus *low accuracy* dengan deklinasi matahari Ephemeris beserta bedanya, dari data tersebut kita bisa tahu berapa rentan bedanya. Berikut data deklinasi matahari Jean Meeus *low accuracy* dan data deklinasi matahari Ephemeris bulan Februari dan Juni.

Tabel 4. 2 Deklinasi Bulan Februari Jam 00 UT

| Tanggal | Jam | Deklinasi<br>Jean Meeus | Deklinasi<br>Ephemeris | Beda |
|---------|-----|-------------------------|------------------------|------|
| 1       | 0   | -17° 10' 01"            | -17° 10' 08"           | 7"   |
| 2       | 0   | -16° 52' 52"            | -16° 52' 58"           | 6"   |
| 3       | 0   | -16° 35' 26"            | -16° 35' 32"           | 6"   |
| 4       | 0   | -16° 17' 42"            | -16° 17' 47"           | 5"   |
| 5       | 0   | -15° 59' 41"            | -15° 59' 46"           | 5"   |
| 6       | 0   | -15° 41' 24"            | -15° 41' 29"           | 5"   |
| 7       | 0   | -15° 22' 50"            | -15° 22' 55"           | 5"   |
| 8       | 0   | -15° 04' 01"            | -15° 04' 05"           | 4"   |
| 9       | 0   | -14° 44' 57"            | -14° 45' 01"           | 4"   |
| 10      | 0   | -14° 25' 37"            | -14° 25' 41"           | 4"   |
| 11      | 0   | -14° 06' 03"            | -14° 06' 08"           | 5"   |
| 12      | 0   | -13° 46' 16"            | -13° 46' 20"           | 4"   |
| 13      | 0   | -13° 26' 14"            | -13° 26' 19"           | 5"   |
| 14      | 0   | -13° 06' 00"            | -13° 06' 04"           | 4"   |
| 15      | 0   | -12° 45' 32"            | -12° 45' 37"           | 5"   |
| 16      | 0   | -12° 24' 53"            | -12° 24' 58"           | 5"   |
| 17      | 0   | -12° 04' 01"            | -12° 04' 07"           | 6"   |
| 18      | 0   | -11° 42' 58"            | -11° 43' 04"           | 6"   |
| 19      | 0   | -11° 21' 43"            | -11° 21' 50"           | 7"   |
| 20      | 0   | -11° 00' 18"            | -11° 00' 26"           | 8"   |
| 21      | 0   | -10° 38' 43"            | -10° 38' 51"           | 8"   |
| 22      | 0   | -10° 16' 58"            | -10° 17' 06"           | 8"   |
| 23      | 0   | -09° 55' 03"            | -09° 55' 11"           | 8"   |
| 24      | 0   | -09° 32' 59"            | -09° 33' 08"           | 9"   |

|    |   |              |              |    |
|----|---|--------------|--------------|----|
| 25 | 0 | -09° 10' 47" | -09° 10' 55" | 8" |
| 26 | 0 | -08° 48' 26" | -08° 48' 34" | 8" |
| 27 | 0 | -08° 25' 58" | -08° 25' 05" | 7" |
| 28 | 0 | -08° 03' 22" | -08° 03' 29" | 7" |

Tabel 4. 3 Deklinasi Bulan Juni Jam 00 UT

| Tanggal | Jam | Deklinasi<br>Jean Meeus | Deklinasi<br>Ephemeris | Beda |
|---------|-----|-------------------------|------------------------|------|
| 1       | 0   | 22° 01' 18"             | 22° 01' 20"            | -2"  |
| 2       | 0   | 22° 09' 20"             | 22° 09' 22"            | -2"  |
| 3       | 0   | 22° 16' 59"             | 22° 17' 02"            | -3"  |
| 4       | 0   | 22° 24' 15"             | 22° 24' 18"            | -3"  |
| 5       | 0   | 22° 31' 08"             | 22° 31' 11"            | -3"  |
| 6       | 0   | 22° 37' 37"             | 22° 37' 39"            | -2"  |
| 7       | 0   | 22° 43' 42"             | 22° 43' 44"            | -2"  |
| 8       | 0   | 22° 49' 23"             | 22° 49' 25"            | -2"  |
| 9       | 0   | 22° 54' 40"             | 22° 54' 42"            | -2"  |
| 10      | 0   | 22° 59' 32"             | 22° 59' 34"            | -2"  |
| 11      | 0   | 23° 04' 01"             | 23° 04' 02"            | -1"  |
| 12      | 0   | 23° 08' 05"             | 23° 08' 06"            | -1"  |
| 13      | 0   | 23° 11' 45"             | 23° 11' 46"            | -1"  |
| 14      | 0   | 23° 15' 00"             | 23° 15' 00"            | 0"   |
| 15      | 0   | 23° 17' 50"             | 23° 17' 51"            | -1"  |
| 16      | 0   | 23° 20' 16"             | 23° 20' 16"            | 0"   |
| 17      | 0   | 23° 22' 17"             | 23° 22' 17"            | 0"   |
| 18      | 0   | 23° 23' 54"             | 23° 23' 54"            | 0"   |

|    |   |             |             |    |
|----|---|-------------|-------------|----|
| 19 | 0 | 23° 25' 06" | 23° 25' 05" | 1" |
| 20 | 0 | 23° 25' 52" | 23° 25' 52" | 0" |
| 21 | 0 | 23° 26' 14" | 23° 26' 14" | 0" |
| 22 | 0 | 23° 26' 12" | 23° 26' 11" | 1" |
| 23 | 0 | 23° 25' 44" | 23° 25' 44" | 0" |
| 24 | 0 | 23° 24' 52" | 23° 24' 52" | 0" |
| 25 | 0 | 23° 23' 35" | 23° 23' 34" | 1" |
| 26 | 0 | 23° 21' 53" | 23° 21' 53" | 0" |
| 27 | 0 | 23° 19' 46" | 23° 19' 46" | 0" |
| 28 | 0 | 23° 17' 15" | 23° 17' 15" | 0" |
| 29 | 0 | 23° 14' 20" | 23° 14' 20" | 0" |
| 30 | 0 | 23° 11' 00" | 23° 10' 59" | 1" |

Dari tabel 4.2 dan tabel 4.3, penulis mendapatkan beda terbesar dan terkecil. Seperti yang sebelumnya dijelaskan, beda rata-rata terbesar pada bulan Februari, dan beda rata-rata terkecil pada bulan Juni. Dari tabel 4.2, penulis menemukan bahwa beda terbesar adalah 9 detik pada tanggal 24 Februari, sedangkan beda terkecil adalah 0 detik pada tanggal 14, 16, 17, 18, 20, 21, 23, 24, 26, 27, 28, dan 29 Juni. Maka dari itu, rentan beda deklinasi matahari antara Jean Meeus *low accuracy* dengan Ephemeris adalah 1-9 detik.

Perlu dicatat, bahwa data dengan beda 0 detik tidak hanya pada bulan Juni, bulan-bulan lain juga ada yang memiliki beda 0 detik. Hal lain yang perlu dicatat adalah, penelitian ini hanya mengambil sampel, jadi kemungkinan beda lebih dari 9 detik masih ada.

Setelah mengkomparasikan data deklinasi matahari, penulis akan mengkomparasikan data *equation of time*. Penulis mengambil sampel data *equation of time* tanggal 1 Januari-31 Desember 2022 jam 00 UT, kemudian dikomparasikan dengan data *equation of time* tanggal 1 Januari-31 Desember 2022 jam 00 UT dalam Ephemeris. Setelah itu, penulis mencari beda dari dua *equation of time* tersebut dan dibuat rata-rata setiap bulannya. Berikut tabel beda rata-rata *equation of time* Jean Meeus *low accuracy* dengan *equation of time* Ephemeris.

Tabel 4. 4 Rata-Rata *Equation of Time* Jam 00 UT

| No | Bulan     | Beda <i>equation of time</i> rata-rata |
|----|-----------|--|
| 1  | Januari   | 00 m 00,00s                            |
| 2  | Februari  | 00 m 00,04s                            |
| 3  | Maret     | 00 m 00,00s                            |
| 4  | April     | 00 m 00,07s                            |
| 5  | Mei       | 00 m 00,03s                            |
| 6  | Juni      | 00 m 00,00s                            |
| 7  | Juli      | 00 m 00,00s                            |
| 8  | Agustus   | 00 m 00,00s                            |
| 9  | September | 00 m 00,00s                            |
| 10 | Oktober   | 00 m 00,00s                            |
| 11 | November  | 00 m 00,03s                            |
| 12 | Desember  | 00 m 00,03s                            |

Sebenarnya beda terbesar beda *equation of time* hanya 1 detik. Alasan mengapa bulan April memiliki beda terbesar karena pada bulan tersebut ada dua hari yang memiliki beda 1

detik. Dari penelitian penulis, hanya sedikit data yang memiliki beda *equation of time*. Tanggal yang memiliki beda *equation of time* antara lain tanggal 6 Februari, 27 April, 30 April, 24 Mei, 27 November, dan 7 Desember 2022. Berikut penulis sajikan tabel *equation of time* bulan April 2022 jam 00 UT.

Tabel 4. 5 *Equation of Time* Bulan April Jam 00 UT

| Tanggal | Jam | Eot Jean Meeus | Eot Ephemeris | Beda |
|---------|-----|----------------|---------------|------|
| 1       | 0   | -04 m 00 s     | -03 m 60 s    | 0 s  |
| 2       | 0   | -03 m 42 s     | -03 m 42 s    | 0 s  |
| 3       | 0   | -03 m 24 s     | -03 m 24 s    | 0 s  |
| 4       | 0   | -03 m 07 s     | -03 m 07 s    | 0 s  |
| 5       | 0   | -02 m 49 s     | -02 m 49 s    | 0 s  |
| 6       | 0   | -02 m 32 s     | -02 m 32 s    | 0 s  |
| 7       | 0   | -02 m 15 s     | -02 m 15 s    | 0 s  |
| 8       | 0   | -01 m 59 s     | -01 m 59 s    | 0 s  |
| 9       | 0   | -01 m 42 s     | -01 m 42 s    | 0 s  |
| 10      | 0   | -01 m 26 s     | -01 m 26 s    | 0 s  |
| 11      | 0   | -01 m 10 s     | -01 m 10 s    | 0 s  |
| 12      | 0   | -00 m 54 s     | -00 m 54 s    | 0 s  |
| 13      | 0   | -00 m 39 s     | -00 m 39 s    | 0 s  |
| 14      | 0   | -00 m 24 s     | -00 m 24 s    | 0 s  |
| 15      | 0   | -00 m 09 s     | -00 m 09 s    | 0 s  |
| 16      | 0   | 00 m 05 s      | 00 m 05 s     | 0 s  |
| 17      | 0   | 00 m 19 s      | 00 m 19 s     | 0 s  |
| 18      | 0   | 00 m 33 s      | 00 m 33 s     | 0 s  |
| 19      | 0   | 00 m 46 s      | 00 m 46 s     | 0 s  |



|    |   |           |           |     |
|----|---|-----------|-----------|-----|
| 20 | 0 | 00 m 59 s | 00 m 59 s | 0 s |
| 21 | 0 | 01 m 11 s | 01 m 11 s | 0 s |
| 22 | 0 | 01 m 23 s | 01 m 23 s | 0 s |
| 23 | 0 | 01 m 35 s | 01 m 35 s | 0 s |
| 24 | 0 | 01 m 46 s | 01 m 46 s | 0 s |
| 25 | 0 | 01 m 57 s | 01 m 57 s | 0 s |
| 26 | 0 | 02 m 07 s | 02 m 07 s | 0 s |
| 27 | 0 | 02 m 17 s | 02 m 16 s | 1 s |
| 28 | 0 | 02 m 26 s | 02 m 26 s | 0 s |
| 29 | 0 | 02 m 34 s | 02 m 34 s | 0 s |
| 30 | 0 | 02 m 43 s | 02 m 42 s | 1 s |

Dari tabel 4.5 penulis menemukan bahwa beda *equation of time* hanya sebesar 1 detik pada tanggal 27 April dan 31 April 2022. Kembali perlu dicatat, penelitian ini hanya mengambil sampel, jadi kemungkinan ada data lain yang memiliki beda 1 detik masih ada.

Dari tabel 4.1, tabel 4.2, tabel 4.3, tabel 4.4, dan tabel 4.5, penulis menemukan bahwa beda deklinasi matahari antara Jean Meeus *low accuracy* dengan Ephemeris berkisar 0-9 detik, sedangkan *equation of time* hanya sebesar 1 detik. Walaupun begitu, penulis belum bisa membuat kesimpulan dari data ini. Untuk mengetahui apakah deklinasi matahari dan *equation of time* Jean Meeus *low accuracy* ini bisa ditoleransi penggunaannya untuk menentukan arah kiblat atau tidak, perlu analisis lain dari segi penerapan algoritma deklinasi matahari dan *equation of time* untuk perhitungan arah kiblat.

## B. Analisis Penerapan Deklinasi Matahari dan *Equation of Time* Jean Meeus *Low Accuracy* untuk Menentukan Arah Kiblat

Imam Syafi'i merumuskan tiga jenis kiblat, yaitu: *qiblat yaqin*, *qiblat zhan*, dan *qiblat ijihad*.<sup>1</sup> Jarak Indonesia cukup jauh dari Ka'bah, sehingga kiblat Indonesia adalah *qiblat ijihad*. Simpangan arah kiblat yang diperbolehkan atau *ihtiyatul qiblat* di Indonesia adalah  $0^{\circ} 24'$  ( $0,4^{\circ}$ ).<sup>2</sup> Dalam literasi lain disebutkan bahwa toleransi arah kiblat sebesar  $0^{\circ} 6' 36''$  dan  $-0^{\circ} 10' 12''$ .<sup>3</sup> Akan tetapi, dalam menentukan arah kiblat harus diupayakan menghadap ke arah yang presisi.<sup>4</sup>

Dalam penentuan arah kiblat ini, penulis menggunakan titik acuan Masjid Al-Ikhlâs di kabupaten Tegal. Koordinat masjid  $7^{\circ} 01' 39''$  LS  $109^{\circ} 04' 01''$  dan jarak 8.183 km dari Ka'bah. Data tersebut penulis dapat dari aplikasi Google Earth versi 9.162.0.2.

### 1. Penentuan Arah Kiblat Menggunakan Deklinasi Matahari dan *Equation of Time* Jean Meeus *Low Accuracy*

Dalam penelitian ini penulis mengambil lima contoh penentuan arah kiblat. Penulis akan menentukan arah kiblat pada tanggal 17 Juni 2022, 8 Agustus 2022, 20

---

<sup>1</sup> Muh. Ma'rufin Sudiby, *Sang Nabi Pun Berputar* (Solo: PT Tiga Serangkai Pustaka Mandiri, 2011), 76-143.

<sup>2</sup> *Ibid.*, 142-143.

<sup>3</sup> Zainul Arifin, "Toleransi Penyimpangan Pengukuran Arah Kiblat", *Elfalaky: Jurnal Ilmu Falak*, vol. 2, no. 1, 2018, 69.

<sup>4</sup> Siti Nurul Iffah FARidah, "Toleransi Arah Kiblat Menurut Maazhab Hanafi dalam Perspektif Fikih dan Astronomi", *Tesis Pascasarjana UIN Walisongo* (Semarang, 2017), 130.

Desember 2922 dan 24 Februari 2022 jam 09.10 WIB serta 30 April 2022 jam 07.50 WIB. Pengambilan data didasarkan pada tanggal yang memiliki beda deklinasi terbesar dan terkecil saat matahari di utara ekuator, tanggal yang memiliki beda deklinasi terbesar dan terkecil saat matahari di selatan ekuator, dan tanggal yang memiliki beda *equation of time* 1 detik.

Data pada tanggal 17 Juni menjadi salah satu contoh data yang memiliki beda deklinasi 0 saat matahari di utara ekuator. Data pada tanggal 8 Agustus menjadi salah satu contoh data yang memiliki beda terbesar saat matahari di utara ekuator. Data pada tanggal 20 Desember menjadi salah satu contoh data yang memiliki beda deklinasi 0 saat matahari di selatan ekuator. Data pada tanggal 24 Februari menjadi salah satu contoh data yang memiliki beda terbesar saat matahari di selatan ekuator. Sedangkan 30 April 2022 menjadi salah satu contoh data dengan beda *equation of time* terbesar, yaitu 1 detik.

Di sini penulis akan menganalisis data apa yang paling berpengaruh pada penyimpangan arah kiblat? Data apa saja yang terpengaruh perbedaan penggunaan deklinasi dan *equation of time*?

Sebelum melakukan perhitungan arah kiblat, ada beberapa hal yang perlu diperhatikan. Karena data deklinasi matahari dan *equation of time* menggunakan *universal time*, ubah terlebih dahulu waktu penelitian menjadi jam UT. Karena Indonesia masuk GMT +7, waktu UTnya berarti dikurangi 7. Misal penelitian dilakukan jam

09.10 WIB, maka data deklinasi matahari dan *equation of time* yang diambil adalah saat jam 2. Perlu diperhatikan lagi, karena jamnya lewat 10 menit, perlu adanya interpolasi waktu. Maka data deklinasi matahari dan *equation of time* yang diambil adalah saat jam 2 dan 3, kemudian dilakukan interpolasi. Sama seperti sub bab sebelumnya, data Ephemeris digunakan sebagai data pembanding. Maka dari itu, penulis juga melakukan perhitungan arah kiblat menggunakan data Ephemeris, yang kemudian hasilnya akan dikomparasikan.

Berikut perhitungan arah kiblat tanggal 17 Juni, 8 Agustus, 20 Desember, 24 Ferbruari, dan 30 April 2022 jam 09.10 WIB.

1) 17 Juni 2022 Jam 09.10 WIB

Tabel 4. 6 Deklinasi 17 Juni 2022

| Jam | Deklinasi Jean Meeus | Deklinasi Ephemeris | Beda |
|-----|----------------------|---------------------|------|
| 0   | 23° 22' 17"          | 23° 22' 17"         | 0    |
| 1   | 23° 22' 22"          | 23° 22' 22"         | 0    |
| 2   | 23° 22' 26"          | 23° 22' 26"         | 0    |
| 3   | 23° 22' 31"          | 23° 22' 31"         | 0    |
| 4   | 23° 22' 35"          | 23° 22' 35"         | 0    |
| 5   | 23° 22' 40"          | 23° 22' 39"         | 1    |
| 6   | 23° 22' 44"          | 23° 22' 44"         | 0    |
| 7   | 23° 22' 48"          | 23° 22' 48"         | 0    |
| 8   | 23° 22' 52"          | 23° 22' 52"         | 0    |
| 9   | 23° 22' 57"          | 23° 22' 56"         | 1    |

|    |             |             |   |
|----|-------------|-------------|---|
| 10 | 23° 23' 01" | 23° 23' 00" | 1 |
| 11 | 23° 23' 05" | 23° 23' 05" | 0 |
| 12 | 23° 23' 09" | 23° 23' 09" | 0 |
| 13 | 23° 23' 13" | 23° 23' 13" | 0 |
| 14 | 23° 23' 17" | 23° 23' 17" | 0 |
| 15 | 23° 23' 21" | 23° 23' 20" | 1 |
| 16 | 23° 23' 25" | 23° 23' 24" | 1 |
| 17 | 23° 23' 28" | 23° 23' 28" | 0 |
| 18 | 23° 23' 32" | 23° 23' 32" | 0 |
| 19 | 23° 23' 36" | 23° 23' 36" | 0 |
| 20 | 23° 23' 40" | 23° 23' 39" | 1 |
| 21 | 23° 23' 43" | 23° 23' 43" | 0 |
| 22 | 23° 23' 47" | 23° 23' 47" | 0 |
| 23 | 23° 23' 50" | 23° 23' 50" | 0 |

Tabel 4. 7 *Equation of Time* 17 Juni 2022

| Jam | Eot<br>Jean Meeus | Eot<br>Ephemeris | Beda |
|-----|-------------------|------------------|------|
| 0   | -00 m 50 s        | -00 m 50 s       | 0    |
| 1   | -00 m 50 s        | -00 m 50 s       | 0    |
| 2   | -00 m 51 s        | -00 m 51 s       | 0    |
| 3   | -00 m 51 s        | -00 m 51 s       | 0    |
| 4   | -00 m 52 s        | -00 m 52 s       | 0    |
| 5   | -00 m 53 s        | -00 m 53 s       | 0    |
| 6   | -00 m 53 s        | -00 m 53 s       | 0    |
| 7   | -00 m 54 s        | -00 m 54 s       | 0    |
| 8   | -00 m 54 s        | -00 m 54 s       | 0    |

|    |            |            |   |
|----|------------|------------|---|
| 9  | -00 m 55 s | -00 m 55 s | 0 |
| 10 | -00 m 55 s | -00 m 55 s | 0 |
| 11 | -00 m 56 s | -00 m 56 s | 0 |
| 12 | -00 m 56 s | -00 m 56 s | 0 |
| 13 | -00 m 57 s | -00 m 57 s | 0 |
| 14 | -00 m 57 s | -00 m 57 s | 0 |
| 15 | -00 m 58 s | -00 m 58 s | 0 |
| 16 | -00 m 58 s | -00 m 58 s | 0 |
| 17 | -00 m 59 s | -00 m 59 s | 0 |
| 18 | -01 m 00 s | -00 m 60 s | 0 |
| 19 | -01 m 00 s | -01 m 00 s | 0 |
| 20 | -01 m 01 s | -01 m 01 s | 0 |
| 21 | -01 m 01 s | -01 m 01 s | 0 |
| 22 | -01 m 02 s | -01 m 02 s | 0 |
| 23 | -01 m 02 s | -01 m 02 s | 0 |

Dari tabel 4.6 dan 4.7, diketahui data deklinasi matahari dan *equation of time* sebagai berikut:

- Deklinasi Jean Meeus jam 2 =  $23^{\circ} 22' 26''$
- Deklinasi Jean Meeus jam 3 =  $23^{\circ} 22' 31''$
- Deklinasi Jean Meeus jam 2:10 =  $23^{\circ} 22' 27,21''$
- Eot Jean Meeus jam 2 = -00 m 51 s
- Eot Jean Meeus jam 3 = -00 m 51 s
- Eot Jean Meeus jam 2:10 = -00 m 50,98 s
- Deklinasi Ephemeris jam 2 =  $23^{\circ} 22' 26''$
- Deklinasi Ephemeris jam 3 =  $23^{\circ} 22' 31''$

- Deklinasi Ephemeris jam 2:10 =  $23^{\circ} 22' 26,83''$
- Eot Ephemeris jam 2 = -00 m 51 s
- Eot Ephemeris jam 3 = -00 m 51 s
- Eot Ephemeris jam 2:10 = -00 m 51 s
- (g) = 100 m

Hasil Perhitungan:

Tabel 4. 8 Hasil Penentuan Arah Kiblat 17 Juni 2022 Jam 09.10 WIB

| No | Data              | Jean Meeus                          | Ephemeris                           |
|----|-------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 1  | Arah Kiblat (B)   | $-65^{\circ} 09' 52,92''$<br>UB     | $-65^{\circ} 09' 52,92''$<br>UB     |
| 2  | Azimuth Kiblat    | $294^{\circ} 50' 07,08''$ UTSB      | $294^{\circ} 50' 07,08''$ UTSB      |
| 3  | Arah Matahari (A) | $49^{\circ} 58' 24,03''$<br>UT      | $49^{\circ} 58' 24,65''$<br>UT      |
| 4  | Azimuth Matahari  | $49^{\circ} 58' 24,03''$            | $49^{\circ} 58' 24,65''$            |
| 5  | Q                 | $64^{\circ} 51' 43,05''$<br>(kanan) | $64^{\circ} 51' 42,44''$<br>(kanan) |
| 6  | (q)               | 213,11 cm                           | 213,11 cm                           |
| 7  | (m)               | 235,40 cm                           | 235,40 cm                           |

2) 8 Agustus 2022 Jam 09.10 WIB

Tabel 4. 9 Deklinasi 8 Agustus 2022

| Jam | Deklinasi<br>Jean Meeus | Deklinasi<br>Ephemeris | Beda |
|-----|-------------------------|------------------------|------|
| 0   | 16° 12' 06"             | 16° 12' 01"            | 5    |
| 1   | 16° 11' 23"             | 16° 11' 19"            | 4    |
| 2   | 16° 10' 41"             | 16° 10' 36"            | 5    |
| 3   | 16° 09' 58"             | 16° 09' 54"            | 4    |
| 4   | 16° 09' 16"             | 16° 09' 11"            | 5    |
| 5   | 16° 08' 33"             | 16° 08' 29"            | 4    |
| 6   | 16° 07' 50"             | 16° 07' 46"            | 4    |
| 7   | 16° 07' 08"             | 16° 07' 04"            | 4    |
| 8   | 16° 06' 25"             | 16° 06' 21"            | 4    |
| 9   | 16° 05' 43"             | 16° 05' 38"            | 5    |
| 10  | 16° 05' 00"             | 16° 05' 56"            | 4    |
| 11  | 16° 04' 17"             | 16° 04' 13"            | 4    |
| 12  | 16° 03' 34"             | 16° 03' 30"            | 4    |
| 13  | 16° 02' 52"             | 16° 02' 47"            | 5    |
| 14  | 16° 02' 09"             | 16° 02' 05"            | 4    |
| 15  | 16° 01' 26"             | 16° 01' 22"            | 4    |
| 16  | 16° 00' 43"             | 16° 00' 39"            | 4    |
| 17  | 16° 00' 00"             | 16° 00' 56"            | 4    |
| 18  | 15° 59' 17"             | 15° 59' 13"            | 4    |
| 19  | 15° 58' 34"             | 15° 58' 30"            | 4    |
| 20  | 15° 57' 51"             | 15° 57' 47"            | 4    |
| 21  | 15° 57' 08"             | 15° 57' 04"            | 4    |
| 22  | 15° 56' 25"             | 15° 56' 21"            | 4    |
| 23  | 15° 55' 42"             | 15° 55' 38"            | 4    |



Tabel 4. 10 *Equation of Time* 8 Agustus 2022

| Jam | Eot<br>Jean Meeus | Eot<br>Ephemeris | Beda |
|-----|-------------------|------------------|------|
| 0   | -05 m 44 s        | -05 m 44 s       | 0    |
| 1   | -05 m 43 s        | -05 m 43 s       | 0    |
| 2   | -05 m 43 s        | -05 m 43 s       | 0    |
| 3   | -05 m 43 s        | -05 m 43 s       | 0    |
| 4   | -05 m 42 s        | -05 m 42 s       | 0    |
| 5   | -05 m 42 s        | -05 m 42 s       | 0    |
| 6   | -05 m 42 s        | -05 m 42 s       | 0    |
| 7   | -05 m 41 s        | -05 m 42 s       | 1    |
| 8   | -05 m 41 s        | -05 m 41 s       | 0    |
| 9   | -05 m 41 s        | -05 m 41 s       | 0    |
| 10  | -05 m 40 s        | -05 m 41 s       | 1    |
| 11  | -05 m 40 s        | -05 m 40 s       | 0    |
| 12  | -05 m 40 s        | -05 m 40 s       | 0    |
| 13  | -05 m 39 s        | -05 m 40 s       | 1    |
| 14  | -05 m 39 s        | -05 m 39 s       | 0    |
| 15  | -05 m 39 s        | -05 m 39 s       | 0    |
| 16  | -05 m 38 s        | -05 m 39 s       | 1    |
| 17  | -05 m 38 s        | -05 m 38 s       | 0    |
| 18  | -05 m 38 s        | -05 m 38 s       | 0    |
| 19  | -05 m 37 s        | -05 m 37 s       | 0    |
| 20  | -05 m 37 s        | -05 m 37 s       | 0    |
| 21  | -05 m 37 s        | -05 m 37 s       | 0    |
| 22  | -05 m 36 s        | -05 m 36 s       | 0    |

|    |            |            |   |
|----|------------|------------|---|
| 23 | -05 m 36 s | -05 m 36 s | 0 |
|----|------------|------------|---|

Dari tabel 4.9 dan 4.10, diketahui data deklinasi matahari dan *equation of time* sebagai berikut:

- Deklinasi Jean Meeus jam 2 =  $16^{\circ} 10' 41''$
- Deklinasi Jean Meeus jam 3 =  $16^{\circ} 09' 58''$
- Deklinasi Jean Meeus jam 2:10 =  $16^{\circ} 10' 33,57''$
- Eot Jean Meeus jam 2 = -05 m 43 s
- Eot Jean Meeus jam 3 = -05 m 43 s
- Eot Jean Meeus jam 2:10 = -05 m 43,06 s
- Deklinasi Ephemeris jam 2 =  $16^{\circ} 10' 36''$
- Deklinasi Ephemeris jam 3 =  $16^{\circ} 09' 54''$
- Deklinasi Ephemeris jam 2:10 =  $16^{\circ} 10' 29,00''$
- Eot Ephemeris jam 2 = -05 m 43 s
- Eot Ephemeris jam 3 = -05 m 43 s
- Eot Ephemeris jam 2:10 = -05 m 43 s
- (g) = 100 m

Hasil Perhitungan:

Tabel 4. 11 Hasil Penentuan Arah Kiblat 8 Agustus 2022 Jam 09.10 WIB

| No | Data            | Jean Meeus                      | Ephemeris                       |
|----|-----------------|---------------------------------|---------------------------------|
| 1  | Arah Kiblat (B) | $-65^{\circ} 09' 52,92''$<br>UB | $-65^{\circ} 09' 52,92''$<br>UB |

|   |                   |                           |                           |
|---|-------------------|---------------------------|---------------------------|
| 2 | Azimuth Kiblat    | 294° 50' 07,08"<br>UTSB   | 294° 50' 07,08"<br>UTSB   |
| 3 | Arah Matahari (A) | 59° 13' 05,76"<br>UT      | 59° 13' 10,89"<br>UT      |
| 4 | Azimuth Matahari  | 59° 13' 05,76"            | 59° 13' 10,89"            |
| 5 | Q                 | 55° 37' 01,33"<br>(kanan) | 55° 36' 56,20"<br>(kanan) |
| 6 | (q)               | 146,14 cm                 | 146,13 cm                 |
| 7 | (m)               | 177,08 cm                 | 177,07 cm                 |

## 3) 20 Desember 2022 Jam 09.10 WIB

Tabel 4. 12 Deklinasi 20 Desember 2022

| Jam | Deklinasi Jean Meeus | Deklinasi Ephemeris | Beda |
|-----|----------------------|---------------------|------|
| 0   | -23° 25' 26"         | -23° 25' 26"        | 0    |
| 1   | -23° 25' 28"         | -23° 25' 28"        | 0    |
| 2   | -23° 25' 30"         | -23° 25' 30"        | 0    |
| 3   | -23° 25' 32"         | -23° 25' 32"        | 0    |
| 4   | -23° 25' 35"         | -23° 25' 34"        | 0    |
| 5   | -23° 25' 37"         | -23° 25' 36"        | 1    |
| 6   | -23° 25' 39"         | -23° 25' 38"        | 0    |
| 7   | -23° 25' 40"         | -23° 25' 40"        | 0    |
| 8   | -23° 25' 42"         | -23° 25' 42"        | 0    |
| 9   | -23° 25' 44"         | -23° 25' 44"        | 1    |
| 10  | -23° 25' 46"         | -23° 25' 46"        | 1    |
| 11  | -23° 25' 48"         | -23° 25' 48"        | 0    |

|    |              |              |   |
|----|--------------|--------------|---|
| 12 | -23° 25' 49" | -23° 25' 49" | 0 |
| 13 | -23° 25' 51" | -23° 25' 51" | 0 |
| 14 | -23° 25' 53" | -23° 25' 52" | 0 |
| 15 | -23° 25' 54" | -23° 25' 54" | 1 |
| 16 | -23° 25' 56" | -23° 25' 55" | 1 |
| 17 | -23° 25' 57" | -23° 25' 57" | 0 |
| 18 | -23° 25' 58" | -23° 25' 58" | 0 |
| 19 | -23° 26' 00" | -23° 26' 60" | 0 |
| 20 | -23° 26' 01" | -23° 26' 01" | 1 |
| 21 | -23° 26' 02" | -23° 26' 02" | 0 |
| 22 | -23° 26' 03" | -23° 26' 03" | 0 |
| 23 | -23° 26' 05" | -23° 26' 05" | 0 |

Tabel 4. 13 *Equation of Time* 20 Desember

| Jam | Eot<br>Jean Meeus | Eot<br>Ephemeris | Beda |
|-----|-------------------|------------------|------|
| 0   | 02 m 40 s         | 02 m 40 s        | 0    |
| 1   | 02 m 39 s         | 02 m 39 s        | 0    |
| 2   | 02 m 38 s         | 02 m 38 s        | 0    |
| 3   | 02 m 37 s         | 02 m 37 s        | 0    |
| 4   | 02 m 35 s         | 02 m 35 s        | 0    |
| 5   | 02 m 34 s         | 02 m 34 s        | 0    |
| 6   | 02 m 33 s         | 02 m 33 s        | 0    |
| 7   | 02 m 32 s         | 02 m 32 s        | 0    |
| 8   | 02 m 30 s         | 02 m 30 s        | 0    |
| 9   | 02 m 29 s         | 02 m 29 s        | 0    |
| 10  | 02 m 28 s         | 02 m 28 s        | 0    |

|    |           |           |   |
|----|-----------|-----------|---|
| 11 | 02 m 27 s | 02 m 27 s | 0 |
| 12 | 02 m 25 s | 02 m 25 s | 0 |
| 13 | 02 m 24 s | 02 m 24 s | 0 |
| 14 | 02 m 23 s | 02 m 23 s | 0 |
| 15 | 02 m 22 s | 02 m 22 s | 0 |
| 16 | 02 m 20 s | 02 m 21 s | 0 |
| 17 | 02 m 19 s | 02 m 19 s | 0 |
| 18 | 02 m 18 s | 02 m 18 s | 0 |
| 19 | 02 m 17 s | 02 m 17 s | 0 |
| 20 | 02 m 16 s | 02 m 16 s | 0 |
| 21 | 02 m 14 s | 02 m 14 s | 0 |
| 22 | 02 m 13 s | 02 m 13 s | 0 |
| 23 | 02 m 12 s | 02 m 12 s | 0 |

Dari tabel 4.12 dan 4.13, diketahui data deklinasi matahari dan *equation of time* sebagai berikut:

- Deklinasi Jean Meeus jam 2 =  $-23^{\circ} 25' 30''$
- Deklinasi Jean Meeus jam 3 =  $-23^{\circ} 25' 32''$
- Deklinasi Jean Meeus jam 2:10 =  $-23^{\circ} 25' 30,72''$
- Eot Jean Meeus jam 2 = 02 m 38 s
- Eot Jean Meeus jam 3 = 02 m 37 s
- Eot Jean Meeus jam 2:10 = 02 m 37,57 s
- Deklinasi Ephemeris jam 2 =  $-23^{\circ} 25' 30''$
- Deklinasi Ephemeris jam 3 =  $-23^{\circ} 25' 32''$
- Deklinasi Ephemeris jam 2:10 =  $-23^{\circ} 25' 30,33''$
- Eot Ephemeris jam 2 = 02 m 38 s

- Eot Ephemeris jam 3 = 02 m 37 s
- Eot Ephemeris jam 2:10 = 02 m 38 s
- (g) = 100 m

Hasil Perhitungan:

Tabel 4. 14 Hasil Penentuan Arah Kiblat 20 Desember 2022 Jam 09.10 WIB

| No | Data              | Jean Meeus                | Ephemeris                 |
|----|-------------------|---------------------------|---------------------------|
| 1  | Arah Kiblat (B)   | -65° 09' 52,92"<br>UB     | -65° 09' 52,92"<br>UB     |
| 2  | Azimuth Kiblat    | 294° 50'<br>07,08" UTSB   | 294° 50'<br>07,08" UTSB   |
| 3  | Arah Matahari (A) | -61° 26' 58,60"<br>ST     | -61° 26' 57,44"<br>ST     |
| 4  | Azimuth Matahari  | 118° 33'<br>01,40"        | 118° 33'<br>02,56"        |
| 5  | Q                 | 03° 42' 54,31"<br>(kanan) | 03° 42' 55,48"<br>(kanan) |
| 6  | (q)               | 6,49 cm                   | 6,49 cm                   |
| 7  | (m)               | 100,21 cm                 | 100,21 cm                 |

4) 24 Februari 2022 Jam 09.10 WIB

Tabel 4. 15 Deklinasi 24 Februari 2022

| Jam | Deklinasi Jean Meeus | Deklinasi Ephemeris | Beda |
|-----|----------------------|---------------------|------|
| 0   | -09° 32' 59"         | -09° 33' 08"        | 9    |

|    |              |              |   |
|----|--------------|--------------|---|
| 1  | -09° 32' 04" | -09° 32' 12" | 8 |
| 2  | -09° 31' 08" | -09° 31' 17" | 9 |
| 3  | -09° 30' 13" | -09° 30' 22" | 9 |
| 4  | -09° 29' 18" | -09° 29' 26" | 8 |
| 5  | -09° 28' 22" | -09° 28' 31" | 9 |
| 6  | -09° 27' 27" | -09° 27' 35" | 8 |
| 7  | -09° 26' 31" | -09° 26' 40" | 9 |
| 8  | -09° 25' 36" | -09° 25' 44" | 8 |
| 9  | -09° 24' 40" | -09° 24' 49" | 9 |
| 10 | -09° 23' 45" | -09° 23' 54" | 9 |
| 11 | -09° 22' 50" | -09° 22' 58" | 8 |
| 12 | -09° 21' 54" | -09° 22' 03" | 9 |
| 13 | -09° 20' 58" | -09° 21' 07" | 9 |
| 14 | -09° 20' 03" | -09° 20' 11" | 8 |
| 15 | -09° 19' 07" | -09° 19' 16" | 9 |
| 16 | -09° 18' 12" | -09° 18' 20" | 8 |
| 17 | -09° 17' 16" | -09° 17' 25" | 9 |
| 18 | -09° 16' 21" | -09° 16' 29" | 8 |
| 19 | -09° 15' 25" | -09° 15' 33" | 8 |
| 20 | -09° 14' 29" | -09° 14' 38" | 9 |
| 21 | -09° 13' 34" | -09° 13' 42" | 8 |
| 22 | -09° 12' 38" | -09° 12' 47" | 9 |
| 23 | -09° 11' 42" | -09° 11' 51" | 9 |

Tabel 4. 16 *Equation of Time* 24 Februari 2022

| Jam | Eot<br>Jean Meeus | Eot<br>Ephemeris | Beda |
|-----|-------------------|------------------|------|
|-----|-------------------|------------------|------|

|    |            |            |   |
|----|------------|------------|---|
| 0  | -13 m 16 s | -13 m 16 s | 0 |
| 1  | -13 m 16 s | -13 m 16 s | 0 |
| 2  | -13 m 16 s | -13 m 16 s | 0 |
| 3  | -13 m 15 s | -13 m 15 s | 0 |
| 4  | -13 m 15 s | -13 m 15 s | 0 |
| 5  | -13 m 14 s | -13 m 14 s | 0 |
| 6  | -13 m 14 s | -13 m 14 s | 0 |
| 7  | -13 m 14 s | -13 m 14 s | 0 |
| 8  | -13 m 13 s | -13 m 13 s | 0 |
| 9  | -13 m 13 s | -13 m 13 s | 0 |
| 10 | -13 m 13 s | -13 m 13 s | 0 |
| 11 | -13 m 12 s | -13 m 12 s | 0 |
| 12 | -13 m 12 s | -13 m 12 s | 0 |
| 13 | -13 m 11 s | -13 m 11 s | 0 |
| 14 | -13 m 11 s | -13 m 11 s | 0 |
| 15 | -13 m 11 s | -13 m 11 s | 0 |
| 16 | -13 m 10 s | -13 m 10 s | 0 |
| 17 | -13 m 10 s | -13 m 10 s | 0 |
| 18 | -13 m 10 s | -13 m 10 s | 0 |
| 19 | -13 m 09 s | -13 m 09 s | 0 |
| 20 | -13 m 09 s | -13 m 09 s | 0 |
| 21 | -13 m 08 s | -13 m 08 s | 0 |
| 22 | -13 m 08 s | -13 m 08 s | 0 |
| 23 | -13 m 08 s | -13 m 08 s | 0 |

Dari tabel 4.15 dan 4.16, diketahui data deklinasi matahari dan *equation of time* sebagai berikut:



- Deklinasi Jean Meeus jam 2 =  $-09^{\circ} 31' 08''$
- Deklinasi Jean Meeus jam 3 =  $-09^{\circ} 30' 13''$
- Deklinasi Jean Meeus jam 2:10 =  $23^{\circ} 22' 27,21''$
- Eot Jean Meeus jam 2 = -13 m 16 s
- Eot Jean Meeus jam 3 = -13 m 15 s
- Eot Jean Meeus jam 2:10 = -13 m 15,48 s
- Deklinasi Ephemeris jam 2 =  $-09^{\circ} 31' 17''$
- Deklinasi Ephemeris jam 3 =  $-09^{\circ} 30' 22''$
- Deklinasi Ephemeris jam 2:10 =  $23^{\circ} 22' 26,83''$
- Eot Ephemeris jam 2 = -13 m 16 s
- Eot Ephemeris jam 3 = -13 m 15 s
- Eot Ephemeris jam 2:10 = -13 m 16 s
- (g) = 100 m

Hasil Perhitungan:

Tabel 4. 17 Hasil Penentuan Arah Kiblat 24 Februari 2022 Jam 09.10 WIB

| No | Data              | Jean Meeus                      | Ephemeris                       |
|----|-------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| 1  | Arah Kiblat (B)   | $-65^{\circ} 09' 52,92''$<br>UB | $-65^{\circ} 09' 52,92''$<br>UB |
| 2  | Azimuth Kiblat    | $294^{\circ} 50' 07,08''$ UTSB  | $294^{\circ} 50' 07,08''$ UTSB  |
| 3  | Arah Matahari (A) | $-83^{\circ} 33' 54,27''$<br>ST | $-83^{\circ} 33' 41,27''$<br>ST |

|   |                  |                           |                           |
|---|------------------|---------------------------|---------------------------|
| 4 | Azimuth Matahari | 96° 26' 05,73"            | 96° 26' 18,73"            |
| 5 | Q                | 18° 24' 01,35"<br>(kanan) | 18° 23' 48,35"<br>(kanan) |
| 6 | (q)              | 33,27 cm                  | 33,26 cm                  |
| 7 | (m)              | 105,39 cm                 | 105,39 cm                 |

5) 30 April 2022 Jam 07.50 WIB

Tabel 4. 18 Deklinasi 30 April 2022

| Jam | Deklinasi Jean Meeus | Deklinasi Ephemeris | Beda |
|-----|----------------------|---------------------|------|
| 0   | 14° 42' 02"          | 14° 42' 03"         | 1    |
| 1   | 14° 42' 48"          | 14° 42' 49"         | 1    |
| 2   | 14° 43' 34"          | 14° 43' 35"         | 1    |
| 3   | 14° 44' 21"          | 14° 44' 21"         | 0    |
| 4   | 14° 45' 07"          | 14° 45' 07"         | 0    |
| 5   | 14° 45' 53"          | 14° 45' 53"         | 0    |
| 6   | 14° 46' 39"          | 14° 46' 39"         | 0    |
| 7   | 14° 47' 25"          | 14° 47' 25"         | 0    |
| 8   | 14° 48' 11"          | 14° 48' 11"         | 0    |
| 9   | 14° 48' 57"          | 14° 48' 57"         | 0    |
| 10  | 14° 49' 42"          | 14° 49' 43"         | 1    |
| 11  | 14° 50' 28"          | 14° 50' 29"         | 1    |
| 12  | 14° 51' 14"          | 14° 51' 15"         | 1    |
| 13  | 14° 52' 00"          | 14° 52' 01"         | 1    |
| 14  | 14° 52' 46"          | 14° 52' 47"         | 1    |

|    |             |             |   |
|----|-------------|-------------|---|
| 15 | 14° 53' 32" | 14° 53' 32" | 0 |
| 16 | 14° 54' 17" | 14° 54' 18" | 1 |
| 17 | 14° 55' 03" | 14° 55' 04" | 1 |
| 18 | 14° 55' 49" | 14° 55' 50" | 1 |
| 19 | 14° 56' 34" | 14° 56' 35" | 1 |
| 20 | 14° 57' 20" | 14° 57' 21" | 1 |
| 21 | 14° 58' 06" | 14° 58' 07" | 1 |
| 22 | 14° 58' 51" | 14° 58' 52" | 1 |
| 23 | 14° 59' 37" | 14° 59' 38" | 1 |

Tabel 4. 19 *Equation of Time* 30 April 2022

| Jam | Eot<br>Jean Meeus | Eot<br>Ephemeris | Beda |
|-----|-------------------|------------------|------|
| 0   | 02 m 43 s         | 02 m 42 s        | 1    |
| 1   | 02 m 43 s         | 02 m 43 s        | 0    |
| 2   | 02 m 43 s         | 02 m 43 s        | 0    |
| 3   | 02 m 43 s         | 02 m 43 s        | 0    |
| 4   | 02 m 44 s         | 02 m 44 s        | 0    |
| 5   | 02 m 44 s         | 02 m 44 s        | 0    |
| 6   | 02 m 44 s         | 02 m 44 s        | 0    |
| 7   | 02 m 45 s         | 02 m 45 s        | 0    |
| 8   | 02 m 45 s         | 02 m 45 s        | 0    |
| 9   | 02 m 45 s         | 02 m 45 s        | 0    |
| 10  | 02 m 46 s         | 02 m 46 s        | 0    |
| 11  | 02 m 46 s         | 02 m 46 s        | 0    |
| 12  | 02 m 46 s         | 02 m 46 s        | 0    |
| 13  | 02 m 47 s         | 02 m 47 s        | 0    |

|    |           |           |   |
|----|-----------|-----------|---|
| 14 | 02 m 47 s | 02 m 47 s | 0 |
| 15 | 02 m 47 s | 02 m 47 s | 0 |
| 16 | 02 m 48 s | 02 m 48 s | 0 |
| 17 | 02 m 48 s | 02 m 48 s | 0 |
| 18 | 02 m 48 s | 02 m 48 s | 0 |
| 19 | 02 m 49 s | 02 m 48 s | 1 |
| 20 | 02 m 49 s | 02 m 49 s | 0 |
| 21 | 02 m 49 s | 02 m 49 s | 0 |
| 22 | 02 m 49 s | 02 m 49 s | 0 |
| 23 | 02 m 50 s | 02 m 50 s | 0 |

Dari tabel 4.18 dan 4.19, diketahui data deklinasi matahari dan *equation of time* sebagai berikut:

- Deklinasi Jean Meeus jam 0 =  $14^{\circ} 42' 02''$
- Deklinasi Jean Meeus jam 1 =  $14^{\circ} 42' 48''$
- Deklinasi Jean Meeus jam 0:50 =  $14^{\circ} 42' 02''$
- Eot Jean Meeus jam 0 = 2 m 43 s
- Eot Jean Meeus jam 1 = 2 m 43 s
- Eot Jean Meeus jam 0:50 = 2 m 42,78 s
- Deklinasi Ephemeris jam 0 =  $14^{\circ} 42' 03''$
- Deklinasi Ephemeris jam 1 =  $14^{\circ} 42' 49''$
- Deklinasi Ephemeris jam 0:50 =  $23^{\circ} 22' 26,83''$
- Eot Ephemeris jam 0 = 2 m 42 s
- Eot Ephemeris jam 1 = 2 m 43 s
- Eot Ephemeris jam 0:50 = 2 m 43 s
- (g) = 100 m

### Hasil Perhitungan:

Tabel 4. 20 Hasil Penentuan Arah Kiblat 30 April 2022 Jam 09.10 WIB

| No | Data              | Jean Meeus                | Ephemeris                 |
|----|-------------------|---------------------------|---------------------------|
| 1  | Arah Kiblat (B)   | -65° 09' 52,92"<br>UB     | -65° 09' 52,92"<br>UB     |
| 2  | Azimuth Kiblat    | 294° 50'<br>07,08" UTSB   | 294° 50'<br>07,08" UTSB   |
| 3  | Arah Matahari (A) | 68° 55' 45,37"<br>UT      | 68° 55' 44,39"<br>UT      |
| 4  | Azimuth Matahari  | 68° 55' 45,37"            | 68° 55' 44,39"            |
| 5  | Q                 | 45° 54' 21,71"<br>(kanan) | 45° 54' 22,69"<br>(kanan) |
| 6  | (q)               | 103,21 cm                 | 103,21 cm                 |
| 7  | (m)               | 143,71 cm                 | 143,71 cm                 |

Dari kelima sampel yang dipakai penulis, perbedaan deklinasi matahari lebih berpengaruh terhadap penyimpangan arah kiblat. Pada tanggal 24 Februari, beda deklinasi mencapai 9 detik, dan hal itu berpengaruh besar pada perbedaan hasil perhitungan menggunakan algoritma Jean Meeus *low accuracy* dengan Ephemeris. Sedangkan pada tanggal 30 April, beda hasil perhitungan tidak terlalu besar karena beda deklinasinya kecil.

Untuk data hasil perhitungan, data yang terpengaruh perbedaan penggunaan deklinasi matahari dan *equation of time* adalah sudut kiblat dari bayangan matahari (Q), sisi segitiga (q), dan sisi segitiga (m). Dari data tersebut juga dapat terlihat perbedaan hasil Q walaupun data deklinasi matahari dan *equation of time* Jean Meeus *low accuracy* sama dengan deklinasi matahari dan *equation of time* Ephemeris. Walaupun perbedaan sudutnya terbilang kecil, jika ditarik garis memanjang sampai Ka'bah tetap akan menghasilkan penyimpangan garis.

## 2. Analisis Sudut Kiblat dari Bayangan Matahari (Q)

Cara penyesuaian arah kiblat yang diketahui ada penyimpangan adalah dengan memilih masjid yang akan disesuaikan, lalu tarik garis dari Ka'bah ke salah satu sudut di belakang masjid, selanjutnya tarik garis sejajar dinding dari titik yang sebelumnya dibuat. Jika terdapat penyimpangan, maka akan terbentuk sudut antara garis pertama dan kedua atau sudut  $\theta$ .<sup>5</sup> Biasanya sudut  $\theta$  cukup kecil, sehingga sudut  $\theta$  memiliki hubungan persamaan matematika sederhana dengan r dan s sebagai berikut<sup>6</sup>:

$$\sin \theta \approx \frac{r}{s}$$

Dengan r adalah jarak antara garis arah kiblat dan garis penyimpangan arah kiblat, dan s adalah garis penyimpangan arah kiblat. Dari persamaan ini, kita dapat

---

<sup>5</sup> Mikrajuddin Abdullah, *Matematika Arah Kiblat* (Bandung: ITB Press, 2019), 14-15.

<sup>6</sup> *Ibid.*, 16.

mengoreksi arah kiblat dengan trigonometri sederhana sebagai berikut:

$$\sin \theta = \frac{R}{s}$$

$$s = R \sin \theta$$

Dengan  $s$  adalah jarak penyimpangan arah kiblat,  $R$  adalah jarak Ka'bah ke tempat yang akan kita ukur, dan  $\theta$  adalah sudut penyimpangan arah kiblat.<sup>7</sup>

Salah satu data yang terpengaruh karena penggunaan deklinasi matahari dan *equation of time* Jean Meeus *low accuracy* adalah besar sudut kiblat dari bayangan matahari atau  $Q$ . Jika diibaratkan  $Q$  menggunakan data Ephemeris benar tepat ke arah Ka'bah, maka beda  $Q$  Ephemeris dan  $Q$  Jean Meeus *low accuracy* membentuk sudut  $\theta$ , dan sudut ini merupakan penyimpangan dari kiblat yang sebenarnya.

Dari penjelasan tersebut, penulis akan mencari jarak penyimpangan yang terbentuk ( $s$ ) karena penggunaan data algoritma Jean Meeus *low accuracy*. Karena perbedaan penggunaan deklinasi matahari lebih berpengaruh dari pada *equation of time*, penulis mengambil sampel hasil penentuan arah kiblat pada 17 Juni, 8 Agustus, 20 Desember dan 24 Februari 2022. Berikut hasil perhitungan penyimpangan arah kiblat pada tanggal 17 Juni, 8 Agustus, 20 Desember, dan 24 Februari 2022.

---

<sup>7</sup> *Ibid.*

1) 17 Juni 2022 Jam 09.10 WIB

Tabel 4. 21 Q 17 Juni 2022 Jam 09.10 WIB

| Data | Jean Meeus     | Ephemeris      | Beda  |
|------|----------------|----------------|-------|
| Q    | 64° 51' 43,05" | 64° 51' 42,44" | 0,61" |

Diketahui:

Sudut  $\theta = 0,61''$

$R = 8.183 \text{ km}$

Ditanya:

Panjang  $s$

Jawab:

$s = R \sin \theta$

$s = 8.183 \times \sin 0^\circ 0' 0,61''$

$s = 0,02420010515 \text{ km}$

$s = 24,2 \text{ m}$

2) 8 Agustus 2022 Jam 09.10 WIB

Tabel 4. 22 Q 8 Agustus 2022 Jam 09.10 WIB

| Data | Jean Meeus     | Ephemeris      | Beda  |
|------|----------------|----------------|-------|
| Q    | 55° 37' 01,33" | 55° 36' 56,20" | 5,13" |

Diketahui:

Sudut  $\theta = 5,13''$

$R = 8.183 \text{ km}$

Ditanya:



Panjang s

Jawab:

$$s = R \sin \theta$$

$$s = 8.183 \times \sin 0^\circ 0' 5,13''$$

$$s = 0,2035189171 \text{ km}$$

$$s = 203,5 \text{ m}$$

3) 20 Desember 2022 Jam 09.10 WIB

Tabel 4. 23 Q 20 Desember 2022 Jam 09.10 WIB

| Data | Jean Meeus     | Ephemeris      | Beda  |
|------|----------------|----------------|-------|
| Q    | 03° 42' 54,31" | 03° 42' 55,48" | 1,17" |

Diketahui:

$$\text{Sudut } \theta = 1,17''$$

$$R = 8.183 \text{ km}$$

Ditanya:

Panjang s

Jawab:

$$s = R \sin \theta$$

$$s = 8.183 \times \sin 0^\circ 0' 1,17''$$

$$s = 0,04641659512 \text{ km}$$

$$s = 46,4 \text{ m}$$

4) 24 Februari 2022 Jam 09.10 WIB

Tabel 4. 24 Q 24 Februari 2022 Jam 09.10 WIB

| Data | Jean Meeus | Ephemeris | Beda |
|------|------------|-----------|------|
|      |            |           |      |

|   |                |                |     |
|---|----------------|----------------|-----|
| Q | 18° 24' 01,35" | 18° 23' 48,35" | 13" |
|---|----------------|----------------|-----|

Diketahui:

Sudut  $\theta = 13''$

$R = 8.183 \text{ km}$

Ditanya:

Panjang  $s$

Jawab:

$$s = R \sin \theta$$

$$s = 8.183 \times \sin 0^\circ 0' 13''$$

$$s = 0,5157399455 \text{ km}$$

$$s = 515,7 \text{ m}$$

Dari data tersebut didapat bahwa penyimpangan terkecil 0,61'' dengan jarak 24,2 m dari Ka'bah, sedangkan penyimpangan terbesar adalah 13'' dengan jarak 515,7 m dari Ka'bah. Sudut penyimpangan tidak lebih dari  $0^\circ 24'$  maupun  $0^\circ 6' 36''$  dan  $-0^\circ 10' 12''$ , dan jarak penyimpangan tidak keluar dari tapal batas Masjidil Haram.

### 3. Analisis Sisi Segitiga Siku-Siku

Selain Q, data yang terpengaruh karena perbedaan penggunaan deklinasi matahari dan *equation of time* adalah panjang sisi segitiga. Sisi (g) adalah garis yang ditarik sepanjang bayangan matahari, sisi (q) adalah sisi yang tegak lurus dengan sisi (g), dan sisi (m) adalah sisi miring yang menghubungkan (g) dan (q). Panjang sisi (q) dan (m) terpengaruh oleh panjang sisi (g), dimana panjang sisi (g) diambil berdasarkan kebutuhan pengamat.

Semakin panjang sisi (g) yang pengamat pakai, semakin akurat pula hasilnya.

Dari pengamatan penulis, ada beberapa keadaan yang membuat sisi segitiga berhimpit antara perhitungan menggunakan deklinasi matahari dan *equation of time* Jean Meeus *low accuracy* dengan Ephemeris. Keadaan tersebut terjadi jika panjang sisi (g) tidak terlalu panjang.

Dalam analisis ini, penulis mengambil contoh perhitungan arah kiblat pada tanggal 24 Februari, 17 Juni, 8 Agustus, dan 20 Desember 2022.

Tabel 4. 25 Sisi Segitiga dengan (g) 100 cm

| Tanggal     |     | Jean Meeus | Ephemeris |
|-------------|-----|------------|-----------|
| 24 Februari | (q) | 33,27 cm   | 33,26 cm  |
|             | (m) | 105,39 cm  | 105,39 cm |
| 17 Juni     | (q) | 213,11 cm  | 213,11 cm |
|             | (m) | 235,40 cm  | 235,40 cm |
| 8 Agustus   | (q) | 146,14 cm  | 146,13 cm |
|             | (m) | 177,08 cm  | 177,07 cm |
| 20 Desember | (q) | 6,49 cm    | 6,49 cm   |
|             | (m) | 100,21 cm  | 100,21 cm |

Tabel 4. 26 Sisi Segitiga dengan (g) 50 cm

| Tanggal     |     | Jean Meeus | Ephemeris |
|-------------|-----|------------|-----------|
| 24 Februari | (q) | 16,63 cm   | 16,63 cm  |
|             | (m) | 52,69 cm   | 52,69 cm  |
| 17 Juni     | (q) | 106,55 cm  | 106,55 cm |

|             |     |           |           |
|-------------|-----|-----------|-----------|
|             | (m) | 117,70 cm | 117,70 cm |
| 8 Agustus   | (q) | 73,07 cm  | 73,07 cm  |
|             | (m) | 88,54 cm  | 88,54 cm  |
| 20 Desember | (q) | 3,25 cm   | 3,25 cm   |
|             | (m) | 50,11 cm  | 50,11 cm  |

Tabel 4. 27 Sisi Segitiga dengan (g) 30 cm

| Tanggal     |     | Jean Meeus | Ephemeris |
|-------------|-----|------------|-----------|
| 24 Februari | (q) | 9,98 cm    | 9,98 cm   |
|             | (m) | 31,62 cm   | 31,62 cm  |
| 17 Juni     | (q) | 63,93 cm   | 63,93 cm  |
|             | (m) | 70,62 cm   | 70,62 cm  |
| 8 Agustus   | (q) | 43,84 cm   | 43,84 cm  |
|             | (m) | 53,12 cm   | 53,12 cm  |
| 20 Desember | (q) | 1,95 cm    | 1,95 cm   |
|             | (m) | 30,06 cm   | 30,06 cm  |

Dari data yang penulis kumpulkan, jika panjang (g) hanya kurang dari sama dengan 50 cm, panjang sisi (q) dan (m) tidak terpengaruh. Sedangkan jika panjang (g) lebih dari 50 cm, maka panjang (q) dan (m) terpengaruh. Maka dari itu, jika dalam keadaan (g) kurang dari sama dengan 50 cm, setiap sisi segitiga akan berhimpit, atau menghasilkan arah kiblat yang sama.

## BAB V

### PENUTUP

#### A. Kesimpulan

1. Proses pembuatan Excel penerapan deklinasi matahari dan *equation of time* Jean Meeus *low accuracy* dibagi menjadi beberapa tahapan. Dimulai dengan mengumpulkan data, menghitung deklinasi matahari, menghitung *equation of time*, menghitung arah kiblat (B) dan azimuth kiblat, menghitung arah matahari (A) dan azimuth matahari, menghitung sudut kiblat dari bayangan matahari (Q), serta mencari sisi segitiga siku-siku. Setelah semua tahapan dilalui, Excel bisa digunakan untuk menghitung arah kiblat.
2. Penerapan algoritma deklinasi matahari dan *equation of time* Jean Meeus *low accuracy* masih cukup akurat digunakan untuk menentukan arah kiblat. Hal ini terkait beberapa hal. *Pertama*, beda deklinasi matahari hanya berkisar 0-9" dan beda *equation of time* hanya 1 detik. *Kedua*, sudut penyimpangan arah kiblat berkisar hanya 0,61"-13" dan jarak penyimpangan arah kiblat berkisar 24,2 m sampai 515,7. *Ketiga*, sebagai bentuk ihtiyat, mengingat adanya keharusan berusaha mencari arah kiblat yang presisi. Maka dari itu, penerapan algoritma deklinasi matahari dan *equation of time* Jean Meeus *low accuracy* untuk menentukan arah kiblat masih cukup akurat.

## **B. Saran-Saran**

1. Jika ada penambahan database lintang dan bujur tempat, kemudian beberapa data dibuat list, Excel penentuan arah kiblat ini akan lebih praktis dan rapi.
2. Dalam penentuan GMT suatu tempat, penulis hanya mengacu pada pembagian GMT berdasarkan letak geografis, padahal penetapan GMT suatu tempat dipengaruhi alasan politik. Untuk menghasilkan data yang lebih akurat, akan lebih baik mencari data yang lebih detail mengenai GMT suatu tempat.

## **C. Penutup**

Segala puji bagi Allah atas limpahan nikmat-Nya sehingga penulis bisa menyelesaikan penelitian ini. Upaya terbaik sudah penulis lakukan, akan tetapi tidak menutup kemungkinan adanya banyak kekurangan dalam penelitian ini. Oleh karena itu, kritik dan saran sangat dibutuhkan untuk membuat penelitian yang lebih baik. Terakhir, penulis berharap penelitian ini bisa bermanfaat untuk pembaca.

## DAFTAR PUSTAKA

### Buku

- Alwasilah, Chaedar. *Pokoknya Kualitatif, Dasar-Dasar Merancang Dan Melakukan Penelitian Kualitatif*. Jakarta: Pustaka Jaya, 2011.
- Anugraha, Rinto. *Mekanika Benda Langit*. Yogyakarta: Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Gadjah Mada, 2012.
- Azhari, Susiknan. *ILMU FALAK: Perjumpaan Khazanah Islam dan Sains Modern*. Yogyakarta: Suara Muhammadiyah, 2007.
- Bashori, Muhammad Hadi. *Kepunyaan Allah Timur dan Barat, sejarah, permasalahan, dan teknik pengukuran arah kiblat*. Jakarta: PT Elex Media Komputindo, 2014.
- Bashori, Muhammad Hadi. *Pengantar Ilmu Falak: Pedoman Lengkap tentang Teori dan Praktik Hisab Arah Kiblat, Waktu Shalat, Awal Bulan Qamariah, dan Gerhana*. Jakarta: PUSTAKA AL-KAUTSAR, 2015.
- Butar-Butar, Arwin Juli Rakhmadi. *PENGANTAR ILMU FALAK Teori, Praktik, dan Fiqih*. Depok: PT. RAJAGRAFINDO PERSADA, 2018.
- Dictionary of Geophysich Astrofhisych and Astronomy*. Boca Raton: CRC Press, 2001.
- Gautama, Sunkar Eka. *Astronomi dan Astrofisika*. Makassar: SMA Negeri 1 Makassar, 2010.

- Hambali, Slamet. *ILMU FALAK 1 Penentuan Awal Waktu Shalat & Arah Kiblat Seluruh Dunia*. Semarang: Program Pascasarjana IAIN Walisongo Semarang, 2011.
- Hambali, Slamet. *ILMU FALAK Arah Kiblat Setiap Saat*. Yogyakarta: PUSTAKA ILMU YOGYAKARTA, 2013.
- Izzuddin, Ahmad. *ILMU FALAK PRAKTIS Metode Hisab-Rukyat Praktis dan Solusi Permasalahannya*. Semarang: PT. PUSTAKA RIZKI PUTRA, 2017.
- Izzudin, Ahmad. *Menentukan Arah Kiblat Praktis*. Semarang: Walisongo Press, 2010.
- Izzudin, Ahmad. *STUDI FALAK DAN TRIGONOMETRI*. Yogyakarta: Pustaka Ilmu, 2015.
- Jaelan, Achmad, dkk. *HISAB RUKYAT MENGHADAP KIBLAT Fiqh, Aplikasi Praktis, Fatwa dan Spftware*. Semarang: PT. PUSTAKA RIZKI PUTRA, 2012.
- Kediri, Ali Mustofa. *ILMU FALAK BERBASIS EXCEL*. Kediri: Astro Sun3, 2019.
- Kementerian Agama RI, *Al-Qur'an Terjemah dan Tajwid*. Bandung: sygma, 2014.
- Khazin, Muhyiddin. *Ilmu Falak dalam Teori dan Praktik*. Yogyakarta: Buana Pustaka, 2008.
- Kusrianto, Adi. *Mengaplikasikan Formula dan Fungsi Excel 2007-2013*. Jakarta: PT Elex Media Komputindo, 2014.



Marpaung, Watni. *PENGANTAR ILMU FALAK*. Jakarta: KENCANA, 2015.

Meeus, Jean. *Algoritma Astronomi*, ter. Khafid. Modul Kuliah Astronomi IAIN Walisongo.

Meeus, Jean. *Astronomical Algorithms*. Virginia: Willmann-Bell, Inc., 1998.

Rojak, Encep Abdul, *ILMU FALAK Hisab Pendekatan Microsoft Excel*, Jakarta: KENCANA, 2020.

Sudibyo, Muh. Ma'rufin. *Sang Nabi Pun Berputar*. Solo: PT Tiga Serangkai Pustaka Mandiri, 2011.

Wicaksono, Yudhy. *Belajar Otodidak MS Excel 2013*. Jakarta: PT Elex Media Komputindo, 2014.

Zed, Mestika. *Metode Penelitian Kepustakaan*. Jakarta: Yayasan Pustaka Obor Indonesia, 2014.

### **Skripsi dan Tesis**

Hidayatulloh, Ahmad Syarif. “Komparasi Algoritma Deklinasi Matahari dan Equation of Time dalam Buku Mekanika Benda Langit dengan Buku Anfa’ul Wasilah serta Pengaruhnya terhadap Awal Waktu Salat”. *Skripsi* Fakultas Syari’ah UIN Walisongo. Semarang: 2017.

Amri, Zul. “Aplikasi Data Ephemeris Matahari dan Bulan Berdasarkan Perhitungan Jean Meeus pada Smartphone Android”. *Skripsi* Fakultas Syari’ah UIN Walisongo. Semarang: 2013.

Enjam, Muhammad. “Metode Rashdul Kiblat Berbasis Aplikasi Zephemeris pada Smartphone Android”. *Skripsi* Fakultas Syari’ah UIN Walisongo. Semarang: 2017.

Johan, Aznur. “Aplikasi Perhitungan Arah Kiblat Metode Satu Segitiga Siku-Siku Slamet Hambali pada Smartphone Android”. *Skripsi* Fakultas Syari’ah UIN Walisongo. Semarang: 2014.

Faridah, Siti Nurul Iffah. “Toleransi Arah Kiblat Menurut Maazhab Hanafi dalam Perspektif Fikih dan Astronomi”. *Tesis* Pascasarjana UIN Walisongo. Semarang: 2017.

### **Jurnal**

Arifin, Zainul, “Toleransi Penyimpangan Pengukuran Arah Kiblat”, *Elfalaky: Jurnal Ilmu Falak*, vol. 2, no. 1, 2018.

## LAMPIRAN-LAMPIRAN

Daftar Deklinasi Matahari & *Equation of Time* Jean Meeus *Low Accuracy* Tanggal 1 Januari-31 Desember 2022 Jam 00 UT

| Date<br>&<br>Time |   | Januari               |                             | Februari              |                             |
|-------------------|---|-----------------------|-----------------------------|-----------------------|-----------------------------|
|                   |   | Deklinasi<br>Matahari | <i>Equation<br/>of Time</i> | Deklinasi<br>Matahari | <i>Equation<br/>of Time</i> |
| 1                 | 0 | -23° 01' 10"          | -03 m 20 s                  | -17° 10' 01"          | -13 m 31 s                  |
| 2                 | 0 | -22° 56' 07"          | -03 m 48 s                  | -16° 52' 52"          | -13 m 39 s                  |
| 3                 | 0 | -22° 50' 36"          | -04 m 16 s                  | -16° 35' 26"          | -13 m 46 s                  |
| 4                 | 0 | -22° 44' 37"          | -04 m 43 s                  | -16° 17' 42"          | -13 m 52 s                  |
| 5                 | 0 | -22° 38' 12"          | -05 m 10 s                  | -15° 59' 41"          | -13 m 58 s                  |
| 6                 | 0 | -22° 31' 20"          | -05 m 37 s                  | -15° 41' 24"          | -14 m 03 s                  |
| 7                 | 0 | -22° 24' 01"          | -06 m 03 s                  | -15° 22' 50"          | -14 m 06 s                  |
| 8                 | 0 | -22° 16' 15"          | -06 m 29 s                  | -15° 04' 01"          | -14 m 09 s                  |
| 9                 | 0 | -22° 08' 03"          | -06 m 54 s                  | -14° 44' 57"          | -14 m 12 s                  |
| 10                | 0 | -21° 59' 26"          | -07 m 19 s                  | -14° 25' 37"          | -14 m 13 s                  |
| 11                | 0 | -21° 50' 22"          | -07 m 43 s                  | -14° 06' 03"          | -14 m 14 s                  |
| 12                | 0 | -21° 40' 53"          | -08 m 06 s                  | -13° 46' 16"          | -14 m 14 s                  |
| 13                | 0 | -21° 30' 59"          | -08 m 29 s                  | -13° 26' 14"          | -14 m 13 s                  |
| 14                | 0 | -21° 20' 40"          | -08 m 52 s                  | -13° 06' 00"          | -14 m 11 s                  |
| 15                | 0 | -21° 09' 56"          | -09 m 14 s                  | -12° 45' 32"          | -14 m 09 s                  |
| 16                | 0 | -20° 58' 48"          | -09 m 35 s                  | -12° 24' 53"          | -14 m 06 s                  |
| 17                | 0 | -20° 47' 16"          | -09 m 55 s                  | -12° 04' 01"          | -14 m 02 s                  |
| 18                | 0 | -20° 35' 20"          | -10 m 15 s                  | -11° 42' 58"          | -13 m 58 s                  |
| 19                | 0 | -20° 23' 00"          | -10 m 34 s                  | -11° 21' 43"          | -13 m 52 s                  |
| 20                | 0 | -20° 10' 18"          | -10 m 52 s                  | -11° 00' 18"          | -13 m 46 s                  |

|    |   |              |            |              |            |
|----|---|--------------|------------|--------------|------------|
| 21 | 0 | -19° 57' 13" | -11 m 10 s | -10° 38' 43" | -13 m 40 s |
| 22 | 0 | -19° 43' 45" | -11 m 26 s | -10° 16' 58" | -13 m 33 s |
| 23 | 0 | -19° 29' 56" | -11 m 42 s | -09° 55' 03" | -13 m 25 s |
| 24 | 0 | -19° 15' 44" | -11 m 58 s | -09° 32' 59" | -13 m 16 s |
| 25 | 0 | -19° 01' 12" | -12 m 12 s | -09° 10' 47" | -13 m 07 s |
| 26 | 0 | -18° 46' 19" | -12 m 26 s | -08° 48' 26" | -12 m 58 s |
| 27 | 0 | -18° 31' 05" | -12 m 39 s | -08° 25' 58" | -12 m 47 s |
| 28 | 0 | -18° 15' 31" | -12 m 51 s | -08° 03' 22" | -12 m 37 s |
| 29 | 0 | -17° 59' 37" | -13 m 02 s |              |            |
| 30 | 0 | -17° 43' 24" | -13 m 12 s |              |            |
| 31 | 0 | -17° 26' 52" | -13 m 22 s |              |            |

| Date<br>&<br>Time |   | Maret                 |                             | April                 |                             |
|-------------------|---|-----------------------|-----------------------------|-----------------------|-----------------------------|
|                   |   | Deklinasi<br>Matahari | <i>Equation<br/>of Time</i> | Deklinasi<br>Matahari | <i>Equation<br/>of Time</i> |
| 1                 | 0 | -07° 40' 38"          | -12 m 25 s                  | 04° 26' 56"           | -04 m 00 s                  |
| 2                 | 0 | -07° 17' 49"          | -12 m 13 s                  | 04° 50' 04"           | -03 m 42 s                  |
| 3                 | 0 | -06° 54' 53"          | -12 m 01 s                  | 05° 13' 07"           | -03 m 24 s                  |
| 4                 | 0 | -06° 31' 51"          | -11 m 48 s                  | 05° 36' 05"           | -03 m 07 s                  |
| 5                 | 0 | -06° 08' 44"          | -11 m 35 s                  | 05° 58' 57"           | -02 m 49 s                  |
| 6                 | 0 | -05° 45' 31"          | -11 m 21 s                  | 06° 21' 42"           | -02 m 32 s                  |
| 7                 | 0 | -05° 22' 14"          | -11 m 07 s                  | 06° 44' 21"           | -02 m 15 s                  |
| 8                 | 0 | -04° 58' 53"          | -10 m 53 s                  | 07° 06' 53"           | -01 m 59 s                  |
| 9                 | 0 | -04° 35' 28"          | -10 m 38 s                  | 07° 29' 18"           | -01 m 42 s                  |
| 10                | 0 | -04° 11' 59"          | -10 m 23 s                  | 07° 51' 35"           | -01 m 26 s                  |
| 11                | 0 | -03° 48' 27"          | -10 m 07 s                  | 08° 13' 44"           | -01 m 10 s                  |
| 12                | 0 | -03° 24' 52"          | -09 m 51 s                  | 08° 35' 45"           | -00 m 54 s                  |

|    |   |              |            |             |            |
|----|---|--------------|------------|-------------|------------|
| 13 | 0 | -03° 01' 15" | -09 m 35 s | 08° 57' 37" | -00 m 39 s |
| 14 | 0 | -02° 37' 36" | -09 m 19 s | 09° 19' 20" | -00 m 24 s |
| 15 | 0 | -02° 13' 55" | -09 m 02 s | 09° 40' 54" | -00 m 09 s |
| 16 | 0 | -01° 50' 13" | -08 m 45 s | 10° 02' 19" | 00 m 05 s  |
| 17 | 0 | -01° 26' 30" | -08 m 28 s | 10° 23' 33" | 00 m 19 s  |
| 18 | 0 | -01° 02' 46" | -08 m 11 s | 10° 44' 37" | 00 m 33 s  |
| 19 | 0 | -00° 39' 03" | -07 m 53 s | 11° 05' 31" | 00 m 46 s  |
| 20 | 0 | -00° 15' 19" | -07 m 36 s | 11° 26' 13" | 00 m 59 s  |
| 21 | 0 | 00° 08' 24"  | -07 m 18 s | 11° 46' 44" | 01 m 11 s  |
| 22 | 0 | 00° 32' 06"  | -07 m 00 s | 12° 07' 04" | 01 m 23 s  |
| 23 | 0 | 00° 55' 47"  | -06 m 42 s | 12° 27' 12" | 01 m 35 s  |
| 24 | 0 | 01° 19' 26"  | -06 m 24 s | 12° 47' 07" | 01 m 46 s  |
| 25 | 0 | 01° 43' 03"  | -06 m 06 s | 13° 06' 50" | 01 m 57 s  |
| 26 | 0 | 02° 06' 37"  | -05 m 48 s | 13° 26' 19" | 02 m 07 s  |
| 27 | 0 | 02° 30' 09"  | -05 m 30 s | 13° 45' 36" | 02 m 17 s  |
| 28 | 0 | 02° 53' 38"  | -05 m 12 s | 14° 04' 39" | 02 m 26 s  |
| 29 | 0 | 03° 17' 04"  | -04 m 53 s | 14° 23' 28" | 02 m 34 s  |
| 30 | 0 | 03° 40' 26"  | -04 m 35 s | 14° 42' 02" | 02 m 43 s  |
| 31 | 0 | 04° 03' 43"  | -04 m 17 s |             |            |

| Date<br>&<br>Time |   | Mei                   |                             | Juni                  |                             |
|-------------------|---|-----------------------|-----------------------------|-----------------------|-----------------------------|
|                   |   | Deklinasi<br>Matahari | <i>Equation<br/>of Time</i> | Deklinasi<br>Matahari | <i>Equation<br/>of Time</i> |
| 1                 | 0 | 15° 00' 22"           | 02 m 50 s                   | 22° 01' 18"           | 02 m 13 s                   |
| 2                 | 0 | 15° 18' 28"           | 02 m 57 s                   | 22° 09' 20"           | 02 m 04 s                   |
| 3                 | 0 | 15° 36' 18"           | 03 m 04 s                   | 22° 16' 59"           | 01 m 54 s                   |
| 4                 | 0 | 15° 53' 52"           | 03 m 10 s                   | 22° 24' 15"           | 01 m 44 s                   |

|    |   |             |           |             |            |
|----|---|-------------|-----------|-------------|------------|
| 5  | 0 | 16° 11' 11" | 03 m 15 s | 22° 31' 08" | 01 m 34 s  |
| 6  | 0 | 16° 28' 13" | 03 m 20 s | 22° 37' 37" | 01 m 23 s  |
| 7  | 0 | 16° 45' 00" | 03 m 24 s | 22° 43' 42" | 01 m 12 s  |
| 8  | 0 | 17° 01' 29" | 03 m 28 s | 22° 49' 23" | 01 m 01 s  |
| 9  | 0 | 17° 17' 41" | 03 m 31 s | 22° 54' 40" | 00 m 50 s  |
| 10 | 0 | 17° 33' 36" | 03 m 34 s | 22° 59' 32" | 00 m 38 s  |
| 11 | 0 | 17° 49' 14" | 03 m 36 s | 23° 04' 01" | 00 m 26 s  |
| 12 | 0 | 18° 04' 33" | 03 m 37 s | 23° 08' 05" | 00 m 14 s  |
| 13 | 0 | 18° 19' 34" | 03 m 38 s | 23° 11' 45" | 00 m 01 s  |
| 14 | 0 | 18° 34' 17" | 03 m 39 s | 23° 15' 00" | -00 m 11 s |
| 15 | 0 | 18° 48' 41" | 03 m 38 s | 23° 17' 50" | -00 m 24 s |
| 16 | 0 | 19° 02' 45" | 03 m 38 s | 23° 20' 16" | -00 m 37 s |
| 17 | 0 | 19° 16' 31" | 03 m 36 s | 23° 22' 17" | -00 m 50 s |
| 18 | 0 | 19° 29' 57" | 03 m 34 s | 23° 23' 54" | -01 m 03 s |
| 19 | 0 | 19° 43' 02" | 03 m 32 s | 23° 25' 06" | -01 m 16 s |
| 20 | 0 | 19° 55' 48" | 03 m 29 s | 23° 25' 52" | -01 m 29 s |
| 21 | 0 | 20° 08' 14" | 03 m 25 s | 23° 26' 14" | -01 m 42 s |
| 22 | 0 | 20° 20' 18" | 03 m 21 s | 23° 26' 12" | -01 m 55 s |
| 23 | 0 | 20° 32' 02" | 03 m 17 s | 23° 25' 44" | -02 m 08 s |
| 24 | 0 | 20° 43' 25" | 03 m 12 s | 23° 24' 52" | -02 m 21 s |
| 25 | 0 | 20° 54' 26" | 03 m 06 s | 23° 23' 35" | -02 m 34 s |
| 26 | 0 | 21° 05' 06" | 03 m 00 s | 23° 21' 53" | -02 m 46 s |
| 27 | 0 | 21° 15' 23" | 02 m 53 s | 23° 19' 46" | -02 m 59 s |
| 28 | 0 | 21° 25' 19" | 02 m 46 s | 23° 17' 15" | -03 m 11 s |
| 29 | 0 | 21° 34' 53" | 02 m 38 s | 23° 14' 20" | -03 m 24 s |
| 30 | 0 | 21° 44' 04" | 02 m 30 s | 23° 11' 00" | -03 m 36 s |
| 31 | 0 | 21° 52' 52" | 02 m 22 s |             |            |

| Date<br>&<br>Time |   | Juli                  |                             | Agustus               |                             |
|-------------------|---|-----------------------|-----------------------------|-----------------------|-----------------------------|
|                   |   | Deklinasi<br>Matahari | <i>Equation<br/>of Time</i> | Deklinasi<br>Matahari | <i>Equation<br/>of Time</i> |
| 1                 | 0 | 23° 07' 15"           | -03 m 47 s                  | 18° 04' 15"           | -06 m 23 s                  |
| 2                 | 0 | 23° 03' 07"           | -03 m 59 s                  | 17° 49' 05"           | -06 m 19 s                  |
| 3                 | 0 | 22° 58' 34"           | -04 m 10 s                  | 17° 33' 37"           | -06 m 15 s                  |
| 4                 | 0 | 22° 53' 37"           | -04 m 21 s                  | 17° 17' 51"           | -06 m 10 s                  |
| 5                 | 0 | 22° 48' 16"           | -04 m 32 s                  | 17° 01' 49"           | -06 m 04 s                  |
| 6                 | 0 | 22° 42' 31"           | -04 m 42 s                  | 16° 45' 31"           | -05 m 58 s                  |
| 7                 | 0 | 22° 36' 23"           | -04 m 52 s                  | 16° 28' 56"           | -05 m 51 s                  |
| 8                 | 0 | 22° 29' 52"           | -05 m 02 s                  | 16° 12' 06"           | -05 m 44 s                  |
| 9                 | 0 | 22° 22' 57"           | -05 m 11 s                  | 15° 54' 59"           | -05 m 36 s                  |
| 10                | 0 | 22° 15' 38"           | -05 m 20 s                  | 15° 37' 38"           | -05 m 27 s                  |
| 11                | 0 | 22° 07' 57"           | -05 m 28 s                  | 15° 20' 01"           | -05 m 18 s                  |
| 12                | 0 | 21° 59' 53"           | -05 m 36 s                  | 15° 02' 10"           | -05 m 08 s                  |
| 13                | 0 | 21° 51' 26"           | -05 m 44 s                  | 14° 44' 04"           | -04 m 58 s                  |
| 14                | 0 | 21° 42' 37"           | -05 m 51 s                  | 14° 25' 45"           | -04 m 47 s                  |
| 15                | 0 | 21° 33' 26"           | -05 m 57 s                  | 14° 07' 11"           | -04 m 36 s                  |
| 16                | 0 | 21° 23' 53"           | -06 m 03 s                  | 13° 48' 24"           | -04 m 24 s                  |
| 17                | 0 | 21° 13' 57"           | -06 m 09 s                  | 13° 29' 24"           | -04 m 12 s                  |
| 18                | 0 | 21° 03' 41"           | -06 m 14 s                  | 13° 10' 11"           | -03 m 59 s                  |
| 19                | 0 | 20° 53' 03"           | -06 m 18 s                  | 12° 50' 46"           | -03 m 45 s                  |
| 20                | 0 | 20° 42' 03"           | -06 m 22 s                  | 12° 31' 08"           | -03 m 31 s                  |
| 21                | 0 | 20° 30' 43"           | -06 m 25 s                  | 12° 11' 19"           | -03 m 17 s                  |
| 22                | 0 | 20° 19' 02"           | -06 m 28 s                  | 11° 51' 18"           | -03 m 02 s                  |
| 23                | 0 | 20° 07' 01"           | -06 m 30 s                  | 11° 31' 06"           | -02 m 47 s                  |

|    |   |             |            |             |            |
|----|---|-------------|------------|-------------|------------|
| 24 | 0 | 19° 54' 40" | -06 m 32 s | 11° 10' 42" | -02 m 31 s |
| 25 | 0 | 19° 41' 58" | -06 m 33 s | 10° 50' 09" | -02 m 15 s |
| 26 | 0 | 19° 28' 58" | -06 m 33 s | 10° 29' 24" | -01 m 58 s |
| 27 | 0 | 19° 15' 37" | -06 m 33 s | 10° 08' 30" | -01 m 41 s |
| 28 | 0 | 19° 01' 58" | -06 m 32 s | 09° 47' 27" | -01 m 24 s |
| 29 | 0 | 18° 48' 00" | -06 m 31 s | 09° 26' 14" | -01 m 06 s |
| 30 | 0 | 18° 33' 43" | -06 m 29 s | 09° 04' 52" | -00 m 48 s |
| 31 | 0 | 18° 19' 08" | -06 m 26 s | 08° 43' 21" | -00 m 30 s |

| Date<br>&<br>Time |   | September             |                             | Oktober               |                             |
|-------------------|---|-----------------------|-----------------------------|-----------------------|-----------------------------|
|                   |   | Deklinasi<br>Matahari | <i>Equation<br/>of Time</i> | Deklinasi<br>Matahari | <i>Equation<br/>of Time</i> |
| 1                 | 0 | 08° 21' 42"           | -00 m 11 s                  | -03° 05' 42"          | 10 m 09 s                   |
| 2                 | 0 | 07° 59' 55"           | 00 m 08 s                   | -03° 28' 58"          | 10 m 29 s                   |
| 3                 | 0 | 07° 38' 00"           | 00 m 27 s                   | -03° 52' 11"          | 10 m 48 s                   |
| 4                 | 0 | 07° 15' 57"           | 00 m 47 s                   | -04° 15' 21"          | 11 m 07 s                   |
| 5                 | 0 | 06° 53' 48"           | 01 m 07 s                   | -04° 38' 29"          | 11 m 25 s                   |
| 6                 | 0 | 06° 31' 32"           | 01 m 27 s                   | -05° 01' 33"          | 11 m 43 s                   |
| 7                 | 0 | 06° 09' 10"           | 01 m 47 s                   | -05° 24' 33"          | 12 m 01 s                   |
| 8                 | 0 | 05° 46' 41"           | 02 m 08 s                   | -05° 47' 29"          | 12 m 19 s                   |
| 9                 | 0 | 05° 24' 07"           | 02 m 28 s                   | -06° 10' 20"          | 12 m 36 s                   |
| 10                | 0 | 05° 01' 27"           | 02 m 49 s                   | -06° 33' 07"          | 12 m 52 s                   |
| 11                | 0 | 04° 38' 42"           | 03 m 10 s                   | -06° 55' 49"          | 13 m 08 s                   |
| 12                | 0 | 04° 15' 52"           | 03 m 31 s                   | -07° 18' 25"          | 13 m 24 s                   |
| 13                | 0 | 03° 52' 58"           | 03 m 52 s                   | -07° 40' 55"          | 13 m 39 s                   |
| 14                | 0 | 03° 29' 59"           | 04 m 14 s                   | -08° 03' 18"          | 13 m 53 s                   |
| 15                | 0 | 03° 06' 57"           | 04 m 35 s                   | -08° 25' 35"          | 14 m 07 s                   |



|    |   |              |           |              |           |
|----|---|--------------|-----------|--------------|-----------|
| 16 | 0 | 02° 43' 52"  | 04 m 56 s | -08° 47' 45" | 14 m 21 s |
| 17 | 0 | 02° 20' 43"  | 05 m 18 s | -09° 09' 47" | 14 m 34 s |
| 18 | 0 | 01° 57' 31"  | 05 m 39 s | -09° 31' 42" | 14 m 46 s |
| 19 | 0 | 01° 34' 17"  | 06 m 01 s | -09° 53' 28" | 14 m 58 s |
| 20 | 0 | 01° 11' 01"  | 06 m 22 s | -10° 15' 05" | 15 m 09 s |
| 21 | 0 | 00° 47' 43"  | 06 m 43 s | -10° 36' 34" | 15 m 19 s |
| 22 | 0 | 00° 24' 23"  | 07 m 05 s | -10° 57' 53" | 15 m 29 s |
| 23 | 0 | 00° 01' 03"  | 07 m 26 s | -11° 19' 02" | 15 m 38 s |
| 24 | 0 | -00° 22' 19" | 07 m 47 s | -11° 40' 01" | 15 m 47 s |
| 25 | 0 | -00° 45' 41" | 08 m 08 s | -12° 00' 50" | 15 m 54 s |
| 26 | 0 | -01° 09' 03" | 08 m 28 s | -12° 21' 27" | 16 m 01 s |
| 27 | 0 | -01° 32' 24" | 08 m 49 s | -12° 41' 53" | 16 m 07 s |
| 28 | 0 | -01° 55' 46" | 09 m 10 s | -13° 02' 08" | 16 m 13 s |
| 29 | 0 | -02° 19' 06" | 09 m 30 s | -13° 22' 10" | 16 m 18 s |
| 30 | 0 | -02° 42' 25" | 09 m 50 s | -13° 41' 59" | 16 m 21 s |
| 31 | 0 |              |           | -14° 01' 36" | 16 m 25 s |

| Date<br>&<br>Time | November              |                             | Desember              |                             |           |
|-------------------|-----------------------|-----------------------------|-----------------------|-----------------------------|-----------|
|                   | Deklinasi<br>Matahari | <i>Equation<br/>of Time</i> | Deklinasi<br>Matahari | <i>Equation<br/>of Time</i> |           |
| 1                 | 0                     | -14° 20' 59"                | 16 m 27 s             | -21° 45' 40"                | 11 m 10 s |
| 2                 | 0                     | -14° 40' 08"                | 16 m 28 s             | -21° 54' 53"                | 10 m 47 s |
| 3                 | 0                     | -14° 59' 03"                | 16 m 29 s             | -22° 03' 41"                | 10 m 24 s |
| 4                 | 0                     | -15° 17' 43"                | 16 m 29 s             | -22° 12' 04"                | 10 m 00 s |
| 5                 | 0                     | -15° 36' 09"                | 16 m 28 s             | -22° 20' 01"                | 09 m 36 s |
| 6                 | 0                     | -15° 54' 19"                | 16 m 26 s             | -22° 27' 32"                | 09 m 11 s |
| 7                 | 0                     | -16° 12' 13"                | 16 m 24 s             | -22° 34' 37"                | 08 m 45 s |

|    |   |              |           |              |            |
|----|---|--------------|-----------|--------------|------------|
| 8  | 0 | -16° 29' 51" | 16 m 20 s | -22° 41' 15" | 08 m 20 s  |
| 9  | 0 | -16° 47' 12" | 16 m 16 s | -22° 47' 27" | 07 m 53 s  |
| 10 | 0 | -17° 04' 16" | 16 m 11 s | -22° 53' 12" | 07 m 26 s  |
| 11 | 0 | -17° 21' 03" | 16 m 05 s | -22° 58' 29" | 06 m 59 s  |
| 12 | 0 | -17° 37' 31" | 15 m 58 s | -23° 03' 20" | 06 m 31 s  |
| 13 | 0 | -17° 53' 42" | 15 m 50 s | -23° 07' 43" | 06 m 03 s  |
| 14 | 0 | -18° 09' 34" | 15 m 41 s | -23° 11' 38" | 05 m 35 s  |
| 15 | 0 | -18° 25' 07" | 15 m 32 s | -23° 15' 06" | 05 m 06 s  |
| 16 | 0 | -18° 40' 20" | 15 m 21 s | -23° 18' 06" | 04 m 38 s  |
| 17 | 0 | -18° 55' 14" | 15 m 10 s | -23° 20' 38" | 04 m 09 s  |
| 18 | 0 | -19° 09' 47" | 14 m 58 s | -23° 22' 42" | 03 m 39 s  |
| 19 | 0 | -19° 24' 00" | 14 m 45 s | -23° 24' 18" | 03 m 10 s  |
| 20 | 0 | -19° 37' 52" | 14 m 32 s | -23° 25' 26" | 02 m 40 s  |
| 21 | 0 | -19° 51' 23" | 14 m 17 s | -23° 26' 06" | 02 m 11 s  |
| 22 | 0 | -20° 04' 32" | 14 m 02 s | -23° 26' 17" | 01 m 41 s  |
| 23 | 0 | -20° 17' 19" | 13 m 46 s | -23° 26' 00" | 01 m 11 s  |
| 24 | 0 | -20° 29' 43" | 13 m 29 s | -23° 25' 15" | 00 m 41 s  |
| 25 | 0 | -20° 41' 45" | 13 m 11 s | -23° 24' 02" | 00 m 12 s  |
| 26 | 0 | -20° 53' 24" | 12 m 53 s | -23° 22' 20" | -00 m 18 s |
| 27 | 0 | -21° 04' 39" | 12 m 33 s | -23° 20' 10" | -00 m 48 s |
| 28 | 0 | -21° 15' 30" | 12 m 14 s | -23° 17' 32" | -01 m 17 s |
| 29 | 0 | -21° 25' 58" | 11 m 53 s | -23° 14' 27" | -01 m 46 s |
| 30 | 0 | -21° 36' 01" | 11 m 32 s | -23° 10' 53" | -02 m 15 s |
| 31 | 0 |              |           | -23° 06' 51" | -02 m 44 s |

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama : Dinar Esti Mulyani  
NIM : 1802046086  
TTL : Tegal, 15 Maret 2001  
Agama : Islam  
Alamat : Dsn. bulakmenjangan Ds. Jatiwangi RT/RW 07/03  
Kec. Pagerbarang Kab. Tegal, Jawa Tengah  
No. Hp : 087897928288  
Email : [dinarestimulyani@gmail.com](mailto:dinarestimulyani@gmail.com)

### Riwayat Pendidikan:

1. TK Pertiwi Randusari
2. SDN Jatiwangi 01
3. SMP Negeri Pagerbarang 01
4. SMA Negeri 3 Slawi

### Pengalaman Organisasi:

1. Anggota Pramuka SDN Jatiwangi 01
2. Anggota OSIS SMP Negeri Pagerbarang 01
3. Anggota PMR SMA Negeri 3 Slawi
4. Anggota Mading SMA Negeri 3 Slawi