

**PERBEDAAN NILAI DEKLINASI MATAHARI
TERHADAP DURASI PENAMPAKAN SYAFAQ
AḤMAR
(STUDI OBSERVASI DI DESA BANYUURIP
KECAMATAN SENORI KABUPATEN TUBAN)**

SKRIPSI

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



Disusun Oleh:

AHMAD BAYU SHOFIYULLOH

2102046016

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

2025

**PERBEDAAN NILAI DEKLINASI MATAHARI
TERHADAP DURASI PENAMPAKAN SYAFAQ
AḤMAR
(STUDI OBSERVASI DI DESA BANYUURIP
KECAMATAN SENORI KABUPATEN TUBAN)**

SKRIPSI

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



Disusun Oleh:

AHMAD BAYU SHOFIYULLOH

2102046016

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

2025

PERSETUJUAN PEMBIMBING



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

Jalan Prof. Dr. H. Hamka Semarang 50185 Telepon (024)7601291, Faksimili (024)7624691,
Website: <http://fsh.walisongo.ac.id>.

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Lamp. : 4 (empat) eks.

Hal : Naskah Skripsi

An. Sdr. Ahmad Bayu Shofiyulloh
Kepada Yth.
Dekan Fakultas Syari'ah dan Hukum
UIN Walisongo

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

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

Nama : Ahmad Bayu Shofiyulloh

NIM : 2102046016

Jurusan/prodi : Ilmu Falak

Judul skripsi : Analisis Pengaruh Nilai Deklinasi Matahari Terhadap Durasi
Syafaq Ahmar (Studi Analisis Di Desa Banyuurip Kecamatan
Senori Kabupaten Tuban)

Dengan ini saya mohon kiranya skripsi Saudara tersebut dapat segera dimunaqasyahkan.
Demikian harap menjadikan maklum.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Semarang, 26 Februari 2025

Pembimbing I

Ahmad Svifaul Anam, S.HI., M.H.
NIP. 198001202003121001

Pembimbing II

Ahmad Zubaeri, M.H
NIP. 199005072019031010

PENGESAHAN SKRIPSI



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG
FAKULTAS SYARIAH DAN HUKUM

Jl. Prof. Dr. Hamka Kampus III Ngaliyen, Semarang 50185, Telp. (024) 7601293

LEMBAR PENGESAHAN

Skrripsi Saudara : Ahmad Bayu Shofiyulloh
NIM : 2102046016
Jurusan : Ilmu Falak
Judul Skripsi : Perbedaan Nilai Deklinasi Matahari Terhadap Durasi Penampakan *Syafaq*
Ahmar

Telah dimunaqosahkan oleh Dewan Penguji Fakultas Syariah dan Hukum Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang dan dinyatakan lulus/baik/cukup pada tanggal 12 Maret 2025 dan dapat diterima sebagai syarat ujian akhir dalam rangka menyelesaikan studi Program Sarjana Strata 1 (S.1) tahun akademik 2024/2025 guna memperoleh gelar sarjana dalam Ilmu Falak.

Semarang, 28 April 2025

Ketua Sidang

Alfian Qodri Azizi, M.H.
NIP. 198811052019031006

Sekretaris Sidang

Ahmad Zubaeri, M.H.
NIP. 199005072019031010

Penguji Utama I

Prof. Dr. H. Ahmad Izzuddin, M.Ag.
NIP. 197205121999031003

Penguji Utama II

Ahmad Fuad al-Anshary, S.HI, MSI.
NIP. 198809162023211027

Pembimbing I

Dr. Ahmad Syifa'ul Anam, SHI, MH.
NIP. 198001202003121001

Pembimbing II

Ahmad Zubaeri, M.H.
NIP. 199005072019031010

MOTTO

فَلَا أُفْسِمْ بِالشَّفَقِ وَاللَّيْلِ وَمَا وَسَقُ

“Aku bersumpah demi cahaya merah pada waktu senja dan demi malam dan apa yang diselubunginya,”

Al-Insyiqāq [84]:16-17.

PERSEMBAHAN

Alhamdu Lillahi Robbil Alamin, atas rahmat dan karunia Allah SWT, penulis selalu mengucapkan rasa syukur kepada-Nya yang telah memberikan kemudahan dan kelancaran sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini. Penulis ingin mempersembahkan karya ilmiah yang penuh dengan kekurangan ini untuk orang-orang hebat yang telah mendukung dan memberi dorongan semangat kepada penulis, diantaranya kepada:

Bapak Tercinta (Saubari ALM) dan Ibu tercinta (Ibu Endang Setyoningsih).

Mereka adalah sosok yang sangat penting dalam hidup penulis, mereka tak pernah lelah mendoakan penulis sehingga penulis dapat melewatinya dengan penuh semangat. Semoga Allah senantiasa memberikan kesehatan dan keberkahan di sepanjang umurnya, terkhusus bapak penulis yang telah pergi mendahului penulis semoga Allah menempatkan bapak di tempat terbaiknya. Amin.

Kakak tercinta (M. Rifaldi Amirul Mu'minin) dan Adik tercinta (M. Ayyuba Nanda Barok)

Yang juga menjadi sosok penting dalam hidup penulis untuk terus berjuang, semangat, dan pantang menyerah dalam menjalani kehidupan terlebih membantu membiayai penulis hingga memperoleh gelar sarjana. Semoga Allah selalu melindungi dan memudahkan segala urusannya serta diberi kesehatan dalam umurnya. Amin

Kiyai dan Guru

Yang juga menjadi sosok penting bagi penulis, karena dengan tidak adanya mereka penulis tidak dapat melaksanakan kewajiban sebagai manusia yang terus belajar, belajar, dan belajar agar kelak menjadi seseorang yang berguna bagi sekitar.

DEKLARASI

DEKLARASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Ahmad Bayu Shofiyulloh
NIM : 2102046016
Jurusan : Ilmu Falak
Fakultas : Fakultas Syari'ah dan Hukum
Judul Skripsi : Analisis Pengaruh Nilai Deklinasi Matahari Terhadap Durasi *Syafaq Ahmar* (Studi Analisis Di Desa Banyuurip Kecamatan Senori Kabupaten Tuban)

Dengan menyebut nama Allah SWT yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang, setra penuh kejujuran dan tanggung jawab, penulis menyatakan bahwa skripsi ini tidak memuat materi yang telah ditulis maupun diterbitkan oleh pihak manapun. Demikian juga skripsi ini tidak memuat atau mengandung tulisan siapapun, selain sumber yang telah penulis sebutkan dalam referensi yang dijadikan sebagai rujukan pembuatan skripsi ini. Apabila terdapat kesamaan judul darai pihak manapun itu karena ketidak sengajaan.

Semarang, 26 Februari 2025

Penulis,



Ahmad Bayu Shofiyulloh
NIM. 2102046016

PEDOMAN TRANSLITERASI

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

A. Konsonan

Huruf Arab	Nama	Huruf Latin	Nama
ا	Alif	Tidak dilambangkan	Tidak dilambangkan
ب	Ba	B	Be
ت	Ta	T	Te
ث	Ša	š	es (dengan titik di atas)
ج	Jim	J	Je
ح	Ha	ḥ	ha (dengan titik di bawah)
خ	Kha	Kh	ka dan ha
د	Dal	d	De

ذ	Ẓal	ẓ	zet (dengan titik di atas)
ر	Ra	R	Er
ز	Zai	Z	Zet
س	Sin	S	Es
ش	Syin	Sy	es dan ye
ص	Ṣad	ṣ	es (dengan titik di bawah)
ض	Ḍad	ḍ	de (dengan titik di bawah)
ط	Ṭa	ṭ	te (dengan titik di bawah)
ظ	Ẓa	ẓ	zet (dengan titik di bawah)
ع	‘ain	‘	Koma terbalik (di atas)
غ	Gain	G	Ge
ف	Fa	F	Ef

ق	Qaf	Q	Ki
ك	Kaf	K	Ka
ل	Lam	L	El
م	Mim	M	Em
ن	Nun	N	En
و	Wau	W	We
هـ	Ha	H	Ha
ء	Hamzah	'	apostrof
ي	Ya	Y	Ye

B. Vokal

1. Vokal Tinggal

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

2. Vokal Rangkap

Huruf Arab	Nama	Huruf Latin	Nama
اِيْ....	Fathah dan ya	Ai	a dan u
اُوْ....	Fathah dan wau	Au	a dan u

Contoh:

- وَسَطٌ *Wasat*
- تَفْعِيلٌ *Taf'il*
- مَيْلٌ *Mail*
- قَوْسٌ *Qous*

C. Maddah

Huruf Arab	Nama	Huruf Latin	Nama
اَ...اِ...اِىْ...	Fathah dan alif atau ya	ā	a dan garis di atas

...ي	Kasrah dan ya	ī	i dan garis di atas
...و	Dammah dan wau	ū	u dan garis di atas

Contoh:

- اِجْتِمَاع *Ijtimā'*
- اِخْتِلَافٌ *ikhtilāf*
- غُرُوبٌ *Gurūb*

D. Ta' Marbutah

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

Contoh:

- رَوْضَةُ الْجَنَّةِ *raudah al-jannah*
- حِشَّةُ الْأَرْضِ *Hiṣṣah al-Arḍ/Hiṣṣatul al-Arḍ*
- طَلْحَةُ *ṭalhah*

E. Syaddah (Tasydid)

Syaddah atau *tasydid* yang dalam tulisan Arab dilambangkan dengan sebuah tanda, tanda *syaddah* atau tanda *tasydid*, ditransliterasikan dengan huruf, yaitu huruf yang sama dengan huruf yang diberi tanda *syaddah* itu.

Contoh:

- خَاصَّةٌ *Khāṣṣah*
- الْبِرُّ *al-birr*

F. Kata Sandang

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

Contoh:

- الزَّمنُ *az-zamanu*

- الْقَمَرُ *al-qamaru*
- الشَّفَقُ *asy-syafaqu*

ABSTRAK

Fenomena Matahari memengaruhi penentuan awal dan akhir waktu shalat. Ini mencakup fenomena *syafaq*, terutama *syafaq aḥmar* dan *syafaq abyadh*, yang menandakan berakhirnya waktu maghrib dan permulaan waktu Isya'. Di langit malam, kedua *syafaq* ini muncul pada tingkat pencahayaan yang berbeda, dengan *syafaq aḥmar* muncul lebih awal daripada *syafaq abyadh*. Sementara madzhab Hanafi dan Hambali menggunakan *syafaq abyadh* sebagai penentu awal Isya', madzhab tersebut juga kadang-kadang menggunakan *syafaqul aḥmar*. Ini dapat disebabkan oleh perubahan lintang dan musim di tempat yang berbeda, yang memengaruhi hilangnya *syafaq*. *Syafaq aḥmar*, yang juga dipengaruhi oleh kelembapan di atmosfer, akan hilang pada garis lintang yang berbeda dari Maghrib setiap hari. Selain itu, pada musim tertentu, keduanya akan hilang pada waktu yang berbeda dari Maghrib.

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh perbedaan nilai deklinasi Matahari terhadap durasi penampakan *syafaq aḥmar* yang lokasinya diambil di Desa Banyuurip Kecamatan Senori Kabupaten Tuban. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis *linear* yang terdiri dari data ketinggian Matahari sebagai variabel X dan kecerlangan langit sebagai variabel Y yang diplot pada aplikasi Labplot, guna untuk mengetahui titik belok cahaya *syafaq aḥmar* mulai hilang. Penelitian dilaksanakan pada kondisi deklinasi Matahari negatif, nol atau khatulistiwa dan positif yang mana masing-masing selama 5 hari menggunakan alat SQM. Jenis penelitian ini termasuk dalam penelitian kualitatif dengan membandingkan beberapa data.

Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa pada nilai deklinasi Matahari positif durasi penampakan berada pada rata-rata 50 menit, ketika nilai deklinasi Matahari nol durasi penampakan rata-rata 46 menit, sedangkan nilai deklinasi Matahari negatif durasi penampakan ada pada nilai 37 menit.

Kata Kunci: *Syafaq Aḥmar*, Deklinas Matahari, SQM

ABSTRACT

Solar phenomena affect the determination of the beginning and end of prayer times. These include the phenomena of shafaq, especially shafaq aḥmar and shafaq abyadh, which mark the end of maghrib time and the beginning of isha' time. In the night sky, these two shafaqs appear at different luminance levels, with shafaq aḥmar appearing earlier than shafaq abyadh. While the Hanafi and Hambali madhhabs use shafaq abyadh as the determinant of the beginning of 'Isha', they also sometimes use shafaqul aḥmar. This can be due to changes in latitude and seasons in different places, which affect the disappearance of shafaq. Shafaq aḥmar, which is also affected by moisture in the atmosphere, will disappear at different latitudes from Maghrib every day. Also, in certain seasons, they will disappear at different times from Maghrib.

This study aims to examine the effect of differences in the value of solar declination on the duration of the sighting of syafaq aḥmar, the location of which is taken in Banyuurip Village, Senori District, Tuban Regency. The method used in this study is a linear analysis consisting of data on sun altitude as the X variable and sky brightness as the Y variable plotted on the Labplot application, in order to determine the inflection point of shafaq aḥmar light starting to disappear. The research was conducted under negative, zero or equatorial and positive solar declination conditions, each for 5 days using the SQM tool. This type of research is included in qualitative research by comparing several data.

The results of the study show that at positive solar declination values, the average duration of the appearance is 50 minutes, when the solar declination value is zero, the average duration of the appearance is 46 minutes, while at negative solar declination values, the duration of the appearance is 37 minutes.

Keywords: *Syafaq Aḥmar, Solar Declination, SQM*

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Segala puji bagi Allah SWT Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang, atas segala limpahan taufiq, hidayah serta inayah-Nya penulis dapat menyelesaikan penyusunan tugas akhir perkuliahan atau skripsi yang berjudul “Analisis Pengaruh Nilai Deklinasi Matahari Terhadap Durasi *Syafaq Ahmar* (Studi Analisis di Desa Banyuurip Kecamatan Senori Kabupaten Tuban)” yang disusun guna memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjaan Strata satu (S. 1) Fakultas Syari’ah dan Hukum Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.

Shalawat serta salam tetap penulis curahkan kepada beliau Baginda Nabi Muhammad SAW, yang senantiasa kita nantikan syafaatnya kelak. Semoga kita semua juga termasuk kedalam golongan ummatnya dan dapat dipersatukan kembali di surga nanti, *Amiin*.

Pada penulisan skripsi ini penulis menyadari bahwa hal ini tidak terlepas dari bantuan serta dukungan berbagai pihak yang telah membantu untuk menyelesaikan kepenulisan. Oleh karena itu penulis ingin mengucapkan banyak terimakasih dalam peran serta dalam penyusunan skripsi ini kepada:

1. Prof. Dr. Nizar, M. Ag selaku Rektor Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang, Prof. Dr. Abdul Ghofur, M. Ag selaku Dekan Fakultas Syari’ah dan Hukum UIN Walisongo Semarang, Ahmad Munif, M.S,I selaku Ketua Jurusan Ilmu Program Studi Ilmu Falak dan Sekretaris Jurusan Alfian Qadri Azizi, M.H.
2. Terimakasih kepada Dr. Ahmad Syifaul Anam SHI, MH selaku dosen pembimbing I dan Ahmad Zubaeri, M.H selaku dosen pembimbing II dan selaku wali dosen yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikiran untuk memberikan arahan dan pembelajaran dalam penyusunan skripsi ini. Dengan kesabaran dan keikhlasan beliau-beliau *alhamdulillah* skripsi ini dapat terselesaikan.

3. M. Ihtirozun Ni'am selaku inspirator yang telah menginspirasi saya untuk menulis skripsi ini.
4. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen UIN Walisongo Semarang terkhusus Dosen Fakultas Syari'ah dan Hukum Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang, yang mengajarkan berbagai kedisiplinan ilmu pada penulis.
5. Seluruh jajaran Kepengurusan Laboratorium Falak UIN Walisongo yang telah memfasilitasi penelitian ini, meskipun meminjam alat lebih dari batas waktu.
6. Seluruh jajaran pegawai Desa Banyuurip Kecamatan Senori Kabupaten Tuban, yang telah mengizinkan penulis untuk mengadakan penelitian di tempat tersebut.
7. Keluarga besar ISMARO (Ikatan Silaturahmi Mahasiswa Ronggolawe) Tuban, terkhusus angkatan 21, yang telah menjadi tempat keluh kesah, teman senasib seperjuangan di negeri orang.
8. Keluarga besar mahasiswa Ilmu Falak angkatan 21, yang telah menjadi teman belajar dan mengeluh ketika dosen memberi tugas yang tiada habisnya.
9. Keluarga besar Perpustakaan UIN Walisongo Semarang yang telah memfasilitasi penulisan skripsi ini.
10. Teman-teman dekat penulis, Mas Budi Nur Rohman yang telah menemani penulis, menjadi tempat curhat dan keluh kesah selama pengerjaan skripsi ini.
11. Teman-teman Falak MAIS yang telah menjadi penyemangat dalam penyelesaian kepenulisan skripsi ini.

Penulis hanya bisa mengucapkan terimakasih sebanyak-banyaknya kepada mereka atas semua kebbaikanya. Semoga Allah SWT senantiasa membalas kebaikan mereka dan selalu memberikan keberkahan dan kemudahan dalam menjalani hidup untuk mencapai kesuksesan di dunia maupun di akhirat.

Penulis juga menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, baik dari segi bahasa, kepenulisan, isi, analisa, maupun lainnya, sehingga penulis mengharapkan masukan berupa kritik dan saran dari pembaca atas penyusunan skripsi ini. Penulis berharap walaupun skripsi ini masih memiliki banyak

kekurangan, akan tetapi semoga dapat sedikit memberikan manfaat bagi para pembaca sebagai media informasi tambahan maupun lainnya. *Amiin Ya Robbal Alamin.*

Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Semarang, 15 Januari 2025

Penulis,

Ahmad Bayu Shofiyulloh

NIM. 2102046016

DAFTAR ISI

PERSETUJUAN PEMBIMBING	i
PENGESAHAN SKRIPSI	ii
MOTTO.....	iii
PERSEMBAHAN.....	iv
DEKLARASI	v
PEDOMAN TRANSLITERASI.....	vi
ABSTRAK.....	xii
<i>ABSTRACT</i>	xiii
KATA PENGANTAR	xiv
DAFTAR ISI.....	xvii
DAFTAR GAMBAR	xx
DAFTAR TABEL.....	xxiii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	9
C. Tujuan Penelitian.....	9
D. Manfaat Penelitian.....	10
E. Tinjauan Pustaka	10
F. Metodologi Penelitian	14
1. Jenis Penelitian	14
2. Sumber Data	14
3. Teknik Pengumpulan Data	15

4. Teknik Analisis Data	16
G. Sistematika Kepenulisan	16
BAB II LANDASAN TEORI TENTANG SYAFAQ AḤMAR DAN DEKLINASI MATAHARI	23
A. Konsep <i>Syafaq</i> Menurut <i>Fiqh</i>	23
1. <i>Syafaq</i> Perspektif <i>Fiqh</i>	23
2. Dasar Hukum <i>Syafaq</i>	20
3. <i>Syafaq</i> Perspektif Astronomi	25
4. Macam-macam <i>Syafaq</i>	27
5. Kriteria Kemunculan <i>Syafaq Aḥmar</i>	30
B. Deklinasi Matahari	32
BAB III OBSERVASI SYAFAQ AḤMAR MENGGUNAKAN SKY QUALITY METER DI LOKASI PENGAMATAN	36
A. Menara Rukyat Desa Banyuurip Kecamatan Senori Kabupaten Tuban	36
B. Kecerlangan Langit	44
C. Tinjauan Umum <i>Sky Quality Meter</i>	48
1. Pengertian.....	48
2. Macam-macam <i>Sky Quality Meter</i>	50
3. Cara Kerja <i>Sky Quality Meter</i> LU-DL.....	55
4. <i>Software Unihedron Device Manager</i> (UDM).....	55
D. Teknik Analisis Data SQM	66
E. Data Observasi <i>Syafaq Aḥmar</i> di Desa Banyuurip.....	68
BAB IV PENGARUH NILAI DEKLINASI TERHADAP DURASI KEMUNCULAN SYAFAQ AḤMAR	77

A. Analisis Nilai Kecerlangan Langit Pada Saat Hilangnya <i>Syafaq Ahmar</i>	77
B. Analisis Pengaruh Nilai Deklinasi Matahari terhadap Durasi Penampakan <i>Syafaq Ahmar</i>	88
BAB V PENUTUP	96
A. Kesimpulan.....	96
B. Saran.....	97
C. Penutup.....	97
DAFTAR PUSTAKA	99
DAFTAR LAMPIRAN	108
DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENULIS	123

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Penampakan Ufuk Barat Desa Banyuurip	7
Gambar 2. 1 Deklinasi Matahari	33
Gambar 2. 2 Grafik Nilai Deklinasi Matahari	34
Gambar 3. 1 Data Matahari Terbenam Desa Banyuurip Tahun 2022	37
Gambar 3. 2 Grafik Data Matahari Terbenam Desa Banyuurip Tahun 2022	38
Gambar 3. 3 Data Matahari Terbenam Desa Banyuurip Tahun 2023	39
Gambar 3. 4 Grafik Data Matahari Terbenam Desa Banyuurip Tahun 2023	40
Gambar 3. 5 Data Matahari Terbenam Desa Banyuurip Tahun 2024	41
Gambar 3. 6 Grafik Data Terbenamnya Matahari Desa BanyuuripTahun 2024	42
Gambar 3. 7 Peta Kecamatan Senori Kabupaten Tuban	43
Gambar 3. 8 Unsur-unsur Pembentuk Kecerlangan Langit.....	45
Gambar 3. 9 Penampakan <i>Air Glow</i>	46
Gambar 3. 10 Penampakan <i>Sky Glow</i>	47
Gambar 3. 11 Perbandingan Jenis SQM	50
Gambar 3. 12 Tampilan UDM Ketika Dibuka	56
Gambar 3. 13 Tampilan Layar Utama UDM.....	57
Gambar 3. 14 Menu <i>File</i>	57
Gambar 3. 15 Kolom <i>Find</i>	61
Gambar 3. 16 Tampilan Utama UDM.....	61
Gambar 3. 17 Layar <i>Header</i>	62
Gambar 3. 18 <i>Setting Device Clock</i>	62
Gambar 3. 19 Interval Waktu Pengambilan Data.....	63
Gambar 3. 20 Posisi SQM Ketika Observasi	64
Gambar 3. 21 SQM Diarahkan ke Ufuk Barat	64
Gambar 3. 22 Pemasangan Adaptor atau Baterai Pada SQM	65

Gambar 3. 23 Grafik Kemunculan <i>Syafaq Aḥmar</i> 19 Juni 2024 di Desa Banyuurip.....	70
Gambar 3. 24 Grafik Kemunculan <i>Syafaq Aḥmar</i> 20 Juni 2024 di Desa Banyuurip.....	70
Gambar 3. 25 Grafik Kemunculan <i>Syafaq Aḥmar</i> 20 September 2024 di Desa Banyuurip	71
Gambar 3. 26 Grafik Kemunculan <i>Syafaq Aḥmar</i> 21 September 2024 di Desa Banyuurip	72
Gambar 3. 27 Grafik Kemunculan <i>Syafaq Aḥmar</i> 22 September 2024 di Desa Banyuurip	72
Gambar 3. 28 Grafik Kemunculan <i>Syafaq Aḥmar</i> 11 Desember 2024 di Desa Banyuurip	73
Gambar 3. 29Grafik Kemunculan <i>Syafaq Aḥmar</i> 19 Desember 2024 di Desa Banyuurip	74
Gambar 3. 30 Grafik Kemunculan <i>Syafaq Aḥmar</i> 20 Desember 2024 di Desa Banyuurip	74
Gambar 3. 31 Grafik Kemunculan <i>Syafaq Aḥmar</i> 21 Desember 2024 di Desa Banyuurip	75
Gambar 4. 1 Grafik SQM dengan Analisis <i>Linear</i> Tanggal 19 Juni 2024	77
Gambar 4. 2 Hasil <i>Zoom In</i> Grafik Analisis <i>Linear</i> 19 Juni 2024...	78
Gambar 4. 3 Grafik SQM dengan Analisis <i>Linear</i> Tanggal 20 Juni 2024	79
Gambar 4. 4 Hasil <i>Zoom In</i> Grafik Analisis <i>Linear</i> 20 Juni 2024...	79
Gambar 4. 5 Grafik SQM dengan Analisis <i>Linear</i> Tanggal 20 September 2024	80
Gambar 4. 6 Hasil <i>Zoom In</i> Grafik Analisis <i>Linear</i> 20 September 2024	80
Gambar 4. 7 Grafik SQM dengan Analisis <i>Linear</i> Tanggal 21 September 2024	81

Gambar 4. 8 Hasil <i>Zoom In</i> Grafik Analisis <i>Linear</i> 21 September 2024	81
Gambar 4. 9 Grafik SQM dengan Analisis <i>Linear</i> Tanggal 22 September 2024	82
Gambar 4. 10 Hasil <i>Zoom In</i> Grafik Analisis <i>Linear</i> 22 September 2024	82
Gambar 4. 11 Grafik SQM dengan Analisis <i>Linear</i> Tanggal 11 Desember 2024	83
Gambar 4. 12 Hasil <i>Zoom In</i> Grafik Analisis <i>Linear</i> 11 Desember 2024	83
Gambar 4. 13 Grafik SQM dengan Analisis <i>Linear</i> Tanggal 19 Desember 2024	84
Gambar 4. 14 Hasil <i>Zoom In</i> Grafik Analisis <i>Linear</i> 19 Desember 2024	84
Gambar 4. 15 Grafik SQM dengan Analisis <i>Linear</i> Tanggal 20 Desember 2024	85
Gambar 4. 16 Hasil <i>Zoom In</i> Grafik Analisis <i>Linear</i> 20 Desember 2024	85
Gambar 4. 17 Grafik SQM dengan Analisis <i>Linear</i> Tanggal 21 Desember 2024	86
Gambar 4. 18 Hasil <i>Zoom In</i> Grafik Analisis <i>Linear</i> 21 Desember 2024	86
Gambar 4. 19 Ufuk Bagian Barat Condong ke Utara.....	93
Gambar 4. 20 Ufuk Bagian Barat Condong ke Selatan.....	93

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Data Selisih Waktu Isya dan Maghrib Bulan Juni (Deklinasi Utara).....	8
Tabel 1. 2 Data Selisih Waktu Isya dan Maghrib Bulan Desember (Deklinasi Selatan).....	8
Tabel 1. 3 Data Selisih Waktu Isya dan Maghrib Bulan Maret (Katulistiwa)	8
Tabel 3. 1 Menu dan Fungsi Tampilan UDM	60
Tabel 3. 2 Ringkasan Penampakan <i>Syafaq Ahmar</i> di Desa Banyuurip.....	76
Tabel 4. 1 Rekap Hasil Analisis Observasi <i>Syafaq Ahmar</i> di Desa Banyuurip	87
Tabel 4. 2 Data Pengamatan <i>Syafaq Ahmar</i> dan Selisish dengan Waktu Maghrib	89

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Manusia diciptakan oleh Allah swt. Untuk beribadah kepada-Nya. Ibadah merupakan bentuk penghambaan manusia sebagai makhluk kepada sang pencipta. Karena ibadah adalah fitrah manusia, maka ibadah kepada Allah swt. dapat membebaskan manusia dari pemujaan yang sesat dan salah. Salat adalah ibadah paling utama dalam agama Islam. Amalan yang pertama kali dihisab di hari akhir. Apabila salat seorang hamba itu baik, maka baik pula perbuatan lainnya, dan demikian pula sebaliknya. Pelaksanaan salat harus berdasarkan dalil-dalil yang ada baik al-Qur'an maupun Hadist. Jadi salat tidak akan sah jika dilaksanakan tidak pada waktunya.¹ Shalat merupakan persoalan yang sangat signifikan dalam Islam. Sehingga, Islam memposisikan shalat sebagai suatu yang khusus dan fundamental, yaitu shalat sebagai salah satu rukun Islam yang harus ditegakkan. Secara *syar'i*, dalam menunaikan kelima waktu shalat tersebut, kaum muslimin terikat pada waktu-waktu yang sudah ditentukan sesuai dengan pemahaman ayat-ayat al-Qur'an maupun Hadits tentang waktu shalat.²

Shalat yang diwajibkan atau *salat maktubah*, memiliki waktu yang ditentukan secara *syar'i*, sehingga

¹ Addiessa Amalia Zainal, Mahyuddin Latuconsina, and Muhammad Akmal. "Analisis Relevansi Syafaq Ahmar Terhadap Penentuan Akhir Waktu Shalat Magrib Perspektif Ilmu Falak." *HISABUNA: Jurnal Ilmu Falak* 3.3 (2022): 1-18.

² Ahmad Saifulhaq Almutadi. "Syafaqul Ahmar Dan Syafaqul Abyadh." *AL-AFAQ: Jurnal Ilmu Falak Dan Astronomi* 1.1 (2019): 67-88.

dianggap sebagai *ibadah muwaqqat*.³ Oleh karena itu, baik al-Qur'an maupun Hadis tidak menjelaskan kapan waktu shalat mulai, hanya menggunakan istilah "kitabau mauquta", yang berarti waktu yang telah ditentukan.⁴ Adapun konsekuensi dari penggalan ayat tersebut, dijelaskan bahwa tidak sembarangan waktu dapat dilakukan shalat, melainkan wajib mendasarkan pada dalil-dalil al-Qur'an dan Hadis.⁵

Penentuan awal waktu salat, para ulama sepakat bahwa tidak ada dikotonomi antara pandangan syariat dan saintifik. Bahwa *nash*, yaitu al-Quran dan Hadist dijadikan sebagai landasan untuk melakukan observasi berdasarkan saintifik terhadap penentuan awal waktu salat. Namun, dalam penentuan awal waktu salat didasarkan pada posisi Matahari. Posisi Matahari merupakan faktor utama penyebab timbulnya perbedaan ruang dan waktu di bumi yang mengakibatkan perbedaan dalam waktu pelaksanaan waktu salat. Penentuan awal waktu salat merupakan bagian dari ilmu falak yang perhitungannya ditetapkan berdasarkan garis edar Matahari atau penelitian posisi Matahari terhadap bumi.⁶ Sehubungan dengan itu, saat Matahari berkulminasi (mencapai titik puncak) seringkali juga dijadikan pedoman dalam menghitung setiap awal atau akhir waktu salat. Begitu juga dengan persoalan berapa lama waktu yang diperlukan oleh Matahari untuk bergerak dari titik kulminasi sampai kepada posisi awal atau akhir waktu salat yang dicari.

³ Ahmad Izzuddin, *Fiqih Hisab Rukyah: Menyatukan Nu dan Muhammadiyah Dalam Penentuan Awal Ramadhan, Idul Fitri dan Idul Adha* (Jakarta: Erlangga, 2007), h. 38.

⁴ Fathul Ulum, *Studi Komparatif Hisab Awal Waktu Shalat Dalam Kitab al-Durusul alFalakiyah dan Ephemeris*, Skripsi, (Ponogoro: IAIN Ponorogo), 2020. h. 2.

⁵ Susiknan Azhari, *Ilmu Falak: Perjumpaan Khazanah Islam dan Sains Modern* (Yogyakarta: Suara Muhammadiyah, 2011), h.64.

⁶ Frangky Suleman. "Penentuan Awal Waktu Shalat." *Jurnal Ilmiah Al-Syir'ah* 9.2 (2016).

Problematika perlahan terlihat ketika konsep waktu salat diimplementasikan ke dalam astronomi, dimana konsep waktu Subuh (fajar) dan sore (senja) diartikan ke dalam konsep astronomi dengan menghitung posisi ketinggian Matahari pada waktu Isya dan Subuh menurut beberapa pendapat ilmuwan (-15° , -18° , -19° , $-19,5^{\circ}$, -20°). Implikasinya, awal waktu salat yang diatur akan berbeda-beda tergantung dari sudut elevasi Matahari yang digunakan. Ini sangat penting bagi umat Islam karena berhubungan erat dengan masuknya waktu salat. Hal yang sama juga berlaku untuk waktu *syafaq*, yang hilangnya menentukan awal waktu salat Isya. Karena fakta bahwa fajar dan senja adalah fenomena yang selaras atau simetris, tetapi mereka berbeda dalam waktu terjadinya.⁷

Pentingnya penentuan awal dan akhir waktu salat terkait dengan fenomena Matahari. Salah satunya adalah *syafaq*, yang terdiri dari dua bagian: *syafaq ahmar* (mega merah) dan *syafaq abyadh* (mega putih), yang ditandai dengan akhir waktu Maghrib dan awal waktu Isya. Kedua *syafaq* muncul pada tingkat pencahayaan yang berbeda di langit malam. *Syafaq ahmar* muncul pertama, dan *syafaq abyadh* muncul setelahnya. Dalam mazhab Hanafi dan Hambali, *syafaq abyadh* digunakan pada waktu biasa atau dalam situasi normal, sedangkan dalam beberapa kasus, madzhab tersebut juga menggunakan *syafaqul ahmar* untuk menentukan awal waktu Isya'.⁸

⁷ Asdar and Drs. H. Mahyuddin Latuconsina, S.H., M.H Latuconsina, "Analisis Kritis Keberadaan Syafaq Abyadh Dan Implikasinya Pada Penetapan Awal Waktu Salat Isya (Studi Kasus Pantai Barombong, Losari, Akkarena, Munte)," *HISABUNA: Jurnal Ilmu Falak* 1, no. 3 (2022): h. 74-75.

⁸ Asdar and Drs. H. Mahyuddin Latuconsina, S.H., M.H Latuconsina, "Analisis Kritis Keberadaan Syafaq Abyadh Dan Implikasinya Pada Penetapan Awal Waktu Salat Isya (Studi Kasus Pantai Barombong, Losari, Akkarena, Munte), h. 75.

Sementara akhir waktunya adalah tidak terlihatnya lagi warna merah di ufuk, hadist-hadits juga mendukung hal ini. Ini adalah pendapat ats-Tsauri, Ishaq, Abu Tsaur, dan Ashabur Ra'yi, serta beberapa sahabat asy-Syafi'i. Malik, al-Auza'i, dan Imam asy-Syafi'i menyatakan, "Tidak ada waktu lain untuk shalat Maghrib selain waktu ketika Matahari terbenam."⁹

Terjadinya hal ini dikarenakan redupnya cahaya *syafaq* hingga tidak tampak oleh mata sebagai fenomena penentu awal Maghrib dan Isya' sebagai pengaruh dari lokasi lintang dan musim bervariasi di berbagai tempat. Kelembapan atmosfer, dan garis lintang yang berbeda dapat mempengaruhi tingkat cahaya dan durasi terlihatnya *syafaq aḥmar*. *Syafaq aḥmar* atau *syafaq abyadh*, keduanya memiliki waktu interval yang berbeda ketika muncul dan hilang, pada waktu Maghrib. selain itu, pada lokasi yang sama dimusim yang berbeda keduanya akan hilang dalam waktu yang berbeda.¹⁰

Sebuah penelitian dan observasi di berbagai tempat di dunia menunjukkan bahwa penentuan sudut *twilight* tertentu ternyata tidak valid (tidak bisa berlaku) untuk seluruh tempat di bumi ini terhadap peristiwa fajar *shaddiq* dan hilangnya *syafaq*. Seperti hasil-hasil pengamatan sarjana dan relawan di belahan dunia yang menyebutkan bahwa semua pengamatan yang sudah dilakukan menunjukkan bahwa untuk wilayah pada atau dekat khatulistiwa hilangnya *syafaq* terjadi pada 75 menit atau pada -18 derajat di semua musim. Ketika berpindah di garis lintang lain, hilangnya *syafaq* terjadi pada derajat

⁹ Syaikh Husain bin Audah al Awaisyah, Ensiklopedi Fiqih Praktis: Kitab Thaharah Dan Shalat (Jakarta: Pustaka Imam Asy-Syafi'i, 2016), h. 403-404.

¹⁰ Siti Muslifah, Telaah Kritis Syafaqul Aḥmar dan Syafaqul Abyadh Terhadap Akhir Maghrib dan Awal Isya', Ilmu Falak 1, no. 1 (Jember, 2017): h. 25.

yang berbeda dalam musim yang berbeda. *Syafaq* hilang pada 66 hingga 100 menit ($-9^{\circ}13,6'$) dan pada lintang lebih tinggi, misal Inggris di musim yang berbeda hilangnya *syafaq* di lintang yang lebih tinggi diamati pada 94 - 122 menit (14.5° – 10.6°). Sehingga pengamatan panjang ini menemukan bahwa hilangnya *syafaq* merupakan dampak dari lintang dan musim yang bervariasi di tempat satu dan lainnya. Pada garis lintang yang berbeda, *syafaq aḥmar* atau *abyadh* akan hilang dalam interval waktu yang berbeda dari Maghrib untuk setiap harinya. Selain itu, pada musim yang berbeda keduanya akan hilang dalam waktu yang berbeda dari lokasi yang sama.¹¹

Deklinasi ialah jarak dari suatu benda langit ke Katulistiwa langit diukur melalui lingkaran waktu atau lingkaran deklinasi dan dihitung dengan derajat, menit dan detik.¹² Apabila deklinasi suatu benda langit berada di utara Katulistiwa tandanya positif (+) dan apabila berada langit berada di sebelah selatan katulistiwa tandanya (-).¹³ Deklinasi positif mulai tanggal 21 Maret sampai dengan tanggal 23 September, dari tanggal 23 September sampai tanggal 21 Maret deklinasi negatif. Setelah tanggal 21 Maret Matahari bergerak secara perlahan dari equator kearah utara dan semakin lama semakin jauh jaraknya dari equator dan pada tanggal 22 Juni Matahari mencapai titik terjauh perjalanannya ke utara yaitu sebesar $23,5^{\circ}$. Kemudian berbalik arah dari utara ke equator secara perlahan, semakin lama semakin dekat equator dan pada tanggal 23 September kedudukannya tepat di ekuator kembali. Dari tanggal 23 September Matahari terus

¹¹ Siti Muslifah. "Telaah Kritis *Syafaqul Aḥmar* dan *Syafaqul Abyadh* Terhadap Akhir Maghrib dan Awal Isya'." h. 32.

¹² Abbas Padil. "Dasar-Dasar Ilmu Falak Dan Tataordinat: Bola Langit dan Peredaran Matahari." *Al Daulah: Jurnal Hukum Pidana dan Ketatanegaraan* 2.2 (2013): 195-214. h. 205.

¹³ Abbas Padil, 2013, "Dasar-sasar Ilmu Falak Dan Tataordinat: Bola Langit dan Peredaran Matahari", 206.

bergerak menuju arah Selatan, semakin lama semakin jauh pada tanggal 22 Desember Matahari mencapai titik terjauh kedudukannya dari equator, yaitu sebesar $23,5^{\circ}$ Selatan. Lalu berbalik arah menuju ke equator bergerak secara perlahan semakin lama semakin mendekati equator dan pada tanggal 21 Maret kedudukan Matahari tepat di equator kembali.¹⁴

Bukit Banyu Urip terletak di Desa Banyu Urip, Kecamatan Senori, Kabupaten Tuban, Provinsi Jawa Timur dan berbatasan dengan Kabupaten Blora, Provinsi Jawa Tengah. Bukit ini adalah salah dataran tinggi yang terletak di wilayah Kabupaten Tuban. Bukit Banyu Urip terletak pada koordinat $-7^{\circ}03'35''$ Lintang Selatan dan $111^{\circ}41'17''$ Bujur Timur dengan ketinggian 260 meter di atas permukaan laut (mdpl).¹⁵ Desa Banyuurip merupakan tempat dengan dataran paling tinggi di Kecamatan Senori, sehingga cocok digunakan pengamatan. Didukung dengan ufuk timur atau barat yang masih terlihat jelas, karena tidak ada bangunan-bangunan yang menjulang tinggi.

Berdasarkan *light pollution maps*, tingkat kecerahan langit Desa Banyuurip Kecamatan Senori termasuk kelas 4¹⁶ dalam skala bortle dengan hasil pengukuran $21,39 \text{ mag/arcsec}^2$.¹⁷ Hal ini disebabkan polusi cahaya di Desa Banyuurip belum terlalu banyak, sehingga bintang-bintang dilangit masih terlihat dengan jelas.

¹⁴ Iqbal Kamalludin. "Uji Akurasi Penentuan Deklinasi Matahari dengan Menggunakan I-Zun Dial." *ELFALAKY: Jurnal Ilmu Falak* 3.2 (2019). h. 208.

¹⁵ Mashari, Sejarah Berdirinya Menara Rukyatul Hilal di Desa Banyu Urip Kecamatan Senori Kabupaten Tuban, (Makalah: Tuban), 3.

¹⁶ Dengan data NELM 6,3-6,5 dan 20,8-21,3 mag/arcsec^2

¹⁷ <https://www.lightpollutionmap.info/#zoom=15.09&lat=-7.0631&lon=111.7068&state=eyJiYXNlbWFwIjoiTGF5ZXJCW5nUm9hZCIsIm92ZXJsYXkiOiJ3YV8yMDE1Iiwib3ZlcmxheWNvbG9yIjpmYWxzZSwib3ZlcmxheW9wYWNPdHkiOiJwLCJmZW50dXJlc29wYWNPdHkiOjlfQ==>.

Diakses pada Rabu, 11 September 2024, pukul 13:11 WIB.



Gambar 1. 1 Penampakan Ufuk Barat Desa Banyuurip²⁷

Sky Quality Meter (untuk selanjutnya disebut SQM) merupakan alat fotometer yang lebih modern dan sederhana, berukuran saku sehingga sangat mudah dibawa kemana-mana dengan harga yang relatif lebih murah. Penelitian menggunakan SQM menghasilkan data berupa kecerlangan langit sepanjang malam di suatu lokasi dan secara praktis dapat digunakan untuk mendeteksi kemunculan fajar *shadiq* maupun senja atau *syafaq* sebagai tanda awal waktu shalat. Hasil pengukuran SQM didefinisikan dalam besaran kecerlangan langit yaitu magnitudo per satuan detik busur persegi (MPDB). Sehingga lebih mudah diteliti.¹⁹

Penelitian menggunakan *Sky Quality Meter* juga bisa dilakukan untuk menguji kadar polusi cahaya, ketepatan waktu shalat Shubuh dan Isya, ketepatan waktu gerhana dan lain sebagainya. Hal lain yang bisa di analisis

¹⁸ Gambar ini diambil pada tanggal 20 Juni 2024 pukul 17:28 waktu maghrib wilayah Tuban menurut Kemenag RI, terdapat awan pada ufuk barat, dengan kondisi langit yang cerah.

¹⁹ Ahmad Ridwan Al Faruq, "*Kecerlangan Langit Malam Arah Zenit di Observatorium Bosscha dan Analisis Awal Waktu Shubuh dan Isya Menggunakan Sky Quality Meter*" (Skripsi), (Bandung : Universitas Pendidikan Indonesia), 2013, h. 4, td.

dari data SQM ialah mengetahui periode waktu awal waktu fajar dan akhir senja.²⁰

Tanggal	Maghrib	Isya	Selisih
20-Jun-2023	17:28:01	18:43:01	1:15:00
21-Jun-2023	17:29:02	18:43:21	1:14:19
22-Jun-2023	17:29:15	18:43:34	1:14:19
23-Jun-2023	17:29:28	18:43:47	1:14:19
24-Jun-2023	17:29:42	18:44:00	1:14:18

**Tabel 1. 1 Data Selisih Waktu Isya dan Maghrib
Bulan Juni (Deklinasi Utara)**

Tanggal	Maghrib	Isya	Selisih
20-Des-2023	17:49:01	19:05:01	1:16:00
21-Des-2023	17:49:45	19:05:38	1:15:53
22-Des-2023	17:50:16	19:06:08	1:15:52
23-Des-2023	17:50:45	19:06:37	1:15:52
24-Des-2023	17:51:14	19:07:06	1:15:52

**Tabel 1. 2 Data Selisih Waktu Isya dan Maghrib
Bulan Desember (Deklinasi Selatan)**

Tanggal	Maghrib	Isya	Selisih
18-Sep-2023	17:32:01	18:40:01	1:08:00
19-Sep-2023	17:32:08	18:40:39	1:08:31
20-Sep-2023	17:31:58	18:40:30	1:08:32
21-Sep-2023	17:31:49	18:40:21	1:08:32
22-Sep-2023	17:31:39	18:40:12	1:08:33

**Tabel 1. 3 Data Selisih Waktu Isya dan Maghrib
Bulan Maret (Katulistiwa)**

Peneliti mencoba melakukan penelitian awal dengan mengaitkan nilai deklinasi Matahari (deklinasi maksimal) dengan durasi waktu sholat Mahgrib. Data ini

²⁰ Ahmad Ridwan Al Faruq, “Kecerlangan Langit Malam Arah Zenit di Observatorium Bosscha dan Analisis Awal Waktu Shubuh dan Isya Menggunakan Sky Quality Meter”, 5.

diambil dari buku Ephimeris tahun 2023 yang dikeluarkan oleh Kemenag, dengan perhitungan waktu sholat maghrib dan Isya daerah Desa Banyuurip Kecamatan Senori Kabupaten Tuban. Adapun untuk interval datanya diambil dua hari sebelum dan setelah hari dengan nilai deklinasi yang dimaksud. Berdasarkan penyajian data tabel tersebut, selisih waktu sholat Maghrib dan Isya pada bulan Juni dan Desember relatif sama, yakni rata-rata **1 jam 15 menit 10 detik**. Sedangkan ketika Matahari berada di katulistiwa (bulan Maret) selisihnya sekitar **1 jam 8 menit 38 detik**, selisish waktunya ketika deklinasi maksimal dan deklinasi nol (Matahari berada di katulistiwa) sekitar **6 menit 32 detik**. Hal ini yang mendasari peneliti untuk mengkaji lebih dalam terkait permasalahan ini. Hal apa saja yang menyebabkan perbedaan panjang durasi *syafaq ahmar*, ketika nilai deklinasi berbeda.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang tertera di atas yang menjadi dasar dari penelitian ini, maka penulis menarik sebuah pertanyaan yang menjadi fokus pembahasan kali ini sebagai berikut:

1. Bagaimana kemunculan *syafaq ahmar* di Desa Banyuuri Kecamatan Senori Kabupaten Tuban?
2. Bagaimana perbedaan nilai deklinasi terhadap durasi lamanya kemunculan *syafaq ahmar* di Desa Banyuurip Kecamatan Senori Kabupaten Tuban?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang penulis buat, maka dapat diketahui tujuan dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui dan menjelaskan faktor yang menyebabkan terjadinya kemunculan *syafaq ahmar* di Kabupaten Tuban.

2. Untuk mengetahui perbedaan nilai deklinasi Matahari terhadap durasi lamanya penampakan *syafaq ahmar* di Desa Banyuurip Kecamatan Senori Kabupaten Tuban

D. Manfaat Penelitian

Disini penulis membagi manfaat penelitian ini berdasarkan:

- a. Bagi penulis
 1. Sebagai bentuk karya ilmiah yang selanjutnya dapat dijadikan rujukan sumber rujukan dan informasi bagi para peneliti di kemudian hari
 2. Menambah wawasan dan pengalaman penulis dalam mempelajari ilmu falak
 3. Menambah skil kepenulisan
- b. Bagi masyarakat
 1. Sebagai pembelajaran dan pengetahuan masyarakat tentang *syafaq ahmar*

E. Tinjauan Pustaka

Penulis telah melakukan penelusuran terhadap beberapa penelitian yang telah dilakukan peneliti sebelumnya (*previous finding*) terkait pembahasan penelitian ini, juga mendapatkan banyak informasi dari beberapa sumber relevan. Adapun tulisan yang berkaitan dengan penelitian ini sebagai berikut.

Skripsi yang ditulis oleh Rohmad Mustofa yang berasal dari Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang yang berjudul “*Pengaruh Deklinasi Matahari terhadap Munculnya Fajar Sidik di Pulau Karimunjawa*”. Penelitian ini membahas tentang pengaruh nilai deklinasi terhadap kemunculan fajar sidik, nilai deklinasi yang diambil berupa deklinasi positif dan negatif dan hasilnya

tidak terlalu terdapat perbedaan yang signifikan, karena dipengaruhi oleh cahaya bulan.²¹

Jurnal yang ditulis oleh Siti Muslifah, M.S.I yang berjudul “*Telaah Kritis Syafaqul Ahmar dan Syafaqul Abyadh terhadap Akhir Maghrib dan Awal Isya*” dalam jurnal ilmu falak, ELFALAKY, Vol. 1 No. 1 Tahun 2017. Dalam jurnal ini membahas tentang ketentuan *syafaqul ahmar* dan *syafaqul abyadh* beserta ha-hal yang mempengaruhi kemunculannya, serat pendapat para ulama tentang *syafaqul ahmar* dan *syafaqul abyadh*.²²

Jurnal yang ditulis oleh Addiessa Amalia Z, Mahyuddin Latuconsina dan Muhammad Akmal yang berjudul “*Analisis Relevansi Syafaq Ahmar terhadap Akhir Waktu Salat Maghrib Perspektif Ilmu Falak*” dalam jurnal ilmu falak Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar HISABUNA, tahun 2022. Substansi pembahasan jurnal ini adalah kriteria kemunculan *syafaq ahmar* atau mega merah dan relevasinya terhadap akhir waktu shalat maghrib perspektif ilmu falak.²³

Skripsi yang ditulis oleh Maulida Nur Aliya yang berjudul “*Dinamika Kemunculan Jafar Shadiq di Langit Terang dan Langit Agak Gelap (Studi Kasus di Desa Kutorejo dan Desa Ngrejeng Kabupaten Tuban)*”, dalam penelitian ini membahas tentang kemunculan fajar shadiq di kategori langit terang dan agak gelap, hasilnya

²¹ Rohmad Mustofa, “PENGARUH DEKLINASI MATAHARI TERHADAP MUNCULNYA FAJAR SIDIK DI PULAU KARIMUNJAWA”, Skripsi, (Semarang: Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang), 2022.

²² Siti Muslifah. "Telaah Kritis *Syafaqul Ahmar* dan *Syafaqul Abyadh* Terhadap Akhir Maghrib dan Awal Isya'." *ELFALAKY: Jurnal Ilmu Falak* 1.1 (2017).

²³ Addiessa Amalia Zainal, Mahyuddin Latuconsina, and Muhammad Akmal. "Analisis Relevansi *Syafaq Ahmar* Terhadap Penentuan Akhir Waktu Shalat Magrib Perspektif Ilmu Falak." *HISABUNA: Jurnal Ilmu Falak* 3.3 (2022).

kemunculan fajar di langit terang cenderung lebih lama di banding di langit agak gelap sekitar 5° atau 20 menit.²⁴

Jurnal yang ditulis oleh Abdul Malik Hakim, Fatkhurrohman dan Nugroho Prasetya Adi yang berjudul “*Relasi Konsep Pembiasan Cahaya dalam Buku Ajar Fisika Dasar II terhadap Syafaq Al-Ahmar ditinjau dari Perspektif Al-Qur'an dan Sains*” dalam jurnal Prosiding Seminar Pendidikan Fisika FITK UNSIQ. Vol. 3 No. 1 tahun 2022. Jurnal ini membahas tentang deskripsi terkait konsep pembiasan cahaya dalam Buku Ajar Fisika Dasar II, deskripsi konsep *syafaq al-ahmar* dalam Al-Qur'an dan tafsirnya, serta analisis perbandingan dan relasi dari kedua konsep tersebut.²⁵

Jurnal Imam Qusthalaani yang berjudul “*Kajian Fajar dan Syafaq Perspektif Fiqh dan Astronomi*”. Jurnal ini menunjukkan bahwa ketetapan waktu subuh dari Kementerian Agama terlalu awal sehingga menjadikan selisih 1 – 3 derajat yang menyebabkan keterlambatan pada waktu isya'.²⁶

Mengembangkan penelusuran yang dilakukan, peneliti memperoleh literasi berupa tesis yang berasal dari Universiti Malaya Kuala Lumpur Malaysia, yang berjudul “*Kajian Kecerlangan Langit Waktu Shubuh*” oleh Samihah binti Sulaiman yang meneliti kecerahan langit

²⁴ Maulida Nur Aliya, “Dinamika Kemunculan Jafar Shadiq di Langit Terang dan Langit Agak Gelap (Studi Kasus di Desa Kutorejo dan Desa Ngrejeng Kabupaten Tuban)”, skripsi (Semarang: Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang), 2023.

²⁵ Abdul Malik Hakim and Fatkhurrohman. "Relasi Konsep Pembiasan Cahaya dalam Buku Ajar Fisika Dasar II Terhadap Syafaq Al-Ahmar ditinjau dari Perspektif Al-Qur'an dan Sains." *Prosiding Seminar Pendidikan Fisika FITK UNSIQ*. Vol. 3. No. 1. 2022.

²⁶ Imam Qusthalaani, “Kajian Fajar Dan Syafaq Perspektif Fiqh Dan Astronomi”, Mahkamah, Vol. 3, No.1, 2018.

pada waktu shubuh menggunakan SQM di beberapa lokasi untuk waktu shalat Shubuh di Malaysia.²⁷

Kemudian pada skripsi milik Laksmiyanti Annake Harijadi Noor yang berasal dari Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang yang berjudul “*UJI AKURASI HISAB AWAL WAKTU SHALAT SHUBUH DENGAN SKY QUALITY METER*” dalam penelitian ini, peneliti mengkaji penentuan awal waktu shalat shubuh menggunakan *sky quality meter* di Pantai Tayu, Pati, Jawa Tengah.²⁸

Pada penelitian yang ditulis oleh Hilma Wahdatun Nur yang berjudul “*ANALISIS PERBEDAAN LINTANG TEMPAT DAN DEKLINASI MATAHARI DALAM FORMULASI AWAL WAKTU SALAT*” Penelitian ini menghasilkan dua temuan. Pertama, perbedaan lintang tempat pada beberapa kota berpengaruh pada awal waktu salat. Kota yang diambil peneliti sebagai objek penelitian adalah kota Banda Aceh, Tebing Tinggi, Pontianak, Banjarmasin, Bandung dan Mataram, dengan masing-masing berbeda lintang. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan tiga waktu deklinasi Matahari yang berbeda, yaitu tanggal 22 Januari, 22 Juni, dan 22 Desember. Hasil perhitungan menunjukkan masing-masing kota memperoleh awal waktu yang berbeda-beda. Kedua, hasil analisa penulis dalam memperoleh hasil data bahwa perbedaan lintang tempat dan deklinasi Matahari berpengaruh pada awal waktu salat. Semakin keselatan, awal waktu konsisten semakin cepat pada waktu Dzuhur, Ashar, dan Magrib. Pada waktu Subuh dan Isya sering

²⁷ Samihah binti Sulaiman, “*Kajian Kecerlangan Langit Waktu Shubuh*” (Tesis), (Kuala Lumpur : Universiti Malaya), 2013, td.

²⁸ Laksmiyanti annake Jarijadi Noor. “*UJI AKURASI AWAL WAKTU SHALAT SHUBUH DENGAN SKY QUALITY METER*” (Skripsi), (Semarang: Universitas Islam Negeri Walisongo), 2016, td.

terjadi inkonsisten perubahan awal waktu di kota Pontianak yang berada dekat dengan garis khatulistiwa.²⁹

F. Metodologi Penelitian

Berdasarkan landasan penelitian diatas, penulis menggunakan metode yang dianggap relevan guna mendukung upaya pengumpulan dan penganalisaan data-data yang dibutuhkan dalam penelitian ini.

1. Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian kualitatif. Dalam penelitian ini diperoleh data dari observasi langsung di Desa Banyuurip Kecamatan Kabupaten Tuban. Dan didukung dengan penelitian *library research*, karena selain dari data lapangan, penulis juga mengambil dari referensi lainnya. Dalam penelitian ini, peneliti mengkaji pengaruh nilai deklinasi Matahari terhadap durasi *syafaq ahmar* menggunakan SQM

2. Sumber Data

Berdasarkan jenis data yang dikumpulkan, ada dua jenis data yang menjadi sumber penelitian ini, yaitu data primer dan data sekunder.

a. Data Primer

Data primer adalah sumber data yang langsung dikumpulkan peneliti dari sumber utamanya. Adapun wahana yang digunakan adalah dengan cara observasi, dokumentasi dan analisis data menggunakan SQM. Melakukan

²⁹ Hilma Wardatun Nur, *ANALISIS PERBEDAAN LINTANG TEMPAT DAN DEKLINASI MATAHARI DALAM FORMULASI AWAL WAKTUSALAT*, Skripsi, (Semarang: Program Studi Ilmu Falak Fakultas Syari'ah Dan Hukum Universitas Islam Negeri Walisongo, vol. 1, 2022).

observasi langsung ke lokasi Desa Banyuurip Kecamatan Senori Kabupaten Tuban. Adapun data yang diambil, yakni data **waktu, kecerahan lagit dan intensitas kecerahan *syafaq* ketika mulai terbenam sampai hilangnya cahaya *syafaq* dan data ketinggian Matahari.**

b. Data Sekunder

Data sekunder adalah data pendukung atau penunjang dari data primer. Penulis mendapatkan data ini dari hasil riset jurnal, buku, skripsi, atikel-artikel dan data yang diterbitkan oleh lembaga-lembaga pemerintahan tentang *syafaq ahmar* atau mega merah dan deklinasi Matahari. Data sekunder salah satunya di ambil dari **data deklinasi Matahari, waktu sholat wilayah Kabupaten Tuban** pada buku Ephimeris Kemenag Tahun 2024.

3. Teknik Pengumpulan Data

Untuk mendapatkan data-data yang diperlukan, penulis membagi dalam beberapa macam, yaitu:

a. Observasi

Dalam metode ini, penulis akan melakukan observasi langsung di Desa Banyuurip Kecamatan Senori Kabupaten Tuban guna mendapatkan data tentang *syafaq ahmar* dan deklinasi yakni dengan menggunakan SQM LU-DL, pada saat deklinasi utara (Juni), deklinasi selatan (Desember) dan deklinasi nol (Maret atau September). Pengambilan data dilakukan selama 3 (tiga) hari pada masing-masing kondisi deklinasi Matahari, dimulai pada 10 (sepuluh) menit sebelum Matahari terbenam dan 10 (sepuluh) menit setelah masuk waktu Isya

berdasarkan waktu yang ditentukan oleh Kemenag. Yang dimana SQM tersebut dihadapkan tepat pada posisi Matahari (ufuk barat).

b. Dokumentasi

Dalam hal ini penulis akan menganalisis data-data baik berupa dokumen atau hasil pengamatan langsung yang dilakukan di Desa Banyuurip Kecamatan Senori Kabupaten Tuban, berupa dokumentasi awal sampai akhir observasi, keadaan langit, ufuk, pengambilan data dan proses analisis.

4. Teknik Analisis Data

Dalam penelitiann ini menggunakan metode analisis data sebagai berikut:

Penelitian ini menggunakan metode analisis *linear* dengan bantuan aplikasi LabPlot, dengan data ketinggian Matahari sebagai variebel x dan data kecerlangan langit (MSAS) sebagai variebel y pada data yang diperoleh dari observasi *syafaq ahmar* menggunakan SQM. Untuk menunjang proses analisi yang utama, penelitian ini menggunakan aplikasi *microsoft excel* sebagai alat bantu komputasinya agar lebih efektif dalam proses perhitungannya. Penelitian ini kemudian dilakukan pengujian akurasi untuk mengetahui ketepatan nilai selisih awal waktu Maghrib dan awal waktu Isya berdasarkan nilai deklinasi Matahari yang berbeda saat diamati di tempat pengamatan.

G. Sistematika Kepenulisan

Penelitian ini terdiri dari lima bab yang dibagi dalam beberapa pembahasan sebagai berikut:

Bab pertama pendahuluan membahas tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan dan manfaat penulisan, kajian pustaka, metode penelitian yang secara rinci membahas terkait penelitian ini dan sistematika penulisan.

Bab kedua membahas tentang landasan teori dalam penelitian ini. Bab ini membahas tentang *syafaq* dan deklinasi Matahari yang meliputi pengertian, pembagian dan dasar hukum yang bersumber dari Al-Qur'an dan Hadist, serta perhitungan waktu ketika Matahari terbenam atau dimulainya *syafaq ahmar*.

Pada bab tiga ini membahas tentang lokasi pengamatan, pengenalan alat *Sky Quality Meter* yang berisi berbagai tipe dan model SQM, tata cara penggunaan, serta software pendukung untuk analisis dalam SQM. Pada bab ini berisi data-data selama pengamatan berupa plot grafik, gambar dan data pendukung lainnya, serta tata cara observasi dan pengambilan data *syafaq ahmar* dengan *Sky Quality Meter* di Desa Banyuurip Kecamatan Senori Kabupaten Tuban.

Bab ini membahas tentang pokok penelitian yakni menganalisa data *syafaq ahmar* yang diperoleh selama pengamatan untuk mengetahui pengaruh nilai deklinasi Matahari terhadap lama durasi penampakan *syafaq ahmar* dengan *Sky Quality Meter* di Desa Banyuurip Kecamatan Senori Kabupaten Tuban. Yang mana dianalisa menggunakan *software* LabPlot dengan pendekatan *linear* untuk mengetahui titik belok dari uraian data tersebut.

Bab kelima berisi penutup, yang terdiri dari kesimpulan, implikasi hasil penelitian, saran dan kata penutup dari penelitian analisis pengaruh nilai deklinasi

Matahari terhadap durasi *syafaq ahmar*, yang ,menjadi akhir dalam penelitian ini.

BAB II

LANDASAN TEORI TENTANG *SYAFAQ AḤMAR* DAN DEKLINASI MATAHARI

A. Konsep *Syafaq* Menurut *Fiqh*

1. *Syafaq* Perspektif *Fiqh*

Syafaq berasal dari bahasa arab *al-syafaq al-aḥmar*, yang bermakna “sinar merah Matahari setelah terbenam”.³⁰ Namun banyak ulama yang berbeda pendapat mengenai maknanya karena *Syafaq* pada dasarnya memiliki dua makna yaitu merah dan putih. Menurut Imam Abu Hanifah yaitu ketika menghilangnya cahaya putih. Waktu Isya berakhir sampai datangnya waktu fajar *sidiq* (masuk awal waktu subuh).³¹ Menurut Shidqi Muhammad Jamil dalam *Tafsir al-Shawi*, *syafaq* adalah campuran cahaya siang dan gelap malam ketika Matahari tenggelam, yang menghasilkan warna merah.³² Sedangkan Mustafa al-Maraghi menggambarkannya sebagai warna merah yang muncul di ufuk barat saat Matahari tenggelam.³³

³⁰ Achmad Warson Munawwir, al-Munawwir: *Kamus Arab-Indonesia*, Surabaya: Pustaka Progressif, 1997, h. 730.

³¹ Ibanez Sofadella Agil Aswindana, “ANALISIS CITRA ASTROFOTOGRAFI MENGGUNAKAN TEKNIK BLINK COMPARATOR UNTUK MENENTUKAN AWAL WAKTU ISYA DALAM PERSPEKTIF KEMENTERIAN AGAMA RI” (Skripsi), (Semarang: Universitas Islam Negeri Walisongo), 2023. h. 20.

³² Shidqi Muhammad jamil, *Hasyiyah al-Shawi ala Tafsir al-Jalalain*, Beirut : Dar al-Fikr, 401.

³³ Ahmad Mustafa al-Maraghi, *Tafsir al- Maraghi*, terj. Bahrn Abu Bakar, Semarang : PT. Toha Putra, 1993, h. 84.

Ibnu Katsir ketika menafsirkan surat *Al-Insyiqaq*, berpendapat bahwa *humrah* adalah yang dimaksud dengan *syafaq*.³⁴ Menurut buku *al-Bahr a Raiq Syarh Kanzu ad-Daqaiq Fikih Hanafiyah*, Abu Bakar Ash-Shidiq, Umar, Mu'adz, dan Aisyah, *syafaq* dianggap sebagai cahaya putih (terang), sementara Ibnu Abbas dan Ibnu Umar menganggapnya sebagai mega merah (cahaya merah). Menurut Ibnu Fudhoil, akhir waktu Maghrib adalah ketika *ufuq* tidak lagi terlihat bersamaan dengan hilangnya cahaya putih di langit.³⁵

Sementara itu, sebagian besar fukaha, termasuk Malikiyah, Syafi'iyah, dan Hanabilah, menganggap *Syafaq* sebagai awan merah. Ini adalah pendapat Umar bin Khattab, putranya (Abdullah bin Umar), Ali bin Abi Thalib, Ibn Abbas, dan lainnya, berdasarkan hadist Ibn Umar yang menyatakan bahwa shalat harus dilakukan jika awan merah telah hilang. Menurut kalangan Hanabilah, ketika awan merah terlihat di ufuk, itu menandakan bahwa waktu Maghrib telah berakhir dan waktu Isya telah tiba.³⁶

2. Dasar Hukum *Syafaq*

a. Dasar Hukum dalam Al-Qur'an

a) Q.S al-Insyiqaq [84]:16

Dalam al-Qur'an, dijelaskan Allah mengabadikan *Syafaq* sebagai salah satu fenomena alam. Allah *Subhanahu wa Ta'ala* berfirman:

³⁴ Ibn Katsir, *Tafsir Ibnu Katsir*, (Beirut: Daar Al-Kotob Al-Ilmiyah), juz 8, 1998, h. 359.

³⁵ Zainudin bin Ibrahim bin Najim, *al-Bahr ar-Raiq Syarh Kanzu ad-Daqaiq* (Bairut : Daar AlMa'rifah, tt), V.1, h. 258.

³⁶ Rida Ramadhani, "Perspektif Tokoh-Tokoh Ilmu Falak Tentang Syafaq Dan Implikasinya Terhadap Penentuan Awal Waktu Salat Isya," (skripsi), (Semarang : Universitas Islam Negeri Walisongo), 2019, h. 5.

فَلَا أَقْسِمُ بِالشَّفَقِ

Artinya “Aku bersumpah demi cahaya merah pada waktu senja”, Al-Insyiqāq [84]:16.³⁷

Karena warnanya yang lembut, namanya diambil dari kata *Syafaqah*, yang berarti kasih sayang dan kelembutan.³⁸ *Syafaq* adalah fenomena yang biasanya terjadi sebelum Matahari terbit (disebut *syafaq* pagi hari) atau sesudah Matahari terbenam (disebut *syafaq* sore hari).³⁹

b) Q.S al-Isra [17]:78

Allah Subhanahu wa Ta'ala berfirman:

اقِمِ الصَّلَاةَ لِذُنُوكِ الشَّمْسِ إِلَى عَسَقِ اللَّيْلِ
وَقُرْآنَ الْفَجْرِ إِنَّ قُرْآنَ الْفَجْرِ كَانَ مَشْهُودًا

Artinya “Dirikanlah salat sejak Matahari tergelincir sampai gelapnya malam dan (laksanakan pula salat) Subuh. Sesungguhnya salat Subuh itu disaksikan (oleh malaikat)”. Al-Isrā' [17]:78.⁴⁰

Dalam ayat ini, Abu Hanifah berpendapat bahwa tibanya waktu Isya (*al-syafaq al-abyadh*) ditunjukkan dengan hilangnya awan putih. Ada kemungkinan

³⁷ Tim Penyempurnaan Terjemahan Al-Qur'an (2016-2019), *Al-Qur'an dan Terjemahannya Edisi Penyempurnaan (2016-2019)*. h. 885.

³⁸ Imam Qusthalaani, “Kajian Fajar Dan Syafaq Perspektif Fikih Dan Astronomi,” *Mahkamah : Jurnal Kajian Hukum Islam* 3, no. 1 (2018): 1, h. 3.

³⁹ Nur Hijriyah, “Problematika Syafaq Dan Fajar (Studi Analisis Waktu Isya Dan Subuh),” *Suparyanto Dan Rosad* (2015 5, no. 3 (2020): 248–53. h. 72.

⁴⁰ Tim Penyempurnaan Terjemahan Al-Qur'an (2016-2019), *Al-Qur'an dan Terjemahannya Edisi Penyempurnaan (2016-2019)*. h. 404-405.

bahwa kata "*ila ghasaq al-lail*" berarti gelap malam, yang hanya terjadi karena mega putih (*al-syafaq al-abyadh*) yang telah hilang.⁴¹

Oleh karena itu, salat Isya berkaitan dengan terbenamnya Matahari, sedangkan salat Subuh berkaitan dengan terbitnya Matahari. Matahari terbit pertama (*ath-thāli ats-tsāny*) menentukan kewajiban salat Subuh. Menurut al-Muzani, Subuh adalah awal dari salat siang hari, dan Isya adalah awal dari salat malam. Waktu subuh ditetapkan berdasarkan awan putih awal, atau *al-bayadh al-mutaqaddam*, dan waktu Isya ditetapkan berdasarkan awan putih akhir, atau *al-bayadh al-muta'akhkhir*. Al-Auza'i juga mendukung pendapat Abu Hanifah.⁴²

b. Dasar Hukum dalam Hadist

- a) Hadis riwayat Abdullah bin Amar r.a.
[Shahih Muslim No. 612]

و حَدَّثَنِي أَحْمَدُ بْنُ إِبْرَاهِيمَ الدَّوْرَقِيُّ حَدَّثَنَا
عَبْدُ الصَّمَدِ حَدَّثَنَا هَمَّامٌ حَدَّثَنَا قَتَادَةُ عَنْ
أَبِي أَيُّوبَ عَنْ عَبْدِ اللَّهِ بْنِ عَمْرٍو أَنَّ
رَسُولَ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ قَالَ وَقْتُ

⁴¹ Asdar, "ANALISIS KRITIS KEBERADAAN SYAFAQ ABYADH DAN IMPLIKASINYA PADA PENETAPAN AWAL WAKTU SALAT ISYA (STUDI KASUS PANTAI BAROMBONG, LOSARI, AKKARENA, DAN MUNTE)" (skripsi), (Makassar: Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar), 2020. h. 19.

⁴² Arwin Juli Rahmadi Butar-Butar, *Fajar dan Syafaq dalam Kesarjanaan Astronom Muslim dan Ulama Nusantara*, h. 10.

الظُّهْرِ إِذَا زَالَتْ الشَّمْسُ وَكَانَ ظِلُّ الرَّجُلِ
 كَطَوْلِهِ مَا لَمْ يَخْضُرَ الْعَصْرُ وَوَقْتُ الْعَصْرِ
 مَا لَمْ تَصْفُرْ الشَّمْسُ وَوَقْتُ صَلَاةِ الْمَغْرِبِ
 مَا لَمْ يَغِبِ الشَّقَقُ وَوَقْتُ صَلَاةِ الْعِشَاءِ
 إِلَى نِصْفِ اللَّيْلِ الْأَوْسَطِ وَوَقْتُ صَلَاةِ
 الصُّبْحِ مِنْ طُلُوعِ الْفَجْرِ مَا لَمْ تَطْلُعِ
 الشَّمْسُ فَإِذَا طَلَعَتِ الشَّمْسُ فَأَمْسَكَ
 عَنْ الصَّلَاةِ فَإِنَّهَا تَطْلُعُ بَيْنَ قَرْنَيْ شَيْطَانٍ⁴³

Artinya: “Telah menceritakan kepadaku Ahmad bin Ibrahim Ad Duraqi, telah menceritakan kepada kami Abdushshamad, telah menceritakan kepada kami Hammam, telah menceritakan kepada kami Qatadah dari Abu Ayyub dari Abdullah bin 'Amru bahwa Rasulullah saw bersabda, "Waktu salat Zuhur adalah jika Matahari telah concong dan bayangan seseorang seperti panjangnya selama belum tiba waktu salat Asar, dan waktu salat Asar selama Matahari belum menguning, dan waktu salat Magrib selama mega merah (syafaq) belum menghilang, dan waktu salat Isya hingga tengah malam, dan waktu salat Subuh semenjak terbit fajar selama Matahari belum terbit, jika Matahari terbit,

⁴³ Shahih Muslim bi-Syarh an-Nawawi, Juzu' III, (Kairo: Darelhadith, 2018), 118.

maka janganlah melaksanakan salat, sebab ia terbit diantara dua tanduk setan.”

- b) Hadist Riwayat Ibnu al-Akwa' [Shahih Bukhari No. 561]

حَدَّثَنَا مَكِّيُّ حَدَّثَنَا يَزِيدُ بْنُ أَبِي عُبَيْدٍ
عَنْ سَلَمَةَ بْنِ الْأَكْوَعِ قَالَ كُنَّا نُصَلِّي
الْمَغْرِبَ مَعَ رَسُولِ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ
وَسَلَّمَ إِذَا تَوَارَتْ بِلَحِجَابٍ⁴⁴

Artinya: “Telah menceritakan kepada kami Maki, telah menceritakan kepada kami Yazid bin Abu 'Ubaid dari Salamah bin Al Akwa' berkata, kami salat Magrib bersama Rasulullah saw jika Matahari telah tenggelam.”

Hadis tersebut dapat dipahami bahwa Nabi pernah mengerjakan salat setelah hilangnya *syafaq* yang merupakan tanda masuknya Isya, dimana langit benar-benar telah gelap dan seluruh bintang sudah terlihat.

Mengenai *Asy-Syafaq* (mega atau rona baik merah atau putih yang tampak di langit saat terbenam) para ulama berbeda pendapat. Abdullah bin Abbas, Abdullah bin Umar, Ad-Daruquthniy, Ibnu Hibban, Abu Yusuf, Muhammad Ibnu Al Hasan, Asy-Syamaniy, Abu Daud, Malik, Imam An-Nawawiy, Ats-Tsauriy, Ibnu Abu Laila, Asy-Syafi'iy, Al Farra', Makhul, dan Thawus mengartikannya dengan *Asy-*

⁴⁴ Abi Abdillah Muhammad bin Ismail Al-Bukhari, *al-Jami' al-Shahih*, (Kairo: 1403 H), Juzu' I, 192.

Syafaq Al-Ahmar (mega merah) demikian pula tertera dalam kitab Subulus Salam, Ad-Durrar, An-Nihayah, Al-Bahr A-Raiq dan An Nahr. Sedangkan menurut Abu Hanifah, Al-Muzaniy, Al Auza'iy, Abu Al-Abbas, Umar bin Abdul Aziz dan sebuah riwayat dari Abu Hurairah arti *Asy-Syafaq* ialah *Asy-Syafaq Al-Abyadh* (mega putih).⁴⁵

3. *Syafaq* Perspektif Astronomi

Dalam ilmu falak, *syafaq* disebut sebagai cahaya senja atau *evening twilight*. Permukaan bumi tidak secara otomatis menjadi gelap saat Matahari terbenam di ufuk barat. Hal ini terjadi karena ada partikel di luar angkasa yang membiaskan sinar Matahari, sehingga walaupun sinar Matahari sudah tidak mengenai bumi, masih ada bias cahaya dari partikel tersebut. Cahaya senja awalnya berwarna kuning kemerah-merahan, tetapi seiring berjalannya waktu, bias partikel semakin berkurang, sehingga menjadi merah kehitam-hitaman.⁴⁶

Dalam ensiklopedi astronomi, *twilight* didefinisikan sebagai waktu ketika pencahayaan dari langit berkurang seiring dengan terbenamnya Matahari dan sebelum Matahari terbit. Hal ini disebabkan oleh hambatan sinar Matahari oleh partikel debu dan molekul udara di bumi. Jika bumi tidak memiliki atmosfer, langit akan gelap segera

⁴⁵ Slamet Hambali, *Ilmu Falak 1: Penentuan Awal Waktu Shalat & Arah Kiblat Seluruh Dunia*, (Semarang: Program Pascasarjana IAIN Walisongo Semarang, 2011), 129-130.

⁴⁶ Faiz Hidayat, "PENENTUAN AWAL WAKTU ISYA KEMENTERIAN AGAMA RI MENGGUNAKAN ASTROFOTOGRAFI : STUDI KASUS DI PANTAI TEGALSAMBI, KABUPATEN JEPARA," (skripsi), (Semarang: Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang), 2020, h. 23.

setelah Matahari terbenam. Namun, karena bumi memiliki atmosfer, cahaya dapat mencapai pengamat baik sebelum terbit maupun sesudah terbenam. Nama untuk cahaya yang menyebar ini adalah senja. Setelah Matahari terbenam, langit akan semakin gelap sampai tidak ada cahaya yang terlihat oleh orang yang melihatnya. Sebaliknya, cahaya pagi muncul di langit bahkan sebelum Matahari terbit.⁴⁷

Menurut WM Smart, cahaya Matahari tidak nampak lagi ketika Matahari -18° di bawah horizon (jarak zenit 108°). Menurutny, durasi antara waktu Matahari terbenam dan ketika Matahari berjarak zenith 108° disebut *duration of evening twilight*.⁴⁸ Kementerian Agama RI menggunakan konsep ketinggian Matahari -18° . Menurut teori Tono Saksono, ketinggian Matahari adalah $-11,50$, yang jika dikonversikan ke dalam satuan waktu sekitar 27 menit, sangat berbeda dengan ambang waktu 70 menit yang ditetapkan oleh Kemenag RI.⁴⁹ Saadod'ddin Djambek menyatakan bahwa hilangnya *syafaq*, atau warna merah, di langit bagian Barat adalah tanda masuknya waktu Isya.

Dalam situasi ini, titik pada Matahari berada beberapa derajat di bawah ufuk. Serupa dengan timbulnya fajar, para ahli hisab telah menetapkan jumlah yang berbeda-beda. Ada yang menetapkan 16° , ada yang 17° , ada yang 18° . Saadod'ddin Djambek sendiri berpendapat bahwa Matahari berada

⁴⁷ Siti Muslifah, 'Telaah Kritis Syafaqul Ahmar dan Syafaqul Abyadh Terhadap Akhir Maghrib dan Awal Isya', (Jurnal Ilmu Falak: ELFALAKY), (Jember: IAIN Jember), 2007, h. 17.

⁴⁸ Nur Hijriyah, "Problematika Syafaq Dan Fajar (Studi Analisis Waktu Isya Dan Subuh)", h. 72.

⁴⁹ Dian Ika Aryani, and Ibanez Sofadella Agil Aswindana. "TONO SAKSONO DALAM PENENTUAN AKHIR MEGA MERAH DI PANTAI TRISIK, KULON PROGO." *Journal of Islamic Studies and Humanities* 9.1 (2024): 1-16. h. 4-5.

di posisi ke-18 di bawah ufuk karena alasan astronomis bahwa ketika Matahari berada di posisi tersebut, seluruh permukaan bumi menjadi gelap, dan karena benda-benda di lapangan terbuka tidak dapat dilihat lagi, bintang-bintang di langit mulai terlihat. Oleh karena itu, dapat diketahui bahwa awal waktu Isya dimulai ketika posisi Matahari adalah -18° .⁵⁰

4. Macam-macam *Syafaq*

Dari penjelasan di atas, kita tahu bahwa dua fenomena *syafaq* yakni *syafaq aḥmar* dan *syafaq abyadh*, yang paling berpengaruh dalam menentukan awal dan akhir waktu salat, terutama salat Magrib dan Isya. Ada juga *syafaq ashfar*, atau mega kuning, yang merupakan cahaya kuning yang terlihat di antara kedua *syafaq* tersebut.

Secara astronomis, apabila Matahari telah dibawah ufuk, cahaya yang langsung mengenai bumi telah tidak ada, yang ada hanya cahaya yang dipantulkan dan dibiaskan oleh partikel-partikel halus yang berada di udara hingga mencapai mata pengamat. Kadar penyebaran cahaya oleh partikel-partikel tersebut berbanding sebagai kebalikan pangkat empat panjang gelombang. Gelombang yang terpendek ialah sinar biru, sedangkan yang paling panjang adalah sinar merah. Sinar merah ini yang biasa disebut mega merah (*syafaq aḥmar*).⁵¹ Ketika intensitas *syafaq aḥmar* berkurang dan memudar, ufuk barat berubah menjadi kuning. Ini adalah mega kuning atau *syafaq ashfar*. Cahaya kuning akhirnya

⁵⁰ Nihayatur Rohmah, “Syafaq & Fajar: Verifikasi dengan Aplikasi Fotometri: Tinjauan Syar’i dan Astronomi, (Yogyakarta:Semarang, 2012), h. 45.

⁵¹ Andi Muhammad Akmal and dkk, “Analisis Relevansi Syafaq Aḥmar Terhadap Akhir Waktu Salat Maghrib Perspektif Ilmu Falak,” *Hisabuna* 3, no. 3 (2022): 1–18.

melemah dan hilang, membuka jalan bagi *syafaq abyadh* atau mega putih.⁵²

Menurut ijmak, *syafaq abyadh* adalah sisa merah muda dari sinar Matahari yang muncul di langit saat Matahari terbenam. Jika kemerah-merahan ini hilang, tinggalah apa yang disebut *syafaq abyadh*, akhir dari dua *syafaq* adalah waktu untuk shalat Isya sampai terbitnya fajar.⁵³ Menurut Imam Hanifah manakala Matahari berkedudukan -19° di bawah horizon.⁵⁴

Menurut penjelasan di atas, tiga jenis *syafaq*, *syafaq ahmar*, *syafaq ashfar*, dan *syafaq abyadh*, yang mana ketiga *syafaq* tersebut berpengaruh pada penentuan awal dan akhir waktu salat, terutama salat Magrib dan Isya. Ketiga *syafaq* muncul pada tingkat pencahayaan yang berbeda di langit malam pada waktu yang berbeda, dengan *syafaq ahmar* diikuti oleh *syafaq ashfar* dan *syafaq abyadh*.⁵⁵

Secara astronomis, fenomena *twilight* dibagi menjadi tiga tingkatan, yaitu:⁵⁶

1) *Civil Twilight*

Saat Matahari berada antara 0° dan -6° di bawah ufuk. Pada saat itu, bintang-bintang yang

⁵² Yusuf Nurqilbi DY and Aminudin Noosy, "Pengkajian Syafaq Adyadh Pada Awal Waktu Isya Metode Astrofotografi". *ELFALAKY: Jurnal Ilmu Falak* 1.1 (2024). h. 106.

⁵³ Ahmad Sahal Mahfudz, *Enslikopedi Ijmak*, Jakarta: IKAPI, 1997, h. 715.

⁵⁴ Rida Ramadhani, "Perspektif Tokoh-Tokoh Ilmu Falak Tentang Syafaq dan Implikasinya Terhadap Penentuan Awal Waktu Shalat Isya", 6.

⁵⁵ Aminudin Noosy, "TELAAH MENGENAI SYAFAQ ABYADH TERHADAP AWAL WAKTU ISYA PERSPEKTIF ASTROFOTOGRAFI (Studi Kasus di Pantai Jomblom Kendal, Pantai Empurancak Jepara, dan Pantai Cipta Semarang). (Skripsi), (Semarang: Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang), 2022. h. 57.

⁵⁶ Abd Rachim, *Ilmu Falak*, Yogyakarta: Liberty, 1983, h. 38-39.

paling terang masih dapat dilihat, dan benda-benda di lapangan terbuka masih menunjukkan batas-batas bentuknya. Pada kondisi seperti ini, meskipun tidak ada pencahayaan dari bulan, cakrawala di permukaan laut tetap terlihat jelas.

2) *Nautical Twilight*

Saat Matahari berada antara -6° dan -12° di bawah ufuk. Pada saat itu, semua bintang terang sudah terlihat dan dapat dilihat, dan benda-benda di lapangan terbuka sudah nampak samar batas bentuknya. Karena keadaan alam yang gelap pada saat ini, ufuk di permukaan laut hampir tidak kelihatan. Akibatnya, tidak mungkin untuk mengukur ketinggian dengan menggunakan horison sebagai acuan.

3) *Astronomical Twilight*

Ketika Matahari berada antara -12° hingga -18° di bawah permukaan Bumi, permukaan Bumi secara otomatis akan gelap, sehingga benda-benda di lapangan terbuka sudah tidak dapat melihat batas bentuknya. Pada saat ini, semua bintang, baik yang terang maupun yang redup, dapat dilihat, dan langit malam telah benar-benar gelap, menandakan awal waktu Isya.

Ada banyak pemahaman yang berbeda tentang sudut "twilight" untuk menentukan awal waktu shalat Maghrib dan Isya (yakni hilangnya syafaq di petang hari). *Astronomical twilight*, yakni ketika Matahari berada 18 derajat di bawah horizon, dianggap sebagai waktu ketika *syafaq* hilang. Sebagian orang menetapkan kriteria tersebut terjadi ketika Matahari berada pada 17° , 19° , 20° , dan bahkan

21°. Yang lain bahkan menggunakan kriteria penambahan 90 menit, 75 menit, atau 60 menit.⁵⁷

Departemen Agama Republik Indonesia menggunakan pengamatan waktu petang untuk menentukan tinggi Matahari pada awal waktu Isya. Observasi ini dilakukan dengan melihat secara empiris kapan cahaya merah hilang di bagian barat langit, atau dengan pengertian astronomis kapan cahaya bintang di langit mencapai puncaknya. Hasil observasi menunjukkan bahwa pada saat itu, zenith Matahari berjarak 108°, dan tinggi rata-ratanya adalah -18°.⁵⁸

5. Kriteria Kemunculan *Syafaq Ahmar*

Secara bahasa *syafaq* "mega merah" berarti cahaya kemerah-merahan yang terletak di atas ufuk saat Matahari terbenam. Dalam kamus kontemporer disebutkan *syafaq* adalah sinar merah Matahari setelah terbenamnya.⁵⁹ Fenomena *syafaq* dapat dilihat dalam dua waktu yang berbeda, yaitu sebelum Matahari terbit (*syafaq* pagi) dan setelah Matahari terbenam (*syafaq* sore). Secara fikih, terdapat dua istilah *syafaq*, yaitu *syafaq merah* dan *syafaq putih*.⁶⁰

⁵⁷ Ahmad Saifulhaq Almutadi, "Syafaqul Ahmar Dan Syafaqul Abyadh," *AL - AFAQ : Jurnal Ilmu Falak Dan Astronomi* 1, no. 1 (2019): 67–88.

⁵⁸ Aminudin Noosy, "TELAAH MENGENAI SYAFAQ ABYADH TERHADAP AWAL WAKTU ISYA PERSPEKTIF ASTROFOTOGRAFI (Studi Kasus di Pantai Jomblom Kendal, Pantai Empurancak Jepara, dan Pantai Cipta Semarang), 59-60.

⁵⁹ Atabik Ali, *Kamus Kontemporer Arab-Indonesia* (Yogyakarta: Multi Karya Grafika Pondok Pesantren Krapyak, tt). H. 1140., lihat juga : Ahmad Warsan Munawir, *AL-Munawir Kamus ArabIndonesia* (Surabaya: Pustaka Progresif, 1997), h. 730.

⁶⁰ Akmal and dkk, "Analisis Relevansi Syafaq Ahmar Terhadap Akhir Waktu Salat Maghrib Perspektif Ilmu Falak." Universitas Islam Negeri Alauddin Makasar, 2022, h. 12.

Secara astronomis, apabila Matahari berada di bawah ufuk, tidak ada cahaya langsung yang mengenai bumi, cahaya hanya dipantulkan dan dibiaskan oleh partikel halus di udara sampai mencapai mata pengamat. Sebagai kebalikan pangkat empat panjang gelombang, kadar penyebaran cahaya oleh partikel-partikel tersebut berbanding lurus. Mega merah (*syafaq aḥmar*) adalah sinar merah dengan gelombang terpanjang, sedangkan gelombang biru adalah yang terpendek.⁶¹

Seberapa lama senja terlihat setelah Matahari terbenam atau sebelum Matahari terbit tergantung pada kondisi atmosfer (awan, debu, tekanan udara, suhu, dan kelembapan) dan sudut paralaks, yang merupakan sudut antara cakrawala lokal dan jalan Matahari terbenam atau terbit. Kedua sudut ini bervariasi dengan musim (terutama dengan Matahari) dan garis lintang langit. Ada juga yang mengatakan bahwa garis lintang dan waktu setahun menentukan panjang dan lamanya senja. *Twilight* umumnya lebih pendek atau lebih cepat di daerah khatulistiwa dibandingkan dengan daerah lintang yang tinggi. Biasanya, senja astronomi berlangsung satu jam di khatulistiwa dan satu setengah jam di New York. Awan bisa mempersingkat durasi senja atau tahapan gelapnya.

Jika awan padat dan menggelapkan langit, terutama jika mereka menghalangi sinar Matahari atau mereka dapat memperpanjang durasi atau mencerahkan tahapannya. Jika langit cerah di sebelah barat di bawah cakrawala sinar Matahari memungkinkan untuk mencerminkan dari awan.⁶²

⁶¹ Abd Rachim, *Ilmu Falak*, 38-39.

⁶² Akmal and dkk, "Analisis Relevansi Syafaq Aḥmar Terhadap Akhir Waktu Salat Maghrib Perspektif Ilmu Falak." Universitas Islam Negeri Alauddin Makasar, 2022, h. 13

Seperti yang bisa dilihat dari penjelasan diatas, maka dapat diketahui bahwa walaupun Matahari dibawah ufuk, langit sudah nampak terang. Hal ini disebabkan adanya udara melingkupi bumi kita sehingga cahaya dipantulkan oleh udara ke mata kita sehingga nampak terang. Jika tidak ada udara, langit akan terang saat terbit Matahari begitu pula sebaliknya.

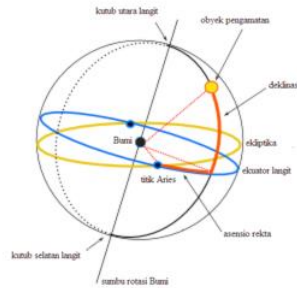
B. Deklinasi Matahari

Deklinasi adalah jarak titik pusat benda langit sepanjang lingkaran deklinasi sampai ke ekuator.⁶³ Deklinasi Matahari (*al-Mail al-Syams*) didefinisikan sebagai jarak Matahari dari lingkaran ekuator diukur sepanjang lingkaran waktu yang melalui Matahari itu hingga ke titik pusat Matahari tersebut.⁶⁴ Dalam astronomi dilambangkan dengan δ (delta). Bumi (*Arḍ*) adalah salah satu dari delapan planet yang mengitari Matahari. Dengan bentuknya yang menyerupai bola, Bumi terletak pada khatulistiwa dengan diameter 12.756.776 km. Meskipun jarak antara Bumi dan kutub adalah 12.713.824 km, dapat disimpulkan bahwa perbedaan diameter inilah yang membuat Bumi tidak benar-benar bulat, tetapi lebih mirip dengan *ellipsoid*. Sementara pada Matahari berjarak rata-rata 150 juta km, atau 149.674.000 km, darinya.⁶⁵

⁶³ Hilma Wardatun Nur, *ANALISIS PERBEDAAN LINTANG TEMPAT DANDEKLINASI MATAHARI DALAM FORMULASI AWAL WAKTUSALAT*, h. 28.

⁶⁴ Mustofa Ahyar, Yudhiakto Pramudya, and Abu Yazid Raisal, "Penentuan Awal Waktu Subuh Menggunakan Sky Quality Meter Pada Variasi Deklinasi Matahari," *Prosiding SNFA (Seminar Nasional Fisika Dan Aplikasinya)*, 2018, 184–89.

⁶⁵ Muhyiddin Khazin, *Ilmu falak (dalam teori dan Praktik)*, h. 39.



Gambar 2. 1 Deklinasi Matahari

Kemiringan ekliptika terhadap ekuator yang mengakibatkan adanya deklinasi pada Matahari.⁶⁶ Nilai deklinasi Matahari berubah setiap hari, tetapi relatif konstan setiap tahunnya. Nilai deklinasi Matahari bernilai positif (+) jika di utara ekuator dan bernilai negatif (-) jika di selatan ekuator.⁶⁷ Nilai deklinasi terbesar Matahari adalah $23^{\circ} 26' 30''$.⁶⁸ Jika dibulatkan menjadi $23^{\circ} 27'$. Pada tanggal 21 Maret, Matahari berada di Khattulistiwa (Equator) dengan deklinasi 0° . Kemudian, secara bertahap, Matahari bergerak ke arah utara dan semakin jauh dari Khattulistiwa. Pada tanggal 21 Juni, Matahari mencapai kedudukannya yang paling jauh dari Khatulistiwa, yang berjarak $23^{\circ} 27'$ utara.

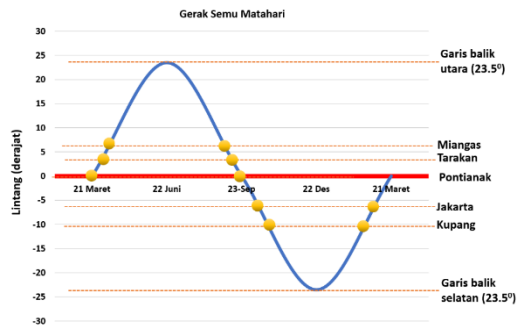
Setelah itu, Matahari bergerak menuju Khatulistiwa setiap hari dan semakin dekat dengannya hingga pada tanggal 23 September ia kembali ke tempatnya. Pada tanggal 22 Desember, ia mencapai tempat

⁶⁶ Nur Hijriah, "FORMULASI AKHIR WAKTU SALAT ISYA DI INDONESIA DALAM PERSPEKTIF FIKIH DAN ASTRONOMI". h. 37.

⁶⁷ Dinar Esti Mulyani, "PENERAPAN ALGORITMA DEKLINASI MATAHARI DAN EQUATION OF TIME JEAN MEEUS LOW ACCURACY UNTUK MENENTUKAN ARAH KIBLAT". Skripsi, (Semarang: Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang), 2022. h. 23.

⁶⁸ Susiknan Azhari, *ILMU FALAK: Perjumpaan Khazanah Islam dan Sains Modern* (Yogyakarta: Suara Muhammadiyah, 2007), cet. II, 26.

yang paling jauh dari Khatulistiwa, yang berjarak $23^{\circ}27'$ selatan. Akhirnya Matahari bergerak balik ke Khatulistiwa. Matahari terus mendekati Khatulistiwa secara bertahap setiap hari hingga pada tanggal 21 Maret, Matahari kembali tepat di sana.⁶⁹



Gambar 2. 2 Grafik Nilai Deklinasi Matahari

Nilai deklinasi Matahari dan nilai lintang tempat merupakan nilai yang penting dan harus ada dalam penentuan awal Waktu salat, karena nilai tersebut berkaitan dengan Matahari sebagai acuan dalam penentuan arah kiblat dalam menentukan nilai deklinasi Matahari dapat menggunakan berbagai cara baik dengan perhitungan atau sebuah alat.

Hasil penelitian memperoleh hasil data bahwa perbedaan lintang tempat dan deklinasi Matahari berpengaruh pada awal waktu salat. Semakin ke selatan, awal waktu konsisten semakin cepat pada waktu Dzuhur, Ashar, dan Magrib. Pada waktu Subuh dan Isya sering

⁶⁹ H. Abbas Padil, “Dasar-Dasar Ilmu Falak Dan Tataordinat: Bola Langit Dan Peredaran Matahari,” *Al-Daulah* 2, no. 2 (2013): 195–214.

terjadi inkonsisten perubahan awal waktu yang berada dekat dengan garis khatulistiwa.⁷⁰

⁷⁰ Hilma Wardatun Nur, *ANALISIS PERBEDAAN LINTANG TEMPAT DAN DEKLINASI MATAHARI DALAM FORMULASI AWAL WAKTUSALAT*, h. 58-59.

BAB III

OBSERVASI SYAFAQ AHMAR MENGGUNAKAN SKY QUALITY METER DI LOKASI PENGAMATAN

A. Menara Rukyat Desa Banyuurip Kecamatan Senori Kabupaten Tuban

1. Letak Astronomis

Bukit Banyu Urip, di Kecamatan Senori, Kabupaten Tuban, adalah salah satu lokasi di mana rukyatul hilal dilakukan pada bulan tertentu. Menurut informasi, bukit ini terletak di titik koordinat $-7^{\circ} 03' 35''$ LS $111^{\circ} 41' 17''$ BT dan memiliki elevasi 260 meter di atas permukaan laut menurut GPS.⁷¹ Tingkat kecerlangan langit daerah Desa Banyuurip dalam skala Bortle termasuk kategori kelas 4⁷². Dengan nilai kecerlangan langit 21,39 mag/arcsec². Adapun penampakan Matahari terbenam daerah desa Banyuurip setiap tahun relatif sama. Berdasarkan data yang penulis ambil dari *Astronomical Application Departemnt of The U.S. Naval Observatory*, data Matahari terbenam dari tahun 2022 sampai 2024 daerah Desa Banyuurip Kecamatan Senori Kabupaten Tuban relatif sama setiap tahunnya.

⁷¹ Imroatus Sakinah, "STUDI KELAYAKAN TEMPAT RUKYATULHILAL DI BUKIT BANYU URIP KECAMATAN SENORI KABUPATEN TUBAN DALAM PERSPEKTIF ASTRONOMIS GEOGRAFIS", Skripsi. (Surabaya: Universitas Islam Negeri Sunan Ampel), 2019, h. 61.

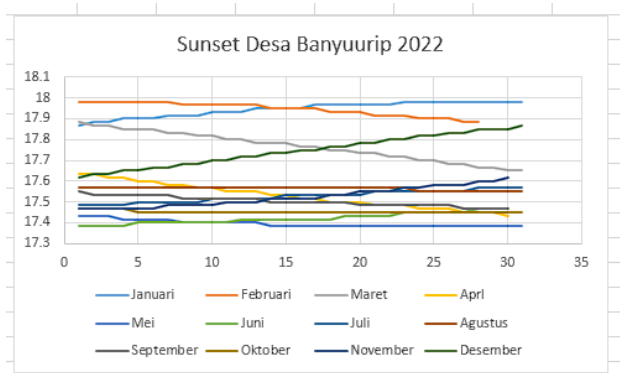
⁷² Dalam skala Bortle, kelas 4 dinamakan langit pedesaan, dimana nilai kecerlangan langit 20,8 – 21,3 mag/arcsec². Dimana langit malam masih terlihat sangat jelas, bintang-bintang dan cahaya zodiac masih terlihat jelas.

Table of Sunrise/Sunset, Moonrise/Moonset, or Twilight Times for an Entire Year

o . o .		Rise and Set for the Sun for 2022												Astronomical Applications Dept. U. S. Naval Observatory Washington, DC 20392-5420	
Location: E111 42, 587 04		Zone: 7h East of Greenwich													
Day	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Day	Jan.	Feb.
Rise	Set	Rise	Set	Rise	Set	Rise	Set	Rise	Set	Rise	Set	Rise	Set	Rise	Set
h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m
01	0521 1752	0534 1759	0538 1753	0536 1738	0535 1726	0539 1723	0546 1729	0545 1734	0534 1733	0518 1728	0506 1728	0507 1737	02	0521 1753	0535 1759
02	0521 1753	0535 1759	0538 1752	0536 1738	0535 1726	0539 1723	0546 1729	0545 1734	0534 1732	0518 1728	0506 1728	0507 1738	03	0522 1753	0535 1759
03	0522 1753	0535 1759	0538 1752	0536 1737	0535 1726	0539 1723	0546 1729	0545 1734	0533 1732	0517 1728	0506 1728	0508 1738	04	0522 1754	0535 1759
04	0522 1754	0535 1759	0538 1751	0536 1737	0535 1725	0540 1723	0546 1729	0545 1734	0533 1732	0517 1728	0506 1728	0508 1739	05	0523 1754	0535 1759
05	0523 1754	0535 1759	0538 1751	0536 1736	0535 1725	0540 1724	0546 1730	0545 1734	0532 1732	0516 1727	0505 1728	0508 1739	06	0523 1754	0536 1759
06	0523 1754	0536 1759	0538 1751	0536 1736	0535 1725	0540 1724	0546 1730	0544 1734	0532 1732	0516 1727	0505 1728	0509 1740	07	0524 1755	0536 1759
07	0524 1755	0536 1759	0538 1750	0535 1735	0535 1725	0540 1724	0546 1730	0544 1734	0531 1732	0515 1727	0505 1729	0509 1740	08	0524 1755	0536 1759
08	0524 1755	0536 1759	0538 1750	0535 1735	0535 1724	0541 1724	0546 1730	0544 1734	0531 1731	0515 1727	0505 1729	0509 1741	09	0525 1755	0537 1759
09	0525 1755	0537 1759	0538 1749	0535 1734	0535 1724	0541 1724	0547 1730	0543 1734	0530 1731	0514 1727	0505 1729	0510 1741	10	0525 1756	0537 1759
10	0525 1756	0537 1759	0538 1749	0535 1734	0535 1724	0541 1724	0547 1731	0543 1734	0530 1731	0514 1727	0505 1729	0510 1742	11	0526 1756	0537 1759
11	0526 1756	0537 1759	0538 1748	0535 1733	0535 1724	0541 1724	0547 1731	0543 1734	0529 1731	0513 1727	0505 1730	0510 1742	12	0526 1756	0537 1759
12	0526 1756	0537 1759	0538 1748	0535 1733	0535 1724	0542 1725	0547 1731	0543 1734	0528 1731	0513 1727	0505 1730	0511 1743	13	0527 1757	0537 1759
13	0527 1757	0537 1759	0538 1747	0535 1733	0535 1724	0542 1725	0547 1731	0542 1734	0528 1731	0512 1727	0505 1730	0511 1743	14	0527 1757	0537 1759
14	0527 1757	0537 1759	0538 1747	0535 1732	0536 1723	0542 1725	0547 1731	0542 1734	0527 1730	0512 1727	0505 1731	0512 1744	15	0528 1757	0537 1759
15	0528 1757	0537 1759	0538 1747	0535 1732	0536 1723	0542 1725	0547 1732	0542 1734	0527 1730	0512 1727	0505 1731	0512 1744	16	0528 1757	0538 1759
16	0528 1757	0538 1759	0538 1746	0535 1731	0536 1723	0542 1725	0547 1732	0541 1734	0526 1730	0511 1727	0505 1731	0513 1745	17	0529 1758	0538 1759
17	0529 1758	0538 1759	0538 1746	0535 1731	0536 1723	0543 1725	0547 1732	0541 1734	0526 1730	0511 1727	0505 1731	0513 1745	18	0529 1758	0538 1759
18	0529 1758	0538 1759	0538 1745	0535 1730	0536 1723	0543 1726	0547 1732	0540 1734	0525 1730	0510 1727	0505 1732	0513 1746	19	0530 1758	0538 1759
19	0530 1758	0538 1759	0537 1745	0535 1730	0536 1723	0543 1726	0547 1732	0540 1734	0525 1730	0510 1727	0505 1732	0514 1746	20	0530 1758	0538 1759
20	0530 1758	0538 1759	0537 1744	0535 1730	0536 1723	0543 1726	0547 1732	0540 1734	0524 1729	0510 1727	0505 1733	0514 1747	21	0530 1758	0538 1759
21	0530 1758	0538 1759	0537 1744	0535 1729	0537 1723	0544 1726	0547 1733	0539 1734	0524 1729	0509 1727	0505 1733	0515 1747	22	0531 1758	0538 1759
22	0531 1758	0538 1759	0537 1743	0534 1729	0537 1723	0544 1727	0547 1733	0539 1734	0523 1729	0509 1727	0505 1733	0515 1748	23	0531 1759	0538 1759
23	0531 1759	0538 1759	0537 1743	0534 1729	0537 1723	0544 1727	0547 1733	0538 1734	0522 1729	0509 1727	0505 1734	0516 1748	24	0532 1759	0538 1759
24	0532 1759	0538 1759	0537 1742	0534 1728	0537 1723	0544 1727	0547 1733	0538 1733	0522 1729	0508 1727	0505 1734	0516 1749	25	0532 1759	0538 1759
25	0532 1759	0538 1759	0537 1742	0534 1728	0537 1723	0544 1727	0546 1733	0538 1733	0521 1729	0508 1727	0506 1735	0517 1749	26	0532 1759	0538 1759
26	0532 1759	0538 1759	0537 1741	0534 1728	0538 1723	0545 1727	0546 1733	0537 1733	0521 1729	0508 1727	0506 1735	0517 1750	27	0533 1759	0538 1759
27	0533 1759	0538 1759	0537 1741	0534 1727	0538 1723	0545 1728	0546 1733	0537 1733	0520 1728	0507 1727	0506 1735	0518 1750	28	0533 1759	0538 1759
28	0533 1759	0538 1759	0536 1740	0534 1727	0538 1723	0545 1728	0546 1734	0536 1733	0520 1728	0507 1727	0506 1736	0519 1751	29	0534 1759	0538 1759
29	0534 1759	0538 1759	0536 1740	0534 1727	0538 1723	0545 1728	0546 1734	0536 1733	0519 1728	0507 1727	0506 1736	0519 1751	30	0534 1759	0538 1759
30	0534 1759	0538 1759	0536 1739	0535 1726	0538 1723	0545 1728	0546 1734	0535 1733	0519 1728	0507 1727	0507 1737	0520 1751	31	0534 1759	0538 1759
31	0534 1759	0538 1759	0536 1739	0535 1726	0538 1723	0545 1728	0546 1734	0535 1733	0519 1728	0507 1727	0507 1737	0520 1751			

(Gambar 3. 1 Data Matahari Terbenam Desa Banyuurip Tahun 2022¹⁰⁰

⁷³ https://aa.usno.navy.mil/data/RS_OneYear dikases pada tanggal 8 Oktober 2024 pukul 14:32 WIB.



Gambar 3. 2 Grafik Data Matahari Terbenam Desa Banyuurip Tahun 2022

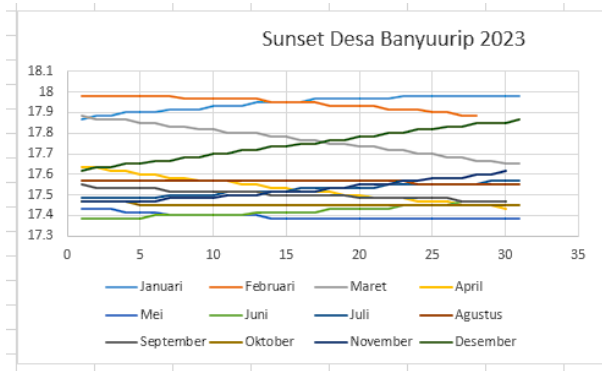
Table of Sunrise/Sunset, Moonrise/Moonset, or Twilight Times for an Entire Year

0 0		Rise and Set for the Sun for 2023												Astronomical Applications Dept. U. S. Naval Observatory Washington, DC 20392-5420										
Location: E111 42, S87 04		Zone: 7h East of Greenwich																						
	Jan.	Feb.		Mar.		Apr.		May		June		July		Aug.		Sept.		Oct.		Nov.		Dec.		
Day	Rise	Set	Rise	Set	Rise	Set	Rise	Set	Rise	Set	Rise	Set	Rise	Set	Rise	Set	Rise	Set	Rise	Set	Rise	Set	Rise	Set
	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m
01	0521 1752	0534 1759	0538 1753	0536 1738	0535 1726	0539 1723	0545 1729	0545 1734	0534 1733	0518 1728	0506 1728	0507 1737												
02	0521 1753	0535 1759	0538 1752	0536 1738	0535 1726	0539 1723	0546 1729	0545 1734	0534 1732	0518 1728	0506 1728	0507 1738												
03	0522 1753	0535 1759	0538 1752	0536 1737	0535 1726	0539 1723	0546 1729	0545 1734	0533 1732	0517 1728	0506 1728	0508 1738												
04	0522 1754	0535 1759	0538 1752	0536 1737	0535 1725	0540 1723	0546 1729	0545 1734	0533 1732	0517 1728	0506 1728	0508 1739												
05	0523 1754	0535 1759	0538 1751	0536 1736	0535 1725	0540 1723	0546 1729	0545 1734	0532 1732	0516 1727	0505 1728	0508 1739												
06	0523 1754	0536 1759	0538 1751	0536 1736	0535 1725	0540 1724	0546 1730	0544 1734	0532 1732	0516 1727	0505 1728	0508 1739												
07	0524 1755	0536 1759	0538 1750	0535 1735	0535 1725	0540 1724	0546 1730	0544 1734	0531 1732	0515 1727	0505 1729	0509 1740												
08	0524 1755	0536 1759	0538 1750	0535 1735	0535 1724	0540 1724	0546 1730	0544 1734	0531 1731	0515 1727	0505 1729	0509 1740												
09	0525 1755	0536 1759	0538 1749	0535 1734	0535 1724	0541 1724	0546 1730	0544 1734	0530 1731	0514 1727	0505 1729	0510 1741												
10	0525 1756	0537 1759	0538 1749	0535 1734	0535 1724	0541 1724	0547 1731	0543 1734	0530 1731	0514 1727	0505 1729	0510 1741												
11	0526 1756	0537 1759	0538 1748	0535 1734	0535 1724	0541 1724	0547 1731	0543 1734	0529 1731	0513 1727	0505 1730	0510 1742												
12	0526 1756	0537 1759	0538 1748	0535 1733	0535 1724	0541 1724	0547 1731	0543 1734	0529 1731	0513 1727	0505 1730	0511 1743												
13	0527 1757	0537 1759	0538 1748	0535 1733	0535 1724	0542 1725	0547 1731	0542 1734	0528 1731	0512 1727	0505 1730	0511 1743												
14	0527 1757	0537 1757	0538 1747	0535 1732	0536 1723	0542 1725	0547 1731	0542 1734	0528 1731	0512 1727	0505 1730	0512 1744												
15	0528 1757	0537 1757	0538 1747	0535 1732	0536 1723	0542 1725	0547 1732	0542 1734	0527 1730	0512 1727	0505 1731	0512 1744												
16	0528 1757	0538 1757	0538 1746	0535 1731	0536 1723	0542 1725	0547 1732	0541 1734	0526 1730	0511 1727	0505 1731	0512 1745												
17	0529 1758	0538 1757	0538 1746	0535 1731	0536 1723	0543 1725	0547 1732	0541 1734	0526 1730	0511 1727	0505 1731	0513 1745												
18	0529 1758	0538 1756	0538 1745	0535 1731	0536 1723	0543 1726	0547 1732	0541 1734	0525 1730	0510 1727	0505 1732	0514 1746												
19	0529 1758	0538 1756	0537 1745	0535 1730	0536 1723	0543 1726	0547 1732	0540 1734	0525 1730	0510 1727	0505 1732	0514 1746												
20	0530 1758	0538 1756	0537 1744	0535 1730	0536 1723	0543 1726	0547 1732	0540 1734	0524 1730	0510 1727	0505 1732	0514 1747												
21	0530 1758	0538 1756	0537 1744	0535 1729	0537 1723	0544 1726	0547 1733	0539 1734	0524 1729	0509 1727	0505 1733	0515 1747												
22	0531 1758	0538 1755	0537 1743	0535 1729	0537 1723	0544 1726	0547 1733	0539 1734	0523 1729	0509 1727	0505 1733	0515 1748												
23	0531 1759	0538 1755	0537 1743	0534 1729	0537 1723	0544 1727	0547 1733	0539 1734	0523 1729	0509 1727	0505 1734	0516 1748												
24	0532 1759	0538 1755	0537 1742	0534 1728	0537 1723	0544 1727	0547 1733	0538 1733	0522 1729	0508 1727	0505 1734	0516 1749												
25	0532 1759	0538 1754	0537 1742	0534 1728	0537 1723	0544 1727	0546 1733	0538 1733	0521 1729	0508 1727	0506 1734	0517 1749												
26	0532 1759	0538 1754	0537 1741	0534 1728	0538 1723	0545 1727	0546 1733	0537 1733	0521 1729	0508 1727	0506 1735	0517 1750												
27	0533 1759	0538 1753	0537 1741	0534 1727	0538 1723	0545 1728	0546 1733	0537 1733	0520 1728	0507 1727	0506 1735	0518 1750												
28	0533 1759	0538 1753	0537 1740	0534 1727	0538 1723	0545 1728	0546 1733	0536 1733	0520 1728	0507 1727	0506 1736	0518 1750												
29	0533 1759		0536 1740	0534 1727	0538 1723	0545 1728	0546 1734	0536 1733	0519 1728	0507 1727	0506 1736	0519 1751												
30	0534 1759		0536 1739	0534 1726	0538 1723	0545 1728	0546 1734	0535 1733	0519 1728	0507 1727	0507 1737	0519 1751												
31	0534 1759		0536 1739		0539 1723		0546 1734	0535 1733		0508 1727		0520 1752												

Add one hour for daylight time, if and when in use.

**Gambar 3. 3 Data Matahari Terbenam Desa Banyuurip
Tahun 2023⁷⁴**

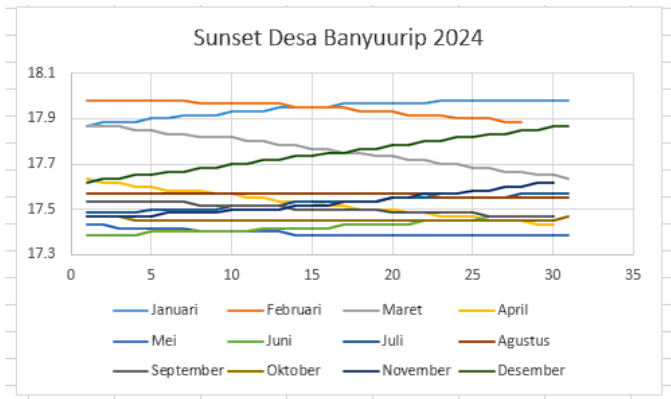
⁷⁴ https://aa.usno.navy.mil/data/RS_OneYear diakses pada tanggal 8 Oktober 2024 pukul 14:32 WIB.



Gambar 3. 4 Grafik Data Matahari Terbenam Desa Banyuurip Tahun 2023

Gambar 3. 5 Data Matahari Terbenam Desa Banyuurip Tahun 2024¹⁰²

⁷⁵ https://aa.usno.navy.mil/data/RS_OneYear dikases pada tanggal 8 Oktober 2024 pukul 14:32 WIB.



Gambar 3. 6 Grafik Data Terbenamnya Matahari Desa Banyuurip Tahun 2024

Dari gambar grafik diatas, dapat disimpulkan bahwa intensitas Matahari terbenam daerah Desa Banyuurip relatif konstan setiap tahunnya, karena lokasi daerah yang masih tergolong minim polusi cahaya, belum ada gedung-gedung tinggi yang menghalangi jarak pandang dan cahaya buatan, selain itu, faktor cuaca dan iklim juga mempengaruhi yang mana daerah Desa Banyuurip bukan daerah berkabut, cuaca yang ada hanya terdapat hujan dan panas.

2. Letak Geografis

Desa Banyuurip merupakan salah satu desa yang berada di wilayah Kabupaten Tuban, lebih tepatnya di wilayah Kecamatan Senori. Wilayah Kecamatan Senori sendiri merupakan kecamatan yang berada di wilayah Kabupaten Tuban paling selatan, berbatasan langsung dengan Kecamatan Bangilan dan Singgahan untuk bagian Utara, sebelah Timur berbatasan dengan Kecamatan Parengan, wilayah Selatan berbatasan langsung dengan Kecamatan Malo Kabupaten Bojonegoro dan

berbatasan dengan Kecamatan Kedawen Kabupaten Bojonegoro untuk wilayah Barat.⁷⁶



Gambar 3. 7 Peta Kecamatan Senori Kabupaten Tuban

Terletak di ujung selatan Kecamatan Senori, Kabupaten Tuban, Bukit Banyu Urip memiliki potensi alam dan sejarah yang indah. Dari pusat Kota Tuban, yang berjarak 56 km, membutuhkan waktu sekitar dua jam. Akses jalan menuju Desa Bukit Banyu Urip Kecamatan Senori ini cukup mudah dilalui oleh kendaraan pribadi. Dari pusat Kota Tuban menuju ke arah Selatan Kecamatan Senori Kabupaten Tuban berjarak 56 km. Mulai masuk perjalanan ke Desa Banyu Urip hingga di atas bukit para pengunjung akan disuguhi oleh hamparan padi, pepohonan kelapa, dan bangunan rumah tua peninggalan zaman Belanda yang masih berdiri kokoh di atas perbukitan. Rumah tua ini sering dijuluki *,loji klunthung'* oleh masyarakat setempat.⁷⁷

⁷⁶ https://id.m.wikipedia.org/wiki/Senori,_Tuban. Diakses pada tanggal 09 Oktober tahun 2024 pada pukul 13:30 WIB.

⁷⁷ Imroatus Sakinah, "STUDI KELAYAKAN TEMPAT RUKYATULHILAL DI BUKIT BANYU URIP KECAMATAN SENORI KABUPATEN TUBAN DALAM PERSPEKTIF ASTRONOMIS GEOGRAFIS", h. 56.

Selain itu, ada bangunan menara *Rukyatul hilal* dan goa Jepang di depan kantor PT.Pertamina EP yang dulunya digunakan sebagai tempat penyimpanan senjata api oleh pasukan Jepang.

B. 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 antar bintang dan kecerlangan bintang-bintang yang terintergrasi dan galaksi yang redup adalah komponen utama luar angkasa. Di dalam atmosfer sebagian 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.⁷⁸ *Magnitude* (mag) adalah satuan untuk intensitas cahaya, yang bergantung logaritmik pada unit *Candela* dan ditunjukkan dalam satuan astronomi dalam mag/arcsec².

Banyak hal membentuk kecerlangan langit, yang kita sebut sebagai komponen atau unsur-unsurnya. Berikut dalam satuan S10.

⁷⁸ Andrew Newman, Advisors Stefan Westerhoff, and Michael Prouza, "Sky Brightness Variation Measured at Auger Observatory," 2006, 1–13.

Component	$V_{\text{zenith}} / S_{10}$ units
Airglow	145
Zodiacal light	60
Starlight	
$V > 20$, integrated light	< 55
scattered light by interstellar dust	10
Extragalactic light	~ 1
Total	220

Gambar 3. 8 Unsur-unsur Pembentuk Kecerlangan Langit¹⁰⁶

a) *Air Glow*

Air glow adalah hasil dari reaksi kimia di mana energi Matahari diserap dan dilepaskan kembali dalam bentuk radiasi. Karena tidak ada "efek dinding" di atmosfer atas, energi yang tersimpan dilepaskan secara bertahap dan tidak cepat. Oleh karena itu, *airglow* adalah emisi foton yang dihasilkan oleh komponen atmosfer secara langsung atau tidak langsung dari radiasi elektromagnetik Matahari. Atom, molekul, atau spesies ionik mereka berada dalam keadaan tereksitasi dalam banyak dari reaksi ini.⁸⁰

⁷⁹ 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, h. 6-7.

⁸⁰ Departmen Fisika Universitas Shivaji Kolhapur, "Night Airglow Emissions", https://shodhganga.inflibnet.ac.in/bitstream/10603/4353/8/08_chapter%203.pdf diakses pada tanggal 09 Oktober 2024, pukul. 14:41 WIB, h. 97—98.



Gambar 3. 9 Penampakan Air Glow

Airglow terbagi menjadi tiga kategori: cahaya malam (*night glow*), cahaya senja, dan cahaya siang (*day glow*). *Night Glow* terjadi pada malam hari ketika hampir tidak ada sinar Matahari langsung atau *Rayleigh* tersebar. *Twilight Glow*, *Emisi Airglow*, terjadi ketika sinar Matahari bersinar di daerah yang memancarkan atmosfer dari bawah, dengan sudut zenit antara 90 dan 110 derajat. Dan *Day Glow*, terjadi ketika sinar Matahari memasuki atmosfer dari atas, dengan sudut zenith antara 0 dan 90 derajat.⁸¹

b) Sky Glow

Cahaya buram yang muncul di langit di atas kota-kota pada malam hari yang disebabkan oleh cahaya buatan seperti lampu gedung atau permukiman, lalu lintas, kendaraan, dan lain sebagainya, dikenal sebagai polusi cahaya atau *sky glow*. Selama beberapa tahun terakhir, penelitian tentang cahaya langit telah dilakukan di wilayah yang luas. Serial waktu telah dibuat dalam berbagai kondisi langit dan meteorologi.⁸²

⁸¹ Departmen Fisikia Universitas Shivaji Kolhapur, "Night Airglow Emissions", h. 98-99.

⁸² Mayo Rizky Satria "PENGARUH KECERLANGAN LANGIT TERHADAP VISIBILITAS HILAL", Skripsi (Semarang: Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang), 2018. h, 29.



Gambar 3. 10 Penampakan *Sky Glow*

Dalam hal polusi cahaya, *skyglow* berasal dari sumber cahaya buatan, seperti penerangan listrik yang digunakan untuk penerangan, dan dari gas. Cahaya menyebar yang dapat dilihat dari jarak jauh terjadi ketika cahaya merambat ke atmosfer langsung dari sumber yang diarahkan ke atas atau yang tidak terlindung sepenuhnya. Selain itu, cahaya dapat merambat kembali ke tanah melalui refleksi dari permukaan tanah atau sumber lainnya. Salah satu cara yang paling umum untuk melihat sinar langit buatan adalah sebagai kilauan cahaya yang bersinar di atas kota-kota dan kota-kota. Namun, sinar langit dapat ditemukan di seluruh dunia maju.⁸³

c) *Syafaq*

Ada kalanya langit berwarna oranye, merah, atau kuning saat Matahari Maghrib atau terbenam di ufuk barat. Kecuali warna putih tersebar di seluruh ufuk, warna tersebut akan hilang. Sementara Matahari berada di bawah ufuk, cahaya meredup

⁸³ Sabrina Schnitt, "Temperature Stability of the Sky Quality Meter", Journal Sensor, vol. 13, September 2013, h. 12166-12167.

dan kemudian lenyap kecuali cahaya zodiak muncul di atas ufuk.⁸⁴

C. Tinjauan Umum *Sky Quality Meter*

1. Pengertian

Perusahaan Unihedron membuat perangkat yang disebut *Sky Quality Meter* (SQM) untuk digunakan oleh para astronom amatir untuk mengumpulkan data kecerlangan langit.⁸⁵ Kecerahan yang dihasilkan dari alat SQM dalam mag/arcsec². Magnitudo merupakan satuan astronomi untuk terang suatu bintang. *Arcsec* merupakan busur derajat yang dibagi menjadi detik. Suatu lingkaran dapat dibagi menjadi 360°. ⁸⁶ Masing-masing derajatnya dibagi menjadi 60 menit dan tiap menitnya dibagi menjadi 60 detik. Sehingga satuan terkecil dari bagian pada lingkaran adalah busur detik (*arcsec*). Data yang dibaca dari SQM dibaca menggunakan aplikasi *Unihedron Device Manager* (UDM). Satuan *magnitude per square arc second* (mag/arsec² atau mpsas) digunakan untuk menampilkan data kecerlangan langit yang direkam oleh *Sky Quality Meter* (SQM). Yang dimaksud Mpsas adalah besaran nilai kecerlangan langit yang tersebar per satuan detik dari busur persegi langit. Dalam pembacaan datanya,

⁸⁴ Arwin Juli Rakhmadi Butar-Butar, *Fajar & Syafak: Dalam Kesarjanaan Astronom Muslim dan Ulama Nusantara*, (Yogya: LKiS, 2018), h. 2.

⁸⁵ Ahmad Abrar “ANALISIS PENENTUAN WAKTU SALAT ISYA’ BERDASARKAN SYAFAQ ABYAD DI PULAU MSALEMBU, KABUPATEN SUMENEP, JAWA TIMUR”, (Skripsi), (Semarang: Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang), 2021, h. 29.

⁸⁶ Amalia Solikhah “PENENTUAN AWAL WAKTU MAGHRIB MENURUT IMAM AL-GHAZALI DALAM KITAB IHYA’ ULUMUDDIN”, (Skripsi), (Semarang: Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang), 2021, h. 44.

semakin besar nilai magnitudonya, semakin gelap kecerlangan langit, dan sebaliknya, semakin terang kondisi langit ketika nilai magnitudonya lebih kecil.⁸⁷

Nilai yang dibaca oleh SQM dapat dipengaruhi oleh kondisi saat melihat dan polusi cahaya.⁸⁸ SQM digunakan untuk mengambil data-data ilmiah dan penelitian yang berkaitan dengan :⁸⁹

- 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 objekobjek 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 bintik 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;
- h. Penelitian kesesuaian kicau burung dengan kehadiran cahaya.

⁸⁷ M. Basthoni, “EFEK POLUSI CAHAYA TERHADAP PENENTUAN AWAL WAKTU SUBUH DI INDONESIA”, (Desertasi), (Semarang: Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang), 2022, h. 104.

⁸⁸ Amalia Solikhah “PENENTUAN AWAL WAKTU MAGHRIB MENURUT IMAM AL-GHAZALI DALAM KITAB IHYA’ ULUMUDDIN”, h. 45.

























⁸⁹ Adi Damanhuri, *Pengamatan Dan Penelitian Awal Waktu Subuh: Semua Bisa Melakukannya* (Sidoarjo: Nizamia Learning Center, 2020). h. 14.

Pada dasarnya, para ilmuwan dan pegiat astronomi telah menguji hasil alat tersebut. Karena spesifikasinya yang memadai, bentuknya yang sederhana, dan kemudahan penggunaannya, para pegiat astronomi sangat merekomendasikan alat tersebut untuk kegiatan observasi langit malam. Meskipun ada banyak jenis *Sky Quality Meter* dan masing-masing akan menghasilkan hasil yang berbeda tergantung pada spesifikasi alat, ada sedikit perbedaan dalam biaya alat.⁹⁰

2. Macam-macam *Sky Quality Meter*

SQM dibuat dengan beberapa model berdasar spesifikasi yang berbeda dari setiap tipenya seperti bidang pandang, pengukuran otomatis, data logger maupun kemampuan mengkomunikasikan data. Untuk detail jenisnya bisa dilihat pada tabel berikut:

Sky Quality Meter comparison

Model	SQM	SQM-L	SQM-LF	SQM-LU	SQM-LU-IL	SQM-LR
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	 Single	 Single	 Single / Continuous

Gambar 3. 11 Perbandingan Jenis SQM¹¹⁸

⁹⁰ Muhammad Fikky Burhanuddin, "Pengaruh Jarak Zenith Sky Quality Meter Terhadap Hasil Observasi Fajar Shodiq", (Skrripsi), (Semarang: Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang), 2021, h. 56.

⁹¹ Unihedron, "SQM comparison," diakses 22 Oktober 2024 pukul 15:06 WIB, <http://unihedron.com/projects/darksky/comparison/>

1) SQM

SQM generasi pertama yaitu dengan dibekali tampilan pembaca data yang dapat dilihat secara langsung oleh pengamat dengan bidang yang luas. Fitur dan spesifikasi SQM generasi pertama diantaranya yaitu:

- a. *Half Width Half Maximum* (HWHM) dari sensitivitas sudut adalah 42 derajat.
- b. Dibekali baterai 9 Volt.
- c. Mempunyai ukuran 3,8 x 2,4 x 1 inch.⁹²

2) SQM-L (*Lens*)

SQM generasi kedua memiliki lensa dan fungsi yang sebanding dengan SQM generasi pertama. Perbedaanya, SQM-L memiliki bidang pandang yang lebih sempit, yang berarti hasilnya lebih akurat. Ini karena bidang pandang yang lebih sempit akan mengurangi jumlah cahaya yang masuk ke area sensor. Fitur dan spesifikasi SQM jenis ini adalah sebagai berikut:

- a. Baterai 9V;
- b. Mempunyai ukuran SQM 92 x 67 x 28 mm;
- c. Mempunyai berat 0,14 kg;
- d. Waktu maksimal pengambilan sampel cahaya 80 detik.⁹³

3) SQM-LE (*Lens Ethernet*)

SQM generasi ketiga memiliki penghubung pembacaan data hasil pengamat melalui ethernet yang dapat terhubung secara global. Ketika pengamat melakukan pengamatan, alat tersebut dapat dihubungkan

⁹² Unihedron, "SQM comparison," diakses pada tanggal 4 Desember 2024 pukul 14:16 WIB, <http://unihedron.com/projects/darksky/comparison/>

⁹³ Unihedron, "SQM comparison," diakses pada tanggal 4 Desember 2024 pukul 14:21 WIB, <http://unihedron.com/projects/darksky/comparison/>

ke komputer pengamat melalui *ethernet*, yang membuatnya terhubung ke jaringan LAN. Pada tahap pengambilan data, data dapat diambil secara langsung maupun berulang, sesuai dengan interval waktu pengamatan yang diinginkan pengamat. SQM generasi ketiga ini dibekali dengan spesifikasi sebagai berikut:

- a. Konektivitas *Ethernet*;
- b. Adaptor 5-6 VCD;
- c. Berukuran 9,2 x 6,7 x 2,8 cm;
- d. Waktu pengambilan sampel cahaya 1 sampai 80 detik.⁹⁴

4) SQM-LU (*Lens USB*)

SQM generasi keempat memiliki pembaca data dan hasil pengamatan yang dapat dihubungkan ke komputer pengamat melalui kabel USB. SQM generasi keempat ini dibekali dengan spesifikasi sebagai berikut:

- a. Terdapat slot USB;
- b. Kabel USB;
- c. Terdapat lubang penyambung antara pak baterai dengan SQM;
- d. *Data Logger*.

5) SQM LU-DL (*Lens USB Data Logging*)

Generasi kelima SQM memiliki spesifikasi yang hampir sama dengan SQM-LU, tetapi ada fungsi DL (*Data Logger*) yang ditambahkan. SQM ini akan secara otomatis dapat merekam data dengan baterai adaptor tanpa terhubung ke komputer saat melihatnya. Spesifikasi SQM jenis ini adalah:

- a. Dibekali dengan kabel USB;

⁹⁴ Unihedron, "SQM comparison," diakses pada tanggal 4 Desember 2024 pukul 14:29 WIB, <http://unihedron.com/projects/darksky/comparison/>

- b. Berukuran 5,5 x 2,6 x 1,1 cm dengan berat 110 gram;
 - c. Waktu pengambilan sampel cahaya 1 sampai 80 detik;
 - d. Kapasitas penyimpanan data logger 1 MB *flash*, 32 bytes.⁹⁵
- 6) SQM-LR (*Lens RS232*)
- SQM generasi keenam, Alat ini merupakan hasil dari pengembangan dari SQM sebelumnya. Untuk SQM-LR, sudah dibekali dengan sambungan konektivitas RS232.⁹⁶

Jika dibandingkan berdasarkan pengoperasiannya, SQM dibagi menjadi 2 (dua) yaitu :⁹⁷

a. *SQM 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 layer 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.

⁹⁵ <https://www.ebay.com/itm/Unihedron-Sky-Quality-Meter-Narrow-Field-w-Data-Logging-Model-SQM-LU-DL/> , diakses pada tanggal 4 desember 2024 pukul 14:36 WIB.

⁹⁶ RS232 adalah standard komunikasi serial yang digunakan untuk koneksi input/ output, yaitu digunakan untuk koneksi atau menghubungkan perangkat satu dengan yang lain. Misalnya, komputer dengan modem, mouse, cash register, dan lain sebagainya.

⁹⁷ Rohmat Musthofa, “PENGARUH DEKLINASI MATAHARI TERHADAP MUNCULNYA FAJAR SIDIK DI PULAU KARIMUNJAWA”, Skripsi (Semarang: Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang), 2022, h. 38-39.

b. *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.

SQM yang digunakan dalam penelitian ini 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. 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;
- e. Waktu pengambilan cahaya minimal 1 detik, dan maksimal 80 detik;
- f. Dilengkapi kabel data USB untuk pencatatan data pada *software Unihedron Device Manager*;
- g. Kapasitas memori rekaman 1048576.

3. Cara Kerja *Sky Quality Meter* LU-DL

Dengan menggunakan besaran magnitudo per satuan detik busur persegi (MPDP), SQM LU-DL ini dapat menghasilkan ukuran kecerlangan langit malam yang akurat. Selama proses pengambilan objek cahaya, SQM LU-DL ini dapat menangkap objek cahaya dengan terhubung ke komputer melalui kabel USB atau tanpa terhubung ke komputer. Ini karena SQM LU-DL memiliki fitur rekaman internal.⁹⁸

Komponen SQM LU-DL sangat mendukung pengambilan objek cahaya. Ini termasuk memori *flash*, jam waktu tim asli, sensor cahaya, USB, data/daya, dan mikrokontroler. Memori flash berfungsi sebagai penyimpanan data dan pembaca data, yang kemudian diteruskan ke *Real Time Clock* untuk mengukur waktu. Sensor cahaya menangkap dan merekam cahaya sekitar yang dideteksi oleh alat, dan kemudian diteruskan ke jam waktu nyata. 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.

4. *Software Unihedron Device Manager* (UDM)

Program *Unihedron Device Manager* (UDM) merupakan *software* yang dimaksudkan untuk digunakan dalam memelihara dan menguji koneksi Produk Unihedron *Sky Quality Meter*

⁹⁸ Rohmat Musthofa, "PENGARUH DEKLINASI MATAHARI TERHADAP MUNCULNYA FAJAR SIDIK DI PULAU KARIMUNJAWA", h. 40.

(SQM). Secara khusus UDM ini berfungsi untuk:⁹⁹

- a. Mengatur SQM sebelum digunakan dalam observasi;
- b. Membaca dan mengatur semua parameter SQM;
- c. Setup dan mengambil data dari meter data logging;
- d. Mencatat data dari SQM yang terhubung.

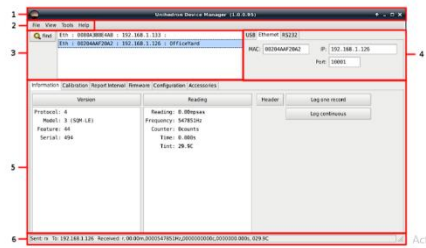
UDM sebenarnya adalah program yang cukup sederhana yang harus terhubung pada komputer dengan sistem operasi Windows, Mac, atau Linux. Penulis sendiri mengoperasikan UDM di operasi Windows 11. Berikut tampilan awal ketika UDM dioperasikan di Windows:



Gambar 3. 12 Tampilan UDM Ketika Dibuka

Setelah memulai UDM, akan tampil layar Utama sebagaimana berikut:

⁹⁹ Hisbullah Salam, “PENGAMATAN FAJAR ŠĀDIQ MENGGUNAKAN SISTEM OTOMATISASI OBSERVASI FAJAR DAN SKY QUALITY METER STAND ALONE DI SULAWESI SELATAN”, Tesis (Semarang: Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang), 2022, h. 90.



Gambar 3. 13 Tampilan Layar Utama UDM

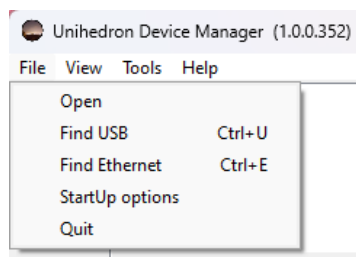
Pada gambar di atas, diketahui bahwa terdapat 6 bagian pada tampilan jendela utama, yang terdiri atas jendela kontrol, menu, pencari detail perangkat, penampil perangkat yang terhubung, jendela informasi, dan status. Adapun keterangannya sebagai berikut:

1) Jendela Kontrol atau *Control Windows*

Pada jendela control terdapat logo UDM dengan tulisan *Unihedron Device Manager* serta seri atau versi aplikasinya.

2) Menu

Bagian Menu digunakan untuk membuka file, menemukan perangkat dan keluar dari program, seperti pada gambar berikut:



Gambar 3. 14 Menu File

Pada bagian menu, terdapat beberapa pilihan yaitu *File*, *View*, *Tools* dan *Help*, dimana setiap menu mempunyai fungsi yang berbeda-beda.

Pada menu *File* sendiri terdapat pilihan menu lainya dengan fungsi sebagai berikut:

- *Open* : untuk membuka *file* atau laporan kalobrase yang disimpan sebelumnya;
- *Find USB / Ethernet* : untuk menemukan sumber penghubung antara SQM dan perangkat;
- *StartUp Options*;
- *Quit*.

Pada menu *View* terdapat pilihan menu lainya, diantaranya sebagai berikut:

- *Simulation*;
- *Configuration*;
- *Log*;
- *Directories*;
- *DL Header*;
- *Plotter*.

Pada menu *Tools* terdapat pilihan menu lainya diantaranya sebagai berikut:

- *Old Log to Dat*;
- *dat to Moon csv*;
- *Comn Terminal*;
- *DL Retrive*.

Kemudian, pada menu *Help* terdapat beberapa pilihan menu, diantaranya:

- *Command Line Information*;
- *Version Info*;
- *About*.

3) Tampilan Perangkat yang Terhubung

Pada kolom ini menampilkan identitas perangkat SQM yang terhubung dengan

laptop/PC yang secara otomatis terdeteksi pada *software* UDM tersebut. Apabila perangkat tidak terdeteksi secara otomatis pada *software* tersebut, bisa menekan menu Find, maka perangkat SQM yang terhubung akan terdeteksi pada *software* tersebut.

- 4) Tampilan Detail Perangkat yang Terhubung
Pada kolom ini, akan menampilkan detail perangkat SQM yang sudah terhubung pada *software*.
- 5) Jendela Informasi

Kolom jendela informasi ini berisikan kolom *Information*, *Calibration*, *Report Interval*, *Firmware*, *Data logging* dan *Configuration*, dimana pada kolom ini mempunyai fungsi masing-masing. Adapun penjelasan dari menu tersebut dijelaskan pada tabel dibawah ini:

Tap	Fungsi
<i>Information</i>	Menampilkan informasi versi SQM yang terhubung pada computer, menyajikan hasil bacaan data terbaru yang diperoleh SQM.
<i>Calibration</i>	Menampilkan kolom pengaturan untuk mengatur data kalibrasi perangkat SQM.
<i>Report Interval</i>	Menyajikan informasi dan kolom pengaturan untuk merubah informasi interval data perangkat SQM.
<i>Firmware</i>	Berfungsi untuk memperbaiki gangguan,

	bisa juga untuk menambahkan fitur ketika terhubung SQM versi terbaru.
<i>Data Logging</i>	Menampilkan pengaturan SQM yang akan digunakan observasi dan juga bisa menampilkan rekam data yang ada pada perangkat SQM yang terhubung.
<i>Configuration</i>	Menampilkan nilai kalibrasi perangkat dari pabrikan SQM.

Tabel 3. 1 Menu dan Fungsi Tampilan UDM

6) Kolom Status

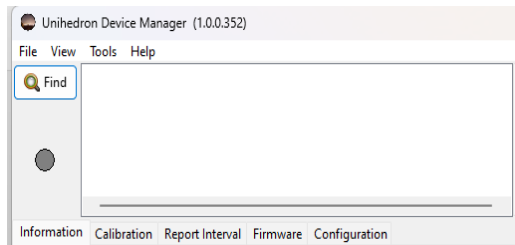
Kolom ini menampilkan status SQM yang sedang berjalan (terbuka).

5. Penggunaan *Sky Quality Meter* terhadap Observasi *Syafaq Ahmar*

1) Pengaturan SQM LU-DL

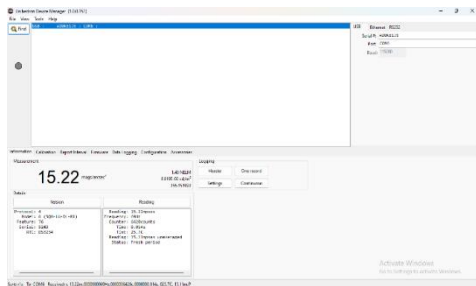
Adapun langkah-langkah pengaturan penggunaan SQM pada *software* UDM adalah sebagai berikut:

- a. Hubungkan perangkat SQM dengan laptop atau PC menggunakan kabel USB;
- b. Buka *software Unihedron Device Manager* (UDM), kemudian pilih menu *Find* yang berfungsi untuk mencari perangkat yang sudah terhubung dengan laptop atau PC.

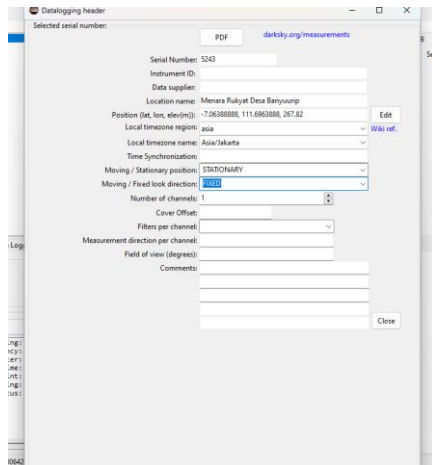


Gambar 3. 15 Kolom *Find*

- c. Pada kolom *Information*, pilih dan klik *Header* untuk memasukkan dan mengedit informasi umum yang diperlukan seperti nama lokasi, posisi pengambilan data, posisi dihadapkannya SQM dan lain sebagainya.

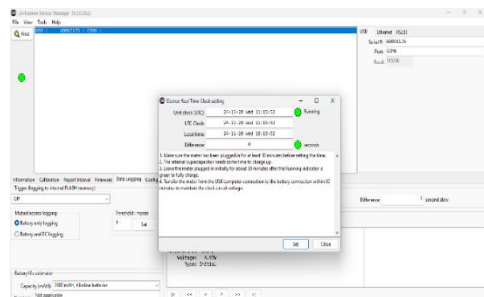


Gambar 3. 16 Tampilan Utama UDM



Gambar 3. 17 Layar Header

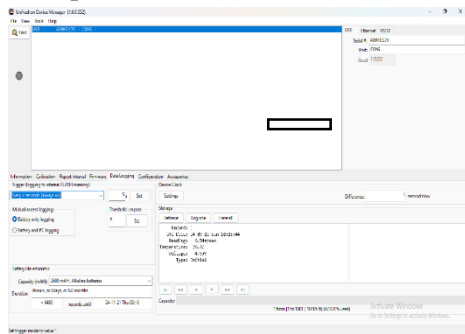
- d. Pilih tab *Data Logging*, pilih dan klik *setting* pada *device clock* untuk mensinkronisasikan SQM dengan waktu pada PC atau laptop, kemudian klik *set* untuk penyesuaian waktu SQM dengan *device* yang digunakan.



Gambar 3. 18 Setting Device Clock

Setelah pengaturan selesai, maka klik *close*.

- e. Mengatur durasi intensitas perekaman data dengan cara, pilih *every x second (always on)* dikolom pilihan trigger (*while externally battery powered*). Set 5 s, yang artinya data direkam setiap 5 detik sekali yang bertujuan untuk mendapatkan data konsisten.



Gambar 3. 19 Interval Waktu Pengambilan Data

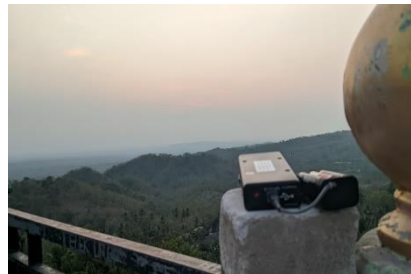
Tahap selanjutnya adalah peralihan atau akuisisi data. Dalam tahap ini disajikan bagaimana alur diperolehnya suatu data saat observasi. Adapun mekanisme akuisisi data adalah sebagai berikut:

- a) Pemasangan SQM bisa diletakan pada bidang datar seperti atap bangunan yang tinggi jika ufuk terhalang oleh bangunan atau lainnya atau menggunakan tripod pada daerah yang ufuknya mudah terlihat;



Gambar 3. 20 Posisi SQM Ketika Observasi

- b) Mengarahkan SQM menghadap ke arah ufuk barat (penentuan dapat dilakukan menggunakan bantuan kompas atau aplikasi penunjuk arah lainnya);



Gambar 3. 21 SQM Diarahkan ke Ufuk Barat

- c) Mengatur keseimbangan SQM agar dapat menjangkau area kemunculan *syafaq ahmar*;
- d) Memasang adaptor pada SQM sehingga dapat merekam otomatis kemunculan *syafaq* dengan interval yang sudah di setting tadi, dari kurun waktu 10 menit sebelum terbenamnya Matahari sampai 10

menit setelah waktu Isya menurut Kemenag.



**Gambar 3. 22 Pemasangan
Adaptor atau Baterai Pada SQM**

- e) Adaptor atau baterai dilepas setelah waktu pengambilan data selesai.

Tahap selanjutnya adalah proses akuisisi data hasil pengamatan *syafaq ahmar* menggunakan SQM. Adapun prosesnya sebagai berikut:

- a) Hubungkan SQM dengan laptop atau PC menggunakan kabel yang tersedia;
- b) Buka aplikasi *Unihedron Device Manager*, klik *Find*, pilih tab *data logging*, kemudian matikan SQM dengan cara klik *Off* pada *Trigger* (*while exretnally batteray powered*);
- c) Untuk mengetahui data yang sudah terdeteksi dan ingin dipindahkan ke laptop atau PC, pilih *Retrive*. Kemudian akan tampil dialog *DL Retrive*, selanjutnya pilih *Retrive All*, maka seluruh data hasil perekaman akan ditampilkan dan

tersimpan pada folder yang telah di *setting* sebelumnya.

D. Teknik Analisis Data SQM

Untuk melakukan analisis data SQM, para peneliti menggunakan berbagai pendekatan observasi, baik matematis maupun visual. Metode dibuat menggunakan kombinasi pendekatan matematis dan visual, seperti metode *linear*. Pendekatan matematis juga mencakup *polynomial*, *moving average*, dan kombinasi *polynomial-moving average*. Adapun penjelasannya sebagai berikut:

1. Metode *Linear*

Proses pemasangan *linier* dilakukan dengan mengambil sampel data intensitas langit. 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 zodiak.

2. *Moving Average*

Adalah teknik peramalan yang menghitung nilai runtut waktu rata-rata dan kemudian menggunakannya untuk memperkirakan nilai pada periode berikutnya. *Moving average* juga dikenal sebagai rata-rata bergerak, diperoleh dengan menjumlahkan dan menemukan nilai rata-rata dari periode tertentu, kemudian menghilangkan nilai terlamanya dan menambah nilai baru. Dhani Herdiwijaya, salah satu guru di Institut Teknologi Bandung menggunakan pendekatan ini untuk menghitung kehadiran waktu Subuh.¹⁰⁰

¹⁰⁰ Adi Nugroho, “Pengaruh Cahaya Bulan Terhadap Kemunculan Fajar Sidiq (Analisis Titik Belok Kurva Pada Penentuan Awal Waktu Subuh Menggunakan Alat Sky Quality Meter)”, (Semarang: UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG, 2020). h. 76.

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.¹⁰¹

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

- 1) *Simple Moving Average* (SMA);
 - 2) *Weighted Moving Average* (WMA);
 - 3) *Exponential Moving Average* (EMA).
3. *Visual Analisis*

Dalam analisis visual, data yang telah diplot menjadi grafik dapat dilihat secara fisik dengan memfokuskan pada belokan pada grafik. Thomas Djamaluddin menggunakan metode ini untuk menentukan kapan fajar sidiq muncul. Beliau pernah menjabat sebagai direktur Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN).¹⁰²

4. *Polynomial*

Regresi polinomial merupakan model regresi linier yang dibentuk dengan menjumlahkan pengaruh masing-masing variabel prediktor (X) yang

¹⁰¹ 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): h. 8.

¹⁰² Adi Nugroho, "Pengaruh Cahaya Bulan Terhadap Kemunculan Fajar Sidiq (Analisis Titik Belok Kurva Pada Penentuan Awal Waktu Subuh Menggunakan Alat Sky Quality Meter)", h. 78.

dipangkatkan meningkat sampai orde ke- k .¹⁰³ Secara umum, model regresi polinomial ditulis dalam bentuk : $Y = b_0 + b_1X + b_2X^2 + \dots + b_kX^k + \varepsilon$

Dimana :

Y = variabel respons

b_0 = intersep

b_1, b_2, \dots, b_k = koefisien-koefisien regresi

X = variabel predictor

ε = faktor pengganggu yang tidak dapat dijelaskan oleh model regresi.

E. Data Observasi *Syafaq Aḥmar* di Desa Banyuurip

Lokasi pengamatan *syafaq aḥmar* dilakukan di Desa Banyuurip Kecamatan Senori Kabupaten Tuban, dengan ketinggian 267 MDPL. Lokasi ini dalam light pollution maps termasuk dalam kategori kelas 4 (langit perdesaan), dengan nilai kecerlangan langit dalam skala Bortle 21,39 mag/arcsec². Pengambilan data dilakukan pada nilai deklinasi Matahari negatif, nol dan positif. Dengan masing-masing observasi 5 hari di setiap nilai deklinasi, yakni tanggal 19, 20 Juni, 20, 21 dan 22 September, 9, 11, 19, 20, 21 Desember 2024. Tidak semua data ditampilkan oleh penulis, karena banyaknya gangguan, seperti kilat, mendung dan cahaya lampu yang mengganggu hasil data. Penulis hanya mengambil 9 data yang dikira minim dengan gangguan dan data terlihat bagus.

Penulis meneliti terkait *syafaq aḥmar*, dikarenakan pengamatan *syafaq aḥmar* tergolong lebih mudah dari pada saudaranya *syafaq abyadh*. *Syafaq abyadh* merupakan cahaya sisa kilau matahari yang tampak kemerahan di langit ini bermula sejak terbenamnya

¹⁰³ Julyanti S Malensang, Hanny Komalig, and Djoni Hatidja, "Pengembangan Model Regresi Polinomial Berganda Pada Kasus Data Pemasaran," *Jurnal Ilmiah Sains* 12, no. 2 (2013): h. 149.

matahari dan dinamakan *syafaq ahmar*.¹⁰⁴ *Syafaq abyadh* berkaitan dengan awal waktu Isya ketika tidak ada jejak cahaya yang tersisa di langit. Fenomena ini dikenal sebagai *syafaq abyadh*.¹⁰⁵ Dari penjelasan tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa intensitas penampakan *syafaq abyadh* jaul lebih pendek dan lebih susah untuk diamati dari pada *syafaq ahmar*, apalagi diamati di keadaan langit yang cukup terang, misalkan kelas 3 keatas, akan jauh lebih susah diamati karena cahayanya kalah dengan cahaya buatan. Pengamatan *syafaq abyadh* idealnya dilakukan di keadaan langit yang benar-benar gelap atau *deep sky* atau dalam skala Bortle masuk dalam langit kelas 1.

Penulis menggunakan aplikasi Labplot (64-bit version)¹⁰⁶ dengan teknik analisis *linear*, untuk memudahkan dalam analisa titik landai kurva sebagai indikasi hilangnya *syafaq ahmar*.

Kemunculan *syafaq ahmar* yang diambil di atas menara rukyat Desa Banyuurip Kecamatan Senori Kabupaten Tuban, diruaikan dalam bentuk gambar grafik. Adapun gambar grafiknya dapat dilihat sebagai berikut:

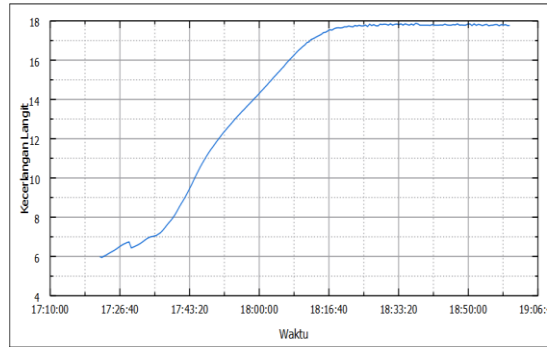
¹⁰⁴ Ahmad Sahal Mahfudz, *Enslikopedi Ijmak*, Jakarta: IKAPI, 1997, hlm. 715.

¹⁰⁵ Ahmad Abrar, “Analisis Penentuan Waktu Salat Isya Berdasarkan Syafaq Abyad Di Pulau Masalembu, Kabupaten Sumenep, Jawa Timur.” (UIN Walisongo Semarang, 2021), 63.

¹⁰⁶ LabPlot – Scientific plotting and data analysis, diakses pada tanggal 5 Januari 2025 pukul 11:37 WIB.

1. Deklinasi Positif

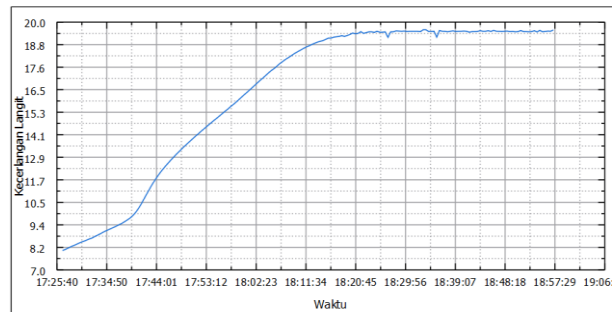
- 19 Juni 2024 ($23^{\circ}25'52''$)



Gambar 3. 23 Grafik Kemunculan *Syafaq Ahmar* 19 Juni 2024 di Desa Banyuurip

Dari gambar diatas menjelaskan bahwa pengambilan data dimulai sekitar pukul 17:20 WIB, berakhir pada sekitar pukul 18:55 WIB, untuk nilai titik belok *syafaq ahmar* sendiri terjadi sekitar pukul 18:20 WIB.

- 20 Juni 2024 ($23^{\circ}26'15''$)



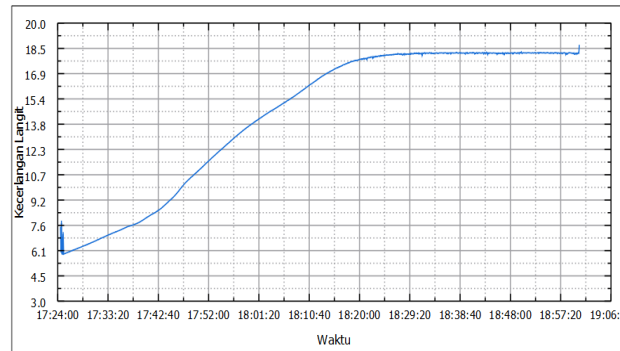
Gambar 3. 24 Grafik Kemunculan *Syafaq Ahmar* 20 Juni 2024 di Desa Banyuurip

Dari gambar diatas menjelaskan bahwa pengambilan data dimulai sekitar pukul 17:26

WIB, berakhir pada sekitar pukul 18:58 WIB, untuk nilai titik belok *syafaq aḥmar* sendiri terjadi sekitar pukul 18:20 WIB.

2. Deklinasi Nol (Katulistiwa)

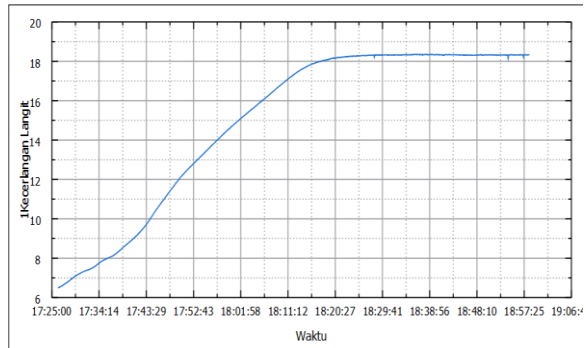
- 20 September 2024 (0°49'20")



Gambar 3. 25 Grafik Kemunculan *Syafaq Aḥmar* 20 September 2024 di Desa Banyuurip

Dari gambar diatas menjelaskan bahwa pengambilan data dimulai sekitar pukul 17:25 WIB, berakhir pada sekitar pukul 18:58 WIB, untuk nilai titik belok *syafaq aḥmar* sendiri terjadi sekitar pukul 18:20 WIB.

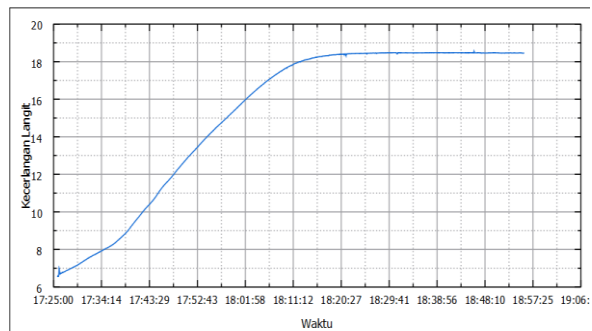
- 21 September 2024 ($0^{\circ}26'2''$)



Gambar 3. 26 Grafik Kemunculan Syafaq Ahmar 21 September 2024 di Desa Banyuurip

Dari gambar diatas menjelaskan bahwa pengambilan data dimulai sekitar pukul 17:25 WIB, berakhir pada sekitar pukul 18:57 WIB, untuk nilai titik belok *syafaq ahmar* sendiri terjadi sekitar pukul 18:20 WIB.

- 22 September 2024 ($0^{\circ}2'41''$)



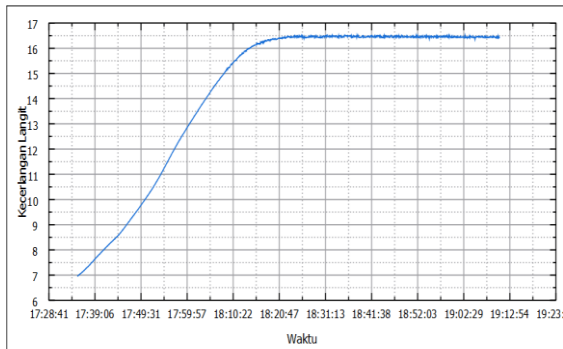
Gambar 3. 27 Grafik Kemunculan Syafaq Ahmar 22 September 2024 di Desa Banyuurip

Dari gambar diatas menjelaskan bahwa pengambilan data dimulai sekitar pukul 17:25

WIB, berakhir pada sekitar pukul 18:58 WIB, untuk nilai titik belok *syafaq ahmar* sendiri terjadi sekitar pukul 18:19 WIB.

3. Deklinasi Negatif

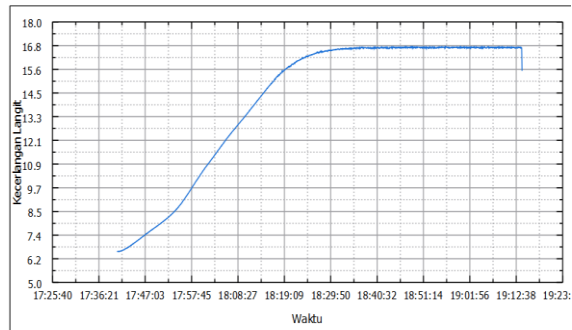
- 11 Desember 2024 ($-23^{\circ}03'02''$)



Gambar 3. 28 Grafik Kemunculan Syafaq Ahmar 11 Desember 2024 di Desa Banyuurip

pengambilan data dimulai sekitar pukul 17:36 WIB, berakhir pada sekitar pukul 19:10 WIB, untuk nilai titik belok *syafaq ahmar* sendiri terjadi sekitar pukul 18:20 WIB.

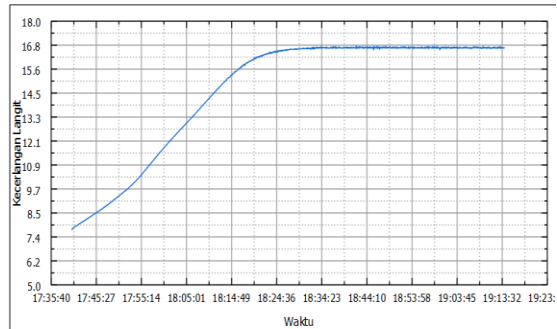
- 19 Desember 2024 ($-23^{\circ}25'23''$)



Gambar 3. 29 Grafik Kemunculan *Syafaq Ahmar* 19 Desember 2024 di Desa Banyuurip

Dari gambar diatas menjelaskan bahwa pengambilan data dimulai sekitar pukul 17:40 WIB, berakhir pada sekitar pukul 19:13 WIB, untuk nilai titik belok *syafaq ahmar* sendiri terjadi sekitar pukul 18:29 WIB.

- 20 Desember 2024 ($-23^{\circ}26'05''$)

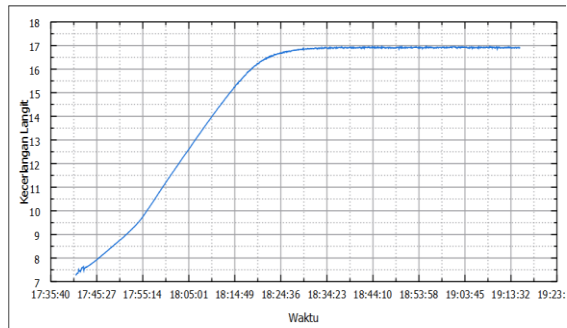


Gambar 3. 30 Grafik Kemunculan *Syafaq Ahmar* 20 Desember 2024 di Desa Banyuurip

Dari gambar diatas menjelaskan bahwa pengambilan data dimulai sekitar pukul 17:40 WIB, berakhir pada sekitar pukul 19:13 WIB,

untuk nilai titik belok *syafaq aḥmar* sendiri terjadi sekitar pukul 18:29 WIB.

- 21 Desember 2024 ($-23^{\circ}26'18''$)



Gambar 3. 31 Grafik Kemunculan *Syafaq Aḥmar* 21 Desember 2024 di Desa Banyuurip

Dari gambar diatas menjelaskan bahwa pengambilan data dimulai sekitar pukul 17:40 WIB, berakhir pada sekitar pukul 19:13 WIB, untuk nilai titik belok *syafaq aḥmar* sendiri terjadi sekitar pukul 18:29 WIB.

Tabel 3. 2 Ringkasan Penampakan Syafaq Aḥmar di Desa Banyuurip

No.	Tanggal	Nilai Deklinasi Matahari	Nilai Ketinggian Matahari		Waktu (WIB)		Kondisi Langit
			Magrib	Isya	Magrib	Hilangnya Syafaq Aḥmar	
1	19/6/2024	23°25'52"	- 1°49'19,2"	- 18°45'32,4"	17:30:01	18:20:24	Cerah berawan
2	20/6/2024	23°26'15"	- 1°43'55,2"	- 18°39'46,8"	17:30:19	18:20:12	Cerah berawan
3	20/9/2024	0°49'20"	- 1°49'40,8"	- 18°49'40,8"	17:33:27	18:20:47	Cerah berawan
4	21/9/2024	0°26'2"	- 1°49'51,6"	- 18°49'30"	17:33:16	18:20:02	Cerah berawan
5	22/9/2024	0°2'41"	- 1°50'16,8"	- 18°49'48"	17:33:07	18:19:34	Berawan
6	11/12/2024	- 23°03'02"	- 1°45'28,8"	- 18°43'12"	17:46:25	18:20:27	Berawan
7	19/12/2024	- 23°25'23"	- 1°44'45,6"	- 18°43'44,4"	17:50:29	18:29:19	Berawan
8	20/12/2024	- 23°26'05"	- 1°44'45,6"	- 18°43'37,2"	17:51:00	18:29:19	Mendung
9	21/12/2024	- 23°26'18"	- 1°44'31,2"	- 18°43'55,2"	17:51:30	18:29:48	Cerah berawan

BAB IV

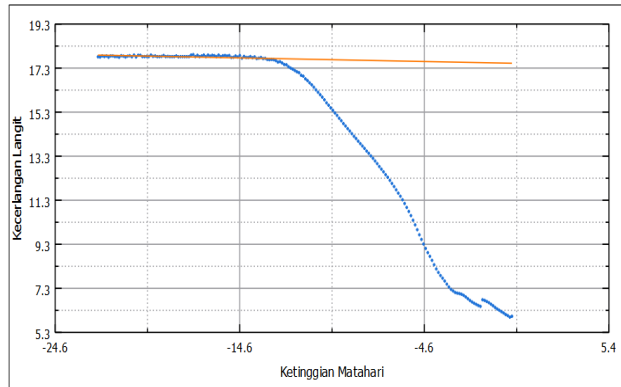
PENGARUH NILAI DEKLINASI TERHADAP DURASI KEMUNCULAN SYAFAQ AHMAR

A. Analisis Nilai Kecerlangan Langit Pada Saat Hilangnya *Syafaq Ahmar*

Dari beberapa data yang diperoleh menurut variasi deklinasi Matahari mulai dari deklinasi Matahari bernilai positif, deklinasi Matahari nol (mendekati khatulistiwa) dan deklinasi Matahari bernilai negatif. Penulis menggunakan data beberapa hari, adapun klasifikasinya sebagai berikut:

1. Deklinasi Positif

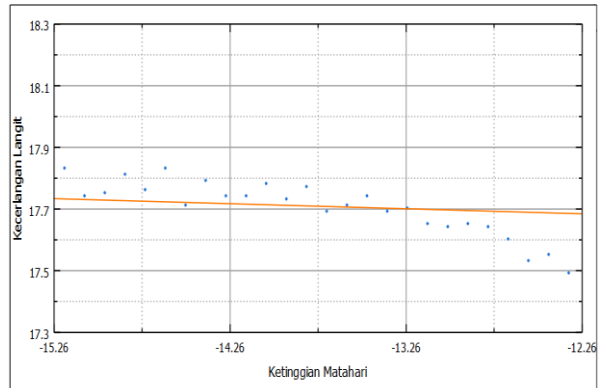
❖ 19 Juni 2024 ($23^{\circ}25'52''$)



**Gambar 4. 1 Grafik SQM dengan Analisis *Linear*
Tanggal 19 Juni 2024**

Gambar tersebut merupakan hasil olah data menggunakan aplikasi Labplot. Dengan aplikasi tersebut dapat mengetahui persamaan linear pada kurva data SQM.

Setelah muncul grafik dan garis *linear*,

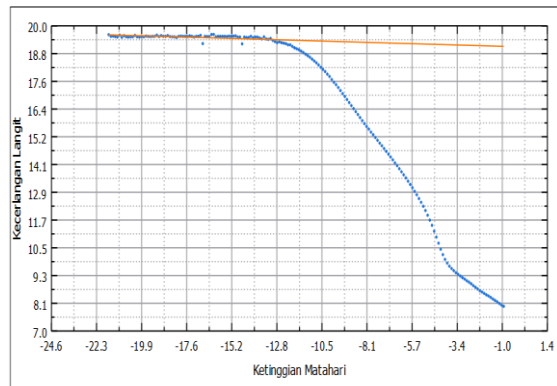


Gambar 4. 2 Hasil Zoom In Grafik Analisis Linear 19 Juni 2024

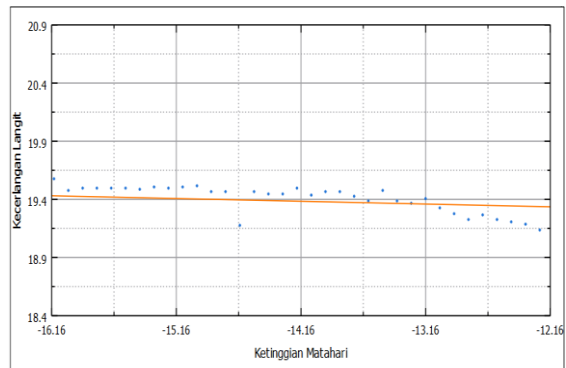
Setelah dilakukan *zoom in*, maka kita dapat menemukan data hilangnya cahaya *syafaq ahmar* dengan mengarahkan kursor pada data yang di atas garis dan tidak ada data yang berada di bawah garis setelahnya.

Gambar tersebut menampilkan hasil *zoom* data pada tanggal 19 Juni 2024. Dari gambar tersebut penulis menemukan data di atas garis, yakni pada data $-13,26^\circ$ ketinggian Matahari dengan nilai kecerlangan langit 17,7 MPSAS. Pada saat itu iluminasi bulan 92,7% dan berada pada fase *Waxing gibbous* (fase cembung awal), pada saat itu bulan pada ketinggian $\pm 44^\circ$, sehingga tidak mengganggu penampakan *syafaq ahmar*. Pada saat itu hilangnya *syafaq ahmar* terdeteksi pada ketinggian Matahari $-13,26^\circ$ dengan nilai kecerlangan langit 17,7 MPSAS pada jam 18:20:24 WIB.

❖ 20 Juni 2024 ($23^{\circ}26'15''$)



Gambar 4. 3 Grafik SQM dengan Analisis Linear Tanggal 20 Juni 2024



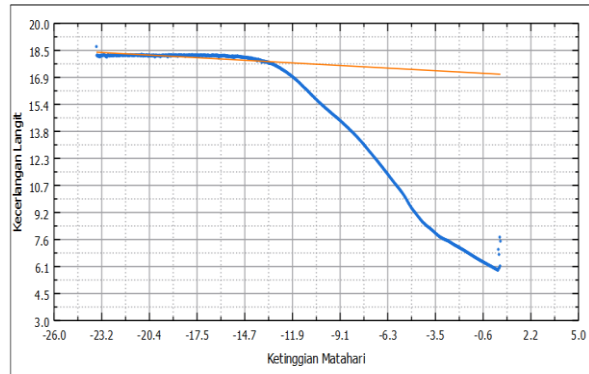
Gambar 4. 4 Hasil Zoom In Grafik Analisis Linear 20 Juni 2024

Pada grafik tersebut dapat dilihat data mulai stabil pada nilai $-13,16^{\circ}$ dengan nilai kecerlangan langit 19,4 MPSAS. Kondisi bulan pada saat itu pada *Waxing gibbous*, dengan nilai iluminasi 97,1%. Pada saat itu ketinggian bulan $\pm 32^{\circ}$, sehingga tidak mengganggu penampakan *syafaq ahmar*. Dapat dilihat pada grafik bahwa

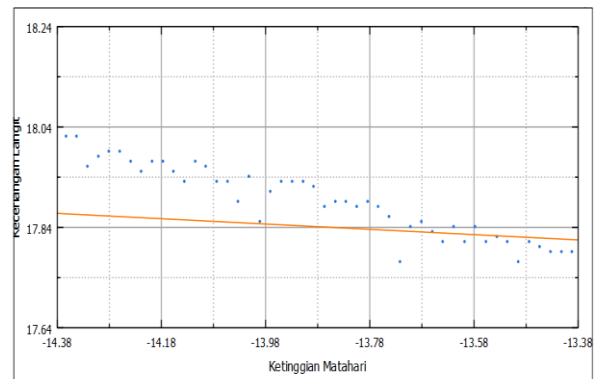
hilanya *syafaq ahmar* dimulai pada data $-13,16^\circ$ dengan nilai kecerlangan langit 19,4 MPSAS pada pukul 18:20:12 WIB.

2. Deklnasi Nol

❖ 20 September 2024 ($0^\circ 49' 20''$)



Gambar 4. 5 Grafik SQM dengan Analisis Linear Tanggal 20 September 2024

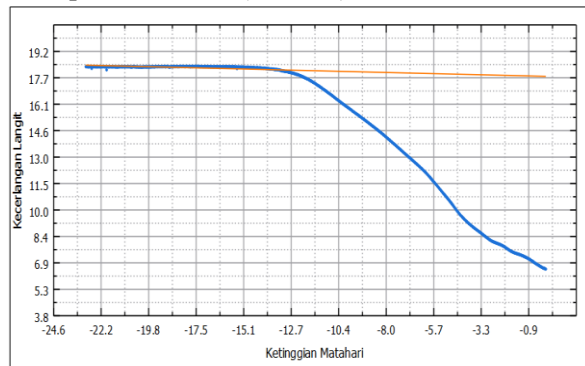


Gambar 4. 6 Hasil Zoom In Grafik Analisis Linear 20 September 2024

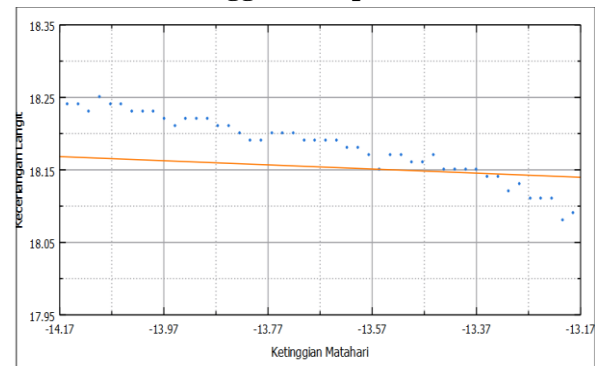
Pada grafik kurva ini dapat dilihat keadaan data mulai stabil atau diatas garis yakni pada $-13,58^\circ$ dengan nilai kecerlangan langit 17,84

MPSAS. Iluminasi bulan pada saat itu sebesar 91,7% dan berada pada fase *Waning gibbous*. Pada saat itu ketinggian bulan pada -18° pada azimuth 77° sehingga tidak berpengaruh pada penampakan *syafaq ahmar*. Hilangnya *syafaq ahmar* menurut analisa ini dimulai pada data ketinggian Matahari $-13,58^\circ$ dengan nilai kecerlangan langit 17,84 MPSAS pada pukul 18:20:47 WIB. Pada saat itu *syafaq ahmar* sudah tidak bisa diamati lagi.

❖ 21 September 2024 ($0^\circ 26' 2''$)



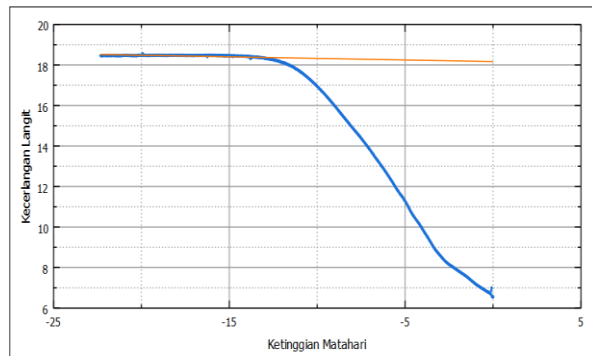
Gambar 4. 7 Grafik SQM dengan Analisis Linear Tanggal 21 September 2024



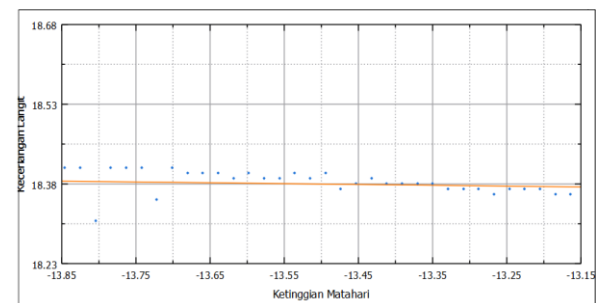
Gambar 4. 8 Hasil Zoom In Grafik Analisis Linear 21 September 2024

Pada grafik kurva ini dapat dilihat, data yang berada pada diatas garis *linear* dimulai pada data $-13,37^\circ$ dengan nilai kecerlangan langit 18,15 MPSAS. Pada saat itu iluminasi bulan 85% dan berada pada fase *Waning gibbous*, pada saat itu ketinggian bulan $\pm -68^\circ$ dengan azimuth 54° , jadi tidak berpengaruh pada penampakan *syafaq ahmar*. Hilangnya *syafaq ahmar* menurut analisis ini dimulai pada ketinggian Matahari $-13,37^\circ$ dengan nilai kecerlangan langit 18,15 MPSAS pada pukul 18:20:02 WIB.

❖ 22 September 2024 ($0^{\circ}2'41''$)



Gambar 4. 9 Grafik SQM dengan Analisis Linear Tanggal 22 September 2024

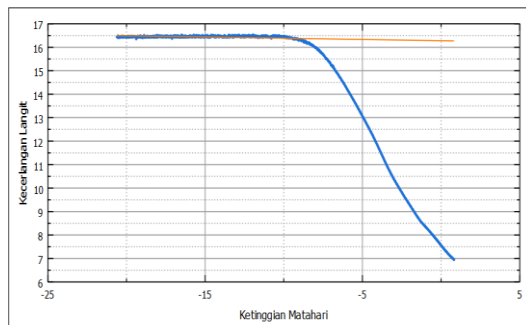


Gambar 4. 10 Hasil Zoom In Grafik Analisis Linear 22 September 2024

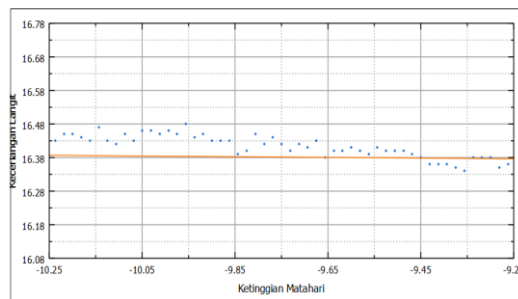
Pada grafik kurva ini dapat dilihat data diatas garis *linear* mulai pada ketinggian Matahari $-13,35^\circ$ dengan nilai kecerlangan langit 18,38 MPSAS. Pada saat itu nilai iluminasi bulan 74,5% dan berada pada fase *Waning Gibbous*. Pada saat itu ketinggian bulan $\pm 43^\circ$ dengan azimuth 63° , jadi tidak mempengaruhi penampakan *syafaq ahmar*. Sesuai analisa diatas, hilangnya *syafaq ahmar* dimulai pada ketinggian Matahari $-13,35^\circ$ dengan kecerlangan langit 18,38 MPSAS pada pukul 18:19:34 WIB.

3. Deklinasi Negatif

- ❖ 11 Desember 2024 ($-23^\circ 03' 02''$)



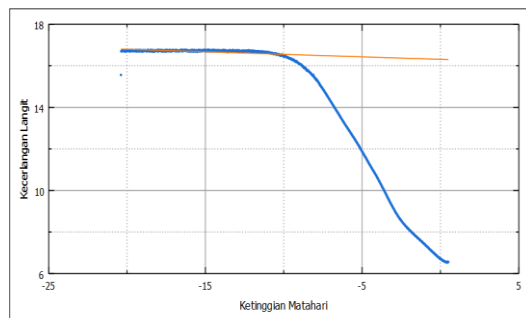
Gambar 4. 11 Grafik SQM dengan Analisis Linear Tanggal 11 Desember 2024



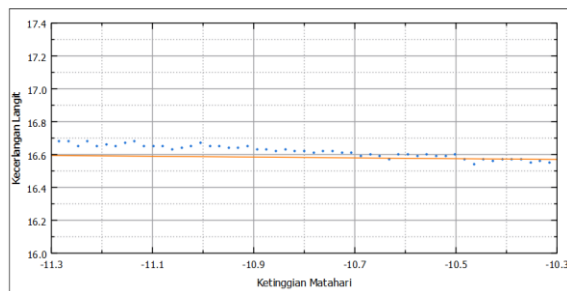
Gambar 4. 12 Hasil Zoom In Grafik Analisis Linear 11 Desember 2024

Pada grafik ini data mulai stabil diatas garis *linear* pada ketinggian Matahari $-9,45^\circ$ dengan nilai kecerlangan langit 16,38 MPSAS. Pada saat itu iluminasi bulan 80,4% dan pada fase *Waxing gibbous*. Pada saat itu ketinggian bulan 62° dengan nilai azimuth 45° , sehingga tidak mengganggu penampakan *syafaq ahmar*. Dari analisa diatas data mulai stabil diatas garis *linear* dimulai pada nilai ketinggian Matahari $-9,45^\circ$ dengan nilai kecerlangan langit 16,38 MPSAS pada pukul 18:20:27 WIB. Pada saat itu *syafaq ahmar* sudah tidak bisa diamati lagi

❖ 19 Desember 2024 ($-23^\circ 25' 23''$)



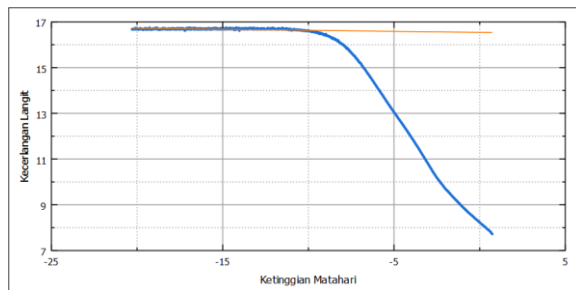
Gambar 4. 13 Grafik SQM dengan Analisis Linear Tanggal 19 Desember 2024



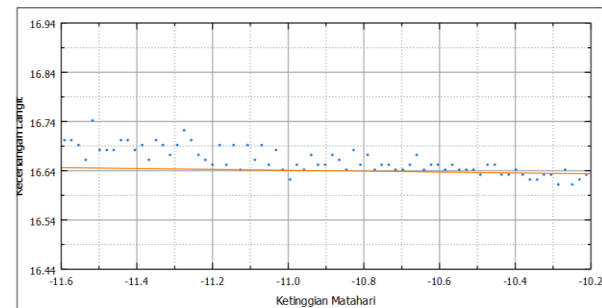
Gambar 4. 14 Hasil Zoom In Grafik Analisis Linear 19 Desember 2024

Pada grafik ini data mulai stabil diatas garis linear pada ketinggian Matahari $-10,5^\circ$ dengan nilai kecerlangan langit 16,6 MPSAS. Pada saat itu iluminasi bulan 81,2% dan pada fase *Waning gibbous*. Pada saat itu ketinggian bulan -40° dengan nilai azimuth 72° , sehingga tidak mengganggu penampakan *syafaq ahmar*. Dari analisa diatas data mulai stabil diatas garis *linear* dimulai pada nilai ketinggian Matahari $-10,5^\circ$ dengan nilai kecerlangan langit 16,6 MPSAS pada pukul 18:29:19 WIB. Pada saat itu *syafaq ahmar* sudah tidak bisa diamati lagi.

❖ 20 Desember 2024 ($-23^\circ 26' 05''$)



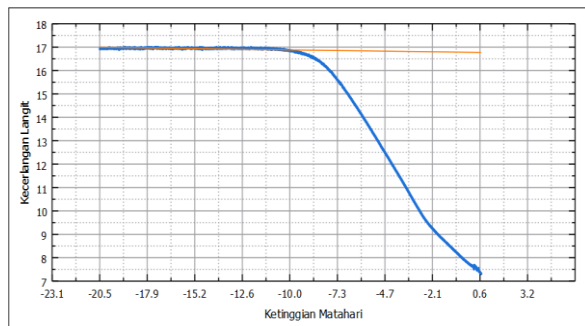
Gambar 4. 15 Grafik SQM dengan Analisis Linear Tanggal 20 Desember 2024



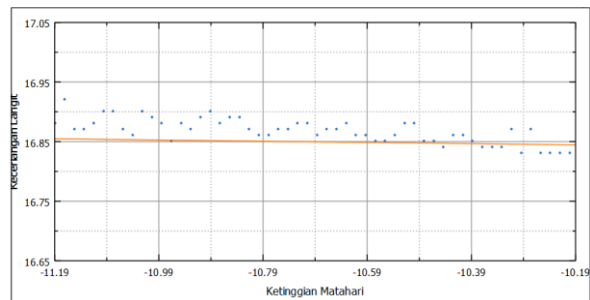
Gambar 4. 16 Hasil Zoom In Grafik Analisis Linear 20 Desember 2024

Pada grafik ini data mulai stabil diatas garis *linear* pada ketinggian Matahari $-10,4^{\circ}$ dengan nilai kecerlangan langit 16,64 MPSAS. Pada saat itu iluminasi bulan 72,8% dan pada fase *Waning gibbous*. Pada saat itu ketinggian bulan -51° dengan nilai azimuth 77° , sehingga tidak mengganggu penampakan *syafaq ahmar*. Dari analisa diatas data mulai stabil diatas garis linear dimulai pada nilai ketinggian Matahari $-10,4^{\circ}$ dengan nilai kecerlangan langit 16,64 MPSAS pada pukul 18:29:24 WIB. Pada saat itu *syafaq ahmar* sudah tidak bisa diamati lagi.

❖ 21 Desember 2024 ($-23^{\circ}26'18''$)



Gambar 4. 17 Grafik SQM dengan Analisis Linear Tanggal 21 Desember 2024



Gambar 4. 18 Hasil Zoom In Grafik Analisis Linear 21 Desember 2024

Pada grafik ini data mulai stabil diatas garis linear pada ketinggian Matahari $-10,39^\circ$ dengan nilai kecerlangan langit 16,85 MPSAS. Pada saat itu iluminasi bulan 63,7% dan pada fase *Waning gibbous*. Pada saat itu ketinggian bulan -62° dengan nilai azimuth 86° , sehingga tidak mengganggu penampakan *syafaq ahmar*. Dari analisa diatas data mulai stabil diatas garis *linear* dimulai pada nilai ketinggian Matahari $-10,39^\circ$ dengan nilai kecerlangan langit 16,85 MPSAS pada pukul 18:29:48 WIB. Pada saat itu *syafaq ahmar* sudah tidak bisa diamati lagi.

Data-data diatas merupakan data yang sudah dipilih oleh penulis, ada beberapa data yang bagus dan juga beberapa data yang kurang bagus karena terdapat gangguan seperti awan, mendung dan lain sebagainya. Dari uraian data diatas dapat dirangkum pada tabel sebagai berikut:

**Tabel 4. 1 Rekap Hasil Analisis Observasi
Syafaq Ahmar di Desa Banyuurip**

Tanggal	Nilai Deklinasi Matahari	Nilai Kecerlangan Langit (MPSAS)	Niai ketinggian Matahari
19 Juni 2024	$23^\circ 25' 52''$	17,7	$-13,26^\circ$
20 Juni 2024	$23^\circ 26' 15''$	19,4	$-13,16^\circ$
20 September 2024	$0^\circ 49' 20''$	17,84	$-13,58^\circ$
21 September 2024	$0^\circ 26' 2''$	18,15	$-13,37^\circ$
22 September 2024	$0^\circ 2' 41''$	18,38	$-13,35^\circ$
11 Desember 2024	$-23^\circ 03' 02''$	16,38	$-9,45^\circ$

19 Deseber 2024	-23°25'23"	16,6	-10,5°
20 Desember 2024	-23°26'05"	16,64	-10,4°
21 Desember 2024	-23°26'18"	16,85	-10,39°
Rata-rata		17,549	-11,933

Berdasarkan tabel rekap hasil analisis observasi *syafaq ahmar* di Desa Banyuurip menggunakan SQM di atas, ditemukan bahwa hilangnya cahaya *syafaq* terdeteksi saat sudut depresi atau ketinggian Matahari rata-rata kisaran -11,933° dengan nilai kecerlangan langit rata-rata 17,549 MPSAS.

B. Analisis Pengaruh Nilai Deklinasi Matahari terhadap Durasi Penampakan *Syafaq Ahmar*

Seperti yang sudah dipaparkan pada bab sebelumnya, ada beberapa teknik dalam proses analisa data dalam penentuan kapan hilangnya penampakan *syafaq ahmar* tiba. Penulis sendiri menggunakan teknik analisa data yaitu metode *linear*, guna untuk mengetahui kapan belokan pada data yang menunjukkan awal hilangnya *syafaq ahmar*. Lokasi yang ideal untuk melihat proses hilangnya *syafaq* adalah lokasi yang ufuk baratnya bersih dan terlihat jelas. Tanpa adanya gangguan bukit maupun kumpulan awan yang mengganggu terlihatnya *syafaq ahmar*.

Salat Isya merupakan salat yang dimulai ketika hilangnya mega merah sampai dengan terbitnya fajar.¹⁰⁷ Departemen Agama merumuskan kedudukan Matahari

¹⁰⁷ Direktorat Jenderal Bimbingan Masyarakat Islam Kementerian Agama RI, Buku Saku Hisab Rukyat, (Jakarta: Kementerian Agama RI, 2021), 111.

pada awal waktu Isya dengan cara observasi pada waktu petang. Observasi ini dilakukan dengan cara melihat secara empiris kapan hilangnya cahaya merah di langit bagian Barat, atau dengan pengertian astronomis kapan saat bintang-bintang di langit itu cahayanya mencapai titik maksimal. Hasil observasi menunjukkan pada saat itu jarak zenith Matahari = 108° , dengan kata lain, tinggi Matahari pada saat tersebut adalah kisaran rata-rata -18° .

Lokasi pengamatan *syafaq aḥmar* dilakukan di salah satu lokasi di daerah Kabupaten Tuban, yakni Desa Banyuurip Kecamatan Senori Kabupaten Tuban, yang mana tempat ini dijadikan salah satu lokasi *rukyaṭul hilal* oleh Kementrian Agama. Pengamatan dilakukan di tiga jenis deklinasi Matahari yang berbeda yakni deklinasi Matahari positif, nol dan negatif, yang mana masing-masing jenis deklinasi Matahari dilakukan pengamatan selama 5 hari. Adapun untuk data, tidak semua penulis sajikan, karena ada data yang terjadi banyak gangguan, penulis hanya menggunakan data yang dikiranya baik dalam penyajiannya.

Tabel 4. 2 Data Pengamatan *Syafaq Aḥmar* dan Selisish dengan Waktu Maghrib

Tanggal	Nilai Deklinasi Matahari	Waktu Salat Maghrib	Waktu Hilangnya <i>Syafaq Aḥmar</i>	Durasi <i>Syafaq Aḥmar</i>
19/6/2024	23°25'52"	17:30:01	18:20:24	0:50:23
20/6/2024	23°26'15"	17:30:19	18:20:12	0:49:53
20/9/2024	0°49'20"	17:33:27	18:20:47	0:47:20
21/9/2024	0°26'2"	17:33:16	18:20:02	0:46:46
22/9/2024	0°2'41"	17:33:07	18:19:34	0:46:27
11/12/2024	-23°03'02"	17:46:25	18:20:27	0:34:2
19/12/2024	-23°25'23"	17:50:29	18:29:19	0:38:50
20/12/2024	-23°26'05"	17:51:00	18:29:29	0:38:19
21/12/2024	-23°26'18"	17:51:30	18:29:48	0:38:18

Berdasarkan data tersebut, diketahui terjadi perbedaan yang tidak terlalu signifikan selisih dalam periode bulan Juni dan September. Pada deklinasi Matahari positif (Utara) tanggal 19 Juni 2024, dengan nilai deklinasi Matahari $23^{\circ}25'52''$, diperoleh ketinggian Matahari ketika hilangnya *syafaq ahmar* yakni $-13,26^{\circ}$ dengan nilai kecerlangan langit 17,7 MPSAS. Hilangnya *syafaq ahmar* dimulai pada pukul 18:20 WIB, lebih cepat dari waktu yang ditentukan oleh Kementerian Agama yakni 18:44 WIB. Adapun untuk durasi penampakan *syafaq ahmar* yakni 50 menit 23 detik. Hal ini dikarenakan kondisi langit yang pada saat itu terlihat cerah namun berawan. Disamping itu terdapat gangguan lampu perumahan, sehingga mengganggu penampakan *syafaq ahmar*.

Pada tanggal 20 Juni 2024, juga tidak jauh berbeda dengan hasilnya, dengan nilai deklinasi Matahari $23^{\circ}26'15''$, dengan analisis metode teknik *linear*, diperoleh ketinggian Matahari ketika hilangnya *syafaq ahmar* - $13,16^{\circ}$ dengan nilai kecerlangan langit 19,4 MPSAS. Hilangnya *syafaq ahmar* dimulai pukul 18:20 WIB, dengan durasi penampakan 49 menit 53 detik.

Pada nilai deklinasi Matahari nol (khatilistiwa) tanggal 20 September 2024, dengan nilai deklinasi Matahari $0^{\circ}49'20''$, diperoleh nilai ketinggian Matahari ketika *syafaq ahmar* mulai hilang $-13,58^{\circ}$ dengan nilai kecerlangan langit 17,84 MPSAS. Hilangnya *syafaq ahmar* dimulai pada pukul 18:20 WIB, lebih cepat dari jadwal yang ditentukan Kementerian Agama yakni 18:41 WIB. Durasi penampakan *syafaq ahmar* yakni 47 menit 20 detik. Lebih cepat 3 menit dibandingkan dengan deklinasi bulan Juni. Hal ini dikarenakan jadwal awal waktu Maghrib lebih lama 3 menit, dibandingkan pada bulan Juni.

Tidak jauh berbeda dengan hasil sebelumnya, tanggal 21 September 2024, dengan nilai deklinasi

Matahari $0^{\circ}26'2''$, diperoleh nilai ketinggian Matahari - $13,37^{\circ}$ dengan nilai kecerlangan langit 18,15, *syafaq ahmar* mulai hilang. Dimulai pada pukul 18:20 WIB, lebih cepat jika dibandingkan dengan jadwal dari Kementrian Agama yakni 18:41 WIB dengan durasi *syafaq ahmar* 46 menit 46 detik.

Begitu juga dengan hasil analisa data pada tanggal 22 September 2024, dengan nilai deklinasi Matahari $0^{\circ}2'41''$, diperoleh nilai ketinggian Matahari $-13,35^{\circ}$ dengan nilai kecerlangan langit 18,38 MPSAS, *syafaq ahmar* mulai tidak tampak. Dengan durasi penampakan 46 menit 27 detik pada pukul 18:19 WIB, lebih cepat dari jadwal Kementrian Agama yakni 18:41 WIB. Hal ini dikarenakan pada saat itu kondisi langit sedang berawan, sehingga durasi penampakan *syafaq ahmar* lebih cepat.

Pada nilai deklinasi Matahari negatif (Selatan) tanggal 11 Desember 2024 dengan nilai deklinasi Matahari $-23^{\circ}03'02''$, diperoleh nilai ketinggian Matahari ketika *syafaq ahmar* mulai tidak tampak yakni $-9,45^{\circ}$ dengan nilai kecerlangan langit 16,38 MPSAS. Nilai ini berbeda dengan ketika nilai deklinasi sebelumnya yang ada di kisaran -13° . Dengan durasi penampakan *syafaq ahmar* 34 menit 2 detik, lebih cepat jika dibandingkan dengan jadwal yang ditetapkan Kementrian Agama yakni 19:02 WIB. Hal ini disebabkan, pada saat itu kondisi langit sedang dalam keadaan berawan mendung, jadi sangat mempengaruhi penampakan *syafaq ahmar*.

Pada tanggal 19 Desember 2024, dengan nilai deklinasi Matahari $-23^{\circ}25'23''$ diperoleh nilai ketinggian Matahari $-10,5^{\circ}$ dengan nilai kecerlangan langit 16,6 MPSAS, *syafaq ahmar* mulai hilang. Dengan durasi penampakan 38 menit 50 detik, dimulai pada jam 18:29 WIB, lebih cepat dibandingkan dengan jadwal dari Kementrian Agama yakni 19:06 WIB. Pada saat itu keadaan langit berawan sehingga mengganggu penampakan *syafaq ahmar*.

Tidak jauh berbeda dengan hasil sebelumnya, pada tanggal 20 Desember 2024 dengan nilai deklinasi Matahari $-23^{\circ}26'05''$, diperoleh nilai ketinggian Matahari $-10,4^{\circ}$ dengan nilai kecerlangan langit 16,64 MPSAS *syafaq ahmar* mulai tidak terlihat. Dengan durasi penampakan 38 menit 19 detik, dimulai pada pukul 18:29 WIB, hasil ini lebih cepat dari jadwal Kementrian Agama yakni 19:06 WIB.

Pada tanggal 21 Desember 2024, dengan nilai deklinasi Matahari $-23^{\circ}26'18''$ diperoleh nilai ketinggian Matahari ketika *syafaq ahmar* mulai hilang yakni $-10,39^{\circ}$ dengan nilai kecerlangan langit 16,85 MPSAS. Dengan durasi penampakan 38 menit 18 detik, dimulai pada pukul 18:29 WIB, lebih cepat dari jadwal Kementian Agama yakni 19:07 WIB.

Berdasarkan paparan data diatas, dapat diketahui pada nilai dekilnasi Matahari positif (bulan Juni) durasi penampakan *syafaq ahmar* berada pada rata-rata 50 menit. Ketika nilai deklinasi Matahari nol (bulan September) durasi penampakan *syafaq ahmar* berada pada rata-rata 46 menit. Sedangkan pada nilai deklinasi negatif (bulan Desember) durasi *syafaq ahmar* berada pada nilai rata-rata 37 menit.

Perbedaan yang signifikan bukan tanpa alasan diperoleh, hasil tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya:

1. Lokasi

Lokasi pengamatan di Desa Banyuurip termasuk dalam dataran tinggi, yang mana ufuk di sebelah barat tidak rata, maksudnya terhalang oleh perbukitan, sehingga mengganggu hasil data.



Gambar 4. 19 Ufuk Bagian Barat Condong ke Utara



Gambar 4. 20 Ufuk Bagian Barat Condong ke Selatan

Ufuk sebelah Utara berbeda dengan ufuk yang berada di sebelah Selatan, karena terhalang oleh bukit sehingga mengganggu hasil data, mengakibatkan nilai durasi *syafaq aḥmar* ketika deklinasi Matahari positif dan negatif berbeda.

2. Gangguan

Noise atau gangguan juga dapat mempengaruhi hasil data ketika observasi, gangguan ketika dilakukan observasi tersebut diantaranya mendung, lampu kota, kilat.

3. Kecerlangan Langit

Kecerlangan langit di Desa Banyuurip Kecamatan Senori Kabupaten Tuban termasuk dalam kelas 4 pada skala *Bortle*, hal ini mempengaruhi baik pada durasi pamanpakan *syafaq ahmar* maupun ketinggian Matahari. Sebagai perbandingan di kondisi langit kelas 1¹⁰⁸ *syafaq ahmar* hilang pada ketinggian Matahari -18°¹⁰⁹, sedangkan pada kondisi langit kelas 4 ketinggian Matahari ketika *syafaq ahmar* hilang pada -11°.

4. Perubahan Waktu Salat

Hal ini terjadi karena waktu salat Maghrib yang berubah, pada bulan Juni waktu salat Maghrib berada pada kisaran jam 17:30 WIB, pada bulan September pada jam kisaran 17:33 WIB dan pada bulan Desember pada kisaran jam 17:50 WIB. Dan rata-rata hilangnya *syafaq ahmar* di lokasi tersebut di kisaran 18:20 WIB. Pada bulan Juni durasi *syafaq ahmar* lebih lama dibandingkan dengan bulan September maupun Desember. Sehingga hal ini mempengaruhi hasil data ketika observasi.

5. Hubungan Deklinasi Matahari dan Lintang Tempat

Hal lain yang perlu diperhatikan adalah nilai deklinasi dan lintang tempat. Akan lebih baik jika penelitian dilakukan di tempat yang sesuai dengan keadaan ketika deklinasi, maksudnya ketika nilai deklinasi berada di bagian selatan katulistiwa maka penelitian dilakukan di lokasi selatan katulistiwa, berikut juga ketika nilai deklinasi di utara atau di tengah katulistiwa. Hal ini mempengaruhi durasi dari penampakan *syafaq ahmar*. Ketika nilai deklinasi

¹⁰⁸ Lokasi di Pantai Cemara Indah Kabupaten Seluma Provinsi Bengkulu

¹⁰⁹ Kurlian Puspa, *Pengaruh Kelembapan Udara terhadap Hilangnya Ketampakan Syafaq Ahmar di Provinsi Bengkulu*, Skripsi, Semarang: Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang, 72.

matahari berada di selatan katulistiwa, sedangkan lokasi pengamatan di sebelah utara katulistiwa, maka durasi penampakan *syafaq ahmar* akan cenderung lebih cepat. Hal ini disebabkan karena posisi pengamatan yang kurang pas, jarak antara lokasi pengamatan dan terbenamnya matahari berjauhan, sehingga durasi pembiasan cahaya akan jauh lebih cepat.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Dari pembahasan dan pemaparan pada bab-bab sebelumnya, dapat ditarik kesimpulan yaitu:

1. Dari data hasil observasi yang dilaksanakan di lokasi Desa Banyuurip Kecamatan Senori Kabupaten Tuban pada tahun 2024, setiap nilai deklinasi Matahari memiliki durasi penampakan *syafaq aḥmar* yang berbeda-beda. Rekor kemunculan *syafaq aḥmar* terlama terjadi pada deklinasi Matahari positif atau tanggal 19 Juni 2024 yakni 50 menit, terjadi mulai pukul 17:30 WIB sampai dengan 18:20 WIB, dengan ketinggian Matahari $-13,26^\circ$ dan nilai kecerlangan langit pada nilai 17,7 MPSAS. Sedangkan kemunculan *syafaq aḥmar* tercepat terjadi pada nilai deklinasi Matahari negatif atau tanggal 11 Desember 2024 yakni 34 menit, terjadi mulai pukul 17:46 WIB sampai dengan 18:20 WIB, dengan nilai ketinggian kisaran $-9,45^\circ$ dan nilai kecerlangan langit pada kisaran nilai 16,38 MPSAS.
2. Dari beberapa pernyataan yang telah dipaparkan, terdapat perbedaan yang signifikan pada setiap kondisi nilai deklinasi Matahari, hal ini disebabkan karena beberapa faktor diantaranya lokasi pengamatan, tingkat kecerlangan langit dan *noise* atau gangguan seperti mendung, kilat, cahaya lampu dan keadaan ufuk yang terhalang yang mampu mempengaruhi nilai data observasi. Dalam kasus ini seperti nilai durasi penampakan *syafaq aḥmar*, nilai kecerlangan langit ketika *syafaq aḥmar* hilang, nilai ketinggian Matahari ketika *syafaq aḥmar* hilang.

B. Saran

1. Pengamatan *syafaq ahmar* harus dilakukan di tempat yang bebas penghalang, seperti pantai, di mana tidak ada gangguan, seperti polusi cahaya dan polusi udara. Selain itu, penting untuk memperhatikan cuaca, agar pengamatan tidak terganggu oleh awan, kilat maupun hujan. Dan juga dalam rentan waktu yang cukup mendapatkan data yang lebih baik.
2. Penelitian ini belum bisa dijadikan pedoman dalam pengambilan data, dikarenakan penelitian ini merupakan langkah awal untuk penelitian lebih lanjut.
3. Penelitian ini jauh dari kata sempurna, oleh karena itu hendaknya hasil penelitian ini dilanjutkan oleh penulis-penulis lainnya dalam rangka memperkuat dan menyempurnakan penelitian tentang *syafaq ahmar* di berbagai tempat agar menjadi acuan yang benar-benar sesuai dalam penentuan waktu salat Isya.
4. 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.

C. Penutup

Puji syukur ke hadirat Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan karunianya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi **Perbedaan Nilai Deklinasi Matahari Terhadap Durasi *Syafaq Ahmar*** 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.

Mengingat bahwasannya karya ilmiah ini hanya merupakan skripsi yang memiliki keterbatasan ruang dan waktu dalam penjelasannya baik materi maupun penelitiannya membuat skripsi ini jauh dari kata sempurna, penulis yakin pasti masih ada kekurangan dan kelemahan mengenai skripsi ini dari berbagai sisi. Sehingga penulis sangat mengharapkan kritik dan saran untuk menyempurnakan skripsi ini menjadi sebuah karya ilmiah yang patut untuk dibaca. Penulis juga berharap semoga dengan adanya skripsi ini bisa memberikan manfaat khususnya bagi penulis dan para pembaca pada umumnya. Demikian yang dapat penulis sampaikan, terima kasih.

DAFTAR PUSTAKA

Karya Ilmiah (Jurnal, Skripsi, Tesis, Desertasi)

- Abrar, Ahmad. “Analisis Penentuan Waktu Salat Isya Berdasarkan Syafaq Abyad Di Pulau Masalembu, Kabupaten Sumenep, Jawa Timur.” (UIN Walisongo Semarang, 2021).
- Abrar, Ahmad. “ANALISIS PENENTUAN WAKTU SALAT ISYA’ BERDASARKAN SYAFAQ ABYAD DI PULAU MSALEMBU, KABUPATEN SUMENEP, JAWA TIMUR”, (Skripsi), (Semarang: Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang), 2021.
- Ahyar, Mustofa, Yudhiakto Pramudya, and Abu Yazid Raisal, “Penentuan Awal Waktu Subuh Menggunakan Sky Quality Meter Pada Variasi Deklinasi Matahari,” *Prosiding SNFA (Seminar Nasional Fisika Dan Aplikasinya)*, 2018.
- Akmal, Andi Muhammad and dkk. “Analisis Relevansi Syafaq Ahmar Terhadap Akhir Waktu Salat Maghrib Perspektif Ilmu Falak,” *Hisabuna* 3, no. 3 (2022).
- Al Faruq, Ahmad Ridwan. “Kecerlangan Langit Malam Arah Zenit di Observatorium Bosscha dan Analisis Awal Waktu Shubuh dan Isya Menggunakan Sky Quality Meter” (Skripsi), (Bandung : Universitas Pendidikan Indonesia), 2013.
- Ali, Atabik. *Kamus Kontemporer Arab-Indonesia* (Yogyakarta: Multi Karya Grafika Pondok Pesantren Krapyak, tt). H. 1140., lihat juga : Ahmad Warsan Munawir, AL-Munawir *Kamus ArabIndonesia* (Surabaya: Pustaka Progresif, 1997).
- Aliya, Maulida Nur. “Dinamika Kemunculan Jafar Shadiq di Langit Terang dan Langit Agak Gelap (Studi Kasus di Desa Kutorejo dan Desa Ngrejeng Kabupaten Tuban)”,

- skripsi (Semarang: Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang), 2023.
- Almutadi, Ahmad Saifulhaq. "Syafaqul Aḥmar Dan Syafaqul Abyadh." *AL-AFAQ: Jurnal Ilmu Falak Dan Astronomi* 1.1 (2019): 67-88.
- Ahmad Izzuddin, Fiqih Hisab Rukyah: Menyatukan Nu dan Muhammadiyah Dalam Penentuan Awal Ramadhan, Idul Fitri dan Idul Adha (Jakarta: Erlangga, 2007).
- Almutadi, Ahmad Saifulhaq. "Syafaqul Aḥmar Dan Syafaqul Abyadh," *AL - AFAQ: Jurnal Ilmu Falak Dan Astronomi* 1, no. 1 (2019).
- Aryani, Dian Ika and Ibanez Sofadella Agil Aswindana. "TONO SAKSONO DALAM PENENTUAN AKHIR MEGA MERAH DI PANTAI TRISIK, KULON PROGO." *Journal of Islamic Studies and Humanities* 9.1 (2024).
- Asdar, "ANALISIS KRITIS KEBERADAAN SYAFAQ ABYADH DAN IMPLIKASINYA PADA PENETAPAN AWAL WAKTU SALAT ISYA (STUDI KASUS PANTAI BAROMBONG, LOSARI, AKKARENA, DAN MUNTE)" (skripsi), (Makassar: Islam Negeri Alauddin Makassar), 2020.
- Basthoni, M. "EFEK POLUSI CAHAYA TERHADAP PENENTUAN AWAL WAKTU SUBUH DI INDONESIA", (Desertasi), (Semarang: Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang), 2022.
- Burhanuddin, Muhammad Fikky. "Pengaruh Jarak Zenith Sky Quality Meter Terhadap Hasil Observasi Fajar Shodiq", (Skripsi), (Semarang: Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang), 2021.

- Direktorat Jenderal Bimbingan Masyarakat Islam Kementerian Agama RI, Buku Saku Hisab Rukyat, (Jakarta: Kementerian Agama RI, 2021).
- Faiz Hidayat, "PENENTUAN AWAL WAKTU ISYA KEMENTERIAN AGAMA RI MENGGUNAKAN ASTROFOTOGRAFI : STUDI KASUS DI PANTAI TEGAL SAMBI, KABUPATEN JEPARA," (skripsi), (Semarang: Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang), 2020.
- Hakim, Abdul Malik and Fatkhurrohman. "Relasi Konsep Pembiasan Cahaya dalam Buku Ajar Fisika Dasar II Terhadap Syafaq Al-Ahmar ditinjau dari Perspektif Al-Qur'an dan Sains." *Prosiding Seminar Pendidikan Fisika FITK UNSIQ*. Vol. 3. No. 1. 2022.
- Hijriyah, Nur. "Problematika Syafaq Dan Fajar (Studi Analisis Waktu Isya Dan Subuh)," *Suparyanto Dan Rosad* (2015 5, no. 3 (2020).
- Izzuddin, Ahmad. *Fiqih Hisab Rukyah: Menyatukan Nu dan Muhammadiyah Dalam Penentuan Awal Ramadhan, Idul Fitri dan Idul Adha* (Jakarta: Erlangga, 2007).
- Kamalludin, Iqbal. "Uji Akurasi Penentuan Deklinasi Matahari dengan Menggunakan I-Zun Dial." *ELFALAKY: Jurnal Ilmu Falak* 3.2 (2019).
- Malensang, Julyanti S, Hanny Komalig, and Djoni Hatidja, "Pengembangan Model Regresi Polinomial Berganda Pada Kasus Data Pemasaran," *Jurnal Ilmiah Sains* 12, no. 2 (2013).
- Mashari, Sejarah Berdirinya Menara Rukyatul Hilal di Desa Banyu Urip Kecamatan Senori Kabupaten Tuban, (Makalah: Tuban), 2021.

- 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, (Aachen), 2012.
- Mulyani, Dinar Esti. "PENERAPAN ALGORITMA DEKLINASI MATAHARI DAN EQUATION OF TIME JEAN MEEUS LOW ACCURACY UNTUK MENENTUKAN ARAH KIBLAT". Skripsi, (Semarang: Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang), 2022.
- Muslifah, Siti. 'Telaah Kritis Syafaqul Ahmar dan Syafaqul Abyadh Terhadap Akhir Maghrib dan Awal Isya', (Jurnal Ilmu Falak: ELFALAKY), (Jember: IAIN Jember), 2007.
- Muslifah, Siti. *Telaah Kritis Syafaqul Ahmar dan Syafaqul Abyadh Terhadap Akhir Maghrib dan Awal Isya'*, Ilmu Falak 1, no. 1 (Jember, 2017).
- Mustofa, Rohmad. "PENGARUH DEKLINASI MATAHARI TERHADAP MUNCULNYA FAJAR SIDIK DI PULAU KARIMUNJAWA", Skripsi, (Semarang: Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang), 2022.
- Newman, Andrew, Advisors Stefan Westerhoff, and Michael Prouza, "Sky Brightness Variation Measured at Auger Observatory," 2006.
- Noor, Laksmiyanti annake Jarijadi. "*UJI AKURASI AWAL WAKTU SHALAT SHUBUH DENGAN SKY QUALITY METER*" (Skripsi), (Semarang: Universitas Islam Negeri Walisongo), 2016, td.
- Noosy, Aminudin. "TELAAH MENGENAI SYAFAQ ABYADH TERHADAP AWAL WAKTU ISYA PERSPEKTIF ASTROFOTOGRAFI (Studi Kasus di Pantai Jomblom Kendal, Pantai Empurancak Jepara, dan Pantai Cipta

- Semarang). (Skripsi), (Semarang: Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang), 2022.
- Nugroho, Adi. “Pengaruh Cahaya Bulan Terhadap Kemunculan Fajar Sidiq (Analisis Titik Belok Kurva Pada Penentuan Awal Waktu Subuh Menggunakan Alat Sky Quality Meter)”, (Semarang: UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG, 2020).
- Nur, Hilma Wardatun. *ANALISIS PERBEDAAN LINTANG TEMPAT DANDEKLINASI MATAHARI DALAM FORMULASI AWAL WAKTUSALAT*, Skripsi, (Semarang: Program Studi Ilmu Falak Fakultas Syari’ Ah Dan Hukum Universitas Islam Negeri Walisongo, vol. 1, 2022).
- Nurqilbi DY, Yusuf and Aminudin Noosy. “Pengkajian Syafaq Adyadh Pada Awal Waktu Isya Metode Astrofotografi”. *ELFALAKY: Jurnal Ilmu Falak* 1.1 (2024).
- Padil, Abbas. "Dasar-Dasar Ilmu Falak Dan Tataordinat: Bola Langit dan Peredaran Matahari." *Al Daulah: Jurnal Hukum Pidana dan Ketatanegaraan* 2.2 (2013).
- Padil, H. Abbas. “Dasar-Dasar Ilmu Falak Dan Tataordinat: Bola Langit Dan Peredaran Matahari,” *Al-Daulah* 2, no. 2 (2013).
- Qusthalaani, Imam. “Kajian Fajar Dan Syafaq Perspektif Fikih Dan Astronomi,” *Mahkamah : Jurnal Kajian Hukum Islam* 3, no. 1 (2018).
- Raisal, Muchlas Abu Yazid, Yudhiakto Pramudya, Okimustava, *Pemanfaatan Metode Moving Average Dalam Menentukan Awal Waktu Salat Subuh Menggunakan Sky Quality Meter (SQM)*, *Al Marshad* 5, no. 1 (2019).
- Ramadhani, Rida. “Perspektif Tokoh-Tokoh Ilmu Falak Tentang Syafaq Dan Implikasinya Terhadap Penentuan Awal

- Waktu Salat Isya,” (skripsi), (Semarang : Universitas Islam Negeri Walisongo), 2019.
- Rohmah, Nihayatur. “Syafaq & Fajar: Verifikasi dengan Aplikasi Fotometri: Tinjauan Syar’i dan Astronomi, (Yogyakarta:Semarang, 2012).
- Sakinah, Imroatus. “STUDI KELAYAKAN TEMPAT RUKYATULHILAL DI BUKIT BANYU URIP KECAMATAN SENORI KABUPATEN TUBAN DALAM PERSPEKTIF ASTRONOMIS GEOGRAFIS”, Skripsi. (Surabaya: Universitas Islam Negeri Sunan Ampel), 2019.
- Salam, Hisbullah. “PENGAMATAN FAJAR ŠĀDIQ MENGGUNAKAN SISTEM OTOMATISASI OBSERVASI FAJAR DAN SKY QUALITY METER STAND ALONE DI SULAWESI SELATAN”, Tesis (Semarang: Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang), 2022.
- Satria, Mayo Rizky. “PENGARUH KECERLANGAN LANGIT TERHADAP VISIBILITAS HILAL”, Skripsi (Semarang: Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang), 2018.
- Schnitt, Sabrina. “Temperature Stability of the Sky Quality Meter”, Journal Sensor, vol. 13, September 2013.
- Solikhah, Amalia. “PENENTUAN AWAL WAKTU MAGHRIB MENURUT IMAM AL-GHAZALI DALAM KITAB IHYA’ ULUMUDDIN”, (Skripsi), (Semarang: Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang), 2021.
- Sulaiman, Samihah binti. “*Kajian Kecerlangan Langit Waktu Shubuh*” (Tesis), (Kuala Lumpur : Universiti Malaya), 2013, td.

- Suleman, Frangky. "Penentuan Awal Waktu Shalat." *Jurnal Ilmiah Al-Syir'ah* 9.2 (2016).
- Tim Penyempurnaan Terjemahan Al-Qur'an (2016-2019), *Al-Qur'an dan Terjemahannya Edisi Penyempurnaan (2016-2019)*.
- Ulum, Fathul. *Studi Komparatif Hisab Awal Waktu Shalat Dalam Kitab al-Durusul alFalakiyah dan Ephemeris*, Skripsi, (Ponogoro: IAIN Ponorogo), 2020.
- Zainal, Addiessa Amalia, Mahyuddin Latuconsina, and Muhammad Akmal. "Analisis Relevansi Syafaq Aḥmar Terhadap Penentuan Akhir Waktu Shalat Magrib Perspektif Ilmu Falak." *HISABUNA: Jurnal Ilmu Falak* 3.3 (2022).
- Zainal, Addiessa Amalia, Mahyuddin Latuconsina, and Muhammad Akmal. "Analisis Relevansi Syafaq Aḥmar Terhadap Penentuan Akhir Waktu Shalat Magrib Perspektif Ilmu Falak." *HISABUNA: Jurnal Ilmu Falak* 3.3 (2022).

Buku

- Al-Bukhari, Abi Abdillah Muhammad bin Ismail. *al-Jami' al-Shahih*, (Kairo: 1403 H), Juzu' I, 192.
- an-Nawawi, Shahih Muslim bi-Syarh. Juzu' III, (Kairo: Darelhadith, 2018).
- Azhari, Susiknan. *ILMU FALAK: Perjumpaan Khazanah Islam dan Sains Modern* (Yogyakarta: Suara Muhammadiyah, 2007), cet. II.
- Azhari, Susiknan. *Ilmu Falak: Perjumpaan Khazanah Islam dan Sains Modern* (Yogyakarta: Suara Muhammadiyah, 2011).
- Butar-Butar, Arwin Juli Rakhmadi. *Fajar & Syafak: Dalam Kesarjanaan Astronom Muslim dan Ulama Nusantara*, (Yogya: LKiS, 2018).

- Damanhuri, Adi. *Pengamatan Dan Penelitian Awal Waktu Subuh: Semua Bisa Melakukannya* (Sidoarjo: Nizamia Learning Center, 2020).
- Hambali, Slamet. *Ilmu Falak 1: Penentuan Awal Waktu Shalat & Arah Kiblat Seluruh Dunia*, (Semarang: Program Pascasarjana IAIN Walisongo Semarang, 2011).
- Husain, Syaikh bin, Audah al Awaisyah, *Ensiklopedi Fiqih Praktis: Kitab Thaharah Dan Shalat* (Jakarta: Pustaka Imam Asy-Syafi'i, 2016).
- Katsir, Ibn. *Tafsir Ibnu Katsir*, (Beirut: Daar Al-Kotob Al-Ilmiyah), juz 8, 1998.
- Mahfudz, Ahmad Sahal. *Ensiklopedi Ijmak*, Jakarta: IKAPI, 1997.
- Najim, Zainudin bin Ibrahim bin. *al-Bahr ar-Raiq Syarh Kanzu ad-Daqaiq* (Bairut : Daar Alma'rifah, tt), V.1.
- Rachim, Abd. *Ilmu Falak*, Yogyakarta: Liberti, 1983.

Website

- Departemen Agama Republik Indonesia, Al-Qur'an dan Terjemahnya: Edisi Terbaru.
- Departmen Fisikia Universitas Shivaji Kolhapur, "Night Airglow Emissions",
https://shodhganga.inflibnet.ac.in/bitstream/10603/4353/8/08_chapter%203.pdf
- Direktorat Jenderal Bimbingan Masyarakat Islam Kementerian Agama RI, Buku Saku Hisab Rukyat, (Jakarta: Kementerian Agama RI, 2021).
https://aa.usno.navy.mil/data/RS_OneYear dikases pada tanggal 8 Oktober 2024 pukul 14:32 WIB.
- <https://www.ebay.com/itm/Unihedron-Sky-Quality-Meter-Narrow-Field-w-Data-Logging-Model-SQM-LU-DL/> , diakses pada tanggal 4 desember 2024 pukul 14:36 WIB.
- <https://www.lightpollutionmap.info/#zoom=15.09&lat=-7.0631&lon=111.7068&state=eyJiYXNlbWFWLjoiTGf5ZXJCaW5nUm9hZCIsIm92ZXJsYXkiOiJ3YV8yMDE1Iiwib3ZlcmxheWNvbG9yIjpmaWYwZxzZSwib3ZlcmxheW9>

wYWNpdHkiOjYwLCJmZWZlYXJlc29wYWNpdHkiOjg1fQ

LabPlot – Scientific plotting and data analysis, diakses pada tanggal 5 Januari 2025 pukul 11:37 WIB.

Qur'an Kemenag, “Al-Insyiqaq ayat ke 16”,
<https://quran.kemenag.go.id>

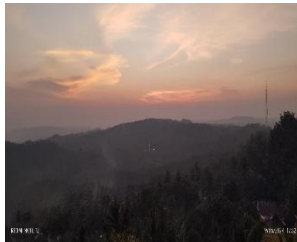
Unihedron, “SQM comparison,” diakses 22 Oktober 2024 pukul 15:06WIB,

<http://unihedron.com/projects/darksky/comparison/>

DAFTAR LAMPIRAN

A. Foto Keadaan Ufuk Desa Banyuurip sebagai Tempat Penelitian Syafaq Ahmar, Jadwal Waktu Shalat Kemenag RI

1. Tanggal 19 Juni 2024



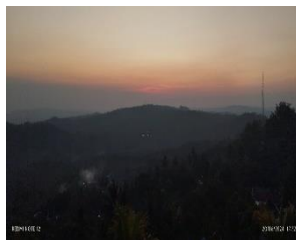
**Keadaan Ufuk Desa
Banyuurip**

Rabu, 19/06/2024

IMSAK 04:10	SUBUH 04:20	TERBIT 05:38
DUHA 06:07	ZUHUR 11:37	ASAR 14:57
MAGRIB 17:28	ISYA' 18:42	

**Jadwal Waktu Shalat
Kemenag RI Daerah
Kabupaten Tuban**

2. Tanggal 20 Juni 2024



**Keadaan Ufuk Desa
Banyuurip**

Kamis, 20/06/2024

IMSAK 04:10	SUBUH 04:20	TERBIT 05:38
DUHA 06:08	ZUHUR 11:37	ASAR 14:57
MAGRIB 17:28	ISYA' 18:43	

**Jadwal Waktu Shalat
Kemenag RI Daerah
Kabupaten Tuban**

3. Tanggal 20 September 2024



**Keadaan Ufuk Desa
Banyuurip**

Jumat, 20/09/2024

IMSAK 03:58	SUBUH 04:08	TERBIT 05:19
DUHA 05:46	ZUHUR 11:29	ASAR 14:40
MAGRIB 17:31	ISYA' 18:40	

**Jadwal Waktu Shalat
Kemenag RI Daerah
Kabupaten Tuban**

4. Tanggal 21 September 2024



**Keadaan Ufuk Desa
Banyuurip**

Sabtu, 21/09/2024

IMSAK 03:57	SUBUH 04:07	TERBIT 05:19
DUHA 05:46	ZUHUR 11:28	ASAR 14:40
MAGRIB 17:31	ISYA' 18:39	

**Jadwal Waktu Shalat
Kemenag RI Daerah
Kabupaten Tuban**

5. Tanggal 22 September 2024



**Keadaan Ufuk Desa
Banyuurip**

Minggu, 22/09/2024

IMSAK 03:57	SUBUH 04:07	TERBIT 05:18
DUHA 05:45	ZUHUR 11:28	ASAR 14:39
MAGRIB 17:31	ISYA' 18:39	

**Jadwal Waktu Shalat
Kemenag RI Daerah
Kabupaten Tuban**

6. Tanggal 11 Desember 2024



**Keadaan Ufuk Desa
Banyuurip**

Rabu, 11/12/2024

IMSAK 03:37	SUBUH 03:47	TERBIT 05:06
DUHA 05:35	ZUHUR 11:29	ASAR 14:54
MAGRIB 17:44	ISYA' 18:59	

**Jadwal Waktu Shalat
Kemenag RI Daerah
Kabupaten Tuban**

7. Tanggal 19 Desember 2024



**Keadaan Ufuk Desa
Banyuurip**

Kamis, 19/12/2024

IMSAK 03:40	SUBUH 03:50	TERBIT 05:10
DUHA 05:39	ZUHRU 11:32	ASAR 14:59
MAGRIB 17:48	ISYA' 19:04	

**Jadwal Waktu Shalat
Kemenag RI Daerah
Kabupaten Tuban**

8. Tanggal 20 Desember 2024



**Keadaan Ufuk Desa
Banyuurip**

Jumat, 20/12/2024

IMSAK 03:40	SUBUH 03:50	TERBIT 05:10
DUHA 05:40	ZUHRU 11:33	ASAR 14:59
MAGRIB 17:48	ISYA' 19:04	

**Jadwal Waktu Shalat
Kemenag RI Daerah
Kabupaten Tuban**

9. Tanggal 21 Desember 2024



**Keadaan Ufuk Desa
Banyuurip**

Sabtu, 21/12/2024

IMSAK 03:41	SUBUH 03:51	TERBIT 05:11
DUHA 05:40	ZUHR 11:33	ASAR 15:00
MAGRIB 17:49	ISYA 19:05	

**Jadwal Waktu Shalat
Kemenag RI Daerah
Kabupaten Tuban**

B. Tabel Data Titik Belok Hilangnya Syafaq Aḥmar di Desa Banyuurip Menggunakan SQM LU-DL

1. Tanggal 19 Juni 2024

Local Date & Time	Temperature	Voltage	MSAS	SunElevDeg
2024-06-19T18:12:54.000	24.4	4.94	17.09	-11.537
2024-06-19T18:13:24.000	24.4	4.94	17.15	-11.651
2024-06-19T18:13:54.000	24.4	4.94	17.21	-11.766
2024-06-19T18:14:24.000	24.4	4.94	17.26	-11.881
2024-06-19T18:14:54.000	24.4	4.94	17.32	-11.995
2024-06-19T18:15:24.000	24.4	4.94	17.41	-12.11
2024-06-19T18:15:54.000	24.4	4.94	17.42	-12.224
2024-06-19T18:16:24.000	24.4	4.94	17.49	-12.339
2024-06-19T18:16:54.000	24.4	4.94	17.55	-12.453
2024-06-19T18:17:24.000	24.4	4.94	17.53	-12.568
2024-06-19T18:17:54.000	24.4	4.94	17.6	-12.683
2024-06-19T18:18:24.000	24.4	4.94	17.64	-12.797
2024-06-19T18:18:54.000	24.4	4.94	17.65	-12.912
2024-06-19T18:19:24.000	24.4	4.94	17.64	-13.026
2024-06-19T18:19:54.000	24.4	4.94	17.65	-13.141
2024-06-19T18:20:24.000	24.4	4.94	17.7	-13.256
2024-06-19T18:20:54.000	24.4	4.94	17.69	-13.37
2024-06-19T18:21:24.000	24.4	4.94	17.74	-13.485
2024-06-19T18:21:54.000	24.1	4.94	17.71	-13.599
2024-06-19T18:22:24.000	24.1	4.94	17.69	-13.714
2024-06-19T18:22:54.000	24.1	4.94	17.77	-13.829
2024-06-19T18:23:24.000	24.1	4.94	17.73	-13.943
2024-06-19T18:23:54.000	24.1	4.94	17.78	-14.058
2024-06-19T18:24:24.000	24.1	4.94	17.74	-14.172
2024-06-19T18:24:54.000	24.1	4.94	17.74	-14.287
2024-06-19T18:25:24.000	24.1	4.94	17.79	-14.402
2024-06-19T18:25:54.000	24.1	4.94	17.71	-14.516
2024-06-19T18:26:24.000	24.1	4.94	17.83	-14.631
2024-06-19T18:26:54.000	24.1	4.94	17.76	-14.746
2024-06-19T18:27:24.000	24.1	4.94	17.81	-14.86
2024-06-19T18:27:54.000	24.1	4.94	17.75	-14.975
2024-06-19T18:28:24.000	24.1	4.94	17.74	-15.09

2. Tanggal 20 Juni 2024

Local Date & Time	Temperature	Voltage	MSAS	SunElevDeg
2024-06-20T18:12:42.00	23.8	4.94	18.83	-11.442
2024-06-20T18:13:12.00	23.8	4.94	18.89	-11.556
2024-06-20T18:13:42.00	23.8	4.94	18.95	-11.671
2024-06-20T18:14:12.00	23.8	4.94	18.99	-11.785
2024-06-20T18:14:42.00	23.8	4.94	19.03	-11.9
2024-06-20T18:15:12.00	23.8	4.94	19.09	-12.015
2024-06-20T18:15:42.00	23.8	4.94	19.16	-12.129
2024-06-20T18:16:12.00	23.8	4.94	19.16	-12.244
2024-06-20T18:16:42.00	23.8	4.94	19.21	-12.358
2024-06-20T18:17:12.00	23.8	4.94	19.23	-12.473
2024-06-20T18:17:42.00	23.8	4.94	19.25	-12.587
2024-06-20T18:18:12.00	23.5	4.94	19.29	-12.702
2024-06-20T18:18:42.00	23.5	4.94	19.25	-12.816
2024-06-20T18:19:12.00	23.5	4.94	19.3	-12.931
2024-06-20T18:19:42.00	23.5	4.94	19.35	-13.046
2024-06-20T18:20:12.00	23.5	4.94	19.43	-13.16
2024-06-20T18:20:42.00	23.5	4.94	19.39	-13.275
2024-06-20T18:21:12.00	23.5	4.94	19.41	-13.389
2024-06-20T18:21:42.00	23.5	4.94	19.5	-13.504
2024-06-20T18:22:12.00	23.8	4.94	19.41	-13.619
2024-06-20T18:22:42.00	23.5	4.94	19.45	-13.733
2024-06-20T18:23:12.00	23.5	4.94	19.49	-13.848
2024-06-20T18:23:42.00	23.5	4.94	19.49	-13.963
2024-06-20T18:24:12.00	23.5	4.94	19.46	-14.077
2024-06-20T18:24:42.00	23.5	4.94	19.52	-14.192
2024-06-20T18:25:12.00	23.5	4.94	19.47	-14.306
2024-06-20T18:25:42.00	23.5	4.94	19.47	-14.421
2024-06-20T18:26:12.00	23.5	4.94	19.49	-14.536
2024-06-20T18:26:42.00	23.5	4.94	19.2	-14.65
2024-06-20T18:27:12.00	23.5	4.94	19.49	-14.765
2024-06-20T18:27:42.00	23.5	4.94	19.49	-14.88

3. Tanggal 20 September 2024

Local Date & Time	Temperature	Voltage	MSAS	SunElevDeg
2024-09-20T18:19:27.000	23.8	4.97	17.71	-13.246
2024-09-20T18:19:32.000	23.8	4.97	17.73	-13.267
2024-09-20T18:19:37.000	23.8	4.97	17.72	-13.287
2024-09-20T18:19:42.000	23.8	4.96	17.74	-13.308
2024-09-20T18:19:47.000	23.8	4.97	17.74	-13.329
2024-09-20T18:19:52.000	23.8	4.97	17.75	-13.349
2024-09-20T18:19:57.000	23.8	4.97	17.77	-13.37
2024-09-20T18:20:02.000	23.8	4.97	17.79	-13.391
2024-09-20T18:20:07.000	23.8	4.97	17.79	-13.411
2024-09-20T18:20:12.000	23.8	4.97	17.79	-13.432
2024-09-20T18:20:17.000	23.8	4.97	17.8	-13.453
2024-09-20T18:20:22.000	23.8	4.97	17.81	-13.473
2024-09-20T18:20:27.000	23.8	4.97	17.77	-13.494
2024-09-20T18:20:32.000	23.8	4.97	17.81	-13.515
2024-09-20T18:20:37.000	23.8	4.97	17.82	-13.535
2024-09-20T18:20:42.000	23.8	4.97	17.81	-13.556
2024-09-20T18:20:47.000	23.8	4.97	17.84	-13.577
2024-09-20T18:20:52.000	23.8	4.97	17.81	-13.597
2024-09-20T18:20:57.000	23.8	4.97	17.84	-13.618
2024-09-20T18:21:02.000	23.8	4.97	17.81	-13.639
2024-09-20T18:21:07.000	23.8	4.97	17.83	-13.659
2024-09-20T18:21:12.000	23.8	4.97	17.85	-13.68
2024-09-20T18:21:17.000	23.8	4.97	17.84	-13.701
2024-09-20T18:21:22.000	23.8	4.97	17.77	-13.721
2024-09-20T18:21:27.000	23.8	4.96	17.86	-13.742
2024-09-20T18:21:32.000	23.8	4.97	17.88	-13.763
2024-09-20T18:21:37.000	23.8	4.97	17.89	-13.783
2024-09-20T18:21:42.000	23.8	4.97	17.88	-13.804
2024-09-20T18:21:47.000	23.8	4.97	17.89	-13.825
2024-09-20T18:21:52.000	23.8	4.97	17.89	-13.845
2024-09-20T18:21:57.000	23.8	4.97	17.88	-13.866

4. Tanggal 21 September 2024

Local Date & Time	Temperature	Voltage	MSAS	SunElevDeg
2024-09-21T18:18:47.000	24.4	4.96	18.08	-13.121
2024-09-21T18:18:52.000	24.4	4.97	18.08	-13.141
2024-09-21T18:18:57.000	24.4	4.97	18.08	-13.162
2024-09-21T18:19:02.000	24.4	4.97	18.09	-13.183
2024-09-21T18:19:07.000	24.4	4.97	18.08	-13.203
2024-09-21T18:19:12.000	24.1	4.96	18.11	-13.224
2024-09-21T18:19:17.000	24.4	4.97	18.11	-13.245
2024-09-21T18:19:22.000	24.4	4.97	18.11	-13.265
2024-09-21T18:19:27.000	24.4	4.97	18.13	-13.286
2024-09-21T18:19:32.000	24.4	4.97	18.12	-13.307
2024-09-21T18:19:37.000	24.4	4.97	18.14	-13.327
2024-09-21T18:19:42.000	24.4	4.97	18.14	-13.348
2024-09-21T18:19:47.000	24.4	4.97	18.15	-13.369
2024-09-21T18:19:52.000	24.1	4.97	18.15	-13.389
2024-09-21T18:19:57.000	24.4	4.97	18.15	-13.41
2024-09-21T18:20:02.000	24.1	4.97	18.15	-13.431
2024-09-21T18:20:07.000	24.1	4.97	18.17	-13.451
2024-09-21T18:20:12.000	24.4	4.97	18.16	-13.472
2024-09-21T18:20:17.000	24.1	4.97	18.16	-13.493
2024-09-21T18:20:22.000	24.1	4.97	18.17	-13.513
2024-09-21T18:20:27.000	24.1	4.97	18.17	-13.534
2024-09-21T18:20:32.000	24.1	4.97	18.15	-13.555
2024-09-21T18:20:37.000	24.4	4.97	18.17	-13.575
2024-09-21T18:20:42.000	24.4	4.97	18.18	-13.596
2024-09-21T18:20:47.000	24.1	4.97	18.18	-13.617
2024-09-21T18:20:52.000	24.1	4.97	18.19	-13.637
2024-09-21T18:20:57.000	24.1	4.96	18.19	-13.658
2024-09-21T18:21:02.000	24.1	4.97	18.19	-13.679
2024-09-21T18:21:07.000	24.1	4.97	18.19	-13.699
2024-09-21T18:21:12.000	24.4	4.97	18.2	-13.72
2024-09-21T18:21:17.000	24.1	4.97	18.2	-13.741
2024-09-21T18:21:22.000	24.1	4.97	18.2	-13.761
2024-09-21T18:21:27.000	24.1	4.97	18.19	-13.782
2024-09-21T18:21:32.000	24.1	4.97	18.19	-13.803

5. Tanggal 22 September 2024

Local Date & Time	Temperature	Voltage	MSAS	SunElevDeg
2024-09-22T18:18:09.000	24.8	4.97	18.35	-13.002
2024-09-22T18:18:14.000	24.8	4.97	18.34	-13.023
2024-09-22T18:18:19.000	24.8	4.97	18.35	-13.044
2024-09-22T18:18:24.000	24.8	4.97	18.35	-13.064
2024-09-22T18:18:29.000	24.8	4.97	18.35	-13.085
2024-09-22T18:18:34.000	24.8	4.96	18.35	-13.106
2024-09-22T18:18:39.000	24.8	4.97	18.36	-13.126
2024-09-22T18:18:44.000	24.8	4.97	18.36	-13.147
2024-09-22T18:18:49.000	24.8	4.97	18.36	-13.168
2024-09-22T18:18:54.000	24.8	4.97	18.36	-13.188
2024-09-22T18:18:59.000	24.8	4.97	18.37	-13.209
2024-09-22T18:19:04.000	24.8	4.97	18.37	-13.23
2024-09-22T18:19:09.000	24.8	4.97	18.37	-13.25
2024-09-22T18:19:14.000	24.4	4.97	18.36	-13.271
2024-09-22T18:19:19.000	24.8	4.97	18.37	-13.292
2024-09-22T18:19:24.000	24.8	4.97	18.37	-13.312
2024-09-22T18:19:29.000	24.4	4.97	18.37	-13.333
2024-09-22T18:19:34.000	24.8	4.96	18.38	-13.354
2024-09-22T18:19:39.000	24.8	4.97	18.38	-13.374
2024-09-22T18:19:44.000	24.4	4.97	18.38	-13.395
2024-09-22T18:19:49.000	24.8	4.97	18.38	-13.416
2024-09-22T18:19:54.000	24.8	4.97	18.39	-13.436
2024-09-22T18:19:59.000	24.4	4.97	18.38	-13.457
2024-09-22T18:20:04.000	24.8	4.97	18.37	-13.478
2024-09-22T18:20:09.000	24.8	4.97	18.4	-13.498
2024-09-22T18:20:14.000	24.4	4.97	18.39	-13.519
2024-09-22T18:20:19.000	24.8	4.97	18.4	-13.54
2024-09-22T18:20:24.000	24.4	4.97	18.39	-13.56
2024-09-22T18:20:29.000	24.4	4.97	18.39	-13.581
2024-09-22T18:20:34.000	24.4	4.97	18.4	-13.602
2024-09-22T18:20:39.000	24.4	4.97	18.39	-13.622
2024-09-22T18:20:44.000	24.4	4.97	18.4	-13.643
2024-09-22T18:20:49.000	24.4	4.97	18.4	-13.664
2024-09-22T18:20:54.000	24.4	4.97	18.4	-13.684
2024-09-22T18:20:59.000	24.4	4.97	18.41	-13.705
2024-09-22T18:21:04.000	24.4	4.97	18.35	-13.726
2024-09-22T18:21:09.000	24.4	4.97	18.41	-13.746

6. Tanggal 11 Desember 2024

Local Date & Time	Temperature	Voltage	MSAS	SunElevDeg
2024-12-11T18:18:52.000	23.5	4.97	16.35	-9.097
2024-12-11T18:18:57.000	23.5	4.97	16.33	-9.115
2024-12-11T18:19:02.000	23.5	4.97	16.35	-9.134
2024-12-11T18:19:07.000	23.5	4.97	16.36	-9.153
2024-12-11T18:19:12.000	23.5	4.97	16.35	-9.172
2024-12-11T18:19:17.000	23.5	4.97	16.36	-9.19
2024-12-11T18:19:22.000	23.2	4.97	16.38	-9.209
2024-12-11T18:19:27.000	23.5	4.96	16.35	-9.228
2024-12-11T18:19:32.000	23.2	4.97	16.35	-9.247
2024-12-11T18:19:37.000	23.5	4.96	16.36	-9.265
2024-12-11T18:19:42.000	23.5	4.97	16.35	-9.284
2024-12-11T18:19:47.000	23.5	4.97	16.38	-9.303
2024-12-11T18:19:52.000	23.2	4.97	16.38	-9.322
2024-12-11T18:19:57.000	23.2	4.97	16.38	-9.34
2024-12-11T18:20:02.000	23.5	4.97	16.34	-9.359
2024-12-11T18:20:07.000	23.5	4.97	16.35	-9.378
2024-12-11T18:20:12.000	23.5	4.97	16.36	-9.397
2024-12-11T18:20:17.000	23.2	4.97	16.36	-9.415
2024-12-11T18:20:22.000	23.5	4.97	16.36	-9.434
2024-12-11T18:20:27.000	23.5	4.97	16.38	-9.453
2024-12-11T18:20:32.000	23.2	4.97	16.39	-9.472
2024-12-11T18:20:37.000	23.5	4.97	16.4	-9.49
2024-12-11T18:20:42.000	23.5	4.96	16.4	-9.509
2024-12-11T18:20:47.000	23.5	4.97	16.4	-9.528
2024-12-11T18:20:52.000	23.5	4.97	16.41	-9.547
2024-12-11T18:20:57.000	23.2	4.97	16.39	-9.565
2024-12-11T18:21:02.000	23.2	4.97	16.4	-9.584
2024-12-11T18:21:07.000	23.5	4.97	16.41	-9.603
2024-12-11T18:21:12.000	23.2	4.97	16.4	-9.622
2024-12-11T18:21:17.000	23.5	4.96	16.4	-9.64
2024-12-11T18:21:22.000	23.5	4.97	16.38	-9.659
2024-12-11T18:21:27.000	23.5	4.97	16.43	-9.678
2024-12-11T18:21:32.000	23.2	4.97	16.41	-9.697
2024-12-11T18:21:37.000	23.5	4.97	16.42	-9.715
2024-12-11T18:21:42.000	23.5	4.97	16.4	-9.734
2024-12-11T18:21:47.000	23.5	4.97	16.42	-9.753
2024-12-11T18:21:52.000	23.2	4.97	16.44	-9.772
2024-12-11T18:21:57.000	23.5	4.97	16.42	-9.79
2024-12-11T18:22:02.000	23.2	4.97	16.45	-9.809
2024-12-11T18:22:07.000	23.2	4.97	16.4	-9.828
2024-12-11T18:22:12.000	23.2	4.96	16.39	-9.847

7. Tanggal 19 Desember 2024

Local Date & Time	Temperature	Voltage	MSAS	SunElevDeg
2024-12-19T18:27:34.000	23.8	4.97	16.54	-10.11
2024-12-19T18:27:39.000	23.8	4.97	16.5	-10.128
2024-12-19T18:27:44.000	23.8	4.97	16.54	-10.147
2024-12-19T18:27:49.000	23.8	4.97	16.49	-10.166
2024-12-19T18:27:54.000	23.8	4.97	16.52	-10.184
2024-12-19T18:27:59.000	23.8	4.97	16.5	-10.203
2024-12-19T18:28:04.000	23.8	4.97	16.5	-10.222
2024-12-19T18:28:09.000	23.8	4.97	16.5	-10.24
2024-12-19T18:28:14.000	23.8	4.97	16.51	-10.259
2024-12-19T18:28:19.000	23.8	4.97	16.54	-10.278
2024-12-19T18:28:24.000	23.8	4.97	16.54	-10.296
2024-12-19T18:28:29.000	23.8	4.97	16.54	-10.315
2024-12-19T18:28:34.000	23.8	4.97	16.55	-10.334
2024-12-19T18:28:39.000	23.8	4.96	16.54	-10.352
2024-12-19T18:28:44.000	23.8	4.97	16.56	-10.371
2024-12-19T18:28:49.000	23.8	4.97	16.56	-10.39
2024-12-19T18:28:54.000	23.8	4.97	16.56	-10.408
2024-12-19T18:28:59.000	23.8	4.97	16.55	-10.427
2024-12-19T18:29:04.000	23.5	4.97	16.56	-10.446
2024-12-19T18:29:09.000	23.8	4.97	16.53	-10.464
2024-12-19T18:29:14.000	23.8	4.96	16.56	-10.483
2024-12-19T18:29:19.000	23.8	4.97	16.59	-10.502
2024-12-19T18:29:24.000	23.8	4.97	16.58	-10.52
2024-12-19T18:29:29.000	23.8	4.97	16.58	-10.539
2024-12-19T18:29:34.000	23.8	4.97	16.59	-10.558
2024-12-19T18:29:39.000	23.8	4.96	16.58	-10.576
2024-12-19T18:29:44.000	23.8	4.97	16.59	-10.595
2024-12-19T18:29:49.000	23.8	4.97	16.59	-10.614
2024-12-19T18:29:54.000	23.8	4.97	16.56	-10.632
2024-12-19T18:29:59.000	23.8	4.97	16.58	-10.651
2024-12-19T18:30:04.000	23.8	4.97	16.59	-10.669
2024-12-19T18:30:09.000	23.8	4.97	16.58	-10.688
2024-12-19T18:30:14.000	23.8	4.97	16.6	-10.707
2024-12-19T18:30:19.000	23.8	4.97	16.6	-10.725
2024-12-19T18:30:24.000	23.8	4.97	16.61	-10.744
2024-12-19T18:30:29.000	23.8	4.97	16.61	-10.763
2024-12-19T18:30:34.000	23.8	4.97	16.6	-10.781
2024-12-19T18:30:39.000	23.8	4.97	16.61	-10.8
2024-12-19T18:30:44.000	23.8	4.97	16.61	-10.819
2024-12-19T18:30:49.000	23.8	4.97	16.62	-10.837
2024-12-19T18:30:54.000	23.8	4.97	16.61	-10.856
2024-12-19T18:30:59.000	23.8	4.97	16.62	-10.875

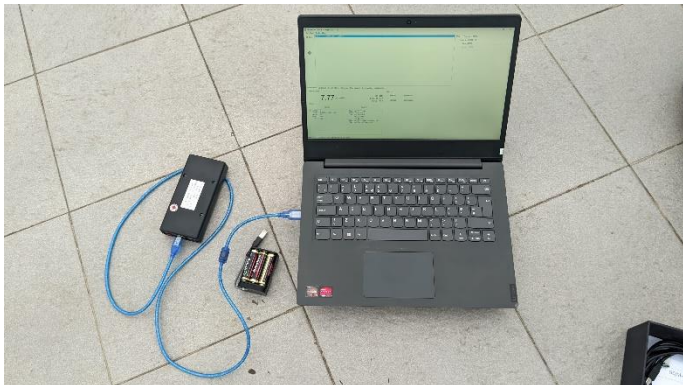
8. Tanggal 20 Desember 2024

Local Date & Time	Temperature	Voltage	MSAS	SunElevDeg
2024-12-20T18:27:44.000	24.1	4.97	16.61	-10.034
2024-12-20T18:27:49.000	24.1	4.97	16.61	-10.052
2024-12-20T18:27:54.000	24.1	4.97	16.61	-10.071
2024-12-20T18:27:59.000	24.1	4.97	16.61	-10.09
2024-12-20T18:28:04.000	24.1	4.96	16.61	-10.108
2024-12-20T18:28:09.000	24.1	4.96	16.61	-10.127
2024-12-20T18:28:14.000	24.1	4.96	16.61	-10.146
2024-12-20T18:28:19.000	24.1	4.97	16.61	-10.164
2024-12-20T18:28:24.000	24.1	4.97	16.61	-10.183
2024-12-20T18:28:29.000	24.1	4.97	16.63	-10.202
2024-12-20T18:28:34.000	24.1	4.97	16.62	-10.22
2024-12-20T18:28:39.000	24.1	4.97	16.61	-10.239
2024-12-20T18:28:44.000	24.1	4.97	16.64	-10.258
2024-12-20T18:28:49.000	24.1	4.97	16.61	-10.276
2024-12-20T18:28:54.000	24.1	4.97	16.63	-10.295
2024-12-20T18:28:59.000	24.1	4.97	16.63	-10.314
2024-12-20T18:29:04.000	24.1	4.97	16.62	-10.332
2024-12-20T18:29:09.000	24.1	4.97	16.62	-10.351
2024-12-20T18:29:14.000	24.1	4.97	16.63	-10.37
2024-12-20T18:29:19.000	24.1	4.97	16.64	-10.388
2024-12-20T18:29:24.000	24.1	4.97	16.63	-10.407
2024-12-20T18:29:29.000	24.1	4.97	16.63	-10.426
2024-12-20T18:29:34.000	24.1	4.97	16.65	-10.444
2024-12-20T18:29:39.000	24.1	4.97	16.65	-10.463
2024-12-20T18:29:44.000	24.1	4.97	16.63	-10.482
2024-12-20T18:29:49.000	24.1	4.97	16.64	-10.5
2024-12-20T18:29:54.000	24.1	4.97	16.64	-10.519
2024-12-20T18:29:59.000	24.1	4.96	16.64	-10.538
2024-12-20T18:30:04.000	24.1	4.97	16.65	-10.556
2024-12-20T18:30:09.000	24.1	4.97	16.64	-10.575
2024-12-20T18:30:14.000	24.1	4.96	16.65	-10.594
2024-12-20T18:30:19.000	24.1	4.96	16.65	-10.612
2024-12-20T18:30:24.000	24.1	4.97	16.64	-10.631
2024-12-20T18:30:29.000	24.1	4.96	16.67	-10.65
2024-12-20T18:30:34.000	24.1	4.97	16.65	-10.668
2024-12-20T18:30:39.000	24.1	4.97	16.64	-10.687
2024-12-20T18:30:44.000	24.1	4.97	16.64	-10.706

9. Tanggal 21 Desember 2024

Local Date & Time	Temperat	Voltage	MSAS	SunElevDeg
2024-12-21T18:28:18.000	23.8	4.97	16.83	-10.049
2024-12-21T18:28:23.000	23.8	4.96	16.81	-10.068
2024-12-21T18:28:28.000	23.8	4.97	16.83	-10.086
2024-12-21T18:28:33.000	23.8	4.97	16.83	-10.105
2024-12-21T18:28:38.000	23.8	4.97	16.83	-10.124
2024-12-21T18:28:43.000	23.8	4.97	16.83	-10.142
2024-12-21T18:28:48.000	23.8	4.97	16.83	-10.161
2024-12-21T18:28:53.000	23.8	4.97	16.84	-10.18
2024-12-21T18:28:58.000	23.8	4.96	16.83	-10.198
2024-12-21T18:29:03.000	23.8	4.97	16.83	-10.217
2024-12-21T18:29:08.000	23.8	4.97	16.83	-10.236
2024-12-21T18:29:13.000	23.8	4.97	16.83	-10.254
2024-12-21T18:29:18.000	23.8	4.97	16.87	-10.273
2024-12-21T18:29:23.000	23.8	4.97	16.83	-10.291
2024-12-21T18:29:28.000	23.8	4.97	16.87	-10.31
2024-12-21T18:29:33.000	23.8	4.97	16.84	-10.329
2024-12-21T18:29:38.000	23.8	4.97	16.84	-10.347
2024-12-21T18:29:43.000	23.8	4.96	16.84	-10.366
2024-12-21T18:29:48.000	23.8	4.96	16.85	-10.385
2024-12-21T18:29:53.000	23.8	4.97	16.86	-10.403
2024-12-21T18:29:58.000	23.8	4.97	16.86	-10.422
2024-12-21T18:30:03.000	23.8	4.97	16.84	-10.441
2024-12-21T18:30:08.000	23.8	4.96	16.85	-10.459
2024-12-21T18:30:13.000	23.8	4.97	16.85	-10.478
2024-12-21T18:30:18.000	23.8	4.97	16.88	-10.497
2024-12-21T18:30:23.000	23.8	4.97	16.88	-10.515
2024-12-21T18:30:28.000	23.8	4.97	16.86	-10.534
2024-12-21T18:30:33.000	23.8	4.97	16.85	-10.553
2024-12-21T18:30:38.000	23.8	4.97	16.85	-10.571
2024-12-21T18:30:43.000	23.8	4.97	16.86	-10.59
2024-12-21T18:30:48.000	23.8	4.97	16.86	-10.609
2024-12-21T18:30:53.000	23.8	4.97	16.88	-10.627
2024-12-21T18:30:58.000	23.8	4.97	16.87	-10.646
2024-12-21T18:31:03.000	23.8	4.96	16.87	-10.665
2024-12-21T18:31:08.000	23.8	4.97	16.86	-10.683
2024-12-21T18:31:13.000	23.8	4.97	16.88	-10.702
2024-12-21T18:31:18.000	23.8	4.97	16.88	-10.721
2024-12-21T18:31:23.000	23.8	4.97	16.87	-10.739
2024-12-21T18:31:28.000	23.8	4.97	16.87	-10.758

C. Foto Peralatan yang Digunakan Selama Penelitian



DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENULIS



Biodata Penulis

Nama : Ahmad Bayu Shofiyulloh
Tempat/Tanggal Lahir : Tuban, 15 Agustus 2002
Jenis Kelamin : Laki-laki
Agama : Islam
Alamat : Jl. Sunan Kalijogo No. 2 RT 01 RW 06
Desa Medalem Kecamatan Senori
Kabupaten Tuban
Telepon/WA : 0895332958877/087860268104
Email : ahmadbayu132109@gmail.com

Riwayat Pendidikan

1. Formal
 - a. MI Hidayatul Muta'alimin Medalem Senori Tuban (2009 – 2015)
 - b. Mts Islamiyah Banin Jatisari Senori Tuban (2015 – 2018)
 - c. MA Islamiyah Sunatunnur Jatisari Senori Tuban (2019 – 2021)
2. Non Formal
 - a. TPQ Al-Mushtofa Medalem Senori Tuban
 - b. Diniyah Takmiliyah Al-Amin Medalem Senori Tuban
3. Pengalaman Organisasi
 - a. ISMARO (Ikatan Silaturrahmi Mahasiswa Ronggolawe) Tuban
 - b. KSMW (Kelompok Studi Mahasiswa Walisongo)

Demikian daftar riwayat hidup penulis ini dibuat sebenar-benarnya dan digunakan sebagaimana mestinya.

Semarang, 15 Januari 2025
Penulis,

Ahmad Bayu Shofiyulloh
2102046016