

**PENGARUH DEKLINASI MATAHARI  
TERHADAP MUNCULNYA FAJAR SIDIK  
DI PULAU KARIMUNJAWA**

**SKRIPSI**

Diajukan untuk melengkapi syarat memperoleh gelar sarjana (S.1)  
Prodi Ilmu Falak



Disusun Oleh:

**ROHMAD MUSTOFA**  
**1802046058**

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

## PERSETUJUAN PEMBIMBING

Ahmad Syifaul Anam, S. HI, M. H.  
**NOTA PERSETUJUAN PEMBIMBING**

Lamp. : 4 (empat) eks

Hal : Naskah Skripsi

An. Sdr. Rohmad Mustofa

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

*Assalamu 'alaikum Wr. Wb.*

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

Nama : Rohmad Mustofa

NIM : 1802046058

Judul Skripsi : **PENGARUH DEKLINASI MATAHARI  
TERHADAP MUNCULNYA FAJAR SIDIK DI  
PULAU KARIMUNJAWA**

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

Demikian harap menjadi maklum

*Wassalamu 'alaikum Wr. Wb.*

Semarang, 12 Desember 2022  
Pembimbing I



**Ahmad Syifaul Anam S.H.I M.H**  
**NIP. 196800120 200312 001**

**Ahmad Zubaeri, S.H.I., M.H**

**NOTA PERSETUJUAN PEMBIMBING**

Lamp : 4 (empat) eks

Hal : Naskah Skripsi

An. Rohmad Mustofa

Kepada Yth.

Dekan Fakultas Syariah dan Hukum

UIN Walisongo Semarang

*Assalamu 'alaikum. Wr. Wb.*

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

Nama : Rohmad Mustofa

NIM : 1802046058

Judul : **PENGARUH DEKLINASI MATAHARI TERHADAP MUNCULNYA FAJAR SIDIK DI PULAU KARIMUNJAWA**

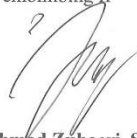
Dengan ini saya mohon agar sekiranya skripsi saudara tersebut dapat segera dimunaqsyahkan.

Demikian harap dimaklumi.

*Wassalamu 'alaikum. Wr. Wb.*

Semarang, 12 Desember 2022

Pembimbing II



**Ahmad Zubaeri, S.H.I., M.H.**  
**NIP. 199005072019031010**

# LEMBAR PENGESAHAN



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG  
FAKULTAS SYARIAH DAN HUKUM  
Jalan Prof. Dr. H. Hamka Semarang 50185  
Telepon (024)7601291, Faksimili (024)7624691, Website : <http://fs.walisongo.ac.id/>

## PENGESAHAN

Naskah skripsi Saudara :

Nama : Rohmad Mustofa  
NIM : 1802046058  
Fakultas/Jurusan : Syariah dan hukum/Ilmu Falak  
Judul : **Pengaruh Deklinasi Matahari Terhadap Munculnya Fajar Sidik Di Pulau Karimunjawa**

Telah diujikan dalam sidang Munaqosyah oleh Dewan Penguji Fakultas Syariah dan Hukum UIN Walisongo Semarang dan dinyatakan **Lulus**, pada tanggal :

**28 Desember 2022**

dan dapat diterima sebagai syarat guna memperoleh gelar Sarjana Strata I pada Tahun Akademik **2022/2023**.

Semarang, 28 Desember 2022

## DEWAN PENGUJI

Ketua Sidang/Penguji I,

**Hj. Brilyan Erna Wati, S.H. M.Hum.**  
NIP. 196312191999032001

Penguji III,

**A Fuad al-Anshary, S.H.I., MSI.**  
NIP. 198809162016011901

Pembimbing I,

**Dr. Ahmad Svifaul Anam M.H**  
NIP. 198001202003121001

Sekretaris/Penguji II,

**Ahmad Zubaeri, S.H.I., M.H.**  
NIP. 199005072019031010

Penguji IV,

**M. Thtirozun Ni'am, M.H**  
NIP. 199307102019031008

Pembimbing II,

**Ahmad Zubaeri, S.H.I., M.H.**  
NIP. 199005072019031010



## MOTTO

تعلم المبتدي بالإستفادة وتعلم المنتهى بالإفادة

**“Belajarnya seorang pemula yaitu dengan mencari (belajar), dan belajarnya seorang yang sudah selesai (lulus) yaitu dengan memberi (mengajarkan ilmunya)”**

( Drs. KH. Ahmad Hadlor Ihsan)

## **PERSEMBAHAN**

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

Orang tua penulis

Ibu Siti rokhanah

Beliau adalah motivator dan penyemangat hidup dalam menuntut ilmu serta menyelesaikan skripsi hingga selesai

Seluruh Guru, Kyai, Ustadz, penulis sejak lahir

Yang tak lelah lelahnya membimbing dan dengan sukarela membagikan ilmunya pada penulis

Tak lupa skripsi ini saya persembahkan untuk siapapun yang membacanya sebagai bentuk terimakasih penulis atas apresiasi anda telah membaca skripsi ini.

Semoga skripsi yang penulis tulis ini bisa bermanfaat secara akademik dan praktik kepada siapapun yang membacanya dan ingin mengambil manfaat darinya.

# DEKLARASI

## DEKLARASI

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

Semarang, 10 November 2022  
Deklarator



**ROHMAD MUSTOFA**  
**NIM.1802046058**

## PEDOMAN TRANSLITERASI HURUF ARAB-LATIN

Pedoman transliterasi yang penulis gunakan dalam penulisan skripsi ini mengacu pada Keputusan Bersama Menteri Agama dan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 158 Tahun 1987- Nomor : 0543/u/1987 sebagai berikut :

### A. Konsonan

No.	Huruf Arab	Nama	Huruf Latin
1	ا	<i>Alif</i>	-
2	ب	<i>Ba</i>	B
3	ت	<i>Ta</i>	T
4	ث	<i>Sa</i>	Š
5	ج	<i>Jim</i>	J
6	ح	<i>Ha</i>	Ḥ
7	خ	<i>Kha</i>	KH
8	د	<i>Dal</i>	D
9	ذ	<i>Zal</i>	Ẓ
10	ر	<i>Ra</i>	R
11	ز	<i>Zai</i>	Z
12	س	<i>Sin</i>	S
13	ش	<i>Syin</i>	Sy
14	ص	<i>Sad</i>	Ṣ
15	ض	<i>Dad</i>	Ḍ
16	ط	<i>Ta</i>	Ṭ
17	ظ	<i>Za</i>	Ẓ
18	ع	<i>Ain</i>	”
19	غ	<i>Gain</i>	G
20	ف	<i>Fa</i>	F
21	ق	<i>Qaf</i>	Q
22	ك	<i>Kaf</i>	K
23	ل	<i>Lam</i>	L



24	م	<i>Mim</i>	M
25	ن	<i>Nun</i>	N
26	و	<i>Wa</i> w	W
27	ه	<i>Ha</i>	H
28	ء	<i>Ham</i> <i>zah</i>	'
29	ي	<i>Ya</i>	Y

## B. Konsonan Rangkap

Konsonan rangkap (*tasydid*) ditulis rangkap Contoh : مقدمة di tulis *Muqoddimah*

## C. Vokal

### a. Vokal Tunggal

Fathah ditulis “a”. Contoh : فتح ditulis *fataha* Kasrah ditulis “i”. Contoh : علم ditulis *‘alima* Dammah ditulis “u”. Contoh : كتب ditulis *kutub*

### b. Vokal Rangkap

Vokal rangkap (*fathah dan ya*) ditulis “ai”. Contoh : اين ditulis *aina* Vokal rangkap (*fathah dan wawu*) ditulis “au”. Contoh : حول ditulis *haua*.

## D. Vokal Panjang

Fathah ditulis “a”. Contoh : باع ditulis *ba’a* Kasrah ditulis “i”. Contoh : علم ditulis *‘alimun* Dammah ditulis “u”. Contoh : علوم ditulis *‘ulumun*

## E. Hamzah

Huruf hamzah (ء) di awal kata ditulis dengan vokal tanpa didahului oleh tanda apostrof (’).

Contoh : اي ditulis *ayu*

## F. Lafzul Jalalah

*Lafzul Jalalah* (kata الله) yang terbentuk frase nomina ditransliterasikan tanpa *hamzah*. Contoh : عبدالله ditulis *Abdullah*

## G. Kata Sandang “Al-”

- a. Kata sandang “al-” tetap ditulis “al-”, baik pada kata yang dimulaidengan huruf *qamariyah* maupun *syamsiyah*.
- b. Huruf “a” pada kata sandang “al-” tetap ditulis dengan huruf kecil.
- c. Kata sandang “al-” di awal kalimat dan pada kata “al-Qur’an” ditulisdengan huruf kapital.

## H. Ta Marbutah (ة)

Bila terletak di akhir kalimat, ditulis h, contoh: البقرة: ditulis *al-baqarah*. Bila di tengah kalimat ditulis t, contoh : زكاة المال: ditulis *zakâh al-mâl* atau *zakâtul mâl*.

## ABSTRAK

Fajar sidik merupakan salah satu waktu yang penting bagi umat Islam di dunia. Dikarenakan waktu ini menjadi penanda waktu shalat subuh dan awal berpuasa di bulan Ramadhan. Waktu tersebut sangat diperhatikan oleh para ilmuwan Islam sehingga banyak ilmuwan yang melakukan observasi terkait waktu fajar sidik. Hasil observasi yang dilakukan ilmuwan sangat bervariasi, ada yang  $-20^\circ$ ,  $-19^\circ$ ,  $-18^\circ$  bahkan  $-13.5^\circ$  derajat. Salah satu alat yang digunakan adalah *Sky Quality Meters* (SQM). SQM ini menghasilkan data berupa kecerlangan langit dengan ukuran satuan magnitude per satuan detik busur persegi (MPSAS). Hasil ini disandingkan dengan waktu atau posisi matahari/altitude matahari. Kemudian menghasilkan berupa kurva dan dianalisis dengan teknik *Linier*

Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui nilai kecerlangan langit di Pulau Karimunjawa pada saat terbit fajar sidik, dan bagaimana pengaruh deklinasi matahari terhadap terbitnya fajar sidik di Pulau Karimunjawa.

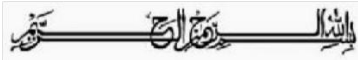
Penelitian ini menggunakan metode penelitian kualitatif dengan cara membandingkan beberapa data. Penelitian ini menggunakan data pada alat Sistem Otomatisasi Observasi Fajar (SOOF) sebagai sumber utama pada penelitian ini. Selain itu menggunakan literatur yang masih berkaitan dengan fajar dan SQM. Menggunakan observasi secara tidak langsung dan dokumentasi dalam pengumpulan data. Riset yang dilakukan menggunakan analisis perbandingan antar beberapa data.

Hasil daripada penelitian ini adalah Ketika deklinasi matahari bernilai positif nilai kecerlangan langit rata-rata berkisar  $\pm 21,9$  mpsas. Ketika deklinasi matahari bernilai negatif, nilai kecerlangan langit rata-rata berkisar  $\pm 22,15$  mpsas. Ketika nilai deklinasi matahari bernilai mendekati khatulistiwa (rentan  $0-3^\circ$ ), nilai kecerlangan langitnya rata-rata berkisar  $\pm 22,006$  mpsas. Kemudian tidak ditemukan pengaruh signifikan dari pengaruh deklinasi matahari terhadap kemunculan fajar sidik. Rata-rata

kenampakan fajar sidik di pulau karimunjawa dipengaruhi oleh cahaya bulan.

***Kata Kunci : Fajar Sidik, Linier, Deklinasi Matahari***

## KATA PENGANTAR



*Alhamdulillahirobbil' alamin*, puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul : **PENGARUH DEKLINASI MATAHARI TERHADAP MUNCULNYA FAJAR SIDIK DI PULAU KARIMUNJAWA** dengan baik.

Shalawat serta salam senantiasa turunkan kepada junjungan kita nabi Muhammad SAW beserta keluarga, sahabat dan para pengikutnya yang telah membawa cahaya berkembang hingga saat ini.

Penulis menyadari bahwa terselesaikannya skripsi ini bukanlah hasil jerih payah penulis sendiri. Melainkan terdapat usaha dan bantuan baik berupa moral maupun spiritual dari berbagai pihak kepada penulis. Oleh karena itu, penulis hendak sampaikan terimakasih kepada:

1. Ibu, ibu Siti Rokhanah, kakakku dan istrinya, kembaranku yang selalu memberikan semangat, do'a serta berbagai hal.
2. Bapak Syiful Anam S.HI, MH selaku pembimbing I, yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikiran untuk memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penyusunan skripsi ini dengan tulus dan ikhlas.
3. Ahmad Zubaeri S.HI, M.H, selaku pembimbing II, yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikiran untuk memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penyusunan skripsi ini dengan tulus dan ikhlas.
4. Bapak Dr. H. M. Basthoni, M.H., selaku pengarah penulis dalam mengumpulkan data maupun mengolah data dalam penulisan ini.
5. Bapak Munif, M.H, selaku ketua Jurusan Ilmu Falak, atas bimbingan dan pengarahan yang diberikan dengan sabar dan tulus ikhlas, juga kepada jajaran dosen serta karyawan di lingkungan fakultas Fakultas Syari'ah dan Hukum khususnya di jurusan Ilmu Falak, atas bantuan dan kerjasamanya.
6. Bapak K.H Slamet Hambali, M.Ag dan Bapak Dr. K.H Ahmad Izzuddin, M.Ag, selaku dosen senior yang inspiratif. Banyak karya beliau yang penulis kutip dalam penulisan skripsi ini.

7. Murobbi Ruhina Abah Drs. KH. Ahmad Hadlor Ihsan Pengasuh Pondok Pesantren Al Ishlah Semarang, yang telah membimbing, serta tak lelah-lelahnya selalu mendoakan Santri-santrinya.

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

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

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

Semarang, 12 Desember 2022  
Penulis

**ROHMAD MUSTOFA**  
**NIM: 1802046058**

## DAFTAR ISI

PERSETUJUAN PEMBIMBING .....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
MOTTO .....	iii
PERSEMBAHAN .....	iv
DEKLARASI.....	v
PEDOMAN TRANSLITERASI HURUF ARAB-LATIN .....	vi
ABSTRAK.....	ix
KATA PENGANTAR.....	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR .....	xv
DAFTAR TABEL.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN .....	1
A. Latar Belakang .....	1
B. Rumusan Masalah .....	4
C. Tujuan Penelitian .....	4
D. Manfaat Hasil Penelitian .....	5
E. Tinjauan Pustaka .....	5
F. Metodologi Penelitian .....	7
G. Sistematika Penulisan .....	9
BAB II TEORI FAJAR SIDIK SECARA FIKIH DAN ASTRONOMIS.....	11
A. Fajar Sidik Menurut Fikih .....	11
B. Fajar Sidik Menurut Astronomi .....	19
1. Makna Fajar secara Astronomi .....	19
2. Perhitungan Waktu Fajar Sidik saat subuh.....	23
C. Deklinasi Matahari .....	28
D. karimunjawa .....	29
E. Kecerlangan langit .....	31
BAB III PENENTUAN FAJAR SIDIK MENGGUNAKAN SQM ..	36
A. Tinjauan Umum tentang SQM .....	36
B. Tinjauan Umum SOOF .....	40
C. Teknik analisa data SQM .....	49
BAB IV PENGARUH DEKLINASI MATAHARI TERHADAP MUNCULNYA FAJAR SIDIK DI PULAU KARIMUNJAWA.....	53
A. Analisis Nilai Kecerlangan Langit Pada Saat Munculnya Fajar Sidik.....	53
1. Deklinasi positif .....	53
2. Deklinasi Negatif .....	56

3. Deklinasi mendekati khatulistiwa.....	60
4. Data Gabungan.....	62
B. Analisis Pengaruh Deklinasi Matahari Terhadap Munculnya Fajar Sidik.....	65
BAB V PENUTUP.....	68
A. KESIMPULAN.....	68
B. Saran.....	68
C. Penutup.....	69
DAFTAR PUSTAKA.....	70
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	74
LAMPIRAN.....	75



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 fajar Menurut Astronomi .....	20
Gambar 2. 2 ilustrasi tata koordinat equator.....	28
Gambar 2. 3 diagram deklinasi matahari dalam 1 tahun .....	29
Gambar 3. 1 Gambar jenis-jenis SQM.....	38
Gambar 4. 1 kurva sqm dengan analisa linier tanggal 10 juni 2021 .....	53
Gambar 4. 2 hasil kurva sqm dengan analisa linier tanggal 10 juni 2021 .....	54
Gambar 4. 3 Kurva SQM dengan analisa Linier tanggal 22 Juni 2021 .....	55
Gambar 4. 4 hasil analisa linier tanggal 22 Juni 2021 .....	55
Gambar 4. 5 kurva SQM dengan analisa linier tanggal 9 Agustus 2021 .....	56
Gambar 4. 6 hasil analisa linier tanggal 9 agustus 2021 .....	56
Gambar 4. 7 Kurva SQM dengan analisa linier tanggal 10 Oktober 2021....	57
Gambar 4. 8 hasil analisa linier tanggal 10 Oktober 2021 .....	57
Gambar 4. 9 Kurva SQM dengan teknik analisa linier tanggal 14 Oktober 2021 .....	58
Gambar 4. 10 hasil analisa linier tanggal 14 Oktober 2021 .....	58
Gambar 4. 11 Kurva SQM Dengan teknik analisa linier tanggal 9 November 2021 .....	59
Gambar 4. 12 Hasil analisa linier tanggal 9 November 2021 .....	59
Gambar 4. 13 Kurva SQM dengan teknik analisa linier tanggal 14 September 2021 .....	60
Gambar 4. 14 Hasil analisa linier tanggal 14 September 2021.....	60
Gambar 4. 15 Kurva SQM dengan teknik analisa Linier tanggal 16 September 2021.....	61
Gambar 4. 16 hasil analisa linier tanggal 16 September 2021 .....	61
Gambar 4. 17 Kurva SQM dengan teknik analisa linier tanggal 18 September 2021 .....	62
Gambar 4. 18 hasil analisa linier tanggal 18 September 2021 .....	62
Gambar 4. 19 Plot data kecerlangan langit pada tahun 2021 Pulau Karimunjawa.....	63
Gambar 4. 20 hasil plot gabungan beberapa data dalam 1 tahun.....	65

## **DAFTAR TABEL**

Tabel 1. 1 Ketinggian fajar sidik menurut beberapa ulama.....	2
Tabel 4. 1 Rekap hasil pengamatan di Pulau Karimunjawa .....	64

# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Secara bahasa fajar merupakan pencahayaan gelap malam dari sinar pagi. Para ulama sepakat bahwa fajar dibagi menjadi dua, yaitu fajar kizib atau fajar *awwal* dan fajar sidik atau fajar kedua. Fajar kizib dinamakan sebagai fajar pertama dikarenakan muncul pertama kali yang kemudian disusul oleh fajar sidik atau fajar kedua. Fajar kizib sendiri memiliki ciri alami yaitu muncul menjulang ke atas laksana ekor serigala.<sup>1</sup>

Sedangkan fajar sidik adalah fajar yang membentang dan nampak horizontal yang memenuhi ufuk dengan cahaya putihnya.<sup>2</sup> Fajar sidik ini dijadikan pertanda daripada waktu sholat subuh.<sup>3</sup> Para ulama sepakat bahwa fajar sidik menjadi pertanda bagi haramnya makan dan minum di bulan Ramadhan, dan mulainya saat kewajiban pelaksanaan ibadah puasa.<sup>4</sup> Maka dari itu fajar sidik ini menjadi waktu yang sangat penting bagi umat Islam. Karena sekaligus menjadi dua penanda ibadah, yaitu awal waktu sholat subuh dan awal melakukan puasa.

Di Indonesia pada umumnya shalat subuh dimulai pada saat matahari berkedudukan 20 derajat di bawah ufuk hakiki (*true horizon*). Hal ini bisa dilihat dari pendapat ulama terkemuka Indonesia, yaitu Saadod'ddin

---

<sup>1</sup> Arwin Juli Rakhmadi Butar-butur, *Fajar Dan Syafaq Dalam Kesarjanaan Astronom Muslim Dan Ulama Nusantara*, 1st ed. (Yogyakarta: LKiS, 2018). 4.

<sup>2</sup> Lutfi Fuadi, "Fajar Penanda Awal Waktu Subuh Dan Puasa," *Minhaj: Jurnal Ilmu Syariah* 2 (2021).3.

<sup>3</sup> Fuadi. 119

<sup>4</sup> Rohmat, "Fajar Dalam Perspektif Syari'ah," *ASAS Jurnal Hukum Ekonomi Syariah* 04, no. 1 (2012). 4

Djambek yang dikenal sebagai *mujaddid al hisab* di Indonesia. Beliau menyatakan bahwa dalam ilmu falak tampaknya fajar didefinisikan dengan posisi matahari pada 20 derajat dibawah ufuk sebelah timur.<sup>5</sup>

Namun, menurut ahli falak yang lain, kemunculan fajar sidik memiliki perbedaan. Perbedaan ini dapat dilihat dari tabel berikut:

No	Ahli Falak	Ketinggian
1.	Abu Raihan Al Biruni	15-18
2.	Al Qaini	17
3.	Ibnu Yunus, Al Khalili, Ibnu Syatir, Tusi, Mardeni, Al-Muwaqit di Syiria, Maghrib, Mesir, dan Turkey	19
4.	Hasabah, Muadh, Ibnu Haitim	18
5.	Al Marrakushi, Tunis, dan Yaman	20
6.	Abu Abdullah Al sayyid al-Moeti	19
7.	Abu Abdullah ibn Ibrahim ibn Riqam	19
8.	Chagmini, Barjandi, Kamili	15

**Tabel 1. 1 Ketinggian fajar sidik menurut beberapa ulama**

Ada penelitian yang mengatakan bahwa perbedaan deklinasi berpengaruh terhadap kemunculan fajar. Seperti penelitian yang dilakukan oleh Mustofa Ahyar, Yudhiakto Pramudya, Abu Yazid Raisal, Okimustava yang ditulis dalam jurnal **Penentuan Awal Waktu Subuh Menggunakan Sky Quality Meter Pada Variasi Deklinasi Matahari** mengataka bahwa, nilai deklinasi matahari berpengaruh terhadap awal waktu subuh, selain nilai deklinasi, pengaruh cuaca dan permukaan tempat juga berperan. Namun

---

<sup>5</sup> Susiknan Azhari, *Ilmu Falak (Perjumpaan Khazanah Islam Dan Sains Modern)* (Yogyakarta: Suara Muhammadiyah, 2011). 25.

diperlukan penelitian lebih lanjut untuk memperkuat teori tersebut.<sup>6</sup>

Penentuan awal waktu subuh dengan menggunakan pengukuran tingkat kecerlangan langit (TKL) ini diukur dengan *Sky Quality Meter* (SQM). Terdapat selisih awal waktu salat subuh antara perhitungan software accurate times dan pengukuran. Pada variasi deklinasi matahari diperoleh data selisih berkisar antara 21-36 menit. Dari salah satu penelitian menyimpulkan bahwa deklinasi matahari berpengaruh terhadap awal waktu subuh.

Deklinasi matahari yang dalam bahasa arabnya disebut *Mail Awwal Li Al-Syamsi* yakni jarak posisi matahari dengan equator/khatulistiwa langit diukur sepanjang lingkaran deklinasi atau lingkaran waktu.<sup>7</sup> Deklinasi di sebelah utara equator diberi tanda positif (+) dan disebelah selatan equator diberi nilai negatif (-). Ketika matahari melintasi khatulistiwa, maka deklinasinya  $0^{\circ}$ . Hal ini terjadi sekitar tanggal 21 Maret dan 23 September. Setelah melintasi khatulistiwa pada tanggal 21 Maret matahari bergeser ke utara hingga mencapai garis balik utara (deklinasi  $+23^{\circ}27'$ ) hal tersebut yang dinamakan *vernal equinox*, sekitar tanggal 2 Juni kemudian bergeser kembali ke arah selatan sampai pada khatulistiwa lagi (*summer solstice*) sekitar pada tanggal 23 September (*autumnal equinox*), setelah itu bergeser ke arah utara hingga mencapai khatulistiwa lagi sekitar tanggal 21 Maret. Ketiga posisi tadi yang nantinya akan dibahas dalam karya tulis ini.

---

<sup>6</sup> Mustofa Ahyar, Yudhiakto Pramudya, and Okimustava Raisal, Abu Yazid, "PENENTUAN AWAL WAKTU SUBUH MENGGUNAKAN SKY QUALITY METER PADA VARIASI DEKLINASI MATAHARI," *Prosiding SNFA*, 2018, 184–89.

<sup>7</sup> Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis*, cetakan II (Semarang: PT suara rizki putra, 2017). 48

Selain dalam penentuan waktu-waktu salat, deklinasi matahari juga diperlukan dalam penentuan bayang-bayang kiblat, waktu ijtima, ketinggian hilal, gerhana, dan lain-lain. Penelitian tentang kecerlangan langit malam untuk penentuan awal waktu subuh harus melalui pengamatan yang panjang dan pengambilan data melalui beberapa metode untuk memperkuat hasil penelitian. Sehingga dalam penelitian tersebut mengambil metode dengan deklinasi matahari, namun untuk diketahui sebelum penelitian tersebut sudah ada juga yang meneliti bahwa tentang awal waktu subuh dengan metode perbedaan fase bulan.

Oleh karena itu, penulis ingin melakukan penelitian terhadap masing-masing metode analisa dengan judul **PENGARUH DEKLINASI MATAHARI TERHADAP MUNCULNYA FAJAR SIDIK DI PULAU KARIMUNJAWA**. Dipilihnya lokasi Karimunjawa, karena karimunjawa memiliki kecerlangan langit yang ideal (gela) dengan kecerlangan langit malam  $\geq 21,3$  mpsas, fajar sidik terdeteksi rata-rata pada saat sudut depresi atau ketinggian matahari  $19,73 \pm 0,19$  derajat.<sup>8</sup>

## B. Rumusan Masalah

1. Bagaimana nilai kecerlangan langit Pulau Karimunjawa saat munculnya fajar sidik?
2. Bagaimana pengaruh deklinasi matahari terhadap munculnya fajar sidik di Pulau Karimunjawa?

## C. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini sebagaimana berikut:

---

<sup>8</sup> M. Basthoni, "Efek Polusi Cahaya Terhadap Penentuan Awal Waktu Subuh Di Indonesia" (UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG, 2022). 7

1. Mengetahui nilai kecerlangan langit pada waktu munculnya fajar sidik.
2. Mengetahui pengaruh deklinasi matahari terhadap kemunculan fajar sidik pada rekaman alat soof.

#### D. Manfaat Hasil Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adaah sebagaimana berikut:

1. Menambah khazanah keilmuan falak dunia pada umumnya dan UIN walisongo semarang pada khususnya.
2. Untuk mengetahui awal waktu sibuh dengan berbagai pendekatan keilmuan.
3. Untuk mengetahui konsep awal waktu subuh berdasarkan pemahaman syariat dan astronomi.
4. Sebagai bahan kajian dan pertimbangan dalam penentuan awal waktu subuh pada peneliti yang lain dikemudian hari.
5. Mengetahui kapan baiknya melakukan pengamatan fajar sidik.

#### E. Tinjauan Pustaka

Berdasarkan penelusuran dan sependek pengetahuan peneliti. Kajian dan penelitian mengenai awal waktu Subuh sudah banyak sekali dilakukan di berbagai seminar dan riset dari berbagai universitas dan badan penelian. Namun kebanyakan dari mereka mempersalahkan tentang koreksi waktu yang menilai bahwa awal waktu Subuh di Indonesia ini lebih cepat dari yang semestinya

Penelitian lain yang membahas tentang waktu Subuh juga kebanyakan menggunakan astrofotografi sebagai pendekatannya. Namun untuk yang menggunakan alat *Sky Quality Meter* masih sangat minim sekali peneliti temukan, Padahal dalam penentuan awal waktu shalat Shubuh memerlukan data-data penelitian yang banyak dan akurat di berbagai tempat guna keperluan verifikasi. Mengingat kecerlangan langit dan kontras langit malam yang terekam oleh alat SQM sangat berpengaruh dalam penentuan awal waktu shalat Subuh, maka kiranya perlu sebagai bahan kajian lain.

Salah satu telaah pustaka yang digunakan oleh dilakukan oleh Eka Puspita Arumaningtyas dalam “*International Conference on Physics and its Applications; Morning Twilight Measured at Bandung and Jombang*”.<sup>9</sup> Penelitian ini mengukur kecerlangan langit di Bandung, Jawa Barat dan Jombang, Jawa Timur menggunakan SQM. Penelitian ini merupakan penelitian pertama dan terbilang barn yang dilakukan di Indonesia menggunakan alat SQM. Pada penelitian ini peneliti menggunakan dua variabel tempat sebagai komparasi yang bertujuan untuk melihat perbedaan hasil yang dilakukan di daerah dataran rendah dan dataran tinggi, ini berarti memperhitungkan nilai ketinggian tempat dan kualitas langit malam pada masing-masing tempatnya.

Penelitian lainnya adalah dari saudari Ayu Khoirunnissak dengan judul “*Analisis Awal Waktu Shalat Subuh (Kajian Atas Relevansi Nilai Ketinggian Matahari Terhadap Kemunculan Fajar Shadiq)*”<sup>10</sup> dalam penelitian ini disebutkan bahwasanya menurut perspektif Fikih munculnya *Fajar Sidik* adalah awal waktu dari shalat Subuh sedangkan menurut perspektif astronomi adalah ketika tinggi matahari berada di ketinggian  $-18^{\circ}$  -  $-14^{\circ}$ . Dan dari penelitian tersebut juga disebutkan ada yang menyatakan bahwa fajar sidik pada ketinggian  $-20^{\circ}$  di beberapa wilayah di Indonesia, namun dari fenomena tersebut para pakar Ilmu Falak masih condong menggugurkan ketinggian Matahari  $-18^{\circ}$  sebagai kriteria dari awal waktu shalat Subuh.

Pada penelitian lain yang dilakukan oleh Adi Nugroho dengan judul “*Pengaruh Cahaya Bulan Terhadap Kemunculan Fajar Sidik (Analisis Titik Belok Kurva Pada Penentuan Awal Waktu Subuh Menggunakan Alat Sky Quality Meter)*”. Pada penelitian tersebut disebutkan bahwa kehadiran cahaya bulan sangat berpengaruh dari sisi kecerlangan langit malam. Ditempat pengamatn yang sama, ketika dalam keadn bulan beriluminasi 89% rata-rata

---

<sup>9</sup> Penelitian dibimbing dan dilakukan bersama dengan Divisi Riset Departemen Astronomi Fakultas MIPA ITB, Moedji Raharto dan Dhani Herdiwijaya

<sup>10</sup> Ayu Khoirunisak, “Analisis Awal Waktu Shalat Subuh (Kajian Atas Relevansi Nilai Ketinggian Matahari Terhadap Kemunculan Fajar Shadiq” (FAKULTAS SYARI’AHIAIN WALISONGO SEMARANG, 2011).



magnitude kecerlangan langit malam berada pada angka 18 MPDB, terdapat perbedaan 3 MPDB. Selisih kecerlangan langit malam ini termasuk tinggi, karena 18 adalah kategori untuk daerah yang memiliki kualitas langit malam yang kurang bagus sedangkan pada kenyataannya tempat pengamatan adalah daerah yang memiliki kualitas langit malam yang bagus.

Untuk menambah referensi, penulis juga mengambil dari salah satu jurnal yang berjudul “*Penentuan Awal Waktu Subuh Menggunakan Sky Quality Meter Pada Variasi Deklinasi Matahari*”. Yang ditulis oleh Mustofa Ahyar, Yudhiakto Pramudya, Abu Yazid Raisal, Okimustava.<sup>11</sup> Mengatakan bahwa, hasil pengukuran dengan SQM dan perhitungan dengan *Software Accurate Times* diperoleh selisih awal waktu subuh berkisar antara 21-36 menit. Ini menunjukkan bahwa dari penelitian ini dapat disimpulkan nilai deklinasi matahari berpengaruh terhadap awal waktu subuh, selain nilai deklinasi, pengaruh cuaca dan permukaan tempat juga berperan.

## F. Metodologi Penelitian

Dalam penelitian ini, penulis menggunakan metode penelitian sebagai berikut:

### 1. Jenis Penelitian

Penelitian ini termasuk jenis penelitian kualitatif yaitu penelitian yang berlandaskan pada filsafat positivism yang dipergunakan untuk penelitian yang sifat dan objeknya alami atau sesuai dengan sebenarnya. Seorang peneliti menjadi instrument pemegang pengendali, pengambilan data menggunakan triangulasi atau gabungan serta menganalisis data secara kualitatif dengan hasil penelitian menggunakan penalaran yang membentuk kesimpulan secara umum. Jenis penelitian

---

<sup>11</sup> Ahyar, Pramudya, and Raisal, Abu Yazid, “PENENTUAN AWAL WAKTU SUBUH MENGGUNAKAN SKY QUALITY METER PADA VARIASI DEKLINASI MATAHARI.”

ini adalah jenis penelitian dengan kajian penelitian *field research*, yaitu observasi untuk melakukan pengumpulan data dengan menggunakan instrument penelitian dan *library research* (penelitian perpustakaan). Dalam penelitian ini, penulis menggunakan jenis penelitian *library reserarch* yang mana penulis meneliti karya tulis ilmiah yang berkaitan dengan fenomena *fajar shadiq* atau fenomena awal waktu subuh dan meneliti data yang dihasilkan oleh sebuah alat Sistem Otomatisasi Observasi Fajar (SOOF).

## 2. Sumber Data

Berdasarkan sumber datanya, penelitian dibagi menjadi data yaitu data primer dan sekunder.<sup>12</sup>

### a. Data Primer

Data primer adalah yang didapat oleh penulis pada alat SOOF yang dibuat oleh Dr. H. M. Basthoni, M.H. di pulau karimunjawa.

### b. Data Sekunder

Adapun data sekunder adalah data yang tidak langsung didapat oleh penulis dari sumber penelitiannya. Data sekunder ini penulis dapatkan dari penelitian-penelitian terdahulu yang berkaitan dengan tema yang penulis kaji, buku-buku ilmu falak, jurnal, skripsi dan karya ilmiah lainnya yang menjelaskan tentang fajar dan SQM serta teknik analisa data.

## 3. Teknik Pengumpulan Data

Untuk memperoleh data-data yang dibutuhkan dalam penelitian ini, maka penulis menggunakan beberapa teknik, yaitu :

### a. Observasi

Observasi merupakan pengamatan dengan cara penulisan atau pencatatan secara

---

<sup>12</sup> Iqbal Hasan, *Pokok-Pokok Materi Metodologi Penelitian Dan Aplikasinya* (Bogor: Ghalia Indonesia, 2002). 82

sistematis terhadap gejala-gejala yang diteliti. Observasi merupakan teknik tujuan peneliti, yang direncanakan dan dicatat secara sistematis, dan dapat dikontrol keadaan dan keshahihannya.<sup>13</sup> Data observasi ini didapatkan dari observasi tidak langsung yang menggunakan SOOF sebagai alat pengambil data di lapangan.

b. Dokumentasi

Dalam pengumpulan data ini penulis mengkaji dan mengumpulkan data berupa dokumen yang berkaitan dengan fajar dan SQM diantaranya berupa buku, jurnal, artikel dan hasil penelitian lainnya.

4. Metode Analisis Data

Setelah melengkapi data-data dilanjutkan untuk menganalisa data yang sudah dilengkapi dan juga mengambil kesimpulan dari data-data tersebut. Semakin banyak data yang diambil maka semakin banyak variasi-variasi yang dihasilkan dan harus difokuskan pada suatu masalah tertentu. Untuk mendapatkan fokus tersebut digunakan teknik analisis deskriptif-kualitatif. Penelitian deskriptif yaitu penelitian yang bertujuan untuk membuat deskripsi atau penggambaran mengenai fakta-fakta, sifat-sifat, serta hubungan antara fenomena yang diselidiki kemudian dianalisis.

## G. Sistematika Penulisan

Pada Penelitian ini penulis menggunakan 5 (lima) Bab untuk menjadi pokok penelitian sehingga dapat diuraikan secara terperinci, Lima Bab tersebut penulis perinci sebagai berikut:

BAB I: Pendahuluan, pada bab ini diuraikan mencakup latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, tinjauan pustaka, metodologi penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II: Teori fajar sidik secara fikih dan

---

<sup>13</sup> Hardani, *Metode Penelitian Kualitatif Dan Kuantitatif* (Yogyakarta: Pustaka Ilmu, 2020). 123

astonomis, pada bab ini akan dijelaskan teori fajar secara fikih maupun astronomis, dan dilengkapi dengan dalil atau dasar hukum tentang fajar sidik. Pada bab ini juga dijelaskan tentang Deklinasi Matahari, kemudian juga dijelaskan mengenai kondisi Pulau Karimunjawa dari segi geografis, astronomis, dn kondisi atmosfernya.

BAB III: Penentuan fajar sidik menggunakan SQM, Bab ini akan di jelaskan tentang pengenalan alat Sky Quality Meter yang berisi berbagai tipe dan model SQM. Ada banyak tipe SQM dengan kegunaannya masing-masing, setiap tipe memiliki kelebihan dan kelemahan masing-masing. Pada bab ini juga menerangkan tentang SOOF (Sistem Otomatisasi Observasi Fajar) dan juga cara analisis datanya.

BAB IV: analisis kecerlangan langit di apaulau karimunjawa, dan pengaruh deklinasi matahari terhadap munculnya fajar sidik. Pada bab ini akan dijelaskan bagaiman pengaruh deklinasi matahari terhadap kemunculan fajar sidik dengan pembacaan data yang telah dianalisa menggunakan kurva dengn aplikasi GNU Plot.

BAB V: Penutup, pada bab ini akan dijelaksan kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan, kemudian saran yang ada setelah dilakukan penelitian, dan juga penutup.

## BAB II

### TEORI FAJAR SIDIK SECARA FIKIH DAN ASTRONOMIS

#### A. Fajar Sidik Menurut Fikih

##### 1. Dalil Fajar Sidik

##### a. Dalil Al-Quran

Al Baqarah [02] ayat 187

أَجَلَ لَكُمْ لَيْلَةَ الصِّيَامِ الرَّفَثُ إِلَى نِسَائِكُمْ هُنَّ لِبَاسٍ لَكُمْ وَأَنْتُمْ لِبَاسٍ  
لَهُنَّ عِلْمٌ اللَّهُ أَنْكُمْ كُنْتُمْ تَخْتَلَوْنَ أَنْفُسَكُمْ فَتَابَ عَلَيْكُمْ وَعَفَا عَنْكُمْ فَالآنَ  
بَاشِرُوهُنَّ وَابْتَغُوا مَا كَتَبَ اللَّهُ لَكُمْ وَكُلُوا وَاشْرَبُوا حَتَّى يَبَيِّنَ لَكُمْ  
الْحَيْطُ الْأَبْيَضُ مِنَ الْحَيْطِ الْأَسْوَدِ مِنَ الْفَجْرِ ثُمَّ أَتَمُوا الصِّيَامَ إِلَى  
اللَّيْلِ وَلَا تُبَاشِرُوهُنَّ وَأَنْتُمْ عَاكِفُونَ فِي الْمَسَاجِدِ تِلْكَ حُدُودُ اللَّهِ فَلَا  
تَقْرُبُوهَا كَذَلِكَ يُبَيِّنُ اللَّهُ آيَاتِهِ لِلنَّاسِ لَعَلَّهُمْ يَتَّقُونَ (١٨٧)

Artinya: *Dihalalkan bagi kamu pada malam hari bulan puasa bercampur dengan isteri-isteri kamu; mereka adalah pakaian bagimu, dan kamupun adalah pakaian bagi mereka. Allah mengetahui bahwasanya kamu tidak dapat menahan nafsumu, karena itu Allah mengampuni kamu dan memberi ma'af kepadamu. Maka sekarang campurilah mereka dan ikutilah apa yang telah ditetapkan Allah untukmu, dan Makan minumlah hingga terang bagimu benang putih dari benang hitam, Yaitu fajar. kemudian sempurnakanlah puasa itu*

*sampai (datang) malam, (tetapi) janganlah kamu campuri mereka itu, sedang kamu beri'tikaf dalam mesjid. Itulah larangan Allah, Maka janganlah kamu mendekatinya. Demikianlah Allah menerangkan ayat-ayat-Nya kepada manusia, supaya mereka bertakwa. (Al Baqarah [02] ayat 187)<sup>14</sup>*

Dalam Ayat tersebut dijelaskan mengenai puasa yang mana diperbolehkannya menggauli istri, makan, dan minum selagi sebelum terbitnya fajar.<sup>15</sup> Maka disini dapat kita ketahui dengan jelas bahwa fajar merupakan waktu awal dilakukannya puasa.

Sesuai dengan ayat di atas, terdapat suatu hadis yang menceritakan bahwa seorang sahabat bertanya kepada Nabi Muhammad SAW. tentang benang hitam dan putih tersebut. Sahabat itu memahami hadis tersebut secara tekstual kemudian mempraktikkannya dengan menaruh benang hitam dan putih di bawah bantalnya, Setelah itu dia mengamatinya ketika di kegelapan malam saat hendak sahur. Ketika bertemu Rasulullah SAW sahabat tersebut menceritakannya, akhirnya Rasulullah menjelaskan bahwa yang dimaksud dari benang hitam adalah gelapnya malam, sedangkan benang putih ialah terangnya siang.<sup>16</sup>

Al Isra' [17] Ayat 78

أَقِمِ الصَّلَاةَ لِدُلُوكِ الشَّمْسِ إِلَى غَسَقِ اللَّيْلِ وَقُرْآنَ الْفَجْرِ إِنَّ قُرْآنَ الْفَجْرِ  
كَانَ مَشْهُودًا (٧٨)

Artinya : *dirikanlah shalat dari sesudah matahari tergelincir sampai gelap malam dan (dirikanlah pula shalat) subuh. Sesungguhnya shalat subuh itu disaksikan (oleh malaikat).*

Kata (لدلوك) *li duluk* berasal dari kata (دلوك)

---

<sup>14</sup> lajnah pentashihan Al-qur'an, ed., *No Title* (Kementerian Agama RI, 2012).

<sup>15</sup> Rohmat, "Fajar Dalam Perspektif Syari'ah."

<sup>16</sup> Imam Qusthalaani, "Kajian Fajar Dan Syafaq Perspektif Fikih Dan Astronomi," *Mahkamah : Jurnal Kajian Hukum Islam* 3, no. 1 (2018): 1, <https://doi.org/10.24235/mahkamah.v3i1.2744>.

Yang apa bila digabung dengan kata (شمس) *Syamsun* (matahari) seperti ayat yang diatas, ia bermakana tenggelam , atau menguning , atau tergelincir dari tengahnya . Ketiga makna ini ditampung oleh kata tersebut dan , dengan demikian , ini mengisyaratkan dengan jelas dua kewajiban shalat , yaitu Zuhur dan Maghrib , dan secara tersirat mengisyaratkan tentang shalat Ashar karena waktu Ashar bermula ketika matahari mulai menguning . Ini dikuatkan lagi dengan redaksi ayat di atas yang menghinggakan perintah melaksanakan shalat sampai (عَسَقَ اللَّيْلُ) *ghasaq al - lail*, yakni kegelapan malam . Demikian menurut al-Biqâ'i. Ulama Syi'ah kenamaan, Thabâthabâ'i, berpendapat bahwa kalimat (لِدُلُوكِ اللَّيْلِ إِلَى غَسَقِ اللَّيْلِ) *li dulik asy - syams ila ghasaq al - lail* mengandung empat kewajiban shalat, yakni ketiga yang disebut al - Biqâ'i dan shalat Isya yang ditunjuk oleh *ghasaq al-lail* .

Pendapat serupa disampaikan juga oleh ulama-ulama lain. Kata (غسق) *ghasaq* pada mulanya berarti penuh. Malam dinamai *ghasaq al-lail* karena angkasa dipenuhi oleh kegelapannya. Air yang sangat panas atau dingin, yang panas dan dinginnya terasa menyengat seluruh badan, dinamai juga *ghasaq*, demikian juga nanah yang memenuhi lokasi luka. Semua makna-makna itu digabung oleh kepenuhan. Firman-Nya: (وَقُرْآنَ الْفَجْرِ): *Qur'an al - fajr* secara harfiah berarti bacaan (al-Qur'an) di waktu fajar, namun karena ayat ini membahas konteks kewajiban shalat, tidak ada bacaan yang wajib pada saat fajar kecuali bacaan al Qur'an yang dilaksanakan paling tidak dengan membaca *al-Fâtiha* ketika shalat Subuh. Dari sini, semua penafsir Sunnah atau Syi'ah menyatakan bahwa yang dimaksud dengan istilah ini merupakan shalat Subuh. Penggunaan istilah ini hanya untuk shalat fajar karena mempunyai keistimewaan tersendiri bukan saja karena disaksikan oleh para malaikat, tetapi juga karena bacaan al-Qur'an pada semua rakaat shalat Subuh dianjurkan

untuk dilakukan secara *jahr* (dapat didegar semuanya selain pembaca).<sup>17</sup>

b. Dalil Hadis

حدثنا سعيد بن ابي مریم حدثنا ابن ابي حازم عن ابيه سهل بن سعد ح  
حدثني سعيد بن ابي مریم حدثنا ابوغسان مُجَّد بن مطرف قال حدثني ابو  
حازم عن سهل بن سعد قال انزلت { واكلوا واشربوا حتى يتبين لكم الخيط  
الأبيض من الخيط الأسود ولم ينزل } من الفجر { فكان رجال إذا أرادوا  
الصوم ربط أحدهم في رجله الخيط الأبيض وخيط الأسود ولم يزل يأكل  
حتى يتبين له رؤيتهما فأنزل الله بعد { من الفجر اعلموا أنه إنما يعني الليل  
والنهار

Artinya: *Said bin Abi Maryam menceritakan kepada kami, Ibn Abi Hazim menceritakan kepada kami dari ayahnya dari sahal, bin Saad H. Said bin Abi Maryam memberi tahu kami, Abu Ghassan Muhammad bin Mutrif memberi tahu kami, Abu Hazim memberi tahu saya tentang otoritas dari Sahel bin Saad, dia berkata: "Makan dan minumlah sampai jelas bagimu benang putih dari benang hitam dan itu tidak turun." {Dari fajar} Maka ketika laki-laki ingin berpuasa, salah satu dari mereka mengikat putihnya benang dan benang hitam ke kakinya, dan dia terus makan sampai jelas baginya bahwa dia melihat mereka, maka Tuhan mengungkapkan setelah {Dari fajar, jadi ketahuilah bahwa itu berarti siang dan malam.*

---

<sup>17</sup> M. Quraish Shihab, "Tafsir Al-Mishbah Pesan, Kesan, Dan Keserasian Al Qur'an," in 7, Cetakan II (Jakarta: Penerbit Lntera Hati, 2010). 66

<sup>18</sup> Bukhari, "Shahih Bukhari," in *Juz IV* (Maktabah Syamilah, n.d.). 494



عن ابن عباس قال رسول الله - ﷺ - : الفجر فجران فأما الأول فإنه لا يحرم الطعام ولا يحل الصلاة، وأما الثاني فإنه يحرم الطعام ويحل الصلاة. لفظ حديث ابن محرز وفي رواية عمرو الناقد أن رسول الله - ﷺ - قال : الفجر فجران فجر يحل فيه الطعام وتحرو فيه الصلاة، وفجر تحل فيه الصلاة ويحرم فيه الطعام<sup>19</sup>

Artinya: *Dari Ibnu Abbas berkata, Rasulullah bersabda SAW ; fajat itu ada dua adapun yang pertama fajar yang tidak mengharamkan makan dan menghalalkan shalat, dan fajar yang kedua itu fajar yang mengharamkan makan dan menghalalkan shalat. Adapun lafadh hadits dari Ibnu Muhrij, dan dari riwayat Umar sesungguhnya Rasulullah SAW bersabda: fajar itu ada dua yaitu fajar yang membolehkan makan dan mengharamkan shalat dan fajar yang mengharamkan makan dan menghalalkan shalat.*

عن جابر بن عبد الله قال قال رسول الله - ﷺ - : الفجر

فجران فأما الفجر الذي يكون كذئب السرحان فلا يحل

الصلاة والصلاة ولا يحرم الطعام، وأما الذي يذهب مستطيلاً

في الأفق فإنه يحل الصلاة ويحرم الطعام<sup>20</sup>

Artinya: *Dari Jabir Ibni Abdillah berkata, Rasulullah SAW bersabda: Fajar itu ada dua fajar, pertama adalah fajar yang keberadaannya seperti ekor srigala maka yang demikian ini tidak dihalkalkan melaksanakan shalat dan tidak diharamkannya makan, adapun fajar yang datang*

<sup>19</sup> Imam Baihaqi, "Sunan Al-Kubara Al Baihaki," in *Juz IV* (Maktabah Syamilah, n.d.). 613

<sup>20</sup> Imam Baihaqi, "Sunan Al-Kubara Al Baihaki," in *Juz I* (Maktabah Syamilah, n.d.). 1191

*menyebarkan di ufuk itu yang menghalalkan shalat dan mengharamkan makan.*

عن عبد الله بن عمر رضي الله عنه أن النبي قال: وقت الظهر إذا زالت الشمس وكان ظل الرجل كطوله ما لم يحضر وقت العصر، ووقت العصر ما لم تصفر الشمس، ووقت صلاة المغرب ما لم يغب الشفق. ووقت صلاة الصبح من طلوع الفجر ما لم تطلع الشمس<sup>21</sup>

Artinya: “Dari „Abdullah bin „Umar Ra., bahwasanya Nabi SAW bersabda: waktu zhuhur itu ialah bila matahari tergelincir (condong ke arah Barat), hingga bayang-bayang orang seperti tingginya selama belum masuk waktu ashar, waktu ashar (sejak bayang- bayang seseorang sama dengan panjangnya) selama belum menguningnya matahari (sampai terbenam matahari), shalat maghrib (sejak terbenamnya matahari) hingga sebelum hilangnya syafaq (awan/mega) merah, waktu shalat „isya (mulai hilangnya syafaq) hingga tengah malam, dan waktu shalat shubuh mulai terbit fajar hingga sebelum terbit matahari”.

## 2. fajar sidik Prespektif Fikih

Fajar secara bahasa mempunyai makna pencahayaan gelap malam dari sinar pagi.<sup>22</sup> Sedangkan menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) mendefinisikan bahwa fajar adalah cahaya kemerah-merahan di langit sebelah timur pada waktu Matahari mulai terbit.<sup>23</sup>

Fajar terbagi menjadi dua macam, yaitu fajar kizib dan fajar sidik. Secara bahasa sidik berasal dari kata *shadiq* yang artinya ||benar atau sebenarnya||, sedangkan kata kizib derivasi dari kata *kadzib* artinya ||bohong atau bohongan||. Sekilas dari kata ini kita

---

<sup>21</sup> Baihaqi.

<sup>22</sup> Butar-butur, *Fajar Dan Syafaq Dalam Kesarjanaan Astronom Muslim Dan Ulama Nusantara*. 1

<sup>23</sup> Departemen Pendidikan Nasional, *Kamus Besar Bahasa Indonesia* (Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama, 2008). 401

dapat memahami bahwa fajar sidik berkaitan dengan cahaya matahari yang sebenarnya, yakni terkait dengan peredaran waktu, sedangkan fajar kizib berkaitan dengan cahaya yang jika kita salah menafsirkannya bisa tertipu.<sup>24</sup> Selin itu fajar kizib dikenal juga fajar pertama (*al-fajar al-awwal*) karena muncul pertama kali dan fajar sidik yang dikenal juga fajar kedua (*al-fajr at-tsani*) karena muncul kedua setelah fajar kizib.<sup>25</sup> Kedua fajar ini muncul secara bergantian, mak fajar kizib merupakan syarat munculnya fajar sidik.<sup>26</sup>

Para ulama memahami fajar kizib dengan melihat ciri-ciri seperti ekor serigala yakni panjang dan berbulu dalam posisi vertikal (memanjang dari timur ke barat).<sup>27</sup> Secara astronomi fajar kizib ini dikenal juga cahaya zodiak. Cahaya zodiak ini disebabkan adanya debu-debu antar planet yang dihamburkan oleh cahaya matahari yang tersebar di bidang ekliptika yang tampak di langit melintasi rangkaian zodiak (rangkainan rasi bintang yang tampaknya dilalui Matahari). Oleh karena itu cahaya fajar kizib berbentuk vertikal dari timur ke barat seperti ekor serigala.<sup>28</sup>

Sedangkan fajar sidik diisyaratkan dalam Alquran surah Al Baqarah ayat 187. Bahwa fajar sidik itu dapat dikenali dengan jelasnya benang putih dan hitam.

حَتَّىٰ يَبَيِّنَ لَكُمُ الْخَيْطُ الْأَبْيَضُ مِنَ الْخَيْطِ الْأَسْوَدِ

Artinya: *Sehingga jelas bagimu benang putih dari benang hitam.*

Kemudian ayat ini dijelaskan kembali dalam sebuah hadis yang menjelaskan bahwa maksud dari

<sup>24</sup> Fuadi, "Fajar Penanda Awal Waktu Subuh Dan Puasa." 10.

<sup>25</sup> Butar-butar, *Fajar Dan Syafaq Dalam Kesarjanaan Astronom Muslim Dan Ulama Nusantara*. 1.

<sup>26</sup> Butar-butar. 2.

<sup>27</sup> Fuadi, "Fajar Penanda Awal Waktu Subuh Dan Puasa." 111.

<sup>28</sup> Fuadi. 113.

*khoitul abyad* dan *khoitul aswad* adalah perbatasan siang dan malam atau dikenal sebagai fajar.<sup>29</sup>

Menurut al-Faryumi dalam kitabnya *al-Misbah al-Munir* mendefinisikan fajar sidik dengan definisi **وهوالمستطيرويبدو ساطعا يملأ للأفق ببياضه** yang artinya, fajar sidik adalah yang membentang dan nampak horizontal yang memenuhi ufuk dengan cahaya putihnya.<sup>30</sup> Dari kenampakan ini dapat diketahui bahwa perbedaan fajar sidik dan fajar kizib terdapat pada kenampakan fisisnya. Fajar kizib menjulang vertikal dari timur ke barat sedangkan fajar sidik membentang secara horisontal di ufuk timur.

Sementara dalam sunnah Nabi shallallahu \_alaihi wa sallam fajar kizib dan fajar sidik itu mempunyai banyak nama atau istilah, antara lain secara berpasangan:

- a. fajar *mustathil* (meninggi) dan fajar *mustathir* (menyebar membentang),
- b. *Albayadh* (hamburan cahaya putih) dan *bayadh an-nahar* (putihnya siang),
- c. *as-sathi'* (terang vertikal) dan *al-Mu'taridh al-Ahmar* (horizontal kemerahan).

Sementara untuk fajar sidik sendiri masih memiliki sifat- sifat yang lain misalnya *al-bayyin*, *al-munfajir*, *al-muntasyir 'ala ru`usil jibal*.<sup>31</sup>

### 3. Fajar Sidik Sebagai Tanda Waktu Subuh dan Puasa

Secara fikih, fajar kizib ini masih diperbolehkan untuk makan dan minum ketika akan puasa. Namun, masih belum diperbolehkan untuk melaksanakan sholat. Sedangkan fajar sidik sudah diperbolehkan melaksanakan sholat subuh namun sudah dilarang untuk bersahur.<sup>32</sup>

---

<sup>29</sup> Rohmat, "Fajar Dalam Perspektif Syari'ah." 3.

<sup>30</sup> Fuadi, "Fajar Penanda Awal Waktu Subuh Dan Puasa." 112.

<sup>31</sup> Sudarmadi Putra, "FAJAR SHADIQ DALAM PRESPEKTIF ASTRONOMI," *Sanaamul Qur'an-Jurnal Wawasan Keislaman*, 2021. 76

<sup>32</sup> Qusthalaani, "Kajian Fajar Dan Syafaq Perspektif Fikih Dan Astronomi." 20.

Maka dapat diketahui bahwa fajar kizib tidak mempengaruhi hukum atau ibadah secara langsung tetapi hanya sebagai tanda-tanda alam saja. Dan fajar sidik berpengaruh pada penentuan waktu-waktu ibadah, baik untuk pelaksanaan sholat subuh maupun untuk memulai berpuasa.

## B. Fajar Sidik Menurut Astronomi

### 1. Makna Fajar secara Astronomi

Landasan fenomena alam yang ada pada fikih ada dua istilah, yaitu fajar kizib dan fajar sidik. Namun dalam astronomi dikenal 3 istilah fajar/ *dawn* yaitu:

#### a. *Astronomical Twilight*

*Astronomical Twilight*/Fajar astronomi didefinisikan sebagai akhir malam, ketika cahaya bintang mulai meredup karena mulai munculnya hamburan cahaya Matahari. Posisi Matahari saat kondisi fajar astronomi berada  $18^\circ$  dibawah ufuk.

#### b. *Nautical Twilight*

*Nautical Twilight*/Fajar nautika adalah fajar yang menampakkan ufuk bagi para pelaut, di kondisi ini ufuk dilaut sudah mulai terlihat. Posisi Matahari pada kondisi ini berada sekitar  $12^\circ$  di bawah ufuk.

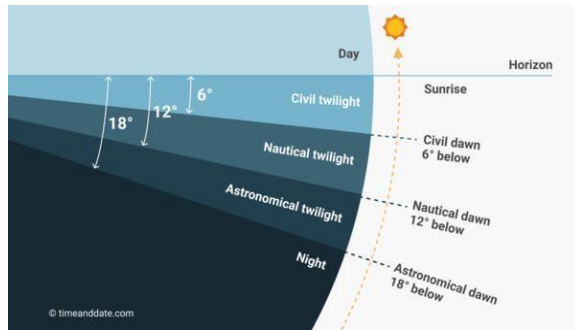
#### c. *Civil Twilight*

*Civil Twilight*/Fajar sipil adalah fajar yang mulai menampakkan benda-benda di sekitar kita, dalam ini kondisinya sudah mulai terang menandakan Matahari akan segera terbit. Posisi matahari pada kondisi seperti ini berada sekitar  $6^\circ$  dibawah ufuk.<sup>33</sup>

Dapat kita lihat pada gambar berikut ini:

---

<sup>33</sup> Qusthalaani. 20.



**Gambar 2. 1 fajar Menurut Astronomi**

Apakah pembagian astronomi dapat dijadikan acuan dalam penentuan fajar sidik.? Tentu bisa iya atau tidak. Karena tidak menutup kemungkinan bahwa pada saat astronomical twilight muncul fajar sidik. Bisa juga belum atau sudah muncul fajar sidik pada saat itu. Karena yang menjadi patokan fajar sidik adalah ketika muncul cahaya putih yang membentang di ufuk timur.<sup>34</sup>

Maka penentuan fajar dengan kategori ini masih perlu dipertimbangkan lagi sampai adanya penelitian yang lebih mutakhir. Menurut Thomas Djameluddin dalam tulisannya “Waktu Shubuh Ditinjau secara Astronomi dan Syar’i memberikan penjelasan secara astronomis mengenai fajar kizib bahwa: -Fajar kizib memang bukan fajar dalam pemahaman umum, yang secara astronomi disebut cahaya zodiak (*Zodiacal Light*). Cahaya zodiak disebabkan oleh hamburan cahaya matahari oleh debu-debu antar planet yang tersebar di bidang ekliptika yang tampak di langit melintasi rangkaian zodiak (rangkaiannya rasi bintang yang tampaknya dilalui matahari). Oleh karenanya fajar kizib tampak menjulur ke atas seperti ekor serigala, yang arahnya sesuai dengan arah ekliptika. Fajar kizib

<sup>34</sup> Unggul Suryo Ardi, “Problematika Awal Waktu Shubuh Antara Fiqih Dan Astronomi,” *Al-AFAQ* 2, no. 2 (2020). 93

muncul sebelum fajar sadik ketika malam masih gelap.<sup>35</sup>

Cahaya zodiak ini muncul pada lapisan eksosfer yaitu lapisan terluar yang mengandung gas hidrogen dan kerapatannya makin tipis sampai hampir habis di ambang angkasa luar. Lapisan eksosfer terletak pada ketinggian antara 200-1000 km dari permukaan Bumi. Lapisan ini sering dikenal sebagai ruang antar planet. Fajar kizib muncul sebelum fajar sidik ketika malam masih gelap. Ada yang mengatakan bahwa fajar kizib merupakan kumpulan bintang-bintang dalam gugus bimasakti, namun pendapat ini lemah karena bentuk galaksi bimasakti tidak seperti ekor serigala sebagaimana yang digambarkan dalam hadits.<sup>36</sup>

Fajar dalam Sudut Pandang Astronomi, mengkategorikan dengan tegas definisi fajar sidik dan fajar kizib. Fajar sadiq disebut juga *the true dawn* yakni cahaya fajar yang berasal dari sinar Matahari asli'. Yakni berkas sinar Matahari yang telah mulai menyentuh lapisan atmosfer Bumi khususnya lapisan terpadat dan terendah yakni troposfer. Masuknya berkas cahaya Matahari di bagian teratas lapisan troposfer lantas diikuti dengan peristiwa hamburan sinar Matahari oleh uap air dan partikulat lainnya didalamnya. Sehingga terdapat komponen sinar yang dihamburkan ke arah bawah hingga menyinari dasar lapisan troposfer. Dinamika ini dikendalikan oleh beragam faktor . Sementara fajar kizib adalah fajar yang berasal dari sinar Matahari \_tidak asli'. Yakni berkas sinar Matahari yang sama sekali tak bersentuhan dengan atmosfer Bumi, namun ia

---

<sup>35</sup> Thomas Djalaluddin, "Waktu Shubuh Ditinjau Secara Astronomi Dan Syar'i," accessed September 26, 2018, <https://tdjalaluddin.wordpress.com/2010/04/15/waktu-shubuh-ditinjau-secara-astronomidansyari/>. 5

<sup>36</sup> Fuadi, "Fajar Penanda Awal Waktu Subuh Dan Puasa." 114.

dipantulkan oleh partikel-partikel debu zodiak di antariksa.<sup>37</sup>

Para ahli hisab mengategorikan standar fajar sidik dengan ukuran posisi matahari dibawah ufuk. Seperti yang disebutkan oleh Abu Raiha Muhammad Al Biruni (973 M-1048 M) dalam karyanya *al-Qanun al-Mas'udy* bahwa fajar muncul ketika matahari berada 18° di bawah ufuk timur. Hasil ini merupakan hasil eksperimen yang dilakukan secara berulang-ulang oleh al Biruni.<sup>38</sup> Hal ini senada dengan al-Tabatabai. Beliau mengatakan bahwa awal waktu shubuh ditandai dengan tinggi matahari 18° di bawah ufuk.<sup>39</sup> Selain 18° dibawah ufuk, ada juga yang berpendapat bahwa fajar sidik muncul ketika berada 19° dibawah ufuk seperti yang dikemukakan oleh Ahmad Zaini Dahlan, Izzudin al-Wafa'iy, Sibth al-Madiny, Khalifah bin Hamad an-Nabhany, dan Muhammad bin Yusuf al-Khayyath.<sup>40</sup>

Sedangkan di Indonesia pada umumnya, Shubuh dimulai ketika kedudukan matahari 20° di bawah ufuk hakiki (true horizon). Hal ini dapat dilihat misalnya pendapat ahli falak terkemuka Indonesia, yaitu Sa'doeddin Djambek dikenal oleh banyak kalangan sebagai pembaharu pemikiran hisab di Indonesia. Beliau mengatakan bahwa waktu Shubuh dimulai dengan tampaknya fajar di bawah ufuk sebelah Timur dan berakhir dengan terbitnya Matahari. Menurutnya dalam ilmu falak saat tampaknya fajar didefinisikan dengan posisi Matahari sebesar 20° dibawah ufuk sebelah Timur.<sup>41</sup>

---

<sup>37</sup> Putra, "FAJAR SHADIQ DALAM PRESPEKTIF ASTRONOMI." 4.

<sup>38</sup> Butar-butur, *Fajar Dan Syafaq Dalam Kesarjanaan Astronom Muslim Dan Ulama Nusantara*. 23.

<sup>39</sup> Putra, "FAJAR SHADIQ DALAM PRESPEKTIF ASTRONOMI." 5.

<sup>40</sup> Butar-butur, *Fajar Dan Syafaq Dalam Kesarjanaan Astronom Muslim Dan Ulama Nusantara*. 17.

<sup>41</sup> Fuadi, "Fajar Penanda Awal Waktu Subuh Dan Puasa." 118.



Namun, ada beberapa ahli falak Indonesia yang memiliki kriteria yang berbeda dari Sa' doeddin Djambek. Seperti Zubair Umar al- Jailani dalam kitab *Al-Khulashah al-Wafiyah fil falaki Jadawil Lughoritmiyah* memakai kriteria  $19^\circ$  dibawah ufuk. Kemudian, P. Simamora dalam tulisannya Ilmu Falak (*Kosmografi*) menggunakan kriteria  $18^\circ$  dibawah ufuk.<sup>42</sup>

## 2. Perhitungan Waktu Fajar Sidik saat subuh

Hisab awal waktu shalat adalah perhitungan untuk menentukan pukul berapa matahari mencapai posisi pada ketinggian tertentu sesuai dengan tanda masuknya awal waktu shalat. Metode hisab awal waktu shalat yang lazim digunakan di Indonesia adalah metode hisab yang dijadikan pedoman oleh Kementerian Agama RI. Dalam menghitung awal waktu shalat, khususnya awal waktu shalat Shubuh dibutuhkan data-data sebagai berikut:<sup>43</sup>

### a. Lintang ( $\phi$ ) dan Bujur ( $\lambda$ ) Tempat Lintang

Lintang adalah jarak sudut sepanjang titik di atas permukaan bumi dari titik utara maupun titik selatan khatulistiwa. Garis lintang pada dasarnya adalah lingkaran semua paralel terhadap lingkaran bumi yang semakin kecil ketika mendekati kutub utara dan kutub selatan. Nilai suatu lintang tempat adalah 0 derajat sampai dengan 90 derajat. Lintang pada tempat- tempat yang berada di belahan bumi utara disebut Lintang Utara (LU), dengan tanda positif (+), sedangkan lintang pada tempat-tempat yang berada di belahan bumi selatan disebut Lintang Selatan (LS), dengan tanda negatif (-).<sup>44</sup>

---

<sup>42</sup> Fuadi. 117.

<sup>43</sup> Laksmiyanti Annake Harijadi Noor, "Uji Akurasi Hisab Awal Waktu Shalat Shubuh Dengan Sky Quality Meter" (Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang, 2016). 29

<sup>44</sup> Riza Afrian Mustaqim, *Ilmu Falak* (Banda Aceh: Siah Kuala University Press, 2021). 90.

Sedangkan bujur merupakan jarak sudut suatu tempat di permukaan bumi yang diproyeksikan sepanjang ekuator bumi dihitung dari meridian yang melewati kita Greenwich, London. Bujur suatu tempat juga dapat diasumsikan sebagai lingkaran besar semu yang melalui dua kutub (utara-selatan) yang melalui khatulistiwa. Nilai bujur suatu tempat berkisar antara 0 derajat sampai dengan 180 derajat. Bagi tempat-tempat yang berada daerah barat Greenwich disebut Bujur Barat atau disingkat BB dan diberi tanda negatif (-), sedangkan bagi tempat-tempat yang berada di sebelah timur Greenwich disebut dengan Bujur Timur atau disingkat BT dan diberi tanda positif (+).<sup>45</sup>

b. Tinggi Tempat (TT) Ketinggian.

Ketinggian tempat (elevasi) merupakan salah satu faktor penting yang dapat mempengaruhi penentuan awal waktu shalat. Secara empiris, awal waktu shalat di dataran tinggi akan lebih dahulu daripada awal waktu shalat di dataran rendah. Karena pengamat di dataran tinggi akan lebih dahulu dapat melihat matahari yang muncul di ufuk daripada pengamat yang berada di dataran rendah.

Data ketinggian tempat ini dibutuhkan untuk menghitung kerendahan ufuk (ku) sebagai koreksi untuk menunjukkan bahwa ufuk yang terlihat merupakan ufuk mar'ī yang besar jarak dari titik zenith tidak tetap yang berarti tergantung pada tinggi rendahnya tempat pengamat.<sup>46</sup>

c. Deklinasi Matahari ( $\delta$ ) dan Equation of Time (e) (Perata Waktu) Deklinasi

Deklinasi matahari ialah jarak sudut benda langit dari lingkaran ekuator yang diukur sepanjang lingkaran waktu pada kutub utara

---

<sup>45</sup> Mustaqim. 91.

<sup>46</sup> Arwin Juli Rakhmadi Butar-butur, *Waktu Shalat Menurut Fikih Dan Astronomi* (Medan: LPPM UISU, 2016). 79.

maupun kutub selatan.<sup>47</sup> Deklinasi bernilai positif (+) apabila posisi matahari berada di sebelah utara ekuator yaitu pada tanggal 21 Maret sampai 23 September. Sedangkan deklinasi bernilai negatif (-) apabila posisi matahari berada di sebelah selatan ekuator yaitu pada tanggal 23 September sampai 21 Maret. Sehingga dapat diketahui bahwa setiap tanggal 21 Maret dan 23 September deklinasi bernilai 0. Deklinasi terjauh sebesar  $23^{\circ} 27''$  utara pada tanggal 21 Juni dan  $23^{\circ} 27''$  selatan pada tanggal 22 Desember.<sup>48</sup>

Equation of time (perata waktu) adalah selisih antara waktu kulminasi matahari hakiki dengan waktu kulminasi matahari pertengahan, karena matahari dalam mencapai titik kulminasi tidak selalu tepat pada jam 12:00 melainkan terkadang lebih atau kurang.<sup>49</sup>

d. Kerendahan Ufuk (ku) Kerendahan

Kerendahan ufuk adalah perbedaan kedudukan antara ufuk yang tampak secara jelas dengan ufuk yang terlihat bagi seorang pengamat dari atas permukaan laut.<sup>77</sup> Untuk mencari kerendahan ufuk menggunakan rumus  $ku = 0^{\circ} 1,76'' \sqrt{TT}$ .<sup>50</sup>

e. Refraksi (ref) Refraksi

Refraksi adalah pembiasan cahaya matahari. Refraksi menyatakan selisih antara benda langit menurut penglihatan dengan ketinggian sebenarnya karena pengaruh atmosfer.<sup>78</sup> Refraksi tertinggi matahari saat di ufuk yaitu sebesar  $0^{\circ} 34''$ .<sup>6, 51</sup>

f. Semidiameter (sd) Semidiameter

---

<sup>47</sup> Butar-butur. 81.

<sup>48</sup> Noor, "Uji Akurasi Hisab Awal Waktu Shalat Shubuh Dengan Sky Quality Meter." 31.

<sup>49</sup> Butar-butur, *Waktu Shalat Menurut Fikih Dan Astronomi*. 83.

<sup>50</sup> Noor, "Uji Akurasi Hisab Awal Waktu Shalat Shubuh Dengan Sky Quality Meter." 31.

<sup>51</sup> Noor. 31.

Semidiameter adalah jarak titik pusat matahari dengan piringan luarnya (jari-jari). Data sd diperlukan dalam hisab waktu shalat guna menghitung secara tepat saat matahari terbit dan terbenam. Besar semidiameter matahari tidak menentu tergantung jauh dekatnya jarak bumi-matahari, sehingga semidiameter yang digunakan adalah nilai rata-rata yaitu  $0^{\circ} 16''$ .<sup>52</sup>

- g. Tinggi Matahari saat Terbit/Terbenam ( $h_o$ )  
 Dalam hisab awal waktu Shubuh diperlukan data tinggi matahari saat terbit. Untuk mengetahuinya dapat dicari menggunakan rumus  $h_o$  terbit = - (ref + sd + ku).
- h. Tinggi Matahari saat Shubuh ( $h_{shubuh}$ )  
 Tinggi matahari saat Shubuh yaitu sesuai dengan kriteria ketinggian matahari yang telah ditetapkan oleh Kemenag yaitu  $-19^{\circ} + h_o$  terbit.
- i. Sudut Waktu Matahari ( $t_o$ )  
 Sudut waktu matahari dapat dicari menggunakan rumus  $\cos t_o = \sin h_o : \cos \phi^x : \cos \delta_m - \tan \phi_m \tan \delta_m$  dengan sudut waktu matahari untuk Shubuh bernilai negatif (-).
- j. Mengubah Waktu Hakiki (WH) Menjadi Waktu Daerah (WD)  
 Untuk mengubah WH menjadi WD menggunakan rumus  $WD = WH - e + (\lambda_d - \lambda_x) : 15$  dengan nilai WIB  $105^{\circ}$ , WITA  $120^{\circ}$  dan WITA  $135^{\circ}$
- k. Menambahkan Ihtiyat Ihtiyat  
 Ihtiyat adalah tindakan pencegahan dan pengamanan dengan mengambil sesuatu yang meyakinkan dan meneguhkan. Dalam konteks hisab waktu shalat, ihtiyat dimaksudkan sebagai kehati-hatian dengan cara menambah atau mengurangi hasil perhitungan berkisar 1 sampai 2 menit atau lebih. Ihtiyat memiliki ketentuan sebagai berikut :  
 1) Bilangan detik berapapun dibulatkan

---

<sup>52</sup>Noor. 31.

- menjadi 1 menit, kecuali untuk waktu terbit, detik berapapun harus dibuang
- 2) Hasil perhitungan ditambah 2 menit, kecuali untuk waktu terbit dan imsak dikurangi 2 menit

### Contoh

Perhitungan waktu subuh di Pantai Batu Lawang  
, Karimunjawa pada tanggal 10 Juni 2021

#### Data

Lintang	= -5°49'58" LS
Bujur	= 110°27'03" BT
Deklinasi	= 23°00'14"
Equation Of Time	= 0m 36d
Tinggi Tempat	= 0
Kerendahan Ufuk	= 0° 1,76' x 0 = 0
Refraksi	= 0°34'
Semi Diameter	= 0°15'45,21"
Tinggi Matahari terbit	= -0°49'45,26"
Tinggi Matahari Shubuh	= -19°49'45,21"

#### Perhitungan

##### Sudut Waktu Matahari

$$\begin{aligned} \cos t_0 &= \sin h_0 : \cos \phi_x : \cos \delta_m - \tan \phi_x \tan \delta_m \\ &= \sin -19^\circ 49' 45,21'' : \cos -5^\circ 49' 58'' : 23^\circ 00' 14'' \\ &\quad - \tan -5^\circ 49' 58'' \times \tan 23^\circ 00' 14'' \end{aligned}$$

$$t_0 = 109^\circ 5' 27,97'' : 15$$

$$WH = -7^\circ 16' 21,86''$$

##### Awal Waktu Subuh

$$= 12 + WH - e + (\lambda d - \lambda x) : 15$$

$$= 12 + -7^\circ 16' 21,86'' - 0m \ 36d + (105^\circ - 110^\circ 27' 03'') : 15$$

$$= 4:21:14$$

##### Ihtiyath + 2 Menit

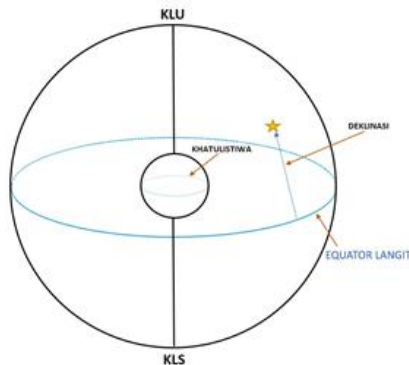
$$= 4:21+0:2$$

$$= 4:23$$

Jadi, waktu subuh di pantai Batu Lawang, Karimunjawa kab.jepara pada tanggal 10 juni 2021 adalah pukul 04:23 WIB.

### C. Deklinasi Matahari

Deklinasi merupakan jarak suatu benda langit dihitung dari bidang equatorial hingga benda langit tersebut.<sup>53</sup> Deklinasi merupakan salah satu sumbu dalam tata koordinat equatorial, deklinasi akan bernilai positif saat suatu benda langit letaknya di utara bidang equatorial ( 0 sampai 90 ) dan bernilai negatif jika suatu benda langit terletak di selatan bidang equatorial ( 0 sampai -90 ).<sup>54</sup> Nilai pada deklinasi matahari ini bervariasi dengan nilai terbesar 23.5 derajat dan nilai terkecilnya -23.5 derajat, adanya deklinasi matahari disebabkan rotasi bumi dengan kemiringannya sebesar 23 derajat 27 menit.<sup>55</sup>



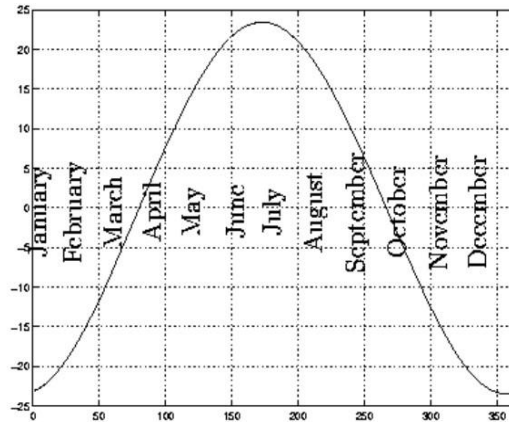
**Gambar 2. 2** ilustrasi tata koordinat equator

<sup>53</sup> A Jamil, *Ilmu Falak Teori & Aplikasi(Arah Kiblat, Awal Waktu, Dan Awal Tahun)* (Jakarta: AMZAH, 2018).15

<sup>54</sup> Robin Kerrod, *BENGGEL ILMU ATRONOMI*, Terj (Jakarta: penerbit erlangga, 2005). 65.

<sup>55</sup> Slamet Hambali, *Pengantar Ilmu Falak, Menyimak Proses Pembentukan Alam Semesta* (banyuwangi: bismillah publisher, 2012). 131

Dari ilustrasi diatas bahwa posisi matahari berada di saat perjalanan tahunannya menuju arah kutub utara langit akan bernilai positif dan jika mengarah ke kutub selatan langit maka deklinasi akan bernilai negatif.



**Gambar 2. 3 diagram deklinasi matahari dalam 1 tahun**

Dari diagram tersebut dapat kita amati pergerakan deklinasi matahari bernilai 0 ketika pada tanggal 21 Maret dan 23 September, perjalanan matahari setelah tanggal 21 Maret adalah ke Utara hingga posisi terjauhnya senilai  $23^{\circ}27'$  kemudian kembali lagi kearah selatan hingga pada tanggal 23 September bernilai 0 lalu melanjutkan perjalanan ke Selatan hingga posisi terjauhnya pada tanggal 22 Desember sebesar  $-23^{\circ} 26'$  kemudian kembali lagi kearah Utara.<sup>56</sup>

#### D. karimunjawa

##### a. Secara astronomis

Kepulauan karimunjawa merupakan pulau yang berada di wilayah kecamatan karimunjawa, kabupaten jepara, jawa tengah menempati posisi astronomis  $-5^{\circ}56' LS$

<sup>56</sup> Abdul Rachim, *Ilmu Falak* (Yogyakarta: liberty, n.d.). 26.

dan 110°25' BT.<sup>57</sup> Pulau karimunjawa merupakan daerah yang memiliki tingkat kecerlangan langit malam sangat gelap. M.Bastoni menyebutkan, bahwa tingkat kecerlangan langit malam daerah pulau karimunjawa, dalam skala Bortle termasuk kategori 1(*excellent dark-sky*)<sup>58</sup> yang mana nilai kecerlangan langitnya adalah 21,7-22,0 mpsas. Dalam pengambilan data yang beliau lakukan selama 21 hari dalam kurun waktu 1 tahun, disimpulkan bahwa, rekap hasil pengamatan di lokasi ideal dengan instrument diarahkan ke ufuk timur di Pulau Karimunjawa ,nilai kecerlangan langit malamnya adalah  $22,47 \pm 0,33$  mpsas.<sup>59</sup>

b. Secara geografis

Kecamatan karimunjawa terletak 90 km sebelah barat laut ibu kota kabupaten jepara yang berbentuk kepulauan yang terletak di laut jawa. Kecamatan karimunjawa mempunyai luas wilayah 7.120 ha atau 71,20km<sup>2</sup> atau 7,09% luas kabupaten jepara, yang terdiri dari 0,25% lahan sawah dan 99,75% lahan kering. Desa karimunjawa merupakan desa dengan wilayah terluas di kecamatan karimunjawa dengan luas 4.626 ha atau 46,24 km<sup>2</sup> (64,94% luas kecamatan), sedangkan wilayah terkecil adalah desa nyamuk dengan luas 139 ha atau 1,39 km<sup>2</sup> (1,95% luas kecamatan). Lahan sawah (0,25% luas kecamatan) berada di 2 desa yaitu desa karimunjawa 0,17% dengan pengairan non pu, dan desa kemojan 0,08% dengan pengairan tadah hujan. Penggunaan lahan kering terluas di kecamatan karimunjawa adalah tanah untuk bangunan dan halaman sekitar (29,78% luas kecamatan). Kemudian diikuti oleh hutan Negara (28,47% luas kecamatan) berada di desa karimunjawa dan kemojan, tanah legal (16,54% luas kecamatan). topografi kecamatan karimunjawa yang terbagi

---

<sup>57</sup> Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis* (Semarang: Pustaka Rizki Putra, 2012). 239.

<sup>58</sup> Dalam skala Bortle, kategori 1 adalah *excellent dark-sky*, dimana nilai kecerlangan langitnya 21,7 – 22,0 mpsas, sehingga dalam pengamatan fajar, warna fajar kizib terlihat sangat jelas.

<sup>59</sup> Basthoni, “Efek Polusi Cahaya Terhadap Penentuan Awal Waktu Subuh Di Indonesia.” 23.



menjadi 4 desa ( karimunjawa, kemojan, parang, nyamuk),seluruhnya merupakan pulau besar di kepulauan karimunjawa sehingga berbatasan langsung dengan laut atau biasa disebut desa pantai. Jika dilihat dari ketinggian permukaan air laut, kecamatan karimunjawa terhampar dengan ketinggian Antara 0 sampai dengan 500 meter. Peta wilayah kecamatan karimunjawa geografisnya terdiri dari 4 desa luas kecamatan karimunjawa 71,20 km<sup>2</sup>, luas tanah sawah 0,25% dan tanah kering 99,75%.<sup>60</sup>

c. Kondisi atmosfer secara umum

Pulau karimunjawa yang terletak di jawa tengah memiliki iklim tropis dimana hanya terdapat dua musim. Musim kemarau yang terjadi relatif pendek yaitu antara bulan Juni sampai agustus atau disebut musim timur. Pada saat musim kemarau, kondisi langit yang cerah tidak ada mendung akan membantu sekali dalam proses pengamatan fajar sidik. Setelah berakhir, selanjutnya akan terjadi musim pancaroba 1 yang terjadi Antara bulan September sampai oktober sebagai musim peraihan. Sebaliknya, musim penghujan atau yang biasa disebut sebagai musim barat terjadi pada bulan November hingga maret. Ketika musim hujan, kondisi langit mendung sangat mengganggu pengamatan fajar sidik. Selama periode ini, angin akan bertiup dengan kecepatan tinggi dan akan menyebabkan gelombang laut membesar sehingga berbahaya bagi aktivitas pelayaran.<sup>61</sup> Dalam hal ini terkadang aktivitas kapal nelayan dapat mengganggu alat SQM dalam menangkap cahaya fajar.

## E. Kecerlangan langit

Kecerlangan langit berasal dari sumber baik diluar (zodiak) maupun di dalam atmosfer (polusi cahaya). Cahaya zodiak, cahaya yang bersumber dari bintang dipantulkan dari debu antarbintang dan kecerlangan bintang-bintang

---

<sup>60</sup> aprilianto Muhammad Alfian, “Studi Perencanaan Transportasi Antar Pulau Di Kecamatan Karimunjawa,” 2017.1

<sup>61</sup> “No Title,” n.d., <https://foresteract.com/taman-nasional-karimunjawa/>.diakses 25 oktober 2022 pukul 14.00

yang terintergrasi dan galaksi yang redup adalah komponen utama luar angkasa. Di dalam atmosfer seberapa besar berasal dari polusi cahaya dan *Airglow*. di lapisan atmosfer pada ketinggian sekitar 100 km. Hal ini disebabkan oleh atom dan molekul di atmosfer atas rekombinasi setelah diionisasi oleh radiasi matahari pada siang hari.<sup>62</sup> Kecerlangan langit dalam publikasi astronomi, kecerahan diberikan dalam satuan mag/arcsec<sup>2</sup>. Magnitude (mag) adalah satuan untuk intensitas cahaya yang bergantung logaritmik pada unit Candela.<sup>63</sup>

Terbentuknya kecerlangan langit berasal dari berbagai hal, selanjutnya kita sebut komponen- komponen atau unsur-unsur yang ada di dalamnya<sup>64</sup>. Berikut dalam satuan S10

Component	V <sub>zenith</sub> / S <sub>10</sub> units
Airglow	145
Zodiacal light	60
Starlight	
V > 20, integrated light	< 55
scattered light by interstellar dust	10
Extragalactic light	~ 1
<b>Total</b>	<b>220</b>

**Gambar 2.4 tabel S<sub>10</sub>**

a) *Air glow*

*Air glow* adalah hasil dari reaksi kimia energi matahari yang diserap dan dilepaskan kembali dalam bentuk

---

<sup>62</sup> Andrew Newman, "Sky Brightness Variation Measured at Auger Observatory", <https://www.nevis.columbia.edu/reu/2006/newmanpaper.pdf>, di akses pada tanggal 1 Januari 2023, pkl 13:28 wib, 2.

<sup>63</sup> Candela adalah satuan cahaya dalam SI (Satuan internasional).

<sup>64</sup> Rebecca Meissner, "Brightness Measurements of Stars and the Night-Sky with a Silicon- Photomultiplier-Telescope", *Skripsi Sarjana Fakultas Matematika, Ilmu Komputer dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Teknologi Rhein Westfalen Aachen, (Aachen) 2012, 6.*

radiasi dan memanifestasikan dirinya sebagai cahaya redup. Energi yang tersimpan dilepaskan perlahan dan tidak cepat hilang karena tidak ada “efek dinding” di atmosfer atas. Jadi, *Air glow* adalah emisi foton dari konstituen atmosfer yang secara langsung atau tidak langsung karena radiasi elektromagnetik dari matahari. Banyak dari reaksi ini menempatkan atom, molekul atau spesies ionik mereka dalam keadaan tereksitasi<sup>65</sup>.



**Gambar 2.5 Airglow**

*Airglow* dibagi menjadi tiga kelas yaitu, cahaya malam, cahaya senja dan dayglow. *Night Glow* terjadi pada malam hari ketika semua sinar matahari langsung atau Rayleigh tersebar secara praktis tidak ada. *Twilight Glow*, Emisi *Airglow* pada saat matahari bersinar di wilayah yang memancarkan atmosfer dari bawah dan sudut zenit matahari adalah antara 90 derajat dan 110 derajat. Dan yang terakhir, *Day Glow*, dipancarkan ketika sinar matahari memasuki

---

<sup>65</sup> Departmen Fisikia Universitas Shivaji Kolhapur, “Night *Air glow* Emissions”, [http://shodhganga.inflibnet.ac.in/bitstream/10603/4353/8/08\\_chapter%203.pdf](http://shodhganga.inflibnet.ac.in/bitstream/10603/4353/8/08_chapter%203.pdf) diakses pada tanggal 3 Januari 2022, pkl. 10:09, 97—98

atmosfer dari atas. Sudut zenit matahari adalah antara 0 dan 90 derajat<sup>66</sup>.

b) *Sky glow*

*Sky glow* atau polusi cahaya adalah cahaya buram di langit di atas kota-kota pada malam hari yang disebabkan oleh cahaya buatan (lampu gedung/permukiman, lalu lintas, kendaraan, dsb). Dalam beberapa tahun terakhir, studi skyglow telah dilakukan di area yang luas dan seri waktu telah diproduksi di bawah kondisi meteorologi dan langit yang berbeda.



**Gambar 2.6 sky glow**

Dalam konteks polusi cahaya, skyglow muncul dari penggunaan sumber cahaya buatan, termasuk penerangan listrik yang digunakan untuk penerangan, dan dari gas. Cahaya merambat ke atmosfer langsung dari sumber yang diarahkan ke atas atau yang tidak sepenuhnya terlindung,

---

<sup>66</sup> Departmen Fisikia Universitas Shivaji Kolhapur, "Night Airglow Emissions", 98-99

atau setelah refleksi dari permukaan tanah atau lainnya, sebagian tersebar kembali ke tanah, menghasilkan cahaya menyebar yang dapat dilihat dari jarak yang jauh. Skyglow dari lampu buatan paling sering dilihat sebagai kilauan cahaya yang bersinar di atas kota-kota dan kota-kota, namun meluas di seluruh dunia maju<sup>67</sup>.

c) *Syafaq*

Syafaq definisi secara bahasa berasal dari *asy-syafaq* yang berarti cahaya merah di ufuk. Sedangkan dalam terminologi arab, memiliki dua pengertian yaitu awan putih “al-bayadh” da awan merah *al humrah*. Syafaq adalah fenomena alam yang terjadi ketika matahari mendekati ufuk. Keadaan langit saat *maghrib* atau terbenamnya matahari di ufuk barat, adakalanya bewarna oranye, merah atau kuning. Lama kemudian warna tersebut akan hilang kecuali warna puth yang tersebar di penjuru ufuk. Manakala matahari di bawah ufuk, cahaya akan meredup dan selanjutnya akan enyap kecuali cahaya zodiak yang muncul memanjang ke atas ufuk<sup>68</sup>

---

<sup>67</sup> Sabrina Schnitt, “Temperature Stability of the Sky Quality Meter”, *Journal Sensor*, vol. 13, September 2013, 12166-12167

<sup>68</sup> Arwin Juli Rakhmadi Butar-Butar, *Fajar & Syafak: Dalam Kesarjanaan Astronom Muslim dan Ulama Nusantara* (Yogya: LKiS, 2018), 2.

### **BAB III**

## **PENENTUAN FAJAR SIDIK MENGUNAKAN SQM**

#### **A. Tinjauan Umum tentang SQM**

Sky quality meter merupakan alat fotometer modern dan sederhana yang berukuran saku, sehingga sangat mudah dibawa kemana-mana. Sky Quality Meter sebagai alat pengukur kecerlangan langit malam.<sup>69</sup> Alat ini diciptakan oleh perusahaan asal Kanada, Unihedron. Alat ini memungkinkan orang untuk menganalisis kualitas kecerlangan langit malam di semua tempat dan waktu.<sup>70</sup>

SQM digunakan untuk mengambil data-data ilmiah dan penelitian yang berkaitan dengan :

- a. Perbandingan kuantitatif kecerlangan langit untuk lokasi-lokasi pengamatan astronomi,
- b. Pencatatan evolusi dari polusi cahaya,
- c. Monitoring kecerlangan langit dalam rentang waktu tertentu untuk data pengamatan astronomi,
- d. Penentuan malam yang pas untuk pengamatan objek-objek langit tertentu,
- e. Kalibrasi kecerlangan langit dengan perhitungan kualitatif, Bortle Scale atau NELM (*Naked Eye Limiting Magnitude*)
- f. Investigasi hubungan antara kecerlangan langit dengan Matahari, atau dengan aktifitas bintang Matahari dari bulan ke bulan.
- g. Membantu peneliti kura-kura laut khususnya terkait perilaku reaksi kura-kura terhadap cahaya buatan manusia seperti cahaya lampu dan lain-lain,

---

<sup>69</sup> I U Zahroya, T Q Siti, and N Sopwan, "Analisis Waktu Subuh Dan Kecerlangan Langit Menggunakan Data Sky Quality Meter ( SQM ) LAPAN Watukosek Pasuruan," n.d., 50–53.

<sup>70</sup> Muhammad Fikky Burhanuddin, "Pengaruh Jarak Zenith Sky Quality Meter Terhadap Hasil Observasi Fajar Shodiq" (universitas islam negeri walisongo semarang, 2021). 54.

h. Penelitian kesesuaian kicau burung dengan kehadiran cahaya.<sup>71</sup>

Dengan fungsi ini maka SQM dapat digunakan untuk observasi fajar yaitu berkaitan dengan perubahan kecerlangan langit yang terjadi pada kemunculan *Fajar Sidik*.

Sky Quality Meter membuka kemungkinan untuk masyarakat umum yang mana sangat membantu dalam mengambil data kualitas langit malam di tempat dan waktu mana pun, meskipun dengan akurasi yang berbeda dan mendetail.<sup>72</sup> Artinya, para pegiat astronomi sudah mempercayai akan kecanggihannya alat tersebut. Pada dasarnya, para ilmuwan ataupun pegiat astronomi sudah menguji atas hasil yang didapat dari alat tersebut, dengan spesifikasi yang memadai, bentuknya yang simpel, dan sangat mudah dibawa kemana-mana, yang kemudian mudah didapatkan, para pegiat astronomi sangat merekomendasikan alat tersebut untuk kegiatan observasi langit malam. Meskipun jenis-jenis Sky Quality Meter yang berbeda dan juga akan memperoleh hasil yang berbeda, tergantung dari spesifikasi alat tersebut, dimana ada sedikit perbedaan dari segi harga alat tersebut.<sup>73</sup>

#### 1. Spesifikasi SQM

SQM tersedia dalam beberapa tipe, pertama, dibedakan berdasarkan SOM yang berlensa dan SQM yang tidak berlensa. Akibat perbedaan penggunaan lensa tersebut berimplikasi pada kemampuan SQM menangkap sinyal (cahaya) atau *acceptance angle*. SQM yang tidak menggunakan lensa seperti SQM tipe pertama, sedangkan SQM yang menggunakan lensa seperti SQM tipe SQM-, SQM-LE, SQM-LU, SQM-LU-DL, dan
























---

<sup>71</sup> Adi Damanhuri, *Pengamatan Dan Penelitian Awal Waktu Subuh: Semua Bisa Melakukannya* (sidoarjo: Nizamia Learning Center, 2020). 14.

<sup>72</sup> Pierantonio Cinzano, "Night Sky Photometry with Sky Quality Meter," *ISTIL Internal Report*, 2005, 1–14, <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.504.1325&rep=rep1&type=pdf>.

<sup>73</sup> Burhanuddin, "Pengaruh Jarak Zenith Sky Quality Meter Terhadap Hasil Observasi Fajar Shodik." 56.

SQM-LR. *Acceptance angle* untuk SQM tanpa lensa relatif lebih besar yaitu kisaran  $60^\circ$ , sedangkan *acceptance angle* untuk SQM yang berlensa hanya sekitar  $20^\circ$  perbedaan *acceptance angle* diperlihatkan pada table berikut ini:

Model	<a href="#">SQM</a>	<a href="#">SQM-L</a>	<a href="#">SQM-LE</a>	<a href="#">SQM-LU</a>	<a href="#">SQM-LU-DL</a>	<a href="#">SQM-LR</a>
Interface	 Handheld / Display	 Handheld / Display	 Ethernet	 USB	 USB	 RS232
FOV	 Wide	 Narrow	 Narrow	 Narrow	 Narrow	 Narrow
Reach	 Handheld	 Handheld	 Global	 5m (15')	 Autonomous	 100m (300')
Readings	 Single reading	 Single reading	 Single / Continuous	 Single / Continuous	 Single / Continuous	 Single / Continuous

Gambar 3. 1 Gambar jenis-jenis SQM

Kedua, jika dibedakan berdasarkan pengoperasiannya, SQM dibagi menjadi 2 (dua) yaitu :

(1) SQM yang pengoperasiannya secara *portable*. atau juga disebut *handheld models* yaitu untuk pengambilan datanya IP dilakukan secara manual dengan menekan tombol tertentu yang ada di SQM. dan data hasil pengamatannya langsung ditampilkan pada layar tampilan yang ada di SQM, dan perlu diingat untuk SQM portabel hanya dapat mengambil data-data dalam sekali pengambilan atau *single reading* dan SQM yang termasuk tipe ini adalah SQM (tipe pertama) dan SQM-L.

(2) SQM *connected models* yang pengoperasiannya dikendalikan melalui aplikasi tertentu, dan SQM terhubung ke komputer atau laptop melalui



beberapa tipe kabel penghubung, yang termasuk tipe ini adalah: SQM-LU yaitu SQM dengan pengoperasian melalui komputer atau komputer jinjing (laptop) dengan kabel USB , SQM - LU - DL yaitu SQM yang LU yang dilengkapi oleh penyimpan data (data logger) , SQM - LE yaitu SQM yang dihubungkan dengan port ethernet , dan SQM - LR yaitu SQM yang dihubungkan dengan port RS232. Selain itu dengan perbedaan tipe yang ada pada SQM juga memiliki beberapa perbedaan fungsi masing masing tipenya ,. Dari 6 ( enam ) tipe SQM yang ada , seperti penulis utarakan diatas perbedaan yang paling mencolok adalah medan pandang atau FOV ( Field of View ) dan pengoperasian pembacaannya . Jika SQM portabel tanpa lensa memiliki medan pandang yang lebih besar dibanding dengan tipe SQM - L atau SQM yang berlensa. Medan pandang tersebut tentu akan berimplikasi pada pembacaan sinyal oleh SQM atau disebut *acceptance angle*.<sup>74</sup>

SQM yang digunakan dalam penelitian observasi kemunculan FAJAR SIDIK adalah SQM generasi ke lima yaitu SQM LU-DL (Lens USB – Data Logger). SQM LU-DL ini sudah dilengkapi dengan lensa untuk menangkap objek cahaya, koneksi USB, dan juga data logger yang berfungsi untuk merekam data dengan baterai adaptor tanpa koneksi komputer secara otomatis.<sup>75</sup> Adapun Spesifikasi SQM LU-DL sebagai berikut:

- a) Konektivitas USB.
- b) Half Width Half Maximum dari sensitivitas sudut 10 derajat.
- c) Full Width Half Maximum adalah 20 derajat.
- d) Mempunyai ukuran body 5,5 x 2,6 x 1,1 inci dengan berat 110 gram.
- d) Waktu pengambilan cahaya minimal 1 detik, dan maksimal 80 detik.

---

<sup>74</sup> Damanhuri, *Pengamatan Dan Penelitian Awal Waktu Subuh:Semua Bisa Melakukannya*. 16.

<sup>75</sup> Burhanuddin, “Pengaruh Jarak Zenith Sky Quality Meter Terhadap Hasil Observasi Fajar Shodiq.” 61.

- e) Dilengkapi kabel data USB untuk pencatatan data pada software Unihedron Device Manager.
  - f) Kapasitas memori rekaman 1048576.<sup>76</sup>
2. Cara Kerja SQM

SQM LU-DL ini dapat mengukur kecerlangan langit malam dengan hasil yang presisi dengan menggunakan besaran magnitudo per satuan detik busur persegi (MPDP). Dalam proses pengambilan pada objek cahaya yang muncul, SQM LU-DL ini dapat menangkap objek cahaya dengan terkoneksi komputer melalui kabel USB, kemudian juga bisa menangkap objek cahaya tanpa terkoneksi komputer. Hal ini dikarenakan SQM LU-DL terdapat fitur internal recording.

SQM LU-DL mempunyai komponen-komponen yang sangat mendukung dalam pengambilan objek cahaya. Komponen-komponen tersebut yaitu, Flash Memory, Real Time Clock, Sensor Cahaya, USB, Data/Power, Dan Microcontroller. Flash Memory berfungsi sebagai penyimpanan data dan pembaca data yang kemudian diteruskan pada Real Time Clock untuk pengakurasian waktu. Kemudian sensor cahaya akan menangkap dan merekam cahaya sekitar yang terdeteksi oleh alat tersebut dan kemudian diteruskan ke Microcontroller untuk diolah lebih lanjut.<sup>77</sup>

Untuk proses pengolahan data, dibutuhkan kabel USB yang berfungsi sebagai penghubung untuk mentransfer data dari SQM ke komputer. Dari proses tersebut yang kemudian dijalankan dari komputer, Microcontroller akan merespon perintah dari komputer.<sup>78</sup>

## B. Tinjauan Umum SOOF

Sistem ini pertama kali dirancang oleh Muhammad

---

<sup>76</sup> Doug Welch and Anthony Tekatch, "Sky Quality Meter - LU-DL," n.d., <http://www.unihedron.com/projects/sqm-lu-dl/>.

<sup>77</sup> Noor, "Uji Akurasi Hisab Awal Waktu Shalat Shubuh Dengan Sky Quality Meter." 41.

<sup>78</sup> Burhanuddin, "Pengaruh Jarak Zenith Sky Quality Meter Terhadap Hasil Observasi Fajar Shodiq." 63.

Basthoni, beliau adalah pengasuh PP. Tahfidz Al-Qur'an Al Ishlah Mangkang. Beliau memulai terjun di dunia Ilmu falak pada tahun 2015 ketika beliau melanjutkan Studi S2 Ilmu Falak di UIN Walisongo Semarang dan lulus pada tahun 2017 dengan tesis berjudul "Karakteristik Data Ephemeris Gerhana Matahari Berbasis Jet Propulsion Laboratory Data NASA". Beliau secara otodidak belajar dan membangun kajian-kajian ilmu falak bersama santri-santri beliau dipondok. Tahun 2018 beliau masuk di kepengurusan Lembaga Falakiyah PWNU Jawa Tengah. Pada tahun 2019 bertepatan dengan mencuatnya kontroversi awal waktu subuh, kemudian beliau dikontak oleh Bapak Ma'rufin Sudibyo yang menjabat sebagai wakil sekretaris Lembaga Falakiyah PBNU untuk bergabung dalam tim kajian waktu subuh. Sekarang beliau melanjutkan studi Doktornya di S3 Ilmu Falak di UIN Walisongo Semarang. Tulisan terakhir beliau pada ICSAS 2021 "*The Interasional Cnference on Science and Applied Science Universitas Sebelas Maret dengan judul "The Characteristics of Changes in The Polarization Angle of Colloidal Silver Solutions of Various Concentrations Using The Electrooptic Polarization Method*, yang membahas tentang analisis kemunculan fajar *Ṣadik* menggunakan pendekatan fungsi linier.

Berawal dari minimnya data pengamatan fajar *Ṣadik* yang beliau peroleh dari berbagai sumber untuk mengerjakan disertasi S3 beliau. Dan beberapa kali beliau melakukan pengamatan di beberapa daerah seperti, Karimunjawa, Bawean, Batam dan Lampung. Dalam melakukan pengamatan beliau mengalami kesulitan seperti cuaca yang tidak menentu. Butuh beberapa hari untuk mendapatkan hasil data yang baik. Sejak pengamatan di Karimunjawa beliau memikirkan bagaimana ada alat yang bisa merekam SQM sendiri. Dari situ beliau mencari

diinternet dan menemukan sebuah software yang bisa membaca SQM dari komputer mini. Kemudian mulai merakit software itu. Awal 2020 beliau diminta membuat Makalah untuk dipresentasikan pada Seminar Nasional yang diadakan Fakultas Syariah dan Hukum UIN Walisongo Semarang. Dalam makalah beliau menulis tentang sistem yang baru beliau buat yaitu tipe sistem otomasi pengamatan fajar belum menjadi SOOF. Karena pada bulan Maret ada edaran pembatasan kegiatan oleh pemerintah maka seminar itupun tidak jadi dilaksanakan dan makalah belum bisa terpublis. Kemudian bulan juni 2020 Gus Muid memberitau beliau bahwa NU gresik, NU jatim dan kemenag sudah survei dibeberapa tempat ideal untuk melakukan pengamatan dan akan melakukan pengamatan di Banyuwangi. Kemudian beliau menawarkan sistem ini kepada Gus Muid untuk memasangnya di Banyuwangi. Gus Muid merangkai sendiri perangkatkeras yang sudah dibeli dengan arahan beliau dari rumah dan software yang dikirim beliau dari semarang ke Banyuwangi. Selanjutnya terpasanglah sistem ini dibanyuwangi Dan menghasilkan data yang bagus dan baik. SOOF dipasang di Banyuwangi selama 2 bulan mulai dari pertengahan bulan Agustus sampai pertengahan bulan Oktober.

SOOF mulai dikenal dikalangan pegiat Astronomi ketika Gus Muid persentasi di BHRD Jogja dan memperkenalkan alat ini untuk pertama kali ke publik. Dan dari situlah tercetus nama Sistem Otomasi Observasi Fajar (SOOF). Tak lama setelah persentasi itu Bapak Muhammad Basthoni diminta untuk menulis di Jurnal Sains Dirgantara dengan Judul “A prototype of True Dawn Observation Automation System(Prototipe Sistem Otomatisasi Observasi Fajar (SOOF))”.

Sistem otomasi observasi fajar ini menggunakan beberapa software yang dirangkai dengan sedemikian rupa. Cara kerja SOOF cukup simple karena sensor SQM hanya merekam dan langsung masuk di Kartu SD setelah terkumpul maka otomatis terkirim ke Goole Drive. Hasil pembacaan data menghasilkan foto, video, file .dat, dan kurva plotting data. Untuk saat ini Google Drive hanya bisa diakses oleh beliau Bapak Muhammad Basthoni sehingga kita bisa meminta izin dahulu kepada beliau untuk melihat hasil data pengamatan menggunakan SOOF. SOOF (Sistem Otomatisasi Observasi Fajar) merupakan sistem operasi yang digunakan untuk pengamatan fajar yang menggunakan SQM sebagai alat untuk merekam data perubahan kecerlangan langit secara otomatis. SOOF ini terinspirasi dari pengamatan dilokasi secara langsung, yang mana membutuhkan waktu dan tenaga banyak, namun hanya mendapatkan data baik sedikit. Maka perlu pengembangan pengamatan fajar yang lebih dapat merekam data lebih banyak.

Metode yang digunakan dalam SOOF

Pengamatan diawali dengan perakitan perangkat keras yang dibutuhkan pemasangan beberapa perangkat lunak dan pengujian sistem pengamatan subuh di beberapa lokasi. SQM yang digunakan pada sistem ini adalah SQM-LU-DL / SQM-LU sebagai sensor utama dalam merekam kecerlangan cahaya fajar. SQM ini terhubung dengan Rasberry Pi 2/3/4. Sistem ini dirancang untuk merekam gambar fajar sidik. Modul kamera dihubungkan dengan Rasberry Pi melalui slot modul kamera atai melalui port USB jika kita menggunakan kamera Astronomi seperti seri ZWO ASI. Adaptor daya 5V 3A digunakan sebagai daya untuk Rasberry Pi dan USB 4G wifi. Setelah data fajar Şadik direkam oleh SQM dan citra Fajar Şadik di rekam olehn kamera, data tersebut dikumpulkan didalam SD Card dan secara otomtis diunggah oleh Rasberry Pi ke Google Drive

sehingga dapat diakses oleh pengguna untuk analisis lebih lanjut.

Penggunaan SOOF ini ada beberapa komponen yang perlu diperhatikan yaitu:

1. Persyaratan Perangkat Lunak
  - a. Sistem Operasi RaspbianRaspbian adalah sistem operasi Linux berbasis Debian gratis yang telah dioptimalkan untuk perangkat keras Raspberry Pi, termasuk bahasa pemrograman Python yang diinstal.
  - b. Pengukur Kualitas Langit Python (PySQM)  
PySQM adalah perangkat lunak berbasis bahasa Python yang dirancang oleh Nievas & Zamorano (2014) untuk membaca, menyimpan, dan merencanakan data dari SQM-LU dan SQM-LE. Perangkat lunak ini akan terhubung ke SQM dan melakukan beberapa tes untuk terhubung ke SQM untuk memastikan siap untuk pengambilan data kecerahan langit. Program ini akan secara otomatis menyimpan data dalam dua format: file .dat dan gambar plot kurva 3.
  - c. Raspist dan Mencoder Raspistill adalah CLI (baris perintah interface) berbasis program yang berfungsi untuk menangkap gambar oleh modul kamera, sedangkanMencoderadalah kode pelengkap aplikasi MPlayer yang dapat mengkodekan file audio, gambar, dan video menjadi video yang kompatibel dengan aplikasi MPlayer dan beberapa aplikasi pemutar video lainnya.
  - d. Rclone (Rsync for Cloud Storage) adalah program berbasis CLI yang berfungsi untuk menyinkronkan file dan direktori lokal ke dan dari beberapa penyimpanan online (cloud storage), misalnya Google Drive, Box, dan sebagainya
2. Instalasi Sistem  
Ada enam langkah untuk menginstal sistem:
  - (1) instalasi sistem operasi Raspbian pada Kartu SD.
  - (2) konfigurasi wifi sistem operasi Raspbian sehingga dapat terhubung dengan USB4G Wifi untuk instalasi dan konfigurasi perangkat lunak yang diperlukan.
  - (3) instalasi program Remote.It untuk memelihara sistem dari jarak jauh;

- (4) instalasi program PySQM di sistem operasi Raspbian;
- (5) pemasangan raspistill dan pembuat kode atau Semua Langit program.
- (6) pemasangan RClon program. Lebih jelasnya dijelaskan di bawah ini.

Proses instalasi sistem operasi dari NS Raspbian adalah sebagai berikut:

- a. Unduh gambar Raspbian dari situs web The Raspberry Foundation;
- b. Flash gambar ke Kartu SD dengan salah satu program imager (*balena Etcher, Win32DiskImager, imgFlasher, or others*).

Sebelum menginstal program lain, kita perlu mengkonfigurasi jaringan WiFi dari Raspbian karena proses instalasi untuk program selanjutnya dilakukan dari jarak jauh melalui jaringan WiFi yang dipancarkan oleh USB 4G Wifi. Untuk tujuan ini, dua file perlu dibuat di direktori root SD Card yang telah diinstal oleh Raspbian. Kedua file tersebut adalah file kosong dengan namassh yang berfungsi untuk mengaktifkan fitur *ssh (secure shell connection)* pada OS Raspbian. File kedua adalah *wpa\_supplicant.conf* file dengan isi sebagai berikut:

```
country=ID
ctrl_interface=DIR=/var/run/wpa_supplicant
group=netdev
update_config=1

network={
    ssid="NETWORK-NAME"
    psk="NETWORK-PASSWORD"
    key_mgmt=WPA-PSK
}
```

Dimana *ssid* data diganti dengan nama jaringan wifi yang digunakan dan *psk* diisi dengan kata sandi jaringan wifi.

Proses pemeliharaan atau instalasi perangkat lunak apa pun ke sistem dapat dilakukan dari jarak jauh dengan menginstal *Remote.It* program dengan perintah berikut:

```
$>sudo apt update
$>sudo apt install remoteit
```

Setelah konfigurasi jaringan selesai, sistem Raspbian dapat diakses melalui *ssh* dengan aplikasi seperti *Bitvise SSH Client* . Melalui *ssh* koneksi, program PySQM dapat diunduh dengan perintah:

```
$> wget http://guaix.fis.ucm.es/
sites/default/files/luminica_
files/PySQM.tar.gz
```

dan ekstrak dengan perintah:

```
$> tar -xvzf PySQM.tar.gz
```

Sebelum eksekusi program PySQM, perlu dilakukan penyesuaian data pada file konfigurasi yang terletak di file *pysqm/ config.py*. Data yang perlu disesuaikan antara lain (1) nama dan koordinat lokasi pengamatan; (2) nama identifikasi SQM; (3) port koneksi yang digunakan oleh SQM dengan sistem Raspbian; (4) lokasi folder penyimpanan data observasi; dan (5) batas sumbu untuk memplot kurva dari data pengamatan.

Sampai saat ini, ketika sistem berjalan, secara otomatis merekam data cahaya fajar yang terdeteksi oleh SQM. Untuk melengkapi data pengamatan, diperlukan aplikasi untuk menangkap citra cahaya fajar sehingga dapat digunakan sebagai data pembanding untuk data SQM. Dalam hal ini, aplikasi yang digunakan adalah pembuat kode dan raspistill aplikasi yang memiliki proses instalasi berturut-turut sebagai berikut (Shaw, nd):

```
$>sudo apt-get install mencoder
```

aplikasi *raspistill* Itu tidak perlu di install karena sudah termasuk dalam system operasi Raspbian. Modul kamera dapat diaktifkan di sistem melalui perintah:



```
$>raspi-config
```

Jika kita menggunakan kamera Raspberry Pi HQ atau seri ZWO ASI di sistem ini kita perlu menginstal *AllSky* program melalui perintah:

```
$>sudo apt-get install git
$>git clone --recursive
https://github.com/thomasjacquin/allsky.git
$>cd allsky
$>sudo ./install.sh
```

Data observasi yang secara otomatis direkam oleh PySQM, raspistill, mencoder, dan AllSky akan disimpan di drive lokal. Untuk memudahkan akses ke data, data akan diunggah secara otomatis ke penyimpanan cloud oleh RClone aplikasi dengan langkah-langkah instalasi berikut:

```
$>curl https://rclone.org/ install.sh |
sudo bash
```

NS RClone dan Google Drive memproses konfigurasi berlanjut dengan perintah dan konfigurasi berikut:

```
$>rclone config

n/s/q> n           # choose n (new)
name>gdrive        # fill with free
                    # caption, for
                    # example, Gdrive
Storage>           # Select the number that
                    # matches the Google
                    # Drive number
client_id>         # can be left empty
client_secret>    # can be left empty
scope>            # select scope, for
                    # example 1
root_folder_id>   # can be left empty
service_account_file>
                    # /home/bas/myfile.json
                    # # This is where
                    # the JSON file goes!
y/n>              # choose y for automatic
                    # configuration
```

Selanjutnya *PySQM* program, *mencoder*, *raspistill*, *AllSky*, and *RClone* diatur sehingga akan

berjalan secara otomatis saat sistem melakukan booting dan secara otomatis merekam data pada waktu yang diinginkan. Untuk tujuan ini, konfigurasi tambahan diperlukan di file rc.local.<sup>79</sup>

### 3. Pengujian Sistem SOOF

- a. Dimulai dengan perakitan perangkat keras sistem seperti yang ditunjukkan di gambar.
- b. Pemasangan SOOF di lokasi yang telah ditentukan dimana horizontal timur tidak terhalang oleh benda apapun dan lokasi terdapat jaringan internet guna mengirimkan data ke Google Drive
- c. Mengakses sistem melalui koneksi ssh dengan Bitvise SSH Client. Setelah hostname (disediakan oleh Remote.it) dan port telah dimasukkan, sekarang kita terhubung ke sistem dan kemudian pengguna diminta untuk memasukkan nama oengguna dan kata sandi yang secara default adalah pi dan Raspbian.
- d. Memeriksa PySQM apakah berjalan dengan baik di latar belakang dengan perintah : `$>ps-aux | grep "pysqm"`
- e. Kemudian kita bisa melihat PySQM berjalan dengan baik di latar belakang dengan ID Proses (PID) 1104.
- f. Untuk menjalankan PySQM tidak perlu kita lakukan secara manual karena PySQM secara otomatis berjalan saat sistem melakukan boot, begitu juga dengan program mencoder, raspistill, Allsky dan RClone.
- g. Terakhir pengguna bisa mendownload hasil data yang secara otomatis telah dikirimkan ke Google Drive berupa data foto, video, file dat., dan kurva plotting data untuk selanjutnya di analisis lebih lanjut.

### 4. Hasil data SOOF

Adapun data yang masuk ke Google Drive berupa :

#### 1. Daily\_data

File ini berisi file .dat yang direkam oleh SQM

---

<sup>79</sup> Basthoni.

yang direkam per 2detik.

## 2. Daily\_grafik

File ini berisi grafik. grafik atas menunjukkan ketinggian matahari tertentu pada kecerlangan langit tertentu, data ketinggian Matahari dihitung dan diproses oleh program PySQM dalam pustaka PyEphem yang memakai algoritma Jean Meeus Low Accuracy dan kemudia diplotting secara otomatis oleh sistem SOOF. dan grafik dibawah menunjukkan jam tertentu pada kecerlangan langit tertentu, data file .dat dihasilkan oleh SQM da secara otomatis diplotting leh sistem SOOF. Garis putus-putus pada grafik bawah menunjukkan titik belok dimana fajar *Ṣadik* muncul sebagai tanda awal waktu salat subuh.

## 3. Foto

File ini berisi foto dan video timeline langit yang diambil dari kamera

## C. Teknik analisa data SQM

Dalam analisa data SQM, para peneliti menggunakan banyak analisa data dalam penentuan fajar, baik dengan pendekatan matematis maupun visual. Pendekatan matematis meliputi *Polynomial*, *Moving Average*, gabungan *Polynomial* dan *Moving Average*. Selain itu ada juga motode yang dilakukan menggunakan gabungan antara pendekata matematis dan visual., seperti metode *linier* yang digunakan oleh M. Basthoni. Adapun penjelasanya sebagai berikut:

### 1. Moving Average

Adalah metode peramalan yang menghitung rata-rata suatu nilai runtut waktu dan kemudian digunakan untuk memperkirakan nilai pada periode selanjutnya. *Moving Average* atau Rata-rata Bergerak diperoleh melalui penjumlahan dan pencarian nilai rata-rata dari sejumlah periode tertentu, kemudian menghilangkan nilai terlamanya dan menambah nilai baru. Metode ini digunakan oleh Dhani Herdiwijaya. Salah satu dosen di

Institut Teknologi Bandung dalam menganalisa kehadiran waktu Subuh.<sup>80</sup>

Data yang diperoleh dari SQM dibuat grafik sehingga dapat dilihat transisi dari malam ke pagi. Semakin gelap langit, semakin tinggi nilai MPAS, dan sebaliknya. Kurva yang dihasilkan memiliki banyak noise karena beberapa faktor yang mempengaruhi kecerahan langit. Metode *Moving Average* digunakan untuk mengurangi Noise. Metode *Moving Average* adalah teknik yang banyak digunakan dalam analisis teknis yang menunjukkan nilai rata-rata selama periode yang ditentukan. Semakin sedikit Noise, semakin mudah untuk menentukan kapan pergantian dari malam ke pagi. Awal peralihan malam ke pagi didefinisikan sebagai permulaan waktu Subuh.<sup>81</sup>

*Moving Average* atau bisa disebut MA memiliki beberapa versi. Di antara yang populer adalah:

- a. *Simple Moving Average* (SMA),
  - b. *Weighted Moving Average* (WMA), dan c.
- Exponential Moving Average* (EMA).

Disini penulis menggunakan model yang pertama yaitu SMA (*Simple Moving Average*). *Moving Average* dapat dirumuskan dengan:

$$SMA = \frac{P_M + P_{M-1} + \dots + P_{M-(n-1)}}{n}$$

## 2. Linier<sup>82</sup>

Proses pemasangan *linier* dilakukan dengan mengambil sampel data intensitas langit malam sebelum fajar. Berikut ini adalah proses pemasangan *linier* yang dilakukan pada dua data intensitas dari pengukuran SQM: hasil. Rentang nilai  $h$  (sudut matahari dari cakrawala) ditentukan untuk fitting *linier* dari perkiraan cahaya zodia

---

<sup>80</sup> Adi Nugroho, "Pengaruh Cahaya Bulan Terhadap Kemunculan Fajar Sidiq (Analisis Titik Belok Kurva Pada Penentuan Awal Waktu Subuh Menggunakan Alat Sky Quality Meter)" (UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG, 2020). 76.

<sup>81</sup> Muchlas Abu Yazid Raisal, Yudhiakto Pramudya, Okimustava, "Pemanfaatan Metode Moving Average Dalam Menentukan Awal Waktu Salat Subuh Menggunakan Sky Quality Meter (SQM)," *Al Marshad* 5, no. 1 (2019): 1–13, <https://doi.org/10.30596/jam.v5i1.3121>.

<sup>82</sup> M. Basthoni and Hendro Setyanto, "Typology of Dawn Light Curves in High and Low Light Pollution Area," n.d.

sebelum fajar , yaitu  $-30^\circ$  sampai  $-22^\circ$  . Setelah menentukan kisaran nilai untuk setiap data pengamatan, fitting *linier* dilakukan dengan persamaan dasar:

$$f(x)=ax+b$$

Proses pemasangan dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak GNU PLOT versi 5.2 patch level 8. Statistik informasi yang digunakan adalah fungsi *linier* ,  $R_2$  , rata-rata, dan simpangan baku ( $\sigma$ ). Jika distribusi data memiliki tren ke bawah, maka garis hasil persamaan digunakan. Namun, jika distribusi data tren datar, maka persamaan garisnya adalah data jatuh rata-rata dengan persamaan:

$$f(x) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

Persamaan dan simpangan baku yang diperoleh kemudian diplot dengan data total analisis dilakukan dengan melihat distribusi data di sekitar fungsi *linier* atau Zodiak Fungsi ringan dengan standar deviasi dengan persamaan :

$$f(x) = ax + b \pm \sigma$$

Anggap adatum memiliki nilai intensitas dari Zodiakal Fungsi Cahaya. Dalam kasus itu, datum adalah kombinasi dari Zodiak Cahaya dan kecerahan fajar. Dengan cara ini, fajar dapat ditentukan.

### 3. *Visual Analysis*

*Analysis visual* adalah teknik yang dilakukan dengan cara melihat secara fisis data yang sudah di plot menjadi grafik dengan cara zoom in pada belokan pada grafik tersebut. Metode ini digunakan oleh Thomas Djamaluddin dalam menganalisa kapan fajar sidiq muncul. Beliau adalah mantan kepala Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN).<sup>83</sup>

---

<sup>83</sup> Nugroho, “Pengaruh Cahaya Bulan Terhadap Kemunculan Fajar Sidiq (Analisis Titik Belok Kurva Pada Penentuan Awal Waktu Subuh Menggunakan Alat Sky Quality Meter).” 78.

Metode ini sering digunakan oleh peneliti dalam penentuan fajar. Dikarenakan lebih mudah tanpa adanya pendekatan secara matematis. Metode ini menampilkan secara fisis titik yang menjadi kemunculan fajar sidik.

# BAB IV

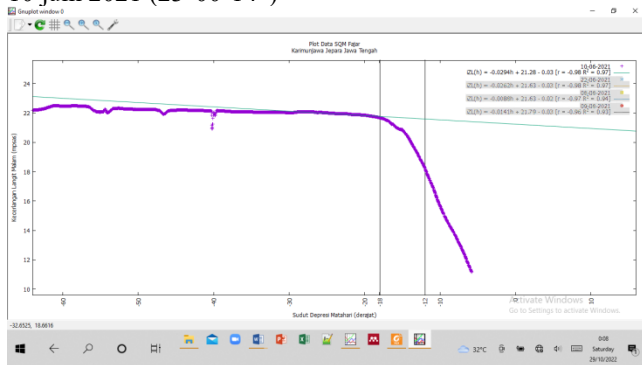
## PENGARUH DEKLINASI MATAHARI TERHADAP MUNCULNYA FAJAR SIDIK DI PULAU KARIMUNJAWA

### A. Analisis Nilai Kecerlangan Langit Pada Saat Munculnya Fajar Sidik

Dari beberapa data yang digunakan menurut variasi deklinasi matahari mulai dari ketika deklinasi matahari bernilai positif, deklinasi matahari bernilai negative dan juga yang mendekati khatulistiwa. Penulis mengambil data beberapa hari, masing-masing diambil 3 data. Adapun klasifikasinya sebagai berikut:

#### 1. Deklinasi positif

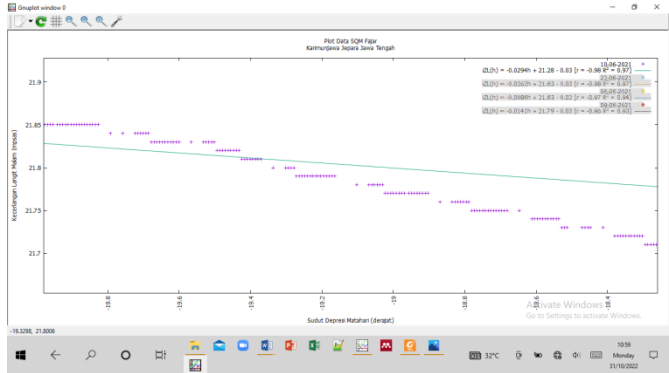
➤ 10 juni 2021 ( $23^{\circ}00'14''$ )



Gambar 4. 1 kurva sqm dengan analisa linier tanggal 10 juni 2021

Gambar tersebut merupakan hasil olahan pada aplikasi GNUPLOT. Dengan aplikasi tersebut dapat mengetahui persamaan linier pada kurva data SQM.

Setelah muncul kurva dan garis linier kemudian melakukan zoom in pada kurva tersebut dengan klik kanan kemudian arahkan dan Tarik pada daerah yang diinginkan. Sehingga menghasilkan kurva seperti di bawah ini.



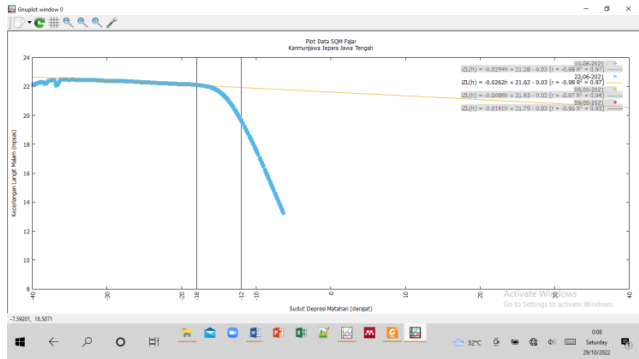
**Gambar 4. 2** hasil kurva sqm dengan analisa linier tanggal 10 juni 2021

Setelah dizoom in maka ita dapat menemukan data kemunculan fajar sidik dengan mengarahkan kursor pad data yang dibawah garis dan tidak ada data yang berada tepat atau di atas garis setelahnya.

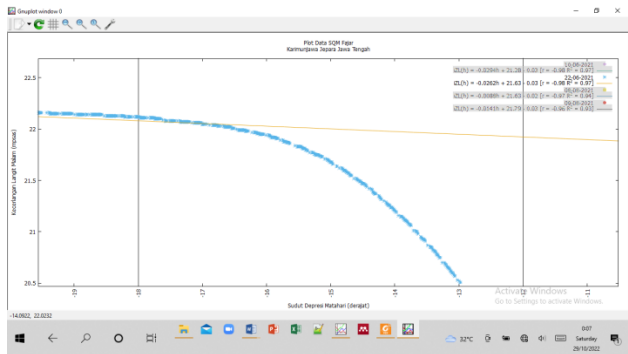
Gambar tersebut menampilkan hasil zoom data pada tanggal 10 juni 2021. Dari gambar tersebut kita menemukan data dibawah garis dan tidak ada data yang berada di atas garis ataupun berada tepat di garis setelahnya, yaitu di  $-19,43$  dengan kecerlangan langit  $21,81$  mpsas. Pada saat itu iluminasi bulan  $0\%$  dan berada pada *Fase Waxing Crescent Moon* (fase pertama bulan baru pada fase inilah hilal diamati). Pada saat itu iluminasi bulan tidak mempengaruhi kenmpakan fajar sidik. Ketika ketinggian tersebut, fajar sidik terdeteksi oleh SQM dengan metode linier ini. Maka fajar sidik muncul pda saat ketinggian matahari  $-19,43^\circ$  dibawah ufuk dengan kecerlangan langit  $21,81$  mpsas.

➤ 22 juni 2021 ( $23^\circ 26' 07''$ )





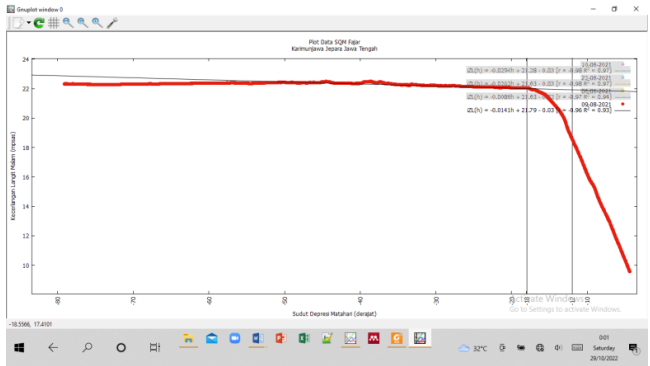
**Gambar 4. 3 Kurva SQM dengan analisa Linier tanggal 22 Juni 2021**



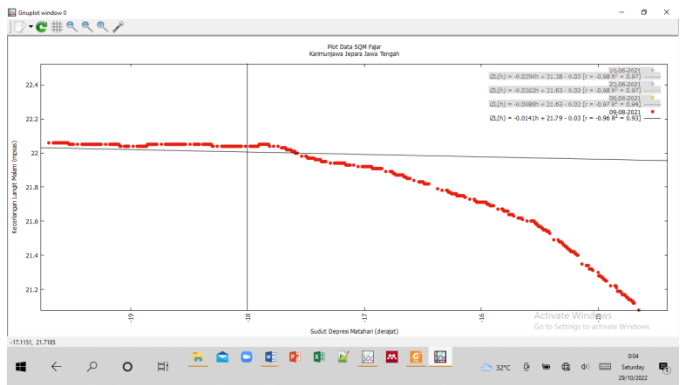
**Gambar 4. 4 hasil analisa linier tanggal 22 Juni 2021**

Pada kurva ini dapat dilihat penurunan pada bawah garis yang sangat jelas yaitu  $-17,05^\circ$  dengan nilai kecerlangan langit 22,06 mpsas. Keadaan bulan pada saat itu beriluminasi sekitar 86% dan berada pada fase *Waning Gibbous Moon* (fase setelah purnama). Pada saat itu, fase bulan berpengaruh terhadap kenampakan fajar sidik. Maka fajar sidik menurut metode teknik analisa data bahwa pada  $-17,05^\circ$  fajar dapat diamati.

- 9 agustus 2021 ( $15^\circ 52' 19''$ )



**Gambar 4. 5 kurva SQM dengan analisa linier tanggal 9 Agustus 2021**

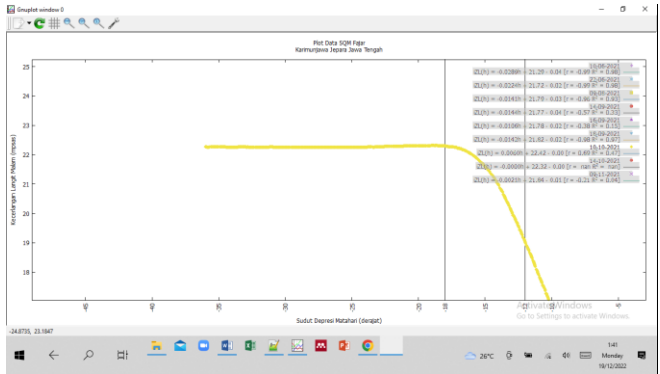


**Gambar 4. 6 hasil analisa linier tanggal 9 agustus 2021**

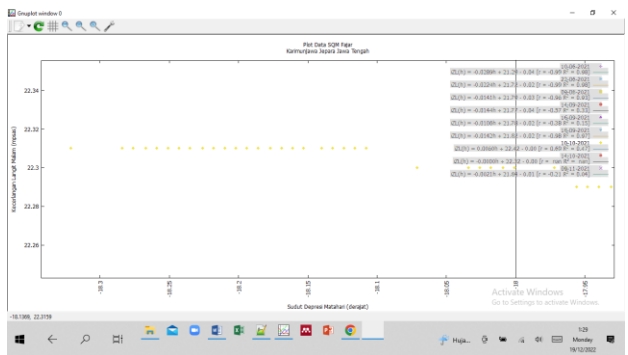
Pada kurva ini dapat dilihat penurunan pada bawah garis yang sangat jelas yaitu  $-17,54^\circ$  dengan nilai kecerlangan langit 21,99 mpsas. Pada saat itu iluminasi bulan 0% dan berada pada fase *Waxing Crescent Moon*. Pada saat itu, cahaya bulan tidak berpengaruh terhadap kenampakan fajar sidik. Fajar sidik menurut metode analisa linier, bahwa pada saat ketinggian matahari berada pada  $-17,54^\circ$  di bawah ufuk fajar dapat diamati.

## 2. Deklinasi Negatif

- 10 oktober 2021 ( $-6^\circ 36' 39''$ )



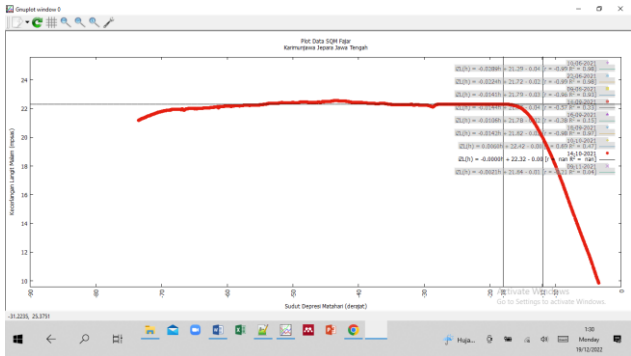
**Gambar 4. 7 Kurva SQM dengan analisa linier tanggal 10 Oktober 2021**



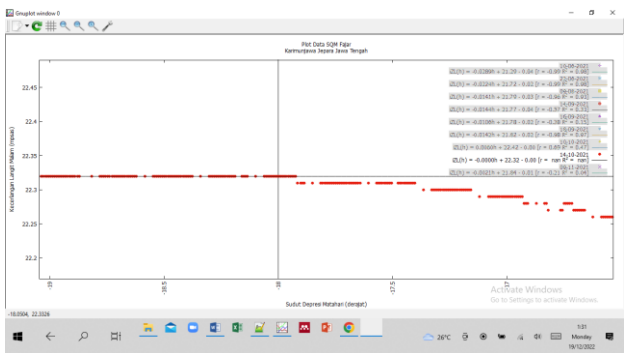
**Gambar 4. 8 hasil analisa linier tanggal 10 Oktober 2021**

Pada kurva ini dapat dilihat penurunan pada bawah garis yaitu  $-18,0717^\circ$  dengan kecerlangan langit 22,3 mpsas. Pada saat itu iluminasi bulan 14% dan berada pada fase *Waxing Crescent Moon*. Pada saat itu cahaya bulan tidak mempengaruhi kenampakan fajar sidik. Fajar sidik menurut teknik analisa data linier , pada  $-18,0717^\circ$  dibawah ufuk fajar sidik dapat diamati.

- 14 oktober 2021 ( $-8^\circ 06' 47''$ )



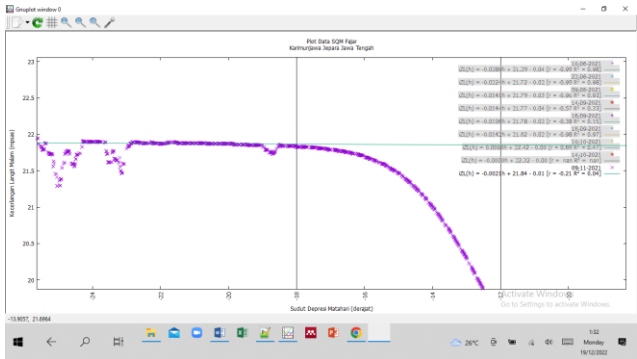
**Gambar 4. 9 Kurva SQM dengan teknik analisa linier tanggal 14 Oktober 2021**



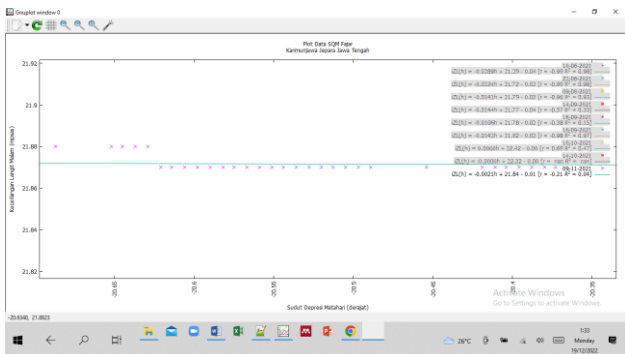
**Gambar 4. 10 hasil analisa linier tanggal 14 Oktober 2021**

Pada kurva ini dapat dilihat penurunan pada bawah garis yaitu  $-17,92^\circ$  dengan kecerlangan langit 22,31 mpsas. Pada saat itu iluminasi bulan 86% dan berada pada *fase waning gibous moon*. Pada saat itu cahaya bulan tidak mempengaruhi kenampakan fajar sidik. Fajar sidik menurut teknik analisa data linier, pada  $-17,92^\circ$  dibawah ufuk fajar sidik dapat diamati.

- 9 november 2021 ( $-16^\circ 49' 08''$ )



**Gambar 4. 11 Kurva SQM Dengan teknik analisa linier tanggal 9 November 2021**

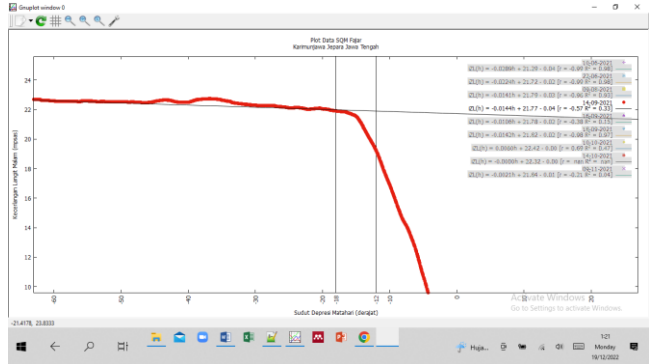


**Gambar 4. 12 Hasil analisa linier tanggal 9 November 2021**

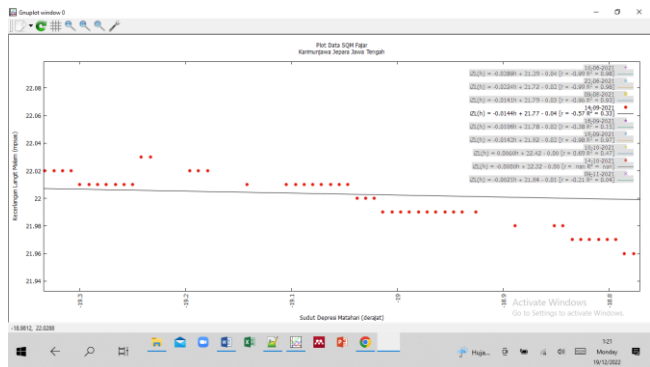
Dari gambar kurva di atas, kurva tidak mulus, terdapat adanya gelombang menandakan bahwa data tersebut terdapat sebuah gangguan (polusi cahaya) bias saja berupa cahaya lampu, bahkan juga kilat yang menyambar sebagai tanda langit akan turun hujan. Data yang muncul pada grafik tersebut yang berada di bawah garis da pada  $-19,84^\circ$  dengan nilai kecerlangan langitnya yaitu 21,86 mpsas. Pada saat itu iluminasi bulan 20% dan berada pada *Fase Waxing Crescent Moon*. Pada saat itu cahaya bulan tidak berpengaruh terhadap kenampakan fajar sidik.

### 3. Deklinasi mendekati khatulistiwa

- 14 september 2021 ( $3^{\circ}26'23''$ )



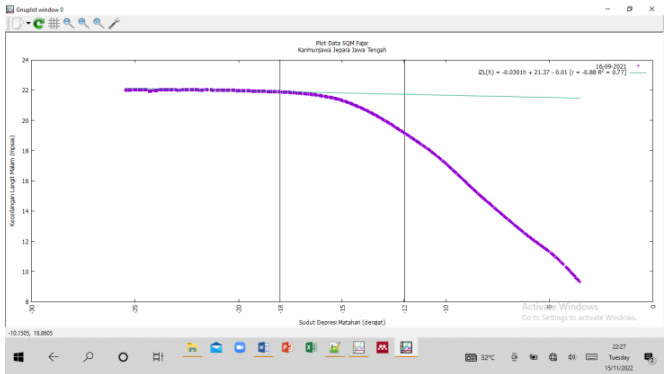
**Gambar 4. 13 Kurva SQM dengan teknik analisa linier tanggal 14 September 2021**



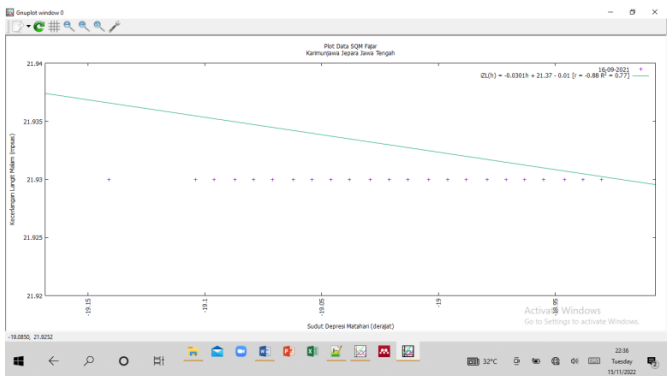
**Gambar 4. 14 Hasil analisa linier tanggal 14 September 2021**

Data yang muncul pada kurva tersebut yang berada di bawah garis ada pada  $-19,038^{\circ}$  dengan nilai kecerlangan langitnya yaitu 22,0 mpsas. Pada saat itu iluminasi bulan 48% dan berada pada *Fase Waxing Crescent Moon*. Pada saat itu cahaya bulan tidak berpengaruh terhadap kenampakan fajar sidik. Pada ketinggian tersebut sudah terdeteksi fajar sidik menggunakan teknik linier.

- 16 september 2022 ( $2^{\circ}40'14''$ )



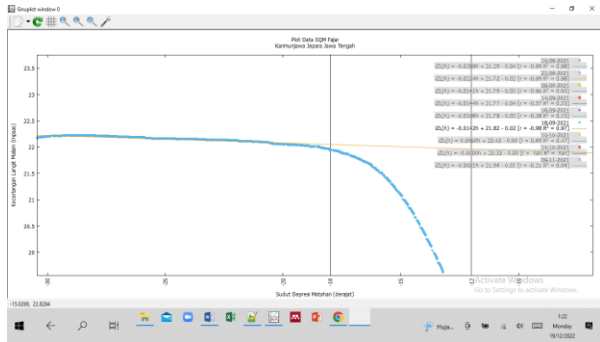
**Gambar 4. 15 Kurva SQM dengan teknik analisa Linier tanggal 16 September 2021**



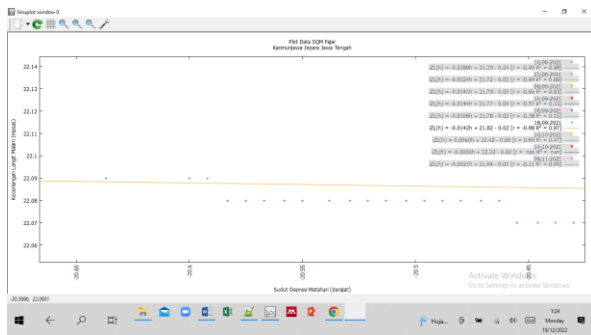
**Gambar 4. 16 hasil analisa linier tanggal 16 September 2021**

Hasil analisa kurva di atas, data yang muncul pada grafik tersebut yaitu  $-19,141^\circ$  dengan nilai kecerlangan langitnya adalah 21,93 mpsas. Keadaan bulan pada saat itu beriluminasi sekitar 70% dan berada pada *Fase Waning Gibbous Moon*. Pada saat itu cahaya bulan berpengaruh terhadap kenampakan fajar sidik. Maka, pada saat itu ketinggian matahari bernilai  $-19,141^\circ$ , fajar sidik sudah terdeteksi menggunakan teknik linier.

- 18 september 2021 ( $1^\circ 53' 54''$ )



**Gambar 4. 17 Kurva SQM dengan teknik analisa linier tanggal 18 September 2021**



**Gambar 4. 18 hasil analisa linier tanggal 18 September 2021**

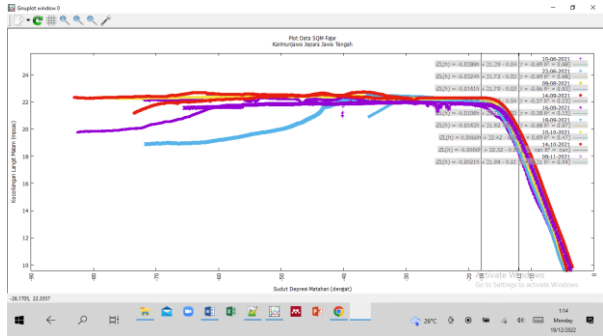
Data yang muncul pada grafik tersebut yang berada di bawah garis ada pada  $-20,636^\circ$  dengan nilai kecerlangan langitnya yaitu 22,09 mpsas. Keadaan bulan pada saat itu beriluminasi sekitar 87% dan berada pada fase *Waning Gibbous Moon*. Pada saat itu cahaya bulan berpengaruh terhadap kenampakan fajar sidik. Pada saat ketinggian matahari  $-20,636^\circ$  di bawah ufuk, fajar sidik sudah terdeteksi dengan teknik linier.

#### 4. Data Gabungan

Berdasarkan hasil analisa dengan metode pendekatan fungsi linier terhadap beberapa data pengamatan di lokasi Pantai Batu Lawang, karimunjawa dalam satu tahun dengan



diambil beberapa sampel data tersebut diperoleh sebagai berikut:



**Gambar 4. 19 Plot data kecerlangan langit pada tahun 2021 Pulau Karimunjawa**

Gambar diatas merupakan hasil plot gabungan dari beberapa data. Dari data diatas terdapat beberapa data yang bagus, dan ada juga yang tidak bagus(terkena polusi cahaya) berupa cahaya lampu, kilat yang menyambar. Dari plot data diatas menghasilkan klasifikasi sebagai berikut:

Tanggal	deklinasi matahari	nilai kecerlangan langit fajar (mpsas)	posisi matahari (derajat)
10 juni 2021	23°00'14"	21,81	-19,43
22 juni 2021	23°26'07"	22,06	-17,05
9 agustus 2021	15°52'19"	21,99	-17,54
10 oktober 2021	-6°36'39"	22,3	-18,071
14 oktober 2021	-8°06'47"	22,31	-17,92
09 November 21	- 16°49'08"	21,86	-19,84
14September 21	3°26'23"	22	-19,038
16 september 21	2°40'14"	21,93	-19,141
18 september	1°53'54"	22,09	-20,636

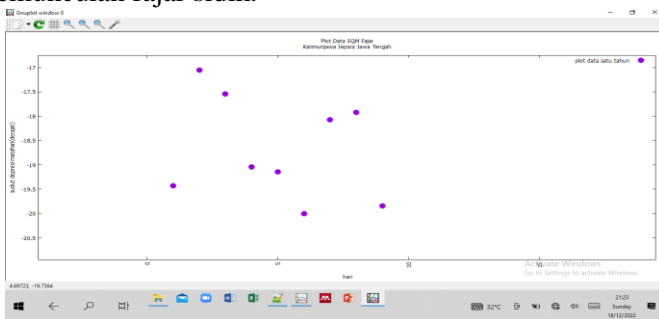
21			
Rata-Rata		22,03	-18,740

**Tabel 4. 1 Rekap hasil pengamatan di Pulau Karimunjawa**

Berdasarkan table rekap hasil pengukuran dengan SQM di Pulau Karimunjawa ditemukan bahwa cahaya awal fajar sidik rata-rata terdeteksi saat sudut depresi/ketigian matahari berkisar -18,74 dibawah ufuk. Adapun kecerlangan langit saat fajar berkisar 22,03 mpsas.

## B. Analisis Pengaruh Deklinasi Matahari Terhadap Munculnya Fajar Sidik

Seperti yang sudah dipaparkan dalam bab sebelumnya ada beberapa teknik dalam menganalisa data untuk menemukan kapan fajar sidik tiba. Penulis sendiri menggunakan teknik analisa data yaitu metode linier untuk melihat bagaiman pengaruh deklinasi matahari terhadap kemunculan fajar sidik.



Gambar 4. 20 hasil plot gabungan beberapa data dalam 1 tahun

Berdasarkan hasil plot data SQM diatas, pada tanggal 10 juni 2021, dengan nilai deklinasi matahari  $23^{\circ}00'14''$  sudut depresi/ketinggian matahari  $-19,43^{\circ}$  dengan kecerlangan langitnya adalah 21,81 mpsas. Sperti pada gambar 4.1, bahwa pada tanggal tersebut kurva data sebelum fajar tidak mulus, terdapat gangguan karena kurva terlihat seperti ada beberapa gelombang. Gangguan biasanya karena mendung, dan juga cahaya lampu perahu nelayan yang sedang mencari ikan.

Pada tanggal 22 juni 2021 kurva dapat dilihat penurunan pada dibawah garis yang sangat jelas yaitu  $-17,05^{\circ}$  dengan nilai kecerlangan langitnya 22,06 mpsas. Maka fajar sidik menurut metode teknik linier bahwa pada  $-17,05$  fajar sudah bias diamati.

Pada tanggal 9 Agustus 2021 kurva ini dapat dilihat penurunan pada dibawah garis yang sangat jelas yaitu  $-17,54^\circ$  dengan nilai kecerlangan langitnya 21,99 mpsas. Maka fajar sidik menurut metode teknik linier data bahwa pada  $-17,54^\circ$  dibawah ufuk fajar sudah bisa diamati.

Pada tanggal 10 oktober 2021 kurva ini dapat dilihat penurunan pada dibawah garis yang sangat jelas yaitu  $-18,0717^\circ$  dengan kecerlangan langit 22,3 mpsas. Maka fajar sidik menurut metode teknik analisa linier bahwa pada  $-18,0717^\circ$  dibawah ufuk fajar sidik sudah bisa diamati.

Pada tanggal 14 oktober 2021 kurva ini dapat dilihat penurunan pada bawah garis yang sangat jelas yaitu  $-17,92^\circ$  dengan kecerlangan langitnya 22,31 mpsas. Maka fajar sidik pada ketinggian  $-17,92^\circ$  dibawah ufuk fajar sudah bisa diamati.

Pada tanggal 9 november 2022 dari gambar kurva diatas, kurva tidak mulus, terdapt adanya geombang menandakan bahwa data tersebut terdapat sebuah gangguan (polusi cahaya) bias saja berupa lampu perahu nelayan, bahkan juga kilat yang menyambar sebagai tanda langit mendung akan turun hujan. Data yang muncul pada grafik tersebut yang berada d bawah garis ada pada  $-19,84^\circ$  dengan nilai kecerlangan langitnya yaitu 21,86 mpsas. Meskipun terdpat gangguan polusi cahaya saat sebelumnya, tetapi pada ketinggian tersebut fajar sidik terdeteksi menggunakan teknik linier.

Pada tanggal 14 september 2021 data yang muncul pada grafik tersebut yang berad dibawah garis ada pada  $-19,038^\circ$  dengan nilai kecerlangan langitnya yaitu 22,0 mpsas. Pada ketinggian tersebut sudah terdeteksi fajar sidik menggunakan teknik linier.

Pada tanggal 16 september 2021 data yang muncul pada grafik tersebut yaitu  $-19,141^{\circ}$  dengan kecerlangan langitnya adalah 21,93 mpsas. Maka pada saat sudut depresi matahari bernilai  $-19,141^{\circ}$ , fajar sidik sudah terdeteksi menggunakan teknik linier.

Pada tanggal 18 september 2021 data yang muncul pada grafik tersebut yang berada di bawah garis ada pada  $-20,636^{\circ}$  dengan nilai kecerlangan langitnya yaitu 22,09 mpsas. Pada ketinggian tersebut sudah terdeteksi fajar sidik menggunakan teknik linier.

Dari beberapa analisa data, tidak terlihat perbedaan atau pengaruh yang signifikan. Dari beberapa analisa data diatas juga bisa penulis simpulkan bahwa tidak ada pengaruh yang signifikan dari deklinasi matahari terhadap kenampakan fajar sidik. Jika terjadi pengaruh, maka hasil plot data gambar akan terbentuk pola seperti diagram deklinasi matahari. Bisa disimpulkan juga dari data tersebut, rata-rata kenampakan fajar sidik di pulau karimunjawa dipengaruhi oleh cahaya bulan.

## **BAB V PENUTUP**

### **A. KESIMPULAN**

1. Dari data yang diambil di pantai Batu Lawang, Karimunjawa pada tahun 2021, Ketika deklinasi matahari bernilai positif nilai kecerlangan langit rata-rata berkisar  $\pm 21,9$  mpsas dengan ketinggian rata-rata  $\pm 18,006^\circ$ . Ketika deklinasi matahari bernilai negatif, nilai kecerlangan langit rata-rata berkisar  $\pm 22,15$  mpsas dengan ketinggian matahari rata-rata  $\pm 18,61$  derajat. Ketika nilai deklinasi matahari bernilai mendekati khatulistiwa (rentan  $0-3^\circ$ ), nilai kecerlangan langitnya rata-rata berkisar  $\pm 22,006$  mpsas dengan ketinggian matahari rata-rata berkisar  $\pm 19,605^\circ$ .
2. Dari beberapa pernyataan tersebut tidak terdapat adanya perbedaan yang signifikan mengenai nilai kecerlangan langit, maupun sudut depresi/ketinggian matahari. Dari hasil plot data tidak dihasilkan bentuk grafik yang sama dengan grafik diagram deklinasi matahari. Dari hasil tersebut bisa disimpulkan bahwa deklinasi matahari tidak mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap kenampakan fajar sidik. Bisa disimpulkan juga dari data tersebut, rata-rata kenampakan fajar sidik di pulau karimunjawa dipengaruhi oleh cahaya bulan.

### **B. Saran**

1. Pengamatan menggunakan alat SQM walaupun sudah teruji secara ilmiah namun sebanding dengan resiko yang dihadapinya. Dengan sensor yang sangat sensitif diperlukan kehati-hatian saat pengambilan data pengamatan dan ketelitian ekstra saat mengolah data

pengamatan tersebut. Kehadiran gangguan cahaya sedikit saja dapat mempengaruhi kualitas data yang terekam oleh alat SQM tersebut.

2. Penelitian fajar sidik hendaknya memperhatikan faktor alam, penelitian baiknya dilakukan ketika musim kemarau agar terbebas dari gangguan awan dan hujan. Semakin alam bersahabat dengan kita, maka hasil pengamatan juga akan semakin bagus.
3. Untuk menjawab perbedaan pendapat mengenai awal waktu Subuh yang masih ramai di perdebatkan, maka penulis berharap penelitian ini dapat diteruskan dan dikembangkan dengan metode analisis yang lebih akurat, sehingga awal waktu Subuh dapat disepakati dan menjadi acuan oleh semua umat Islam di Indonesia.

### **C. Penutup**

Puji syukur kepada Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan karunianya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi **Pengaruh Deklinasi Matahari Terhadap munculnya Fajar Sidik di Pulau Karimunjawa** dengan baik.

Penulis termotivasi menulis skripsi ini agar apa yang penulis teliti dalam skripsi ini dapat diimplementasikan sebagai acuan melakukan analisis data SQM yang tentunya tidak hanya sekedar menjadi syarat kelulusan pendidikan Strata 1 (S1) saja, namun bisa membawa dampak positif dalam masyarakat.

## DAFTAR PUSTAKA

### Buku Dan Kitab

- Al-qur'an, lajnah pentashihan, ed. *No Title*. Kementrian Agama RI, 2012.
- Azhari, Susiknan. *Ilmu Falak (Perjumpaan Khazanah Islam Dan Sains Modern)*. Yogyakarta: Suara Muhammadiyah, 2011.
- Baihaqi, Imam. "Sunan Al-Kubara Al Baihaki." In *Juz IV*. Maktabah Syamilah, n.d.
- . "Sunan Al-Kubara Al Baihaki." In *Juz I*. Maktabah Syamilah, n.d.
- Butar-butar, Arwin Juli Rakhmadi. *Fajar Dan Syafaq Dalam Kesarjanaan Astronom Muslim Dan Ulama Nusantara*. 1st ed. Yogyakarta: LKiS, 2018.
- . *Waktu Shalat Menurut Fikih Dan Astronomi*. Medan: LPPM UISU, 2016.
- Damanhuri, Adi. *Pengamatan Dan Penelitian Awal Waktu Subuh: Semua Bisa Melakukannya*. sidoarjo: Nizamia Learning Center, 2020.
- Departemen Pendidikan Nasional. *Kamus Besar Bahasa Indonesia*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama, 2008.
- Hambali, Slamet. *Pengantar Ilmu Falak, Menyimak Proses Pembentukan Alam Semesta*. banyuwangi: bismillah publisher, 2012.
- Hardani. *Metode Penelitian Kualitatif Dan Kuantitatif*. Yogyakarta: Pustaka Ilmu, 2020.
- Hasan, Iqbal. *Pokok-Pokok Materi Metodologi Penelitian Dan Aplikasinya*. Bogor: Ghalia Indonesia, 2002.
- Izzuddin, Ahmad. *Ilmu Falak Praktis*. Cetakan II. Semarang: PT Suara Rizki Putra, 2012.
- Izzuddin, Ahmad. *Ilmu Falak Praktis*. Cetakan III. Semarang: PT suara rizki putra, 2017.
- Jamil, A. *Ilmu Falak Teori & Aplikasi (Arah Kiblat, Awal Waktu, Dan Awal Tahun)*. Jakarta: AMZAH, 2018.
- Kerrod, Robin. *BENGGEL ILMU ATRONOMI*, Terj. Jakarta: penerbit erlangga, 2005.
- Mustaqim, Riza Afrian. *Ilmu Falak*. Banda Aceh: Siah Kuala University Press, 2021.
- Rachim, Abdul. *Ilmu Falak*. Yogyakarta: liberty, n.d.
- Shihab, M. Quraish. "Tafsir Al-Mishbah Pesan, Kesan, Dan



Keserasian Al Qur'an." In 7, Cetakan II. Jakarta: Penerbit Lntera Hati, 2010.

### **Jurnal**

- Abu Yazid Raisal, Yudhiakto Pramudya, Okimustava, Muchlas. "Pemanfaatan Metode Moving Average Dalam Menentukan Awal Waktu Salat Subuh Menggunakan Sky Quality Meter (SQM)." *Al Marshad* 5, no. 1 (2019): 1–13. <https://doi.org/10.30596/jam.v5i1.3121>.
- Ardi, Unggul Suryo. "Problematika Awal Waktu Shubuh Antara Fiqih Dan Astronomi." *Al-AFAQ* 2, no. 2 (2020).
- Basthoni, M. "A Prototype of True Dawn Observation Automation System ( Prototipe Sistem Otomatisasi Observasi Fajar )" 18, no. 1 (2020): 33–42. <https://doi.org/10.30536/j.jsd.2020.v18.a3475>.
- Fuadi, Lutfi. "Fajar Penanda Awal Waktu Subuh Dan Puasa." *Minhaj: Jurnal Ilmu Syariah* 2 (2021).
- Putra, Sudarmadi. "FAJAR SHADIQ DALAM PRESPEKTIF ASTRONOMI." *Sanaamul Qur'an-Jurnal Wawasan Keislaman*, 2021.
- Qusthalaani, Imam. "Kajian Fajar Dan Syafaq Perspektif Fikih Dan Astronomi." *Mahkamah : Jurnal Kajian Hukum Islam* 3, no. 1 (2018): 1. <https://doi.org/10.24235/mahkamah.v3i1.2744>.
- Rohmat. "Fajar Dalam Perspektif Syari'ah." *ASAS Jurnal Hukum Ekonomi Syariah* 04, no. 1 (2012).
- Schnitt, Sabrina, "Temperature Stability of the Sky Quality Meter", *JournalSensor*, vol. 13, September, 2013.
- Zahroya, I U, T Q Siti, and N Sopwan. "Analisis Waktu Subuh Dan Kecerlangan Langit Menggunakan Data Sky Quality Meter ( SQM ) LAPAN Watukosek Pasuruan," n.d., 50–53.

### **MAKALAH**

- Ahyar, Mustofa, Yudhiakto Pramudya, and Okimustava Raisal, Abu Yazid. "PENENTUAN AWAL WAKTU SUBUH MENGGUNAKAN SKY QUALITY METER PADA VARIASI DEKLINASI MATAHARI." *Prosiding SNFA*, 2018, 184–89.
- Alfian, aprilianto Muhammad. "Studi Perencanaan Transportasi Antar Pulau Di Kecamatan Karimunjawa," 2017.
- Basthoni, M., and Hendro Setyanto. "Typology of Dawn Light Curves in High and Low Light Pollution Area," n.d.

### **SKRIPSI**

- Basthoni, M. “Efek Polusi Cahaya Terhadap Penentuan Awal Waktu Subuh Di Indonesia.” UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG, 2022
- Burhanuddin, Muhammad Fikky. “Pengaruh Jarak Zenith Sky Quality Meter Terhadap Hasil Observasi Fajar Shodiq.” universitas islam negeri walisongo semarang, 2021.
- Khoirunisak, Ayu. “Analisis Awal Waktu Shalat Subuh (Kajian Atas Relevansi Nilai Ketinggian Matahari Terhadap Kemunculan Fajar Shadiq.” FAKULTAS SYARI’AHIAIN WALISONGO SEMARANG, 2011.
- Meissner, Rebecca, “Brightness Measurements of Stars and the Night-Sky with a Silicon-Photomultiplier-Telescope”, *Skripsi Sarjana Fakultas Matematika, Ilmu Komputer dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Teknologi Rhein Westfalen Aachen*: 2012.
- Noor, Laksmiyanti Annake Harijadi. “Uji Akurasi Hisab Awal Waktu Shalat Shubuh Dengan Sky Quality Meter.” Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang, 2016.
- Nugroho, Adi. “Pengaruh Cahaya Bulan Terhadap Kemunculan Fajar Sidiq (Analisis Titik Belok Kurva Pada Penentuan Awal Waktu Subuh Menggunakan Alat Sky Quality Meter).” UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG, 2020.

## WEBSITE

- Abu Yazid Raisal, Yudhiakto Pramudya, Okimustava, Muchlas. “Pemanfaatan Metode Moving Average Dalam Menentukan Awal Waktu Salat Subuh Menggunakan Sky Quality Meter (SQM).” *Al Marshad* 5, no. 1 (2019): 1–13.  
<https://doi.org/10.30596/jam.v5i1.3121>.
- Cinzano, Pierantonio. “Night Sky Photometry with Sky Quality Meter.” *ISTIL Internal Report*, 2005, 1–14.  
<https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.504.1325&rep=rep1&type=pdf>.  
 Departmen Fisikia Universitas Shivaji Kolhapur, “Night Airglow Emissions”  
[http://shodhganga.inflibnet.ac.in/bitstream/10603/4353/8/08\\_chapter%203.pdf](http://shodhganga.inflibnet.ac.in/bitstream/10603/4353/8/08_chapter%203.pdf) 10 Mei 2018.  
<https://foresteract.com/taman-nasional-karimunjawa/>
- Newman, Andrew “Sky Brightness Variation Measured at Auger Observatory”,  
<https://www.nevis.columbia.edu/reu/2006/newmanpaper.pdf>, 1 Januari 2023
- Thomas Djamaluddin. “Waktu Shubuh Ditinjau Secara Astronomi

Dan Syar“i.” Accessed September 26, 2018.

<https://tdjamaluddin.wordpress.com/2010/04/15/waktu-shubuh-ditinjau-secara-astronomidansyari/>.

Welch, Doug, and Anthony Tekatch. “Sky Quality Meter - LU-DL,” n.d. <http://www.unihedron.com/projects/sqm-lu-dl/>.

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP

**Nama** : Rohmad Mustofa  
**Tempat Lahir** : Batang, Jawa Tengah  
**Tanggal Lahir** : 9 April 2000  
**Alamat Asli** : Dk. Tlahab RT02 RW01 kutosari  
kec.Gringsing Kab.Batang Jawa Tengah  
**Alamat Domisili** : jl Kyai Gilang Rt 04 Rw 04  
Mangkangkulon Tugu Kota Semarang  
**Email** :  
rohmadmustofa\_1802046058@student.walisongo.ac.id  
**Facebook/Instagram** : Rohmad Mustofa\_14  
**Pendidikan Formal:**  
2006-2012 : SDN Kutosari 02  
2012-2015 : SMPN 1 Gringsing  
2015-2018 : MA NU Nurul Huda Semarang  
2018-Sekarang : UIN Walisongo Semarang  
**Pendidikan Non Formal:**  
2010-2015 : Madin Al-Awwabin  
2015-sekarang : Pon.Pes. Al Ishlah Mangkang  
**Pengalaman Organisasi:**  
2016 : Pengurus PK. IPNU MA NU NURUL  
HUDA  
2017 : Paskibra MA NU NURUL HUDA  
2020-Sekarang : Pengurus PR.IPNU Kutosari  
Semarang, 04 Desember 2022  
Penulis

**Rohmad Mustofa**  
NIM. 1802046058

# LAMPIRAN

Data ephemeris tanggal 9 Oktober 2021

Ephemeris Hisab Rukyat 2021

## 9 Oktober 2021

### DATA MATAHARI

Jam	Ecliptic Longitude *)	Ecliptic Latitude *)	Apparent Right Ascension	Apparent Declination	True Geocentric Distance	Semi Diameter	True Obliquity	Equation Of Time
0	195° 55' 44"	-0.07°	194° 29' 51"	-6° 15' 47"	0.99899221	16'00.60"	23° 26' 16"	12 m 40 s
1	195° 58' 12"	-0.07°	194° 42' 08"	-6° 16' 44"	0.99898802	16'00.61"	23° 26' 16"	12 m 40 s
2	196° 00' 40"	-0.08°	194° 44' 26"	-6° 17' 41"	0.99898681	16'00.62"	23° 26' 16"	12 m 41 s
3	196° 03' 08"	-0.08°	194° 46' 44"	-6° 18' 38"	0.99898560	16'00.63"	23° 26' 16"	12 m 42 s
4	196° 05' 36"	-0.09°	194° 49' 01"	-6° 19' 35"	0.99898439	16'00.64"	23° 26' 16"	12 m 42 s
5	196° 08' 05"	-0.10°	194° 51' 19"	-6° 20' 32"	0.99898318	16'00.66"	23° 26' 16"	12 m 43 s
6	196° 10' 33"	-0.10°	194° 53' 37"	-6° 21' 29"	0.99898197	16'00.67"	23° 26' 16"	12 m 44 s
7	196° 13' 01"	-0.11°	194° 55' 54"	-6° 22' 26"	0.99898076	16'00.68"	23° 26' 16"	12 m 44 s
8	196° 15' 29"	-0.11°	194° 58' 12"	-6° 23' 23"	0.99898955	16'00.69"	23° 26' 16"	12 m 45 s
9	196° 17' 57"	-0.12°	195° 00' 30"	-6° 24' 20"	0.99898833	16'00.70"	23° 26' 16"	12 m 46 s
10	196° 20' 26"	-0.12°	195° 02' 47"	-6° 25' 16"	0.99898712	16'00.71"	23° 26' 16"	12 m 47 s
11	196° 22' 54"	-0.13°	195° 05' 05"	-6° 26' 13"	0.99898591	16'00.73"	23° 26' 16"	12 m 47 s
12	196° 25' 22"	-0.14°	195° 07' 23"	-6° 27' 10"	0.99898470	16'00.74"	23° 26' 16"	12 m 48 s
13	196° 27' 50"	-0.14°	195° 09' 40"	-6° 28' 07"	0.99898348	16'00.75"	23° 26' 16"	12 m 49 s
14	196° 30' 18"	-0.15°	195° 11' 58"	-6° 29' 04"	0.99898227	16'00.76"	23° 26' 16"	12 m 49 s
15	196° 32' 47"	-0.15°	195° 14' 16"	-6° 30' 01"	0.99898106	16'00.77"	23° 26' 16"	12 m 50 s
16	196° 35' 15"	-0.16°	195° 16' 34"	-6° 30' 58"	0.99897985	16'00.78"	23° 26' 16"	12 m 51 s
17	196° 37' 43"	-0.16°	195° 18' 51"	-6° 31' 55"	0.99897863	16'00.80"	23° 26' 16"	12 m 51 s
18	196° 40' 11"	-0.17°	195° 21' 09"	-6° 32' 52"	0.99897742	16'00.81"	23° 26' 16"	12 m 52 s
19	196° 42' 40"	-0.18°	195° 23' 27"	-6° 33' 49"	0.99897621	16'00.82"	23° 26' 16"	12 m 53 s
20	196° 45' 08"	-0.18°	195° 25' 45"	-6° 34' 45"	0.99897499	16'00.83"	23° 26' 16"	12 m 53 s
21	196° 47' 36"	-0.19°	195° 28' 03"	-6° 35' 42"	0.99897378	16'00.84"	23° 26' 16"	12 m 54 s
22	196° 50' 04"	-0.19°	195° 30' 21"	-6° 36' 39"	0.99897256	16'00.85"	23° 26' 16"	12 m 55 s
23	196° 52' 32"	-0.20°	195° 32' 39"	-6° 37' 36"	0.99897135	16'00.87"	23° 26' 16"	12 m 55 s
24	196° 55' 01"	-0.20°	195° 34' 56"	-6° 38' 33"	0.99897014	16'00.88"	23° 26' 16"	12 m 56 s

\*) See mean equinox of date

### DATA BULAN

Jam	Apparent Longitude	Apparent Latitude	Apparent Right Ascension	Apparent Declination	Horizontal Parallax	Semi Diameter	Angle Bright Limb	Fraction Illumination
0	230° 34' 39"	1° 04' 11"	228° 26' 12"	-16° 51' 45"	1° 00' 20"	16' 26.47"	283° 45' 24"	0.08915
1	231° 11' 22"	1° 00' 56"	229° 02' 20"	-17° 04' 31"	1° 00' 20"	16' 26.43"	283° 40' 43"	0.09201
2	231° 48' 04"	0° 57' 41"	229° 38' 33"	-17° 17' 10"	1° 00' 20"	16' 26.38"	283° 35' 41"	0.09491
3	232° 24' 45"	0° 54' 26"	230° 14' 50"	-17° 29' 42"	1° 00' 20"	16' 26.32"	283° 30' 19"	0.09784
4	233° 01' 26"	0° 51' 10"	230° 51' 12"	-17° 42' 07"	1° 00' 19"	16' 26.25"	283° 24' 37"	0.10082
5	233° 38' 06"	0° 47' 54"	231° 27' 39"	-17° 54' 26"	1° 00' 19"	16' 26.18"	283° 18' 35"	0.10383
6	234° 14' 46"	0° 44' 38"	232° 04' 10"	-18° 06' 38"	1° 00' 19"	16' 26.11"	283° 12' 15"	0.10689
7	234° 51' 26"	0° 41' 21"	232° 40' 45"	-18° 18' 43"	1° 00' 18"	16' 26.02"	283° 5' 36"	0.10996
8	235° 28' 05"	0° 38' 05"	233° 17' 25"	-18° 30' 40"	1° 00' 18"	16' 25.93"	282° 58' 39"	0.11311
9	236° 04' 43"	0° 34' 48"	233° 54' 10"	-18° 42' 30"	1° 00' 18"	16' 25.84"	282° 51' 25"	0.11628
10	236° 41' 20"	0° 31' 30"	234° 30' 59"	-18° 54' 13"	1° 00' 17"	16' 25.74"	282° 43' 54"	0.11949
11	237° 17' 57"	0° 28' 13"	235° 07' 53"	-19° 05' 49"	1° 00' 17"	16' 25.63"	282° 36' 06"	0.12273
12	237° 54' 33"	0° 24' 56"	235° 44' 51"	-19° 17' 17"	1° 00' 17"	16' 25.52"	282° 28' 02"	0.12601
13	238° 31' 09"	0° 21' 38"	236° 21' 54"	-19° 28' 37"	1° 00' 16"	16' 25.40"	282° 19' 42"	0.12933
14	239° 07' 43"	0° 18' 20"	236° 59' 01"	-19° 39' 50"	1° 00' 16"	16' 25.27"	282° 11' 06"	0.13268
15	239° 44' 17"	0° 15' 02"	237° 36' 12"	-19° 50' 54"	1° 00' 15"	16' 25.14"	282° 2' 15"	0.13606
16	240° 20' 50"	0° 11' 44"	238° 13' 28"	-20° 01' 51"	1° 00' 15"	16' 25.01"	281° 53' 10"	0.13949
17	240° 57' 23"	0° 08' 26"	238° 50' 48"	-20° 12' 40"	1° 00' 14"	16' 24.86"	281° 43' 50"	0.14294
18	241° 33' 54"	0° 05' 09"	239° 28' 13"	-20° 23' 21"	1° 00' 14"	16' 24.72"	281° 34' 15"	0.14643
19	242° 10' 25"	0° 01' 51"	240° 05' 42"	-20° 33' 53"	1° 00' 13"	16' 24.56"	281° 24' 27"	0.14996
20	242° 46' 55"	0° -1' 27"	240° 43' 15"	-20° 44' 17"	1° 00' 13"	16' 24.41"	281° 14' 25"	0.15352
21	243° 23' 24"	0° -4' 48"	241° 20' 53"	-20° 54' 33"	1° 00' 12"	16' 24.25"	281° 4' 10"	0.15711
22	243° 59' 53"	0° -8' 03"	241° 58' 34"	-21° 04' 40"	1° 00' 11"	16' 24.07"	280° 53' 43"	0.16073
23	244° 36' 19"	0° -11' 20"	242° 36' 20"	-21° 14' 39"	1° 00' 11"	16' 23.90"	280° 43' 01"	0.16438
24	245° 12' 46"	0° -14' 37"	243° 14' 10"	-21° 24' 29"	1° 00' 10"	16' 23.72"	280° 32' 08"	0.16807

9 Juni 2021

## DATA MATAHARI

Jam	Ecliptic Longitude *)	Ecliptic Latitude *)	Apparent Right Ascension	Apparent Declination	True Geocentric Distance	Semi Diameter	True Obliquity	Equation Of Time
0	78° 24' 15"	0.24*	779 22' 56"	22° 58' 49"	1.0151462	15' 45.31"	23° 26' 14"	0 m 47 s
1	78° 26' 38"	0.25*	779 25' 31"	22° 58' 02"	1.0151513	15' 45.31"	23° 26' 14"	0 m 46 s
2	78° 29' 02"	0.25*	779 28' 07"	22° 56' 14"	1.0151564	15' 45.30"	23° 26' 14"	0 m 46 s
3	78° 31' 25"	0.26*	779 30' 42"	22° 56' 27"	1.0151615	15' 45.30"	23° 26' 14"	0 m 45 s
4	78° 33' 49"	0.27*	779 33' 17"	22° 56' 39"	1.0151665	15' 45.29"	23° 26' 14"	0 m 45 s
5	78° 36' 12"	0.27*	779 35' 52"	22° 56' 51"	1.0151716	15' 45.29"	23° 26' 14"	0 m 44 s
6	78° 38' 36"	0.28*	779 38' 28"	22° 57' 04"	1.0151766	15' 45.28"	23° 26' 14"	0 m 44 s
7	78° 40' 59"	0.28*	779 41' 03"	22° 57' 16"	1.0151817	15' 45.28"	23° 26' 14"	0 m 43 s
8	78° 43' 23"	0.29*	779 43' 38"	22° 57' 28"	1.0151867	15' 45.27"	23° 26' 14"	0 m 43 s
9	78° 45' 46"	0.29*	779 46' 14"	22° 57' 40"	1.0151917	15' 45.27"	23° 26' 14"	0 m 42 s
10	78° 48' 10"	0.30*	779 48' 49"	22° 57' 52"	1.0151967	15' 45.27"	23° 26' 14"	0 m 42 s
11	78° 50' 33"	0.30*	779 51' 24"	22° 58' 04"	1.0152017	15' 45.26"	23° 26' 14"	0 m 41 s
12	78° 52' 57"	0.31*	779 53' 59"	22° 58' 16"	1.0152067	15' 45.26"	23° 26' 14"	0 m 41 s
13	78° 55' 20"	0.31*	779 56' 35"	22° 58' 28"	1.0152117	15' 45.25"	23° 26' 14"	0 m 41 s
14	78° 57' 44"	0.32*	779 59' 10"	22° 58' 40"	1.0152167	15' 45.25"	23° 26' 14"	0 m 40 s
15	79° 00' 07"	0.33*	78° 01' 45"	22° 58' 52"	1.0152216	15' 45.24"	23° 26' 14"	0 m 40 s
16	79° 02' 31"	0.33*	78° 04' 21"	22° 59' 04"	1.0152266	15' 45.24"	23° 26' 14"	0 m 39 s
17	79° 04' 54"	0.34*	78° 06' 56"	22° 59' 15"	1.0152315	15' 45.23"	23° 26' 14"	0 m 39 s
18	79° 07' 18"	0.34*	78° 09' 31"	22° 59' 27"	1.0152365	15' 45.23"	23° 26' 14"	0 m 38 s
19	79° 09' 41"	0.35*	78° 12' 07"	22° 59' 39"	1.0152414	15' 45.22"	23° 26' 14"	0 m 38 s
20	79° 12' 05"	0.35*	78° 14' 42"	22° 59' 50"	1.0152463	15' 45.22"	23° 26' 14"	0 m 37 s
21	79° 14' 28"	0.36*	78° 17' 17"	23° 00' 02"	1.0152512	15' 45.21"	23° 26' 14"	0 m 37 s
22	79° 16' 52"	0.36*	78° 19' 53"	23° 00' 14"	1.0152561	15' 45.21"	23° 26' 14"	0 m 36 s
23	79° 19' 15"	0.37*	78° 22' 28"	23° 00' 25"	1.0152610	15' 45.21"	23° 26' 14"	0 m 36 s
24	79° 21' 39"	0.37*	78° 25' 04"	23° 00' 37"	1.0152659	15' 45.20"	23° 26' 14"	0 m 35 s

\*) for mean equinox of date

## DATA BULAN

Jam	Apparent Longitude	Apparent Latitude	Apparent Right Ascension	Apparent Declination	Horizontal Parallax	Semi Diameter	Angle Bright Limb	Fraction Illumination
0	62° 32' 47"	0° 45' 26"	669 38' 13"	19° 55' 51"	0° 54' 01"	14' 43.23"	76° 8' 19"	0.01916
1	63° 02' 18"	0° 42' 44"	618 08' 28"	20° 03' 23"	0° 54' 01"	14' 43.30"	76° 29' 55"	0.01809
2	63° 31' 49"	0° 40' 01"	618 38' 47"	20° 12' 10"	0° 54' 02"	14' 43.36"	76° 36' 55"	0.01705
3	64° 01' 20"	0° 37' 18"	629 09' 09"	20° 20' 22"	0° 54' 02"	14' 43.43"	76° 53' 22"	0.01604
4	64° 30' 52"	0° 34' 35"	629 39' 35"	20° 28' 29"	0° 54' 02"	14' 43.50"	77° 10' 17"	0.01505
5	65° 00' 24"	0° 31' 52"	639 10' 05"	20° 36' 30"	0° 54' 02"	14' 43.57"	77° 27' 44"	0.01410
6	65° 29' 57"	0° 29' 09"	639 40' 38"	20° 44' 26"	0° 54' 03"	14' 43.65"	77° 45' 43"	0.01318
7	65° 59' 30"	0° 26' 25"	649 11' 14"	20° 52' 17"	0° 54' 03"	14' 43.73"	78° 4' 19"	0.01223
8	66° 29' 03"	0° 23' 41"	649 41' 55"	21° 00' 03"	0° 54' 03"	14' 43.81"	78° 23' 34"	0.01143
9	66° 58' 37"	0° 20' 58"	659 12' 38"	21° 07' 43"	0° 54' 04"	14' 43.89"	78° 43' 34"	0.01060
10	67° 28' 10"	0° 18' 14"	659 43' 26"	21° 15' 17"	0° 54' 04"	14' 43.97"	79° 4' 21"	0.00980
11	67° 57' 45"	0° 15' 30"	669 14' 17"	21° 22' 47"	0° 54' 04"	14' 44.06"	79° 26' 03"	0.00904
12	68° 27' 20"	0° 12' 45"	669 45' 11"	21° 30' 10"	0° 54' 05"	14' 44.15"	79° 48' 45"	0.00830
13	68° 56' 55"	0° 10' 01"	679 16' 10"	21° 37' 28"	0° 54' 05"	14' 44.25"	80° 12' 34"	0.00759
14	69° 26' 30"	0° 7' 19"	679 47' 12"	21° 44' 38"	0° 54' 05"	14' 44.34"	80° 37' 26"	0.00692
15	69° 56' 06"	0° 4' 35"	689 18' 17"	21° 51' 45"	0° 54' 06"	14' 44.44"	81° 3' 59"	0.00628
16	70° 25' 43"	0° 1' 50"	689 49' 26"	21° 58' 46"	0° 54' 06"	14' 44.54"	81° 32' 12"	0.00567
17	70° 55' 20"	0° 00' 54"	699 20' 38"	22° 05' 41"	0° 54' 06"	14' 44.64"	82° 2' 20"	0.00509
18	71° 24' 57"	0° 03' 39"	699 51' 54"	22° 12' 30"	0° 54' 07"	14' 44.75"	82° 34' 45"	0.00454
19	71° 54' 35"	0° 06' 23"	709 23' 13"	22° 19' 14"	0° 54' 07"	14' 44.86"	83° 9' 50"	0.00402
20	72° 24' 13"	0° 09' 08"	709 54' 36"	22° 25' 51"	0° 54' 08"	14' 44.97"	83° 48' 07"	0.00353
21	72° 53' 52"	0° 11' 52"	719 26' 03"	22° 32' 23"	0° 54' 08"	14' 45.08"	84° 30' 14"	0.00308
22	73° 23' 32"	0° 14' 37"	719 57' 33"	22° 38' 58"	0° 54' 08"	14' 45.20"	85° 17' 05"	0.00265
23	73° 53' 11"	0° 17' 21"	729 28' 46"	22° 45' 08"	0° 54' 09"	14' 45.31"	86° 9' 48"	0.00226
24	74° 22' 52"	0° 20' 06"	739 00' 43"	22° 51' 21"	0° 54' 09"	14' 45.43"	87° 9' 57"	0.00190

Lampiran data ephemeris 9 Juni 2021

Penghitungan Waktu Subuh - Excel (Product Activation Failed)

FILE HOME INSERT PAGE LAYOUT FORMULAS DATA REVIEW VIEW

Clipboard Font Alignment Number Styles Editing

Formula Bar: =C7&D7+E7/60+47/3600

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
1	PERHITUNGAN WAKTU SHOLAT SUBUH			Tanggal	09 Juni 2021																					
2	3	DATA	Wj	Mnt	Dts	Desimal																				
4	Lintang	:	LS	9	49	58	-8,832777778																			
5	Bujur	:	BT	110	27	3	110,4500833																			
6	Declinasi	:		23	0	14	23,3058888888889																			
7	Equation Of Time	:		0	0	36	0,01																			
8	Tinggi Tempat	:		0																						
9	Kerendahan Ulu	:		0	1,76		0,029933333																			
10		:		0	0	0																				
11	Refraksi	:		0	34		0,566666667																			
12	Seni Diameter	:		0	18	45,21	0,262558333																			
13	Tinggi Matahari saat terbit	:		0	-40	-45,21	-0,829225																			
14	Tinggi Matahari (Subuh)	:		-25	-49	-45,21	-9,8329225																			
15		:																								
16		:																								
17	Perhitungan																									
18	Sudut Waktu Matahari	cos to	=sin h <sub>0</sub> - cos φ <sub>1</sub> - cos δ <sub>0</sub> - tan φ <sub>1</sub> tan δ <sub>0</sub>																							
19			=cos	120			11,272671109	0,11202																		
20	WH		=	-7	-16	-21,864	-7,27274013528768																			
21																										
22	Awal Waktu Subuh	12 + WH - e + (M - h <sub>0</sub> ) / 15																								
23				4	21	13,9355	4,383870976																			
24																										
25	Inshayh			0	2		0,033333333																			
26				4	23	13,9355	4,387204309																			
27				4	24																					
28																										
29																										

Sheet1 Sheet2 Sheet3

READY

Taskbar: 27°C, 1:50, Thursday, 08/12/2022

Lampiran perhitungan waktu subuh menggunakan ms.excel

Lampiran foto alat SOOF





Lampiran grafik alat SOOF dan fase bulan

Sky Brightness (SQM-Karimunjawa)

