

**PENGARUH KELEMBABAN UDARA TERHADAP
INTENSITAS CAHAYA FAJAR
(Studi Kasus di Pantai Selayar dan Pantai Mayangkara,
Kabupaten Gresik serta Bukit Sikunir, Kabupaten
Wonosobo)**

SKRIPSI



Disusun oleh:
JOHAR ASIKIN
1902046067

**PRODI ILMU FALAK
FAKULTAS SYARIAH DAN HUKUM
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
SEMARANG
2024**

DEKLARASI

DEKLARASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Johar Asikin
NIM : 1902046067
Jurusan : Ilmu Falak
Fakultas : Syariah dan Hukum UIN Walisongo Semarang
Judul : **“Pengaruh Kelembaban Udara Terhadap Intensitas Cahaya Fajar”**

Dengan penuh kejujuran dan tanggung jawab, penulis menyatakan bahwa skripsi ini tidak berisi materi yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain. Demikian skripsi ini dibuat penulis dengan tanpa berisi pikiran orang lain kecuali dengan informasi yang terdapat dalam bahan refrensi yang dijadikan penulis sebagai bahan rujukan.

Semarang, 13 Desember 2024

Deklarator,

METERAI TEMPEL
CCOE4ALX322916266

Johar Asikin
1902046067

LEMBAR PENGESAHAN



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

Jl. Prof. Dr. Hamka Km. 02 Kampus III UIN Walisongo Semarang 50185 Telp (024) 7601291
Website: www.fah.walisongo.ac.id

LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi Saudara : Johar Asikin
NIM : 1902046067
Jurusan : Ilmu Falak
Judul Skripsi : Pengaruh Kelembaban Udara Terhadap Intensitas Cahaya Fajar (Studi Kasus di Pantai Selayar dan Pantai Mayangkara, Kabupaten Gresik serta Bukit Sikunir, Kabupaten Wonosobo)

Telah dimunaqosyahkan oleh Dewan Penguji Fakultas Syari'ah dan Hukum Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang dan dinyatakan lulus/baik/cukup pada tanggal 31 Desember 2024 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 hukum.

Ketua Sidang

Alfian Qodri Azizi, M.H

NIP : 198811052019031006

Sekretaris Sidang

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

NIP : 197205121999031003

Penguji Utama I

Dr. Ahmad Adh. Rofuiddin, M.S.I.

NIP : 198911022018011001

Penguji Utama II

Karis Laslanto, M.S.I

NIP : 198910092019031005



Pembimbing I

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

NIP : 197205121999031003

Pembimbing II

M. Ihtirozun Ni'am, M.H.

NIP : 199307102019031008

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
FAKULTAS SYARIAH 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. Johar Asikin
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:

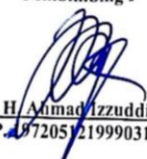
Nama : Johar Asikin
NIM : 1902046067
Jurusan/prodi : Ilmu Falak
Judul skripsi : Pengaruh Kelembaban Udara Terhadap Intensitas Cahaya Fajar

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

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Semarang, 27 Desember 2024

Pembimbing I


Prof. Dr. H. Ahmad Izzuddin, M. Ag.
NIP. 97205121999031003

Pembimbing II


M. Ihtirizdan Ni'am, M.H.
NIP. 199307102019031008

PERSEMBAHAN

Alhamdulillahil'alamin, atas segala rahmat, karunia dan izin Allah SWT, tidak ada hentinya penulis selalu mengucapkan rasa syukur kepada-Nya yang telah memberikan nikmat kemudahan, kelancaran dan rintangan sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini. Penulis ingin mempersembahkan karya ilmu kepada:

1. Ibu Nurhayati dan Bapak Sholeh tercinta yang selalu ikhlas berjuang dan mendo'akan penulis serta tak pernah lelah untuk selalu ada disaat penulis butuh motivasi, semangat dalam menjalankan kehidupan dan mengapai cita-cita penulis. Semoga Allah SWT senantiasa memberikan kesehatan, rezeki dan keberkahan hidup di sepanjang umurnya. Amin
2. Nenek dan Kakek (Simbah Fahrurrozi dan simbah Muslikha) dan seluruh keluarga besar tercinta yang dengan ikhlas melakukan apapun untuk masa depan orang-orang tersayang. Semoga Allah SWT senantiasa memberikan yang terbaik, melindungi dan memudahkan segala urusan mereka. Amin
3. Adik tersayang Mohamad Solahudin, Semoga Allah SWT memberikan hidayah dan barokah hidup, agar selalu menjadi manusia yang berakhlak dan berbudi mulia serta tak mengecewakan harapan kecil orang tua terhadap anak-anaknya.

4. Kepada kiyai dan seluruh guru serta dosen pengajar (terkhusus keluarga besar Pondok Pesantren Al-Ishlah Mangkang kulon dan Life Skill Daarun Najaah serta dosen pengajar di Fakultas Syariah dan Hukum) yang tanpanya, penulis kurang sempurna dalam menyelesaikan kewajiban menuntut ilmu. Semoga beliau- beliau meridhoi ilmu yang telah di berikan kepada penulis dan semoga Allah SWT senantiasa mempermudah segala urusanya dan memberikah nikmat ibadah yang sempurna.
5. Bapak Ahmad Munif, M.S.I. selaku Ketua Jurusan dan Bapak Alfian Qodri Azizi, M.H. selaku Sekretaris Jurusan Ilmu Falak Fakultas Syari'ah dan Hukum UIN Walisongo.
6. Bapak M. Basthoni yang dengan sangat sabar dan santai mengajarkan tentang tehnik analisis menggunakan *software GNUPlot*.
7. Bapak Mutoha Arkanuddin yang mengajarkan pengetahuan tentang Falak di lapangan.
8. Keluarga Pondok Pesantren Al-Ishlah Mangkangkulon dan Life Skill Daarun Najaah serta Guru-guru penulis selama menempuh Pendidikan pondok. Terkhusus KH Drs. Ahmad Hadlor Ihsan selaku Pengasuh Pondok Pesantren Al-Ishlah dan Prof. Dr. H. Ahmad Izzuddin, M. Ag. selaku Pengasuh Pondok Pesantren Life Skill Daarun Najaah, Bu Nyai Sepah dan Bu Nyai yang telah memberikan dukungan moral serta tiada henti untuk mendoakan santri- santrinya.

9. Bapak dan Ibu dosen Fakultas Syari'ah dan Hukum.
10. JQH El-Fasya El-Febi, Justisia dan MATAN UIN Walisongo yang telah memberikan kesempatan belajar penulis dalam organisasi selama masa perkuliahan.
11. Teman-teman gokil penulis yang sudah dengan ikhlas membantu dan mendengarkan segala sambatan yang penulis keluhkan (Ahsan, Hanif, Budi, Ilham, Amin, dkk.).
12. Saudari Nafik Nur Azizah yang dengan ikhlas dan selalu meyakinkan serta mendukung penulis.
13. Keluarga Ikanmas Semarang.
14. Teman-teman kelas IF C 2019.
15. Teman-teman KKN MIT 14 Desa Mendongan.
16. Teman-teman penulis yang telah menemani penulis menempuh pendidikan dalam berbagai jenjang yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu.

MOTTO

وَكُلُوا وَاشْرَبُوا حَتَّى يَتَبَيَّنَ لَكُمُ الْخَيْطُ الْأَبْيَضُ مِنَ الْخَيْطِ الْأَسْوَدِ مِنَ الْفَجْرِ ۖ

"Kulū wa ashrahbū ḥattā yatabayyana lakumu al-khayṭu al-abyaḍu mina al-khayṭi al-aswadi mina al-fajri..."

"...Makan dan minumlah hingga jelas bagimu (perbedaan) antara benang putih dan benang hitam, yaitu fajar..." (Q.S. al-Baqarah [2]:187)

PEDOMAN TRANSLITERASI ARAB-LATIN

Pedoman transliterasi Arab-Latin yang digunakan merupakan hasil Surat Keputusan Bersama (SKB) Menteri Agama No. 158 Tahun 1987 dan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan R. I. No. 0543b/U/1987.

A. Konsonan

Daftar huruf bahasa Arab dan transliterasinya ke dalam huruf Latin dapat dilihat dalam tabel berikut:

Huruf Arab	Nama	Huruf Latin	Nama
ا	<i>Alif</i>	Tidak dilambangkan	Tidak dilambangkan
ب	<i>Ba</i>	B	Be
ت	<i>Ta</i>	T	Te
س	<i>Sa</i>	Š	Es (dengan titik di atas)
ج	<i>Jim</i>	J	Je

ح	<i>Ha</i>	Ḥ	Ha (dengan titik di bawah)
خ	<i>Kha</i>	Kh	Ka dan ha
د	<i>Da</i>	D	De
ذ	<i>Za</i>	Ẓ	Zet (dengan titik di atas)
ر	<i>Ra</i>	R	Er
ز	<i>Zai</i>	Z	Zet
س	<i>Sin</i>	S	Es
ش	<i>Syin</i>	Sy	Es dan ya
ص	<i>Sad</i>	Ṣ	Es (dengan titik di bawah)
ض	<i>Dad</i>	Ḍ	De (dengan titik di bawah)

ط	<i>Ta</i>	Ṭ	Te (dengan titik di bawah)
ظ	<i>Za</i>	Ẓ	Zet (dengan titik di bawah)
ع	<i>‘Ain</i>	‘ —	Apostrof terbalik
غ	<i>Gain</i>	G	Ge
ف	<i>Fa</i>	F	Ef
ق	<i>Qaf</i>	Q	Qi
ك	<i>Kaf</i>	K	Ka
ل	<i>Lam</i>	L	El
م	<i>Mim</i>	M	Em
ن	<i>Nun</i>	N	En

و	<i>Wau</i>	W	We
ه	<i>Ha</i>	H	Ha
ء	<i>Hamza</i>	—'	Apostrof
ي	<i>Ya</i>	Y	Ye

Hamzah (ء) yang terletak di awal kata mengikuti vokalnya tanpa diberi tanda apapun. Jika ia terletak di tengah atau di akhir, maka ditulis dengan tanda (').

B. Vokal

Vokal bahasa Arab, seperti vokal dalam bahasa Indonesia, terdiri atas vokal tunggal dan vokal rangkap.

Vokal tunggal bahasa Arab yang lambangnya berupa tanda harakat, transliterasinya sebagai berikut:

Tanda	Nama	Huruf Latin	Nama
َ	<i>Faṭḥah</i>	A	A
ِ	<i>Kasrah</i>	I	I
ُ	<i>Ḍammah</i>	U	U

Vokal rangkap bahasa Arab yang lambangnya berupa gabungan antara harakat dan huruf, transliterasinya berupa gabungan huruf, yaitu:

Tanda	Nama	Huruf Latin	Nama
نَي	<i>Faṭḥah</i> dan <i>ya</i>	Ai	A dan I
نَو	<i>Faṭḥah</i> dan <i>wau</i>	Au	A dan U

C. *Maddah*

Maddah atau vokal panjang yang lambangnya berupa harakat dan huruf, transliterasinya berupa huruf dan tanda, yaitu:

Harakat dan Huruf	Nama	Huruf dan Tanda	Nama
ا...َ	<i>Faṭḥah</i> dan <i>alif</i>	Ā	A dan garis di atas
ي...ِ	<i>Kasrah</i> dan <i>ya</i>	Ī	I dan garis di atas
و...ُ	<i>Ḍammah</i> dan <i>wau</i>	Ū	U dan garis diatas

D. *Ta Marbūṭah*

Tranliterasi untuk *ta marbūṭah* ada dua, yaitu: *ta marbūṭah* yang hidup atau memiliki harakat *fathah*, *kasrah*, atau *ḍammah* menggunakan transliterasi [t], sedangkan *ta marbūṭah* yang mati atau berharakat *sukun* menggunakan transliterasi [h].

E. Syaddah

Syaddah atau *tasydīd* yang dalam penulisan Arab dilambangkan dengan tanda *tasydīd* (ّ), dalam transliterasi ini dilambangkan dengan pengulangan huruf (konsonan ganda) yang diberi tanda *tasydīd*.

Jika huruf *ya* (ي) ber-*tasydīd* di akhir sebuah kata dan didahului harakat *kasrah* (ِ), maka ia ditransliterasi seperti huruf *maddah* (ī).

F. Kata Sandang

Kata sandang dalam sistem tulisan Arab dilambangkan dengan huruf *alif lam ma'rifah* (ال). Dalam pedoman transliterasi ini, kata sandang ditransliterasi seperti biasa [al-], baik ketika diikuti oleh huruf syamsiyah maupun huruf qamariah. Kata sandang ditulis terpisah dari kata yang mengikutinya dan dihubungkan dengan garis mendatar (-).

G. Hamzah

Aturan transliterasi huruf *hamzah* menjadi apostrof (') hanya berlaku bagi *hamzah* yang terletak di tengah dan akhir kata. Namun, bila *hamzah* terletak di awal kata, maka ia tidak dilambangkan, karena dalam tulisan Arab ia berupa *alif*.

H. Penulisan Kata Arab yang Lazim digunakan dalam Bahasa Indonesia

Kata, istilah, atau kalimat Arab yang ditransliterasi merupakan kata, istilah, atau kalimat yang belum dibakukan dalam bahasa Indonesia. Kata, istilah, atau kalimat yang sudah lazim dan menjadi bagian dari pembendaharaan bahasa Indonesia atau sudah sering ditulis dalam bahasa Indonesia tidak lagi ditulis menurut cara transliterasi ini. Namun, apabila kata, istilah, atau kalimat tersebut menjadi bagian dari satu rangkaian teks Arab, maka harus ditransliterasi secara utuh.

I. *Lafẓ al-Jalālāh* (الله)

Kata “Allah” yang didahului parikel seperti huruf *jarr* atau huruf lainnya atau berkedudukan sebagai *mudāf ilaih* (frasa nominal), ditransliterasi tanpa huruf *hamzah*. Adapun *ta marbūṭah* di akhir kata yang disandarkan pada *lafẓ al-jalālāhi* ditransliterasi dengan huruf [t].

J. Huruf Kapital

Walau sistem tulisan Arab tidak mengenal huruf kapital, dalam transliterasinya huruf-huruf tersebut dikenai ketentuan tentang penggunaan huruf kapital berdasarkan pedoman ejaan bahasa Indonesia yang berlaku (EYD). Huruf kapital digunakan untuk menuliskan huruf awal nama, dan huruf pertama pada permulaan kalimat, apabila kata nama tersebut diawali oleh kata sandang (al-), maka yang ditulis kapital adalah huruf awal nama tersebut, kata sandang ditulis kapital (Al-) apabila berada di awal kalimat.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan mengkaji pengaruh kelembaban udara terhadap intensitas cahaya fajar dan implikasinya pada penentuan awal waktu salat Subuh. Studi dilakukan di tiga lokasi dengan kondisi atmosfer berbeda, yaitu Pantai Selayar, Pantai Mayangkara, dan Bukit Sikunir. Data kelembaban udara diperoleh melalui aplikasi Zoom Earth, sementara data intensitas cahaya fajar didokumentasikan menggunakan kamera dengan pengaturan manual, seperti Xiaomi 12T dan Poco X3 NFC. Analisis data menggunakan regresi linear menunjukkan bahwa kelembaban udara tinggi meningkatkan intensitas cahaya fajar. Di dataran tinggi seperti Bukit Sikunir, kelembaban tinggi menghasilkan intensitas cahaya yang lebih terang, dengan waktu awal Subuh yang hampir sesuai dengan hasil *software Accurate Times*. Sebaliknya, di dataran rendah dengan kelembaban rendah, intensitas cahaya lebih redup, dan waktu awal Subuh cenderung lebih lambat dibandingkan dengan hasil *Accurate Times*. Penelitian ini menegaskan bahwa kelembaban udara memengaruhi intensitas dan warna cahaya fajar, serta berdampak pada akurasi penentuan awal waktu Subuh. Temuan ini memberikan kontribusi penting dalam pengembangan ilmu falak, khususnya dalam mempertimbangkan faktor atmosfer untuk keperluan observasi astronomi dalam ibadah.

ABSTRACT

This study aims to examine the influence of atmospheric humidity on the intensity of twilight light at dawn and its implications for determining the Fajr prayer time. The research was conducted in three locations with different atmospheric conditions: Selayar Beach, Mayangkara Beach, and Sikunir Hill. Atmospheric humidity data were obtained using the Zoom Earth application, while twilight light intensity was documented using manually configured cameras, such as Xiaomi 12T and Poco X3 NFC. Linear regression analysis showed that higher humidity levels increased the intensity of twilight light. In high-altitude locations such as Sikunir Hill, higher humidity resulted in brighter light intensity, with Fajr prayer times closely aligning with the results from the Accurate Times software. Conversely, in low-altitude areas with lower humidity, the twilight light intensity was dimmer, and the Fajr prayer times were generally delayed compared to the Accurate Times results. This study confirms that atmospheric humidity significantly influences the intensity and color of twilight light and impacts the accuracy of determining the Fajr prayer time. These findings contribute significantly to the development of Islamic astronomy, particularly in considering atmospheric factors for astronomical observations related to religious practices.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang, yang telah melimpahkan karunia serta nikmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi sebagai tugas akhir Strata 1 dengan judul “Pengaruh Kelembaban Udara Terhadap Intensitas Cahaya Fajar (Studi Kasus di Pantai Selayar dan Pantai Mayangkara, Kabupaten Gresik serta Bukit Sikunir, Kabupaten Wonosobo)” dengan mudah dan tanpa ada halangan apapun dengan lancar. Shalawat serta salam semoga senantiasa terlimpahkan kepada baginda Rasul Muhammad SAW beserta para keluarga, sahabat, dan umatnya.

Pada dasarnya, penelitian yang saya lakukan untuk skripsi ini tidak lepas dari teori dan pengetahuan yang saya pelajari selama kuliah, serta bimbingan dari beberapa orang yang sangat berarti. Oleh karena itu, saya ingin berterima kasih kepada semua orang yang telah membantu saya dengan waktu dan pemikirannya sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Saya sangat berterima kasih kepada:

1. Prof. Dr. H. Nizar, M.Ag. Selaku Rektor UIN Walisongo dan Prof. Dr. H. Abdul Ghofur, M.Ag. Selaku Dekan Fakultas Syari'ah dan Hukum, yang telah memberi kebijakan teknis di tingkat Universitas dan Fakultas.
2. Bapak Ahmad Izzuddin selaku pembimbing I dan Bapak M. Ihtirozun Ni'am selaku pembimbing II yang bersedia setiap saat membimbing penulis untuk segera menyelesaikan skripsinya.

Harapan serta doa penulis semoga semua amal dan kebaikan jasa-jasa dari semua pihak yang telah membantu dan terlibat dalam penyelesaian skripsi tersebut diterima oleh Allah SWT. serta mendapatkan balasan yang tidak hanya setimpal, tetapi lebih dan belipat ganda.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna yang disebabkan oleh keterbatasan pengetahuan penulis sendiri, sehingga penulis mengharapkan kritik dan saran yang konstruktif dari pembaca untuk menyempurnakan tulisan ini. Penulis berharap karya yang sederhana ini bisa memberikan manfaat bagi para pembaca pada umumnya serta bagi para pengiat falak khususnya.

DAFTAR ISI

DEKLARASI	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	iii
PERSEMBAHAN.....	iv
MOTTO.....	vii
PEDOMAN TRANSLITERASI ARAB-LATIN	viii
ABSTRAK.....	xv
<i>ABSTRACT</i>	xvi
KATA PENGANTAR.....	xvii
DAFTAR ISI	xix
DAFTAR TABEL	xxiv
DAFTAR GAMBAR	xxvi
DAFTAR SINGKATAN	xxxii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar belakang.....	1
B. Rumusan Masalah	16
C. Tujuan dan manfaat penelitian	17
D. Kajian Pustaka	17
E. Metodologi Penelitian.....	20
1. Jenis penelitian	20

2. Sumber data	24
3. Teknik pengumpulan data.....	25
F. Sistematika Pembahasan.....	29
BAB II FAJAR DALAM KAJIAN KEISLAMAN DAN	
ASTRONOMI	31
A. Pengertian Fajar	31
B. Pembagian Fajar.....	32
a. Fajar Dalam Literatur Keislaman	32
b. Fajar tinjauan astronomi	35
C. Macam-macam Warna Fajar	39
a. Putih Membentang.....	39
b. Merah membentang (putih kekuningan atau kemerah-merahan membentang)	41
c. Biru membentang	42
D. Fajar Sebagai Penentuan Waktu Subuh.....	43
E. Dasar Hukum Fajar Awal Waktu Subuh.....	47
1. Waktu salat subuh	51
F. Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Cahaya Fajar ..	52
a. Kelembapan udara	52
b. Suhu atau Temperatur	55
c. Angin	55
d. Awan.....	56

e. Curah Hujan	56
G. Konsep Astrofotografi.....	57
1. <i>Shutter speed</i> / Kecepatan rana	57
2. <i>ISO</i> / Sensitifitas sensor.....	58
3. Diafragma/ Lensa	58
BAB III METODE PENGOLAHAN CITRA INTENSITAS CAHAYA FAJAR.....	59
A. Letak Geografis	59
a. Pantai Selayar dan Pantai Manyangkara Bawean...	59
b. Bukit Sikunir	63
B. Pengaturan Kamera <i>Smartphone</i>	68
C. Pengolahan Data Visual dan Grafik-Numerik dengan Perangkat Lunak AstroImageJ, Microsoft Excel, GNUPlot, Accurate Times, Just Color Picker (opsional) dan Zoom Earth.....	72
1. Pengenalan Sekilas Astro Image J, Microsoft Excel, GNUPlot, Accurate Times, Just Color Picker (opsional) dan Zoom Earth.....	72
2. Langkah Pengolahan data berbasis <i>Astro Image J</i>	77
BAB IV ANALISIS PENGARUH KELEMBABAN UDARA TERHADAP CAHAYA FAJAR	113
A. Analisis Pengaruh Tingkat Kelembaban Udara Terhadap Ketampakan Fajar	113

1. Hasil Pengamatan Fajar pada tanggal 18 Agustus 2023	116
2. Hasil Pengamatan Fajar pada tanggal 19 Agustus 2023	119
3. Hasil Pengamatan Fajar pada tanggal 20 Agustus 2023	123
4. Hasil Pengamatan Fajar pada tanggal 20 September 2023	126
5. Hasil Pengamatan Fajar pada tanggal 22 September 2023	130
6. Hasil Pengamatan Fajar pada tanggal 23 September 2023	133
7. Hasil Pengamatan Fajar pada tanggal 24 September 2023	136
B. Analisis Pengaruh Tingkat Kelembaban Udara dan Intensitas Cahaya Fajar terhadap Awal Waktu Subuh.	143
1. Hubungan Kelembaban Udara dengan Intensitas Cahaya Fajar	145
2. Pengaruh Intensitas Cahaya terhadap Waktu Subuh	146
3. Faktor Altitude Matahari	146
BAB V PENUTUP	151
A. Kesimpulan	151
B. Saran	152

C. Penutup.....	153
DAFTAR PUSTAKA.....	155
Lampiran.....	163
Lampiran foto wawancara dan lokasi penelitian	163
Lampiran Tabel Data Intensitas Cahaya	169
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	262

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Nilai intensitas cahaya fajar Pantai Selayar 18-8-2023.	119
Tabel 4.2 Nilai intensitas cahaya fajar Pantai Mayangkara 19-8- 2023.	123
Tabel 4.3 Nilai intensitas cahaya fajar Pantai Mayangkara 20-8- 2023.	126
Tabel 4.4 Nilai intensitas cahaya fajar Bukit Sikunir 20-9-2023.	129
Tabel 4.5 Nilai intensitas cahaya fajar Bukit Sikunir 22-9-2023.	133
Tabel 4.6 Nilai intensitas cahaya fajar Bukit Sikunir 23-9-2023.	135
Tabel 4.7 Nilai intensitas cahaya fajar Bukit Sikunir 24-9-2023.....	138
Tabel 4.8 Nilai intensitas cahaya fajar total penelitian.	139
Tabel 4.9: Hasil analisis Tingkat Kelembaban, Warna Langit dan Ketinggian Matahari.	142
Tabel 4.10 : Hasil Analisis Tingkat Kelembaban Udara & Ketampakan Citra Fajar	143
Tabel 4.11 Nilai intensitas cahaya fajar pada semua lokasi penelitian.....	144
Tabel 4.13 Data Intensitas Cahaya Pantai Selayar.....	169
Tabel 4.14 Data Intensitas Cahaya Pantai Mayangkara 19-8-2023.	185
Tabel 4.15 Data intensitas cahaya Pantai Mayangkara 20-8-2023.	204

Tabel 4.16 Data intensitas cahaya Bukit Sikunir 20-9-2023.	217
Tabel 4.17 Data intensitas cahaya Bukit Sikunir 22-9-2023.	231
Tabel 4.18 Data intensitas cahaya Bukit Sikunir 23-9-2023.	245
Tabel 4.19 Data intensitas cahaya Bukit Sikunir 24-9-2023.	254

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Cahaya Zodiak akibat hamburan debu antar planet.	39
Gambar 3.1 Peta Kecamatan Sangkapura.	60
Gambar 3.2 Peta Kecamatan Tambak.....	61
Gambar 3.3 Peta Grafik Light Pollution Map Pantai Selayar.	61
Gambar 3.4 Peta Grafik Light Pollution Map Pantai Mayangkara.	62
Gambar 3.5 Citra lokasi penelitian Pantai Selayar via Google Earth Pro.....	63
Gambar 3.6 Citra lokasi penelitian Pantai Mayangkara via Google Earth Pro.	63
Gambar 3.7 Peta Kecamatan Kejajar.....	64
Gambar 3.8 Citra lokasi penelitian Bukit Sikunir via Google Earth Pro.....	64
Gambar 3.9 Peta Grafik Light Pollution Map Bukit Sikunir.	65
Gambar 3.10 Data polusi cahaya di Bukit Sikunir.	66
Gambar 3.11 Data bulanan polusi cahaya di Bukit Sikunir....	66
Gambar 3.12 Pengaturan fitur pro kamera POCO X3 NFC ...	71
Gambar 3.13 Pintasan Astro Image J.	78
Gambar 3.14 Jendela Menu Astro Image J.....	78
Gambar 3.15 Pengolahan data di Astro Image J.....	79
Gambar 3.16 Jendela Image Sequence pada Astro Image J ...	79
Gambar 3.17 Tampilan data yang akan di impor ke Astro Image J	80

Gambar 3.18 Jendela Import Image Sequence pada Astro Image J	80
Gambar 3.19 Jendela Astro Image J.....	81
Gambar 3.20 Jendela Menu Analyze Astro Image J	81
Gambar 3.21 Jendela Set Measurement pada Astro Image J..	82
Gambar 3.22 Jendela Astro Image J.....	82
Gambar 3.23 Jendela ROI Manager pada Astro Image J	83
Gambar 3.24 Jendela Menu Bar Astro Image J.....	83
Gambar 3.25 Jendela Data yang telah di impor di Astro Image J.	84
Gambar 3.26 Jendela ROI Manager pada Astro Image J.	84
Gambar 3.27 Jendela Astro Image J.....	85
Gambar 3.28 Jendela ROI Manager Astro Image J.....	85
Gambar 3.29 Jendela Multi Measure pada Astro Image J.....	86
Gambar 3.30 Jendela Result pada Astro Image J.	86
Gambar 3.31 Jendela Save Table pada File Explorer.	87
Gambar 3.32 Jendela Microsoft Excel.	88
Gambar 3.33 Jendela File Explorer saat buka file Excel.	88
Gambar 3.34 Jendela Panduan Impor Teks pada Microsoft Excel.....	89
Gambar 3.35 Jendela Panduan Impor Teks pada Microsoft Excel.....	89
Gambar 3.36 Jendela Panduan Impor Teks pada Microsoft Excel.....	90
Gambar 3.37 Jendela Microsoft Excel.	90
Gambar 3.38 Jendela Microsoft Excel.	91
Gambar 3.39 Jendela Microsoft Excel.	92
Gambar 3.40 Jendela Microsoft Excel.	92

Gambar 3. 41 Jendela Microsoft Excel.	93
Gambar 3.42 Jendela File Explorer saat Simpan Sebagai.	93
Gambar 3.43 Pintasan GNUPlot.....	94
Gambar 3.44 Jendela GNUPlot.	94
Gambar 3.45 Jendela Notepad berisi Kode Program untuk GNUPlot.	97
Gambar 3.46 Jendela GNUPlot.	98
Gambar 3.47 Tampilan data grafik di GNUPlot.	98
Gambar 3.48 Tampilan grafik pada GNUPlot setelah di perbesar.	99
Gambar 3.49 Jendela folder data citra.	99
Gambar 3.50 Tampilan Jendela Properties.	100
Gambar 3.51 Shortcut Accurate Times.	100
Gambar 3.52 Jendela Preferences pada Accurate Times.	101
Gambar 3.53 Tampilan Accurate Times.	101
Gambar 3.54 Tampilan Accurate Times.	102
Gambar 3.55 Tampilan fitur Location pada Accurate Times.	102
Gambar 3.56 Tampilan Accurate Times.	103
Gambar 3.57 Tampilan fitur Sun and Moon Ephemeris pada Accurate Times.	104
Gambar 3.58 Tampilan Loading Calculating pada Accurate Times.	104
Gambar 3.59 Tampilan hasil data Ephemeris matahari pada Accurate Times.	105
Gambar 3.60 Tampilan data Ephemeris matahari pada Accurate Times.	105
Gambar 3.61 Software Just Color Picker.	106

Gambar 3.62 Tampilan Software Just Color Picker.	107
Gambar 3.63 Tampilan Software Just Color Picker.	107
Gambar 3.64 Tampilan citra pada galeri.	108
Gambar 3.65 Tampilan Software Just Color Picker dan foto di galeri.....	108
Gambar 3.66 Tampilan tabel warna.....	109
Gambar 3.67 Tampilan ChatGPT.	109
Gambar 3.68 Tampilan Zoom Earth di Play Store.	110
Gambar 3.69 Tampilan Zoom Earth.....	110
Gambar 3.70 Tampilan Zoom Earth.....	111
Gambar 3.71 Tampilan Zoom Earth.....	111
Gambar 3.72 Tampilan Zoom Earth.....	112
 Gambar 4.1 Jadwal waktu salat Pantai Mayangkara pada Accurate Times.....	 117
Gambar 4.2 Citra fajar Pantai Selayar 18-8-2023.	117
Gambar 4.3 Grafik intensitas cahaya fajar Pantai Selayar. ..	118
Gambar 4.4 Grafik intensitas cahaya fajar di Excel.....	118
Gambar 4.5 Jadwal waktu salat Pantai Mayangkara pada Accurate Times.....	121
Gambar 4.6 Citra fajar Pantai Mayangkara 19-8-2023.....	121
Gambar 4.7 Grafik intensitas cahaya fajar Pantai Mayangkara.	122
Gambar 4.8 Grafik intensitas cahaya fajar di Excel.....	122
Gambar 4.9 Jadwal waktu salat Pantai Mayangkara pada Accurate Times.....	124
Gambar 4.10 Citra fajar Pantai Mayangkara 20-8-2023.	124

Gambar 4.11 Grafik intensitas cahaya fajar Pantai Mayangkara.	125
Gambar 4.12 Grafik intensitas cahaya fajar di Excel.	125
Gambar 4.13 Jadwal waktu salat Bukit Sikunir pada Accurate Times.	128
Gambar 4.14 Citra Fajar Bukit Sikunir 20-9-2023.....	128
Gambar 4.15 Grafik intensitas cahaya fajar Bukit Sikunir. ..	129
Gambar 4.16 Grafik intensitas cahaya fajar di Excel.	129
Gambar 4.17 Jadwal waktu salat Bukit Sikunir pada Accurate Times.	131
Gambar 4.18 Citra fajar Bukit Sikunir 22-9-2023.....	131
Gambar 4.19 Grafik intensitas cahaya fajar Bukit Sikunir. ..	132
Gambar 4.20 Grafik intensitas cahaya fajar di Excel.	132
Gambar 4.21 Jadwal waktu salat Bukit Sikunir pada Accurate Times.	134
Gambar 4.22 Citra fajar Bukit Sikunir 23-9-2023.....	134
Gambar 4.23 Grafik intensitas cahaya fajar Bukit Sikunir. ..	135
Gambar 4.24 Grafik intensitas cahaya fajar di Excel.	135
Gambar 4.25 Jadwal waktu salat Bukit Sikunir pada Accurate Times.	137
Gambar 4.26 Citra fajar Bukit Sikunir 24-9-2023.....	137
Gambar 4.27 Grafik intensitas cahaya fajar Bukit Sikunir. ..	138
Gambar 4.28 Grafik intensitas cahaya fajar di Excel.	138
Gambar 4.29 Grafik gabungan 7 observasi fajar.	139
Gambar 4.30 kelembaban dengan selisih waktu subuh.	147
Gambar 4.31 Intensitas cahaya dengan selisih waktu subuh.	148

Gambar 4.32 Regresi kelembaban dengan selisih waktu subuh.	149
Gambar 4.33 Regresi intensitas cahaya dengan selisih waktu subuh.	149

DAFTAR SINGKATAN

Kemenag RI	: Kementerian Agama Republik Indonesia
BMKG	: Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika
GOES	: <i>Geostationary Operational Environmental Satellites</i>
NOAA	: <i>National Oceanic and Atmospheric Administration</i>
JMA	: <i>Japan Meteorology Agency</i>
AHI	: <i>Advanced Himawari Imager</i>
SUP	: Suhu Udara Permukaan
LST	: <i>Land Surface Temperature</i>
DWD-ICON	: <i>Deutscher Wetterdienst-Icosahedral Nonhydrostatic</i>
NASA	: <i>National Aeronautics and Space Administration</i>
NWS	: <i>National Weather Service</i>
NHC	: <i>National Hurricane Center</i>
JTWC	: <i>Joint Typhoon Warning Center</i>
NRLMMD	: <i>Naval Research Laboratory Monterey Marine Meteorology Division</i>

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar belakang

Pengetahuan waktu ibadah umat Islam memerlukan pengetahuan tentang posisi Matahari¹ dan posisi geografis tempat di Bumi guna menentukan salat lima waktu. Proses penetapan waktu ibadah salat mendorong pemahaman manusia terhadap gerak harian ataupun tahunan Matahari di langit yang di mana berguna untuk menentukan posisi Matahari setiap saat.² Data astronomi terpenting yang dibutuhkan untuk penentuan jadwal awal waktu salat menurut Thomas Djamaluddin³ adalah posisi/ kedudukan Matahari dalam koordinat horizon, terutama ketinggian atau jarak zenit. Fenomena yang dicari kaitannya dengan posisi Matahari adalah fajar (*morning twilight*), terbit, melintasi meridian, terbenam dan senja (*evening twilight*). Astronomi berperan sebagai penafsir/ penjelas mengenai fenomena yang disebutkan dalam dalil al-Qur'an dan Hadis.

Dalam astronomi, dijelaskan oleh Rachim dikenal dengan istilah masa sesaat setelah Matahari terbenam dan sebelum Matahari terbit yang disebut dengan *twilight*. Pada waktu

¹ Posisi Matahari yang dimaksud adalah tinggi Matahari atau jarak yang dihitung dari ufuk sampai dengan Matahari melalui lingkaran vertikal. Ketinggian ini dinyatakan dengan derajat, minimal 0-90 derajat, diberi tanda positif (+) apabila berada di atas ufuk dan diberi tanda negatif (-) apabila berada di bawah ufuk.

² Komaruddin Hidayat, Tarmi, dan Dkk., *Ilmu Astronomi: Islam untuk Disiplin* (Dirjen Bimas Depag RI, 2000).15.

³ Djamaluddin Thomas, *Menggagas Fiqh Astronomi: Telaah Hisab Rukyat dan Pencarian Solusi Perbedaan Hari Raya*, 1 ed. (Bandung: Kaki Langit, 2005).

Matahari terbit dan terbenam, cahaya yang berasal dari Matahari sudah terlalu banyak kehilangan unsur-unsurnya yang bergelombang pendek sebelum mencapai mata peninjau. Oleh karena itu, warnanya kelihatan kuning atau merah. Para ulama⁴ telah sepakat tentang fenomena *fajar ṣādiq* sebagai pertanda masuknya awal waktu salat subuh.⁵ Fajar diartikan sebagai waktu mulai munculnya cahaya putih di sepanjang ufuk timur dan kegelapan mulai menghilang. Menurut az-Zamakhshari⁶ yang dimaksud dengan fajar adalah awal permulaan tampaknya cahaya fajar yang membentang di ufuk timur seperti benang yang dibentangkan. Dalam kitab *Tafsir al-Kasysyaf*, az-Zamakhshari mengutip pendapat Imām Qurtūbi yang menjelaskan bahwa yang dinamakan fajar *ṣādiq* adalah benang, karena yang muncul berupa warna putih yang terlihat memanjang seperti benang. Selain itu, az-Zamakhshari juga mengutip pendapat Ibnu Taimiyah yang menjelaskan bahwa dinamakan putihnya siang dengan benang putih (*al-khaiṭ al-abyaḍ*) dan hitamnya malam dengan benang hitam (*al-kahit al-aswad*) menunjukkan fajar yang terbit adalah awal permulaan warna putih yang berbeda dengan warna hitam disertai dengan tipis dan samarnya, karena benang itu adalah tipis. Hamburan cahaya di saat pagi dan senja adalah pengaruh dari hamburan

⁴ Ulama yang dimaksud adalah Syafi'i, Maliki, Hanafi dan Hambali

⁵ Molvi Yaqub Ahmed Miftahi, *Fajar and Isha Times & Twilight* (England: hizbul ulama uk, 2007), 3.

⁶ Imam Abi al-Qasim Jarullah Mahmud bin Muhammad Zamakhshari, *Tafsir al-Kasysyaf ('an Haqaiqi Gawamidil at-Tanzil wa 'Uyuini al-Aqawil fi wujuh at-Ta'wil)*, Juz 1. (Beirut: Dar al-Kutub al-Ilmiyyah, 1995). 107.

atmosfer.⁷ Disebutkan dalam buku *Astronomy Encyclopedia*⁸ bahwa yang dimaksud dengan *twilight* adalah periode senja sebelum Matahari terbit dan sesudah Matahari terbenam ketika pencahayaan dari langit secara bertahap. Hal ini disebabkan oleh hamburan sinar Matahari oleh partikel debu dan molekul udara di Bumi

Fenomena alam yang terlihat di waktu pagi menjelang pergantian malam dan siang sebelum Matahari terbit disebut fenomena terbit fajar. Terbit fajar dalam konsep syar'i ada dua macam, yaitu *fajar kaẓib* dan *fajar sādiq*. Sedangkan dalam ilmu pengetahuan dan astronomi dikenal 3 macam terminologi yaitu, *civil twilight*, *nautical twilight* dan *astronomical twilight*.⁹

Selama ini, literasi mengenai fajar menjadi sebuah permasalahan yang urgen dan sudah selayaknya menjadi perhatian dari berbagai macam pihak. Sebagaimana yang

⁷ Ada beberapa ayat al-Qur'an yang menjelaskan mengenai terminologi atmosfer dan fungsi lapisan-lapisan gas atau atmosfer itu bagi kita. Kata "langit", kerap kali muncul di ayat al-Qur'an, digunakan untuk mengacu pada "langit" Bumi dan juga keseluruhan alam semesta. Dengan makna seperti ini, terlihat bahwa langit Bumi atau atmosfer terdiri dari tujuh lapisan. Di antara ayat yang mensinyalir tentang istilah atmosfer terdapat dalam Q.S. 2:29, Q.S. 41:11-12, Q.S. 21:32, Q.S. 78:12. Terminologi lain tentang atmosfer dalam al-Qur'an merujuk pada kata *saḥāb*, *anzalnaa ma'an*, *ihtizzat*, *rabat*, *suqna*, *maytan*. Di antara tafsir yang menunjukkan kata *saḥāb* terdapat dalam tafsir surah al-Baqarah ayat 19 (Rāzi, tt: 22):

حَدَّثَنَا عَلِيُّ بْنُ الْحُسَيْنِ، ثنا أَبُو بَكْرِ بْنُ أَبِي شَيْبَةَ، ثنا مَرْوَانُ، عَنْ جُوَيْرٍ، عَنِ الصَّحَّاحِ:
 "(أَوْ كَصَيْبٍ مِنَ السَّمَاءِ) قَالَ: هُوَ السَّحَابُ"

⁸ Leif J. Robinson dan Philip's, *Astronomy Encyclopedia* (London: Philip's, 2002).47.

⁹ Sayyid Muhammad Rizvi, *Al-Fajr As-Sadiq: A New Perspective* (Dar-es-salam, 1991),1.

diungkapkan oleh Jorg Haber dari Jerman¹⁰ beberapa ilmuwan mengatakan bahwa korelasi warna senja juga dipengaruhi oleh tingkat atmosfer. Kajian terhadap pengamatan fajar yang dipengaruhi oleh kondisi atmosfer perlu dilakukan di wilayah sekitar khatulistiwa dengan mengambil lokasi tepi pantai untuk menyingkirkan keberadaan penghalang di muka Bumi.

Cahaya dalam disiplin ilmu fisika modern adalah sebuah energi yang memiliki bentuk berupa gelombang elektromagnetik dan paket-paket dalam bentuk foton. Terdiri dari cahaya tampak (*visible l/light*) dan *invisible light* (sinar gamma, sinar-x, *ultraviolet*, *infrared*, gelombang mikro, gelombang radio) yang memiliki manfaat besar bagi kehidupan, sedangkan dalam kita *Misykat al-Anwar* karya Imam al-Ghazali cahaya adalah Allah sang ‘cahaya di atas cahaya’ yang energi-Nya Maha Besar, membimbing, menerangi dan memberi petunjuk makhluk dalam berpikir, belajar, dan berilmu; Muhammad, para Nabi dan Ulama; Hidayah dan Pengetahuan (*al-Ma’rifat*).¹¹

Berdasarkan konsep kedua cahaya yang telah dijelaskan, cahaya dalam sudut pandang fisika dan tasawuf sama-sama merupakan sebuah energi yang besar, terang dan menerangkan, yang membawa manfaat besar bagi kehidupan Bumi dan seluruh alam. Kehidupan Bumi sebagai alam realitas dan

¹⁰ Jörg Haber, Marcus Magnor, dan Hans-Peter Seidel, “Physically-based simulation of twilight phenomena,” *ACM Transactions on Graphics* 24, no. 4 (2005): 1–17.

¹¹ Etik Siti Handayani, “Nilai-Nilai Pendidikan Tafsir Sains dan Komparasi Konsep Cahaya Dalam Disiplin Ilmu Fisika Modern dengan Konsep Cahaya Kitab Misykat Al-Anwar Karya Imam Al-Ghazali” (IAIN Salatiga, 2019), x.

kehidupan seluruh alam sebagai alam malakut. Kedudukan cahaya sama-sama penting dalam alam realitas dan alam malakut.¹²

Dalam pengertian secara umum cahaya sendiri merupakan salah satu contoh gelombang elektromagnetik. Gelombang cahaya tidak memerlukan medium/ perantara sebagai media perambatannya. Contoh, pada siang hari tampak terang karena cahaya Matahari menerangi Bumi. Meskipun Matahari berada jauh dari Bumi dan dipisahkan oleh ruang hampa udara di ruang angkasa, namun cahaya Matahari mampu sampai ke Bumi.¹³

Di sekitar kita ada banyak sekali benda yang memancarkan cahaya. Benda yang memancarkan cahaya disebut dengan sumber cahaya. Ada dua macam sumber cahaya yaitu alami dan buatan. Sumber cahaya alami adalah yang menghasilkan cahaya secara alamiah dan setiap saat, contohnya Matahari sebagai bintang besar pusat tata surya. Sedangkan sumber cahaya buatan adalah sumber cahaya yang dibuat oleh manusia dan sangat terbatas, contohnya senter, lampu neon dan lilin.¹⁴

Kajian mengenai cahaya dimulai saat munculnya era optika klasik yang mempelajari besaran optik seperti: intensitas, frekuensi, polarisasi dan fase cahaya. Sifat-sifat cahaya dan interaksinya terhadap sekitar dilakukan dengan metode pendekatan paraksial geometris seperti refleksi dan refraksi,

¹² Handayani, “Nilai-nilai Pendidikan Tafsir Sains dan Komparasi Konsep Cahaya Dalam Disiplin Ilmu Fisika Modern dengan Konsep Cahaya Kitab Misykat Al-Anwar Karya Imam Al-Ghazali.”, 100.

¹³ Ryzald Mahendra Putra, *Cahaya dan Penerapan Sifat-Sifat Cahaya* (Bandung: CV. Media Edukasi Creative, 2022), 1.

¹⁴ Putra, *Cahaya dan Penerapan Sifat-Sifat Cahaya.*, 1-2.

dan pendekatan sifat optik fisisnya yaitu: interferensi, difraksi, dispersi, polarisasi. Masing-masing kajian optik klasik ini disebut optika geometris (*geometrical optics*) dan optika fisis (*physical optics*).¹⁵

Cahaya sendiri merupakan suatu elemen yang memiliki kecepatan sebesar 299.279,5 Km/detik. Hal ini membuat cahaya sebagai salah satu elemen yang tercepat di jagat raya ini. Kecepatan tersebut diperoleh berdasar informasi yang dihitung atau ditentukan oleh beberapa institusi, antara lain:

- 1) *US National Bureau of Standards* sebesar 299792.4574 ± 0.0011 Km/detik;
- 2) *The British National Physical Laboratory* sebesar 299792.4590 ± 0.0008 Km/detik;
- 3) Konferensi ke-17 tentang Penetapan Ukuran dan Berat Standar “Satu meter adalah jarak tempuh cahaya dalam ruang vakum selama jangka waktu $1/299792458$ detik”.¹⁶

Dalam tata surya kita, Matahari menjadi sumber cahaya alami terbesar bagi Bumi. Aktivitas Matahari yang memancarkan sinarnya di Bumi merupakan sebuah aktivitas alamiah karena Matahari merupakan bintang besar yang memiliki cahayanya sendiri, sementara Bumi merupakan planet yang mengorbit kepadanya. Proses penyinaran Matahari dibedakan menjadi dua, yaitu: 1) Penyinaran secara langsung, yang di bagi lagi menjadi beberapa jenis antara lain, Absorpsi, Refleksi dan Difusi; 2) Penyinaran tidak langsung yang dibagi

¹⁵ Putra, *Cahaya dan Penerapan Sifat-Sifat Cahaya*. 2-3.

¹⁶ Putra, *Cahaya dan Penerapan Sifat-Sifat Cahaya*., 4.

menjadi beberapa macam antara lain, Konduksi, Konveksi, Adveksi dan Turbulensi.¹⁷

Proses penyinaran ini banyak berpengaruh pada Bumi, salah satunya adalah sebagai penghangat udara di Bumi sehingga makhluk hidup bisa bertahan hidup dengan suhu yang hangat. Sehingga muncullah kelembaban udara.

Kelembaban udara merupakan tingkat kebasahan udara karena di dalam udara, air selalu terkandung dalam uap air.¹⁸ Kelembaban udara juga memiliki beberapa istilah, yaitu kelembaban mutlak, kelembaban spesifik dan kelembaban nisbi atau kelembaban relatif.¹⁹ Tinggi rendahnya kelembaban udara di suatu tempat sangat bergantung pada beberapa faktor yaitu suhu, tekanan udara, pergerakan angin, kuantitas dan kualitas penyinaran dan vegetasi.²⁰

Jumlah uap air dalam udara ini sebetulnya hanya merupakan sebagian kecil saja dari seluruh atmosfer, bervariasi antara 0% sampai 5% dari jumlah masa udara tersebut. uap air ini merupakan komponen udara yang sangat penting ditinjau dari segi cuaca dan iklim. Uap air yang ada dalam udara berasal dari hasil penguapan air di permukaan Bumi, air tanah, atau air yang berasal dari penguapan tumbuh-tumbuhan. Kelembaban udara dengan suhu udara berbanding terbalik. Jika mana kelembaban

¹⁷ Desy Fatma, "Planet Bumi: Penyinaran Matahari: Pengertian, Tipe dan Manfaatnya."

¹⁸ De-Zheng Sun dan A. H. Oort, "Humidity-temperature relationships in the tropical troposphere," *Journal of Climate* 8, no. 8 (1995): 1974–1987., hal. 1974.

¹⁹ Benyamin Lakitan, *Dasar-Dasar Klimatologi* (Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada, 2002).

²⁰ Santoso, *Kelembaban Udara* (Jakarta: Erlangga, 2007).

udara tinggi maka suhu udara rendah dan sebaliknya. Sebagai contoh di daerah pantai dan gunung. Pantai memiliki kelembaban udara rendah sehingga suhunya lebih tinggi. Lebih tinggi penguapannya, lebih tinggi pula suhu udaranya. Kenapa pantai lebih panas daripada gunung? Padahal tinggi datarannya lebih tinggi pegunungan. Karena pantai dekat dengan laut yang notabene air garam, jadi dia lebih cepat menguap. Tinggi penguapan air membuat udara sekitar menjadi lebih panas, berbeda dengan pegunungan yang rendah penguapan airnya sehingga kelembaban sangat tinggi.²¹

Kondisi letak geografis suatu daerah juga mempengaruhi kelembaban udaranya. Misalnya, apabila wilayah tersebut jarak dari garis lintang atau garis bujurnya berdekatan dengan laut atau perairan, maka akan memiliki kelembaban yang lebih tinggi dibandingkan dengan wilayah yang terletak di dalam benua. Hal ini disebabkan oleh penguapan air dari permukaan laut atau daerah perairan akan menyumbangkan kelembaban ke udara di sekitarnya.²² Kemudian, jika di daerah pegunungan pengaruhnya signifikan terhadap kelembaban udara. Udara yang mengalir melintasi pegunungan dipaksa naik ke ketinggian yang lebih tinggi. Ketika udara naik, tekanan udara turun dan menyebabkan pendinginan udara. Pendinginan ini dapat mencapai titik embun, di mana uap air di udara

²¹ Wawancara dengan Dian Ika Aryani, “Kelembaban Udara Berbanding Terbalik dengan Suhu Udara”, *Whatsapp*, 29 Juli 2023 08.00 WIB

²² Bernard Benjamin, “Climate and geography,” *Social and economic factors affecting mortality*, last modified 2018, diakses Juni 13, 2023, <https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/climate-and-geography>.

mengembun dan membentuk awan dan curah hujan. Sebagai hasilnya, sisi lereng yang menghadap angin cenderung lebih lembab dibandingkan dengan sisi yang melindungi. Lalu, kontur daratan, seperti dataran tinggi atau dataran rendah, juga dapat mempengaruhi kelembaban udara. Dataran rendah memiliki kemungkinan lebih besar untuk mengalami suhu yang lebih tinggi dan paparan sinar Matahari yang intens, yang pada gilirannya meningkatkan penguapan air dari tanah dan permukaan. Namun, di dataran tinggi, suhu cenderung lebih rendah, dan dengan demikian, kelembaban udara dapat lebih rendah. Aliran udara juga mempengaruhi kelembaban udara, seperti aliran angin barat dan aliran angin pasat, juga memiliki dampak pada kelembaban udara. Aliran angin barat yang bertiup dari barat ke timur di lintang menengah membawa udara lembab dari samudra pasifik ke benua Amerika Utara. Di sisi lain, aliran angin pasat yang bertiup dari timur ke barat di sekitar khatulistiwa membawa udara lembab ke wilayah tropis.²³

Kriteria kelembaban udara di laut dengan di darat juga berbeda. Kelembaban udara di laut biasanya ditandai dengan kondisi berikut: Tingkat kelembaban tinggi, udara di dekat laut cenderung memiliki tingkat kelembaban yang tinggi karena penguapan air yang berkelanjutan dari permukaan laut. Tingkat kelembaban dapat mencapai persentase yang tinggi, seperti 70% hingga 90% atau lebih. Udara lembab, kelembaban tinggi menghasilkan udara yang lembab di sekitar wilayah pantai atau laut. Ini bisa terasa sebagai udara yang basah atau terasa

²³ National Geographic, "Wind," diakses Juni 13, 2023, <https://www.nationalgeographic.org/encyclopedia/wind/>.

lengket. Pembentukan kabut dan awan, kelembaban yang tinggi di sekitar laut dapat menyebabkan pembentukan kabut dan awan. Ketika udara lembab naik ke ketinggian yang lebih tinggi, uap air bisa mengembun dan membentuk awan. Kabut juga dapat terbentuk ketika udara lembab dekat permukaan laut bertemu dengan suhu yang lebih dingin.²⁴

Kriteria udara di darat adalah sebagai berikut: Variabel, kelembaban udara di darat dapat bervariasi secara signifikan. Di daerah gurun atau padang pasir, kelembaban udara biasanya rendah, sehingga udara terasa kering. Namun, di daerah yang lebih lembab, seperti hutan hujan, kelembaban udara cenderung lebih tinggi. Pengaruh musim, kelembaban udara di darat juga dipengaruhi oleh musim. Misalnya, selama musim hujan, kelembaban udara cenderung lebih tinggi karena adanya penguapan air dari tanah yang basah dan aktivitas hujan yang lebih banyak. Suhu dan embun, suhu udara juga berperan dalam kelembaban udara di darat. Ketika suhu rendah, udara memiliki kapasitas untuk menampung kelembaban yang lebih rendah, sehingga udara terasa lebih kering. Ketika suhu udara mendekati titik embun, di mana udara mencapai kejenuhan dengan uap air, kelembaban udara menjadi lebih tinggi. Faktor geografis, Kelembaban udara di darat juga dapat dipengaruhi oleh faktor geografis, seperti keberadaan pegunungan atau

²⁴ Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG), “Sekilas Tentang Angin Laut dan Angin Darat untuk Kegiatan Masyarakat Indonesia Bagian II Perbedaan dalam Praktiknya Menggunakan Alat Praktik,” diakses Juni 13, 2023, <https://www.bmkg.go.id/gemarikin/2016/02/sekilas-tentang-angin-laut-dan-angin-darat-untuk-kegiatan-masyarakat-indonesia-bagian-ii-perbedaan-dalam-praktiknya-menggunakan-alat-praktik/>.

perairan di sekitar wilayah tersebut. Pegunungan dapat mempengaruhi aliran udara dan memicu pembentukan awan dan hujan di sisi yang menghadap angin.

Di sisi lain, wilayah yang berdekatan dengan perairan seperti danau atau sungai dapat memiliki kelembaban udara yang lebih tinggi saat siang hari karena penguapan air dari permukaan perairan. Kondisi tanah, Kondisi tanah juga dapat mempengaruhi kelembaban udara di darat. Tanah yang kering atau gersang cenderung menguapkan air dengan cepat, mengurangi kelembaban udara di sekitarnya. Sebaliknya, tanah yang basah atau lembab dari hujan baru-baru ini atau air tanah yang tinggi dapat memberikan sumber kelembaban tambahan, sehingga meningkatkan kelembaban udara.²⁵

Kelembaban udara dapat mempengaruhi cahaya di atmosfer saat menyinari permukaan Bumi pada waktu subuh. Ketika kelembaban udara tinggi, partikel-partikel air dalam udara dapat menyebabkan peristiwa penyerapan cahaya. Pada pagi hari, ketika Matahari masih rendah di cakrawala, cahaya Matahari harus melewati lebih banyak lapisan atmosfer. Kelembaban yang tinggi menyebabkan peningkatan jumlah partikel air di atmosfer, sehingga cahaya Matahari akan dihamburkan dan dipantulkan oleh partikel-partikel air tersebut. Besarnya kelembaban udara antara satu tempat dengan tempat lain dapat berlainan, untuk beberapa ketinggian. Dalam lapisan udara dekat permukaan tanah, fluktuasi kelembaban lebih besar

²⁵ (BMKG), “Sekilas Tentang Angin Laut dan Angin Darat untuk Kegiatan Masyarakat Indonesia Bagian II Perbedaan dalam Praktiknya Menggunakan Alat Praktik.”

dari area yang makin tinggi (makin jauh) dari permukaan tanah. Hal ini terjadi karena air bersumber dari permukaan tanah. Pada siang hari, kelembaban lebih tinggi terjadi dalam udara dekat permukaan. Tetapi di malam hari, kelembaban lebih rendah terjadi dalam udara dekat permukaan. Akibatnya, cahaya tampak lebih redup, terdistorsi, atau mungkin tampak seperti memiliki warna yang lebih hangat.²⁶ Ketika malam hari, akan berlangsung proses kondensasi atau pengembunan dengan memanfaatkan uap air yang berasal dari udara. Oleh karena itu, kandungan uap air di udara dekat permukaan tersebut akan berkurang. kemampuan udara dalam menampung air dapat ditingkatkan dengan menaikkan suhu.

Suhu atau temperatur adalah derajat panas dari aktivitas molekul dalam atmosfer. Suhu dikatakan sebagai derajat panas atau dingin yang diukur berdasarkan skala tertentu dengan menggunakan termometer.²⁷ Selama periode 24 jam, suhu berfluktuasi secara nyata. Fluktuasi ini berkaitan erat dengan proses pertukaran energi yang berlangsung di atmosfer. Pada siang hari, sebagian radiasi Matahari diserap oleh gas-gas di atmosfer dan partikel-partikel padat yang melayang-layang di atmosfer. Serapan energi Matahari ini menyebabkan suhu udara meningkat. Suhu udara harian maksimum tercapai pada saat cahaya Matahari tegak lurus atau berada pada titik zenit.

²⁶ “Penjelasan Sains Mengapa Matahari Tampak Berwarna Merah saat Terbit,” *Kompas.com*, diakses Juni 14, 2023, <https://www.kompas.com/sains/read/2021/05/07/103200823/penjelasan-sains-mengapa-Matahari-tampak-berwarna-merah-saat-terbit-di?page=all>.

²⁷ Ance Gunarsih Kartasapoetra, *Klimatologi: Pengaruh Iklim Terhadap Tanah dan Tanaman*, 5 ed. (Jakarta: Bumi Aksara, 2016).

Sebagian radiasi pantulan dari permukaan Bumi juga akan diserap oleh gas dan partikel yang ada di atmosfer. Dikarenakan kerapatan udara dekat permukaan Bumi²⁸ lebih tinggi dan lebih punya peluang untuk menyerap radiasi pantulan ini, maka pada siang hari suhu udara di dekat permukaan Bumi lebih tinggi dibanding suhu udara dalam lapisan atmosfer yang lebih tinggi. Sebaliknya, pada malam hari, terutama menjelang subuh, suhu udara dekat permukaan Bumi menjadi lebih rendah dibanding suhu udara dalam lapisan atmosfer yang lebih tinggi.

Permukaan Bumi merupakan penyerap utama radiasi Matahari. Oleh karena itu permukaan Bumi merupakan sumber panas di atasnya dan bagi tanah di bawahnya. Pada malam hari, permukaan Bumi tidak menerima masukan energi radiasi Matahari, tetapi permukaan Bumi tetap akan memancarkan energi (radiasi gelombang panjang). Proses tersebut menyebabkan permukaan Bumi kehilangan panas dan dengan demikian suhu permukaan Bumi turun, kejadian ini menyebabkan fluktuasi suhu permukaan (Bumi) lebih besar dibanding dengan suhu udara di atas dan di bawah permukaan Bumi. Radiasi Matahari merupakan pancaran energi yang berasal dari proses termonuklir yang terjadi di Matahari.

²⁸ Permukaan planet Bumi atau yang dikenal dengan kerak Bumi, mempunyai bentuk permukaan Bumi yang terdiri atas dua macam, yakni daratan dan perairan. Perairan yang sangat luas ini kita kenal dengan samudera di dunia atau macam-macam laut. Sementara daratan adalah pulau-pulau yang ada di Bumi. Di dalam pulau itu, terkadang kita juga menjumpai perairan lagi. Perairan yang ada di pulau ini contohnya adalah sungai, waduk, danau, rawa, dan lain sebagainya. Meski demikian, perairan tersebut masih anggota dari daratan. Lihat: Desy Fatma, "Planet Bumi: Pengertian, Keadaan Geografi, Iklim dan Atmosfer," diakses Juli 19, 2023, <https://ilmugeografi.com/ilmu-Bumi/planet-Bumi>.

Radiasi Matahari terdiri atas *Direct Radiation* atau radiasi langsung tanpa penghamburan atau pemantulan di atmosfer, *Diffuse Radiation* atau radiasi tidak langsung yaitu radiasi Matahari yang mengalami pemantulan dan penghamburan di atmosfer. Jumlah kedua radiasi tersebut dinamakan *Global Radiation*.²⁹

Kondisi cuaca di setiap musim di Indonesia memiliki kecenderungan yang sama karena peredaran Bumi terhadap Matahari terbilang konstan sehingga unsur-unsur cuaca mendapat pengaruh yang signifikan mulai dari suhu udara, hujan, kelembaban, tekanan udara dan angin yang saling berkaitan sehingga terdapat perubahan cuaca dalam kurun waktu yang singkat dan relatif teratur. Perubahan cuaca dan iklim juga dapat dipengaruhi oleh fenomena astronomi seperti gerhana bulan dan Matahari yang menyebabkan naiknya gelombang dan pasang surut air laut, pergerakan semu Matahari yang menyebabkan terjadinya perubahan musim, arah angin, sudut penyinaran dan lamanya penyinaran Matahari terhadap Bumi dan fenomena astronomi lainnya. Iklim dan cuaca merupakan hal yang tidak dapat dipisahkan dari kehidupan manusia. Bagaimanapun juga cuaca dan juga iklim sangat begitu dekat dengan manusia, meskipun ada perbedaan cuaca dan iklim sendiri. Aktivitas manusia yang sangat padat sangat dipengaruhi oleh keadaan cuaca dan iklim, terlebih aktivitas

²⁹ Dewa Ayu Kade Wida dan Dkk., *Analisis Hubungan Intensitas Radiasi Dan Lama Penyinaran Matahari Dengan Parameter Cuaca Di Stasiun Meteorologi Ngurah Rai Serta Pengaruhnya Terhadap Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Di Bali Selatan* (Denpasar, 2019). 2.

yang dilakukan di luar ruangan atau *outdoor*. Selain aktivitas langsung yang dilakukan manusia, cuaca dan iklim juga mempengaruhi kegiatan di berbagai bidang khususnya bidang kemaritiman.

Faktor perubahan iklim atau cuaca yang berdampak pada kelembaban udara, dalam hal ini perubahan iklim/cuaca akan berpengaruh pada warna fajar. Kelembaban udara yang tinggi (intensitas air tinggi) akan menyebabkan fajar berwarna oranye-biru tua-kemerahan, sementara kelembaban udara yang rendah akan menyebabkan fajar berwarna putih buram - biru tua - kuning - hitam.³⁰

Penyifatan awal fajar *ṣādiq* dengan cahaya merah ini pula tidak selaras dengan hadis Nabi SAW yang lain dan bahkan juga tidak selaras dengan Al-Quran yang secara gamblang telah menyifatinya dengan warna putih.³¹ Namun demikian, ada ulama yang membuat konsep sedikit berbeda mengenai fajar *ṣādiq*. Di antaranya adalah Syekh Muhammad Taqiyuddin al-Hilali yang menyatakan:

*“fajar ṣādiq itu melebar di ufuk, bercampur dengan warna yang mendahului Matahari”.*³²

³⁰ Haber, Magnor, dan Seidel, “Physically-based simulation of twilight phenomena.”, 23–25.

³¹ Abd. Salam Nawawi, *Ilmu Falak Praktis*, 1 ed. (Surabaya: Imtiyaz, 2016), 84.

³² Muhammad Taqiy ad-Din Alhilali, “Bayan al-Fajr as-Shadiq wa Imtiyazuh ‘an al-Fajr al-Kadzib,” di akses 21 Juli 2023, <http://www.alhilali.net/> المكتبة / 11647 / -كتاب-الفجر-الصادق-وامتياز-ه-عن-الفجر-ال-

Menurut Nawawi citra merah tersebut memang benar juga hadir dalam fenomena perubahan warna fajar *ṣādiq*, tetapi citra warna merah tersebut terjadi atau tampak sesudah hamburan cahaya Subuh tersebut telah menyebar di kaki ufuk.³³

Berdasarkan latar belakang di atas, waktu subuh penting untuk dikaji. Penulis tertarik dengan penelitian terkait kelembaban udara dan warna awal kemunculan fajar dengan lokasi penelitian di Pantai Selayar, Sangkapura dan Pantai Mayangkara, Tambak, Kabupaten Gresik dan Bukit Sikunir, Kecamatan Sejajar, Kabupaten Wonosobo. Bahwa kelembaban udara dapat mempengaruhi warna dan cepat lambatnya awal kemunculan fajar, sehingga hal ini dapat memicu awal kemunculan fajar tersebut. Oleh karena itu peneliti tertarik melakukan penelitian dengan judul: “Pengaruh Kelembaban Udara Terhadap Intensitas Cahaya Fajar (Studi Kasus di Pantai Selayar dan Pantai Mayangkara, Kabupaten Gresik serta Bukit Sikunir, Kabupaten Wonosobo)”

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan penjelasan serta uraian latar belakang di atas maka penulis akan membahas dalam rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh tingkat kelembaban udara terhadap intensitas cahaya fajar?
2. Apakah tingkat kelembaban udara terhadap intensitas cahaya fajar mempengaruhi awal waktu salat subuh?

³³ Abd. Salam Nawawi, *Ilmu Falak Praktis*, I (Surabaya: Imtiyaz, 2016), 85.

C. Tujuan dan manfaat penelitian

Adapun tujuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui pengaruh tingkat kelembaban udara yang berbeda terhadap intensitas cahaya fajar.
2. Untuk memahami pengaruh tingkat kelembaban udara dan intensitas cahaya fajar terhadap penjadwalan waktu salat subuh.

Adapun manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menambah Khazanah keilmuan dalam bidang ilmu falak khususnya dalam mengetahui pengaruh kelembaban pada intensitas cahaya fajar.
2. Menjadi acuan dalam mempertimbangkan faktor-faktor pendukung dan pengganggu, seperti tingkat kelembaban udara dan intensitas cahaya fajar, dalam pengamatan fajar, agar menghasilkan penelitian yang berkualitas dalam penentuan awal waktu subuh.

D. Kajian Pustaka

Dalam konteks ini, penulis melakukan pencarian terhadap studi sebelumnya yang memiliki relevansi dengan penelitian ini. Tujuan dari pencarian ini adalah untuk memahami hubungan antara pembahasan dalam penelitian ini dengan penelitian sebelumnya, dengan tujuan menghindari pengulangan atau kesamaan dalam pembahasan. Beberapa studi terkait yang ditemukan meliputi:

Disertasi berjudul “Efek Polusi Cahaya Terhadap Penentuan Awal Waktu Subuh Di Indonesia” yang ditulis oleh M. Basthoni menjelaskan bahwa pengaruh cahaya bulan dan mendung

sangat menjadi suatu penghalang. Sebagaimana polusi cahaya buatan, cahaya bulan dan mendung juga sangat kuat pengaruhnya terhadap ketampakan cahaya fajar.³⁴ Dalam penelitian yang akan penulis buat, persamaannya adalah tentang faktor penghalang dalam kemunculan fajar yaitu mendung, di mana mendung ini juga berawal dari kelembaban udara yang sangat tinggi. Sedangkan perbedaannya adalah tempat/lokasi penelitian dan perspektif yang berbeda dengan penelitian tersebut.

Jurnal berjudul “*The Effect of atmospheric humidity level to the determation of Islamic Fajr/morning prayer time and twilight appearance*” yang ditulis oleh Nihayatur Rohmah menjelaskan bahwa kelembaban relatif berbeda, semakin tinggi kelembaban maka warna fajar menjadi jingga kemerahan. Juga, kemunculan fajar juga dipengaruhi oleh tingkat kelembaban udara.³⁵ Persamaannya adalah penelitian mengenai kelembaban udara terhadap fajar subuh. Perbedaannya adalah tempat/lokasi penelitian yang berbeda dan perspektif pembahasan yang dilihat di sisi lain mengenai warna fajar.

Skripsi, berjudul “Efek Kelembaban Udara Terhadap Pelaksanaan Rukyatul Hilal (Studi Kasus di Menara Al-Husna MAJT), yang di buat oleh Khana Fitriyah menjelaskan mengenai pengaruh kelembaban udara terhadap Rukyatul Hilal

³⁴ M. Basthoni, “Efek Polusi Cahaya Terhadap Penentuan Awal Waktu Subuh Di Indonesia”, *Disertasi UIN Walisongo Semarang* (Walisongo Institutional Repository, 2022).

³⁵ Nihayatur Rohmah, “The Effect of atmospheric humidity level to the determation of Islamic Fajr/morning prayer time and twilight appearance”, *Journal of Physics: Conference Series*, 771 (2016); IOPScience.

di Menara Al-Husna Masjid Agung Jawa Tengah. Di mana kelembaban udara terbentuk dari kondensasi uap air, sehingga di sekitar lokasi rukyat mendapati awan tebal dan merata. Hal ini dapat membiaskan cahaya Hilal, mengurangi kecerahan cahaya hingga menutupi hilal, sehingga membuat para pengamat kesulitan dalam mengamati ketampakkannya.³⁶ Persamaan dalam penelitian ini adalah mengenai pengaruh kelembaban udara terhadap pengamatan suatu objek langit. Perbedaannya adalah objek penelitiannya, di mana objek penelitian penulis fokus pada waktu kemunculan fajar.

*“Pengaruh Atmosfer terhadap Ketampakan Fajar ṣādiq (Diskursus atas Visualisasi Warna dan Posisi Astronomis Matahari).”*³⁷ penelitian disertasi Nihayatur Rohmah (2014) ini fokus untuk membahas persoalan: (1) fajar ṣādiq dalam perspektif fikih dan sains-astronomi, (2) pengaruh suhu dan kelembaban atmosfer terhadap ketampakan fajar ṣādiq, (3) korelasi posisi astronomis Matahari terhadap ketampakan ṣādiq.

Berdasarkan hasil analisis data hasil pengamatan, disimpulkan adanya pengaruh tingkat kelembaban dan suhu atmosfer terhadap ketampakan warna ṣādiq. Selanjutnya terkait dengan korelasi posisi astronomis Matahari terhadap penentuan

³⁶ Khana Fitriyah, “Efek Kelembaban Udara Terhadap Pelaksanaan Rukyatul Hilal (Studi Kasus di Menara Al-Husna MAJT), *Skripsi* UIN Walisongo Semarang (Walisongo Institutional Repository, 2021).

³⁷ Nihayatur Rohmah, *Pengaruh Atmosfer terhadap Ketampakan Fajar ṣādiq (Diskursus atas Visualisasi Warna dan Posisi Astronomis Matahari), Disertasi* (Semarang: Pascasarjana Institut Agama Islam Negeri Walisongo, 2014); “The Effect of atmospheric humidity level to the determination of Islamic Fajr/morning prayer time and twilight appearance.”

waktu fajar dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh antara suhu dengan sudut depresi atau ketinggian Matahari. kedua variabel tersebut memiliki hubungan berbanding lurus. Tegasnya, jika besar suhu atmosfer itu kecil (menurun) maka cahaya fajar akan tampak pada sudut depresi yang rendah, seperti suhu 18.1° Celcius, fajar *ṣādiq* tampak pada sudut depresi atau ketinggian Matahari $-18^{\circ}02'08''$. Sebaliknya, jika suhu atmosfer itu besar (meningkat) maka cahaya fajar akan terlihat pada sudut depresi Matahari yang tinggi pula. Adapun nilai rata-rata sudut depresi atau ketinggian Matahari dengan merujuk pada keseluruhan data pengamatan, maka diperoleh hasil sudut depresi Matahari.

Kajian disertasi Nihayatur Rohmah ini difokuskan pada pengaruh suhu dan kelembaban atmosfer terhadap ketampakan fajar *ṣādiq* dan korelasinya dengan posisi astronomis Matahari terhadap ketampakan fajar *ṣādiq* sebagai awal waktu subuh, sedangkan skripsi ini fokus pada efek kelembaban udara terhadap ketampakan fajar *ṣādiq* dan sebagai penentuan awal waktu subuh.

E. Metodologi Penelitian

1. Jenis penelitian

Penelitian ini termasuk dalam penelitian kualitatif/ penelitian lapangan (*field research* dengan menganalisis dalam bidang keilmuan Ilmu Falak.³⁸ Kendati demikian,

³⁸ Husaini Usman dkk, *Metodologi Penelitian Sosial*, (Jakarta: PT. Bumi Aksara, 2006), 5.

penggunaan data kuantitatif tidak bisa dihindari karena untuk menyederhanakan gambaran dari hubungan dua angka atau lebih.³⁹ dan untuk memperoleh pemahaman yang lebih baik dibandingkan hanya menggunakan data kualitatif.⁴⁰ Data kualitatif digunakan guna menjelaskan fenomena yang tidak perlu dihitung karena bersifat deskriptif, sedangkan data kuantitatif dianalisis dengan bantuan ilmu statistik sebagai alat bantu untuk menjelaskan fenomena yang diteliti.

Dalam hal ini fokus penelitian lebih difokuskan pada observasi lapangan terhadap pengaruh tingkat kelembaban udara yang berbeda terhadap awal kemunculan Matahari. Peneliti mengambil daerah Pantai Selayar dan Pantai Mayangkara, Bawean dan Bukit Sikunir, Kabupaten Wonosobo. Di mana menurut data LPM (*Light Pollution Map*) daerah ini minim polusi cahaya dan menurut data aplikasi *Sun Locator Pro* daerah ini pula awal kemunculan Matahari paling relevan di luar pulau Jawa dan di Jawa Tengah.

Untuk data kelembaban udara, peneliti mencari informasi di BMKG (Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika) Bawean untuk pantai Selayar, BMKG Juanda Surabaya untuk pantai Mayangkara, untuk Bukit Sikunir peneliti mencoba mencari data di BMKG Banjarnegara dan aplikasi *Zoom Earth* sebagai pendukung data alternatif. Sebelumnya

³⁹ Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif* (Bandung, Alfabeta, 2006), 29.

⁴⁰ Sugiyono, *Metode Penelitian Kualitatif*, 39.

peneliti mencari data di BMKG Semarang, akan tetapi menurut Nurfitriyanto selaku staff administrasi di BMKG Semarang, untuk sekarang alat yang digunakan mengukur kelembaban udara di seluruh Jawa Tengah sedang mengalami kerusakan, alhasil peneliti diarahkan untuk mencari data kelembaban udara yang akurat dan faktual di *website* resmi BMKG.⁴¹

Zoom Earth adalah sebuah aplikasi peta cuaca interaktif dunia dan pelacak badai secara waktu nyata. Menggunakan banyak sumber antara lain citra satelit langsung diperbarui setiap 10 menit dari satelit *Geostationer NOAA GOES*⁴² dan *JMA Himawari*⁴³; Citra satelit *HD* diperbarui dua kali sehari dari *NASA* yang mengorbit menggunakan satelit Aqua dan Terra⁴⁴, menggunakan layanan dari *GIBS*, bagian dari

⁴¹ Wawancara Nurfitriyanto staff BMKG Semarang, 20 Juni 2023

⁴² *Geostationary Operational Environmental Satellites (GOES)* adalah satelit milik *National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA)* Amerika Serikat yang berfungsi memantau pemicu atmosfer seperti tornado, banjir bandang, badai hujan es, dan angin topan. Satelit ini mengorbit pada bidang ekuator bumi dengan kecepatan yang menyamai rotasi bumi. <https://www.ospo.noaa.gov/Operations/GOES/index.html>, diakses pada 16 November 2023

⁴³ Satelit milik *Japan Meteorology Agency (JMA)* adalah satelit yang menjadi acuan bagi BMKG karena memiliki sensor *Advanced Himawari Imager (AHI)* 16 kanal. Satelit ini melakukan penelitian atau kajian terhadap parameter-parameter cuaca dan iklim, termasuk parameter *Land Surface Temperature (LST)* dan Suhu Udara Permukaan (SUP). Jurnal Meteorologi “Pemanfaatan Data Satelit Himawari-8 Dalam Mengestimasi *Land Surface Temperature (LST)* dan Suhu Udara Permukaan (SUP) di Palembang”, Vol. 1 No. 2 Edisi November 2022, hlm. 35.

⁴⁴ Satelit Terra berhasil diluncurkan pada Desember 1999 dan akan disempurnakan dengan satelit Aqua pada tahun 2002. Satelit Aqua ini membaca enam instrumen yaitu *AIRS, AMSU, CERES, MODIS, AMSR-R*, dan

EOSDIS; Peta ramalan cuaca yang diperbarui setiap 6 jam dengan data model global terbaru dari *DWD ICON*⁴⁵ dan *NOAA-NWS GFS*⁴⁶; Hamparan sumber panas menunjukkan titik-titik bersuhu sangat tinggi yang terdeteksi oleh satelit. Deteksi diperbarui setiap hari dengan data dari perusahaan NASA; Peta radar menunjukkan hujan dan salju terdeteksi secara waktu nyata. Data disediakan oleh *RainViewer*.⁴⁷ Cakupan terbatas dan mungkin menunjukkan gangguan

HSB. untuk mengumpulkan data penguapan dari lautan, uap air di atmosfer, awan, curah hujan, kelembaban tanah, es laut, es tanah, dan penutup salju di daratan dan es. Thoha AS. 2008. *Karakteristik Citra Satelit*, Medan (ID): Departemen Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara, hlm. 13.

⁴⁵ *DWD ICON (Icosahedral Nonhydrostatic)* adalah model prediksi cuaca dan iklim global yang dikembangkan oleh *Deutscher Wetterdienst (DWD)*, *Germany's National Meteorological Service, the Deutscher Wetterdienst (DWD)*.

https://www.dwd.de/EN/research/weatherforecasting/num_modelling/01_num_weather_prediction_modells/icon_description.html, diakses 17 November 2023.

⁴⁶ *NOAA-NWS GFS* adalah singkatan dari *National Oceanic and Atmospheric Administration – National Weather Service Global Forecast System* adalah model prediksi cuaca numerik yang digunakan oleh *National Weather Service (NWS)* untuk memprediksi cuaca di Amerika Serikat dan seluruh dunia. <https://www.ncei.noaa.gov/products/weather-climate-models/global-forecast>, diakses 17 November 2023.

⁴⁷ Aplikasi ramalan cuaca *hyperlocal*, notifikasi hujan, dan peringatan cuaca buruk. Memiliki akses ke data lebih dari 1000 radar cuaca di seluruh dunia. Berkat cakupan radar yang luar, *RainViewer* juga dapat menghasilkan ramalan cuaca yang akurat untuk minggu depan. <https://www.rainviewer.com/>, di akses 18 November 2023.

anomali; Jalur sistem tropis dihasilkan menggunakan data terbaru dari *NHC*⁴⁸, *JTWC*⁴⁹, *NRL*,⁵⁰ dan *IBTrACS*⁵¹.

2. Sumber data

Data merupakan sumber informasi mengenai suatu penelitian yang nantinya dapat dijadikan sebuah data-data yang dibutuhkan. Dalam penelitian ini, terdapat dua sumber data yaitu data primer dan data sekunder. Sumber data primer dalam penelitian merupakan data yang diperoleh dari hasil observasi penulis di saat terjun ke lapangan, mulai dari pengamatan fajar, wawancara dengan narasumber terkait, dokumentasi langsung. Sedangkan data sekunder diambil

⁴⁸ *NHC* atau *National Hurricane Center* adalah divisi *NWS* yang menyediakan informasi cuaca laut, gelombang laut, dan arus laut yang didapat dari berbagai sumber, termasuk satelit, pesawat pengintai, dan kapal. *NHC* menggunakan data ini untuk memperkirakan posisi, kekuatan, dan arah badai tropis dan siklon tropis. <https://www.nhc.noaa.gov/>, diakses 19 November 2023.

⁴⁹ *Joint Typhoon Warning Center (JTWC)* adalah pusat peringatan cuaca yang berbasis di Pearl Harbor, Hawaii. *JTWC* bertanggung jawab untuk memprediksi dan melacak badai tropis, siklon tropis, dan badai musim di wilayah Pasifik dan Hindia. <https://www.metoc.navy.mil/jtwc/jtwc.html>, di akses 19 November 2023.

⁵⁰ *Naval Research Laboratory Monterey Marine Meteorology Division (NRL MMD)* sebuah divisi penelitian meteorologi laut yang berbasis di Monterey, California, Amerika Serikat. Divisi ini menyediakan layanan untuk mendeteksi badai tropis, siklon tropis, dan badai musim dingin di seluruh dunia. <https://www.nrlmry.navy.mil/TC.html>, di akses 19 November 2023.

⁵¹ *Internasional Best Track Archive for Climate Stewardship (IBTrACS)* adalah kumpulan data siklon tropis terbesar dan paling lengkap di dunia yang menggabungkan data siklon tropis historis dan terbaru dari beberapa lembaga untuk membuat dataset yang terpadu dan tersedia untuk umum. Dataset ini meningkatkan perbandingan antar lembaga dan memungkinkan pengguna untuk mempelajari distribusi, frekuensi dan intensitas siklon tropis di seluruh dunia. Dikembangkan oleh *World Meteorological Organization (WMO) Regional Specialized Meteorological Centres*. <https://www.ncei.noaa.gov/products/international-best-track-archive>, diakses 19 November 2023.

dari tulisan-tulisan buku, jurnal, karya ilmiah yang berkaitan dengan penelitian tersebut. Peneliti juga menggunakan beberapa aplikasi sebagai acuan pengamatan cuaca, mulai dari suhu hingga tingkat kelembaban udara.

3. Teknik pengumpulan data

Teknik untuk menjawab permasalahan yang ada dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan teknik observasi, baik observasi partisipan maupun non partisipan.⁵²

i. Observasi (*Observation*)

Observasi yang dilakukan yaitu dengan cara menganalisis kejadian kemudian menafsirkannya, dan mengungkapkan dengan faktor penyebab kejadian.⁵³

Dalam penelitian ini menggunakan penangkapan visual kamera dalam menangkap citra fajar pada saat sebelum dan sesudah terbit Matahari di ufuk. Ada beberapa kamera yang dipakai yaitu *Smartphone Xiaomi 12T* dan *Smartphone Poco X3 NFC* dengan pengaturan tiga serangkai yang merupakan pengaturan dasar, yaitu :

- 1) *aperture* adalah bukaan pada kamera yang dapat mengatur banyaknya cahaya yang masuk ke lensa. Pembukaan biasanya dilambangkan dengan f. Angka.

⁵² Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif* (Bandung: Alfabeta, 2006), 224.

⁵³ Widodo, *Metodologi Penelitian Populer & Praktis* (Jakarta: Rajawali Press, 2017), 74.

- a. *Smartphone Xiaomi 12T*, pengaturan bukaan lensa yang dilakukan untuk pengambilan citra gambar dalam mode pro adalah $f/1.7$
 - b. *Smartphone Poco X3 NFC*, pengaturan bukaan lensa yang dilakukan untuk pengambilan citra gambar dalam mode pro adalah $f/1.89$
- 2) kecepatan rana (*shutter speed*) didefinisikan sebagai waktu yang dibutuhkan cahaya untuk mencapai lensa sensor kamera. Kecepatan rana ini biasanya kita sebut sebagai bukaan lensa pada kamera, fitur ini dapat ditemukan pada produk semua kamera. Pada pengaturan kamera ini, peneliti mengatur kecepatan rana sebesar 10 detik untuk memastikan pergeseran benda langit dan perubahan cahaya lebih terlihat tertangkap kamera dengan pengambilan berkelanjutan selama 70 menit (30 menit sebelum waktu subuh dan 40 menit setelah waktu subuh Kemenag⁵⁴);
- 3) Penyesuaian terakhir pada kamera *smartphone POCO X3 NFC* dan *smartphone XIAOMI 12T* adalah dengan memperhatikan sensitivitas ISO. ISO adalah istilah yang menunjukkan sensitivitas cahaya dari sensor gambar kamera.

⁵⁴ Thomas, *Menggagas Fiqh Astronomi: Telaah Hisab Rukyat dan Pencarian Solusi Perbedaan Hari Raya*.

Fitur ISO ini memberikan gambar yang lebih detail dan tajam. ISO yang peneliti gunakan sebesar 1600 untuk Poco X3 NFC, dikarenakan sedikit terang lokasi pengamatannya dan 2500 untuk Xiaomi 12T karena cukup gelap lokasi pengamatannya sehingga *noise* di citra bisa lebih sedikit.

Pengambilan citra dilakukan di pinggir pantai yang berlokasi di Bawean Kabupaten Gresik yaitu Pantai Selayar 1 kali dan Pantai Mayangkara 2 kali, kemudian Bukit Sikunir, Kabupaten Wonosobo sebanyak 4 kali. Lokasi pengamatan Pantai Selayar, Bawean berada pada koordinat $-5^{\circ} 51' 21''$ LS $112^{\circ} 41' 6''$ BT dan Pantai Mayangkara, Bawean berada pada koordinat $-5^{\circ} 44' 14''$ LS dan $112^{\circ} 43' 09''$ BT, lalu Bukit Sikunir berada pada koordinat $-7^{\circ} 14' 21''$ LS dan $109^{\circ} 55' 28''$ BT.

Kemudian untuk kelembaban udara sendiri, peneliti mencari informasi di kantor BMKG (Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika) Semarang, BMKG Bawean, BMKG Juanda dan aplikasi *Zoom Earth-Live Weather Map* (aplikasi cuaca) milik *Neave Interactive* yang bermarkas di United Kingdom.

ii. Wawancara

Wawancara merupakan metode pengumpulan data, mengajukan pertanyaan secara langsung kepada responden guna memperoleh informasi dan pendapat

lisan.⁵⁵ Wawancara juga mempermudah dan mempercepat peneliti untuk mendapat informasi.⁵⁶ Dalam penelitian kali ini peneliti mengumpulkan data menggunakan metode wawancara dengan Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Semarang untuk mendapatkan informasi mengenai tingkat kelembaban udara di Jawa Tengah, BMKG Sangkapura kab. Gresik untuk mendapatkan informasi tingkat kelembaban udara di daerah Pantai Selayar dan BMKG Juanda, Surabaya untuk daerah Pantai Mayangkara. Wawancara dengan pegiat falak yang profesional dalam pengamatan fajar yaitu Bapak Dr. M. Basthoni, S.H.I., S. Kom., M.H. mengenai cara pengamatan fajar, dan wawancara dengan pegiat astronomi sekaligus pendiri RHI (Rukyatul Hilal Indonesia), Yogyakarta yaitu Bapak Mutoha Arkanuddin mengenai S.O.P pengamatan fajar dan membahas tentang visual kamera dalam pengambilan citra gambar fajar.

iii. Dokumentasi

Dokumentasi berasal dari “dokumen” yang diartikan sebagai benda atau alat yang mengandung sebuah informasi. Dokumen dapat berupa buku,

⁵⁵ Bagong Suyanto dan Dkk., *Metode Penelitian Sosial* (Jakarta: Kencana, 2005), 96.

⁵⁶ Widodo, *Metodologi Penelitian Populer & Praktis*, 74.

majalah, koran, media elektronik, atau foto.⁵⁷ Pada penelitian ini penulis menggunakan teks tertulis terdahulu yang berkaitan tentang awal waktu subuh untuk dijadikan acuan pada penelitian ini.

F. Sistematika Pembahasan

Penelitian ini secara garis besar tersusun atas bagian- bagian yang di kelompokkan menjadi lima bab. Dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

Bab pertama merupakan pendahuluan yang diuraikan ke dalam beberapa bagian sub bab penjelasan mengenai latar belakang permasalahan, yaitu fenomena dan kajian yang mendorong munculnya pertanyaan penelitian dan bagaimana pertanyaan itu dijawab. Di dalam bab ini dikemukakan pula alasan, rumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, telaah pustaka, metode penelitian, dan sistematika penulisan.

Bab dua berisi tentang perspektif teori dan gambaran umum yang akan dijadikan landasan guna mengkaji lebih lanjut mengenai: Pengertian fajar, Pembagian fajar, Macam-macam warna fajar, Fajar sebagai penentuan waktu subuh, Dasar hukum fajar awal waktu subuh, Faktor-faktor yang mempengaruhi cahaya fajar, Konsep astrofotografi

Bab ketiga adalah upaya penulis dalam menjawab permasalahan pertama. Bab ini diawali dengan menyajikan dan memaparkan data-data penelitian mengenai lokasi penelitian, objek pengamatan, langkah-langkah pengumpulan data, sumber

⁵⁷ A. Muri Yusuf, *Metode Penelitian: Kuantitatif, Kualitatif, dan Penelitian Gabungan* (Jakarta: Prenadamedia Group, 2014), 391.

yang digunakan dalam pengamatan dan diakhiri dengan menyebutkan teknik analisis data.

Bab keempat adalah menguraikan analisis pembahasan, bab ini meneliti pengaruh tingkat kelembaban udara yang berbeda terhadap cahaya fajar dan hubungan mengenai waktu subuh. Pada bab ini peneliti menggunakan data observasi sebagai bahan untuk menganalisis permasalahan yang diangkat.

Bab kelima adalah penutup yang berisikan: kesimpulan, saran yang diberikan peneliti, dan kata penutup.

BAB II

FAJAR DALAM KAJIAN KEISLAMAN DAN ASTRONOMI

Bab ini membahas mengenai fajar sebagai tanda masuknya waktu subuh. Kajian diawali dengan pembahasan pengertian fajar, pembagian fajar dalam literatur keislaman dan astronomi, macam-macam warna fajar, dasar-dasar hukum awal waktu subuh dan faktor-faktor pengganggu yang mempengaruhi cahaya fajar.

A. Pengertian Fajar

Menurut KBBI (Kamus Besar Bahasa Indonesia) fajar adalah cahaya kemerah-merahan di langit sebelah timur pada saat menjelang matahari terbit.⁵⁸ Dalam pengertian secara umum cahaya sendiri merupakan salah satu contoh gelombang elektromagnetik. Gelombang cahaya tidak memerlukan medium/ perantara sebagai media perambatannya. Contoh, pada siang hari tampak terang karena cahaya Matahari menerangi Bumi. Meskipun Matahari berada jauh dari Bumi dan dipisahkan oleh ruang hampa udara di ruang angkasa, namun cahaya Matahari mampu sampai ke Bumi.⁵⁹

⁵⁸ Badan Pengembangan dan Pembinaan Bahasa, “Kamus Besar Bahasa Indonesia,” in *Kamus Besar Bahasa Indonesia*,” *Kamus Besar Bahasa Indonesia*, last modified 2007, diakses November 28, 2023, <https://www.kbbi.web.id/>.

⁵⁹ Putra, *Cahaya dan Penerapan Sifat-Sifat Cahaya*, 1.

B. Pembagian Fajar

a. Fajar Dalam Literatur Keislaman

fajar terbagi menjadi dua, yaitu *fajar kadzib* dan *fajar ṣādiq*. Secara etimologi *ṣādiq* maknanya “benar atau sebenarnya”, sedangkan *kadzib* maknanya “bohong atau bohongan”. Sekilas dari kata ini dapat dipahami bahwa *fajar ṣādiq* berkaitan dengan cahaya matahari yang sebenarnya, yakni terkait dengan peredaran waktu, sedangkan *fajar kadzib* berkaitan dengan cahaya yang apabila kita salah menafsirkannya bisa tertipu.⁶⁰

Berkenaan dengan *fajar ṣādiq* dan fajar kadzib, sebagaimana hadits yang telah diriwayatkan al-Hakim yang berbunyi:

عَنْ جَابِرِ بْنِ عَبْدِ اللَّهِ، قَالَ: قَالَ رَسُولُ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ:
"الْفَجْرُ فَجْرَانِ: فَأَمَّا الْفَجْرُ الَّذِي يَكُونُ كَذَنْبِ السَّرْحَانِ فَلَا تَحِلُّ الصَّلَاةُ
فِيهِ وَلَا يُحْرَمُ الطَّعَامُ. وَأَمَّا الَّذِي يَذْهَبُ مُسْتَطِيلًا فِي الْأَفْقِ فَإِنَّهُ يُحِلُّ
الصَّلَاةَ، وَيُحَرِّمُ الطَّعَامَ"

‘An Jābir ibn ‘Abd Allāh, qala: Qāla Rasūl Allāh ṣallā Allāhu ‘alayhi wa-sallama: “Al-fajru fajrān: fa-ammā al-fajru alladhī yakūnu ka-dhanab al-sarḥāni fa-lā taḥillu al-ṣalātu fīhi wa-lā yaḥrumu al-ṭa‘āmu; wa-ammā al-fajru alladhī yadhhabu mustaṭīlan fī al-uḥuqi fa-innahu yuḥillu al-ṣalāta, wa-yuḥarrimu al-ṭa‘āma.”

“Dari Jabir bin Abdullah, ia berkata, Rasulullah shallallahu ‘alaihi wa sallam bersabda,” Fajar itu ada dua,

⁶⁰ Fathurrahman Sany, “Fajar Kadzib, Fajar Shadiq dan Awal Waktu Subuh,” in *Seminar Semiloka Arah Kiblat dan Awal Waktu Subuh* (Tebuireng, n.d.), 2.

fajar yang bentuknya seperti ekor serigala, maka tidak menghalalkan salat dan tidak mengharamkan makan, adapun yang bentuknya memanjang di ufuk, maka inilah yang menghalalkan salat dan mengharamkan makan.”

Dalam hadis di atas sangat jelas disebutkan “seperti **ekor serigala**”, yakni panjang dan berbulu dalam posisi tegak lurus atau vertikal. Dalam kaitannya dengan fajar adalah posisi yang memanjang tegak lurus dari timur ke barat, yang selanjutnya oleh para ulama dinamakan *fajar kadzib*. Menilik dari bentuknya yang memanjang dan “seperti” berbulu mirip ekor serigala.⁶¹ Sedangkan, mengenai *fajar sādīq* sangat jelas Allah SWT. memberi petunjuk mengenai indikator warna putih dan hitam, sebagaimana dijelaskan dalam surah al-Baqarah 187:

وَكُلُوا وَاشْرَبُوا حَتَّى يَتَبَيَّنَ لَكُمُ الْخَيْطُ الْأَبْيَضُ مِنَ الْخَيْطِ الْأَسْوَدِ مِنَ الْفَجْرِ

"Wa-kulū wa-ishrabū ḥattā yatabayyana lakumu al-khayṭu al-abyaḍu mina al-khayṭi al-aswadi mina al-fajri."

"...Makan dan minumlah hingga jelas bagimu (perbedaan) antara benang putih dan benang hitam, yaitu fajar..." (Q.S. al-Baqarah [2]:187).⁶²

⁶¹ Lutfi Fuadi, "Fajar Penanda Awal Waktu Shubuh dan Puasa," *Minhaj: Jurnal Ilmu Syariah* 2, no. 1 (2021): 107–120.

⁶² R I Kementrian Agama, *Al-Qur'an dan Tafsirnya*, 2002.

Dari ayat ini dijelaskan bahwa alat ukur yang menentukan batas awal terbitnya fajar adalah “penglihatan mata manusia (normal)” yang mampu membedakan warna paling elementer, yakni putih dan hitam. Hal ini bisa dilakukan mata normal hanya dengan bantuan sedikit cahaya.⁶³

Sedang al-Faryumi dalam kitabnya al-Misbah al-Munir berpendapat bahwa *fajar ṣādiq* dengan definisi “وَهُوَ الْمُسْتَطِيرُّ” وَيَبْدُو سَاطِعًا يَمْلَأُ الْأُفُقَ بَيَاضِهِ yang berarti *fajar ṣādiq* adalah yang mementang dan tampak horizontal yang memenuhi ufuk dengan cahaya putihnya.⁶⁴

Selain dengan penglihatan mata manusia dalam hal melihat awal kemunculan fajar, ada cara lain yaitu mengamati waj orang-orang disekitar. Didasarkan pada hadis dari ‘Aisyah yang diriwayatkan Bukhari Muslim, yang berbunyi sebagai berikut:

كُنَّ نِسَاءُ الْمُؤْمِنَاتِ يَشْهَدْنَ مَعَ رَسُولِ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ
صَلَاةَ الْفَجْرِ مُتَلَفَعَاتٍ بِمُرُوطِهِنَّ ثُمَّ يَنْقَلِبْنَ إِلَى بُيُوتِهِنَّ حِينَ يَقْضَيْنَ
الصَّلَاةَ لَا يَعْرِفُهُنَّ أَحَدٌ مِنَ الْعَلِيِّسِ

**"Kunna nisā'u al-mu'mināti yashhadna ma'a Rasūl
Allāh ṣallā Allāhu 'alayhi wa-sallama ṣalāta al-fajri
mutalaffi'āti bi-murūṭihinna thumma yanqalibna ilā**

⁶³ Fuadi, “Fajar Penanda Awal Waktu Shubuh dan Puasa”, 111.

⁶⁴ *Al-Mishobah al-Munir Fi Gharib asy-Syarhil Kabir*, n.d. hal. 462.

buyūtihinna ḥīna yaqḍīna al-ṣalāta lā yaʿrifuhunna aḥadun min al-ghalasi."

*"Kami wanita-wanita mukminah ikut menghadiri salat fajar bersama Rasulullah Shallallahu 'alaihi wa sallam dalam keadaan berselimut (menyelubungi tubuh) dengan kain-kain kami, kemudian mereka (para wanita tersebut) kembali ke rumah-rumah mereka ketika mereka selesai menunaikan salat dalam keadaan tidak ada seorang pun mengenali mereka karena waktu ghalas (sisa gelapnya malam)."*⁶⁵

Dari hadis ini dijelaskan bahwa orang-orang yang keluar setelah melaksanakan salat subuh pun masih belum mengenali satu sama lain, yang berarti kemunculan fajar belum begitu kuat cahaya yang dipancarkan kepada mata kita.

b. Fajar tinjauan astronomi

Sumber cahaya di bumi adalah berasal dari sinar matahari. jarak matahari dengan bumi sekitar 149.000.000 km. Umumnya, matahari terbagi menjadi 3 bagian, yaitu bagian angkasa matahari, bagian permukaan dan bagian dalam. Segala radiasi yang datang ke bumi bersumber dari bagian angkasa matahari, dan bagian ini mendapat sumber energinya dari reaksi termonuklir yang berlangsung di inti

⁶⁵ HR. Al-Bukhari no. 578 dan Muslim no. 1455. *Maktabah Syamilah*. Maktab Dakwah Raudhoh.

matahari. Dengan suhu yang cukup tinggi kurang lebih 6000°C dan jarak matahari yang cukup dekat dengan bumi dibanding dengan bintang-bintang yang lain, maka cahaya matahari dapat dirasakan pengaruhnya di bumi. Cahaya matahari inilah yang menghasilkan fenomena munculnya fajar di bumi.⁶⁶

Secara umum, para pakar astronomi membagi fajar menjadi dua macam yaitu fajar waktu pagi dan fajar pada waktu senja.⁶⁷ Biasanya fajar pada waktu senja sore lebih dikenal dengan *syafaq*. Dalam penelitian ini, pembahasan dikerucutkan dengan fajar yang terbit pada waktu pagi.

Dalam tinjauan astronomi, sehubungan dengan posisi matahari saat subuh terdapat tiga jenis cahaya fajar (*morning twilight*), yaitu:⁶⁸

1. Fajar Astronomi/ *Falaky (dawn astronomical twilight)*

Fajar astronomi adalah fajar yang digunakan sebagai tanda akhir malam di saat cahaya bintang mulai meredup, dikarenakan mulai munculnya hamburan cahaya matahari oleh atmosfer bumi. Fajar astronomi muncul berupa cahaya matahari oleh atmosfer bumi, maka cahayanya memanjang di sepanjang ufuk. Fajar astronomi ialah cahaya di saat matahari berada sekitar 18 derajat di bawah ufuk.

2. Fajar Pelayaran/ *Bahry (nautical twilight)*

⁶⁶ Fuadi, "Fajar Penanda Awal Waktu Shubuh dan Puasa.", 112-113.

⁶⁷ Susiknan Azhari, *Ensiklopedia Hisab Rukyah* (Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2007), hal. 53.

⁶⁸ Unggul, "Problematika Awal Waktu Subuh Antara Fikih dan Astronomi," *Al-Afaq* (n.d.): 92.

Fajar nautika adalah fajar yang menampakkan ufuk atau kaki langit bagi para pelaut, pada saat matahari berada kurang lebih 12 derajat di bawah ufuk.

3. Fajar Sipil/ *Madany (civil twilight)*

Fajar sipil adalah fajar yang mulai menampakkan benda-benda di sekitar kita, pada saat matahari berada sekitar 6 derajat.

Astronomical twilight (fajar astronomi) inilah yang menurut Slamet Hambali disebut sebagai *fajar s̄ādiq*, dan dalam Ilmu Falak dipahami sebagai awal kemunculan cahaya di ufuk timur menjelang terbitnya matahari saat matahari berada sekitar 18° derajat di bawah ufuk (atau jarak zenit matahari 108° derajat). Pendapat lain menyatakan bahwa terbitnya *fajar s̄ādiq* dimulai pada saat posisi matahari 20° derajat di bawah ufuk (atau jarak zenit 110 derajat). Pada awal kemunculan fajar astronomi, ufuk tidak dapat diidentifikasi lagi dalam arah manapun. Langit demikian redup, melebihi awal fajar nautika sehingga jika kondisinya memungkinkan bintang paling redup yang bisa dilihat dengan mata telanjang (magnitudo smu +5 hingga +6) akan terlihat, dan berbeda dengan fajar nautika maupun fajar sipil, di mana awal fajar astronomi hanya bisa dikenali di tempat yang benar-benar terbebas dari gangguan polusi cahaya dan kondisi langit yang cerah tanpa gangguan cahaya

bulan. Umumnya awal kemunculan fajar astronomi terjadi saat tinggi matahari -18° .⁶⁹

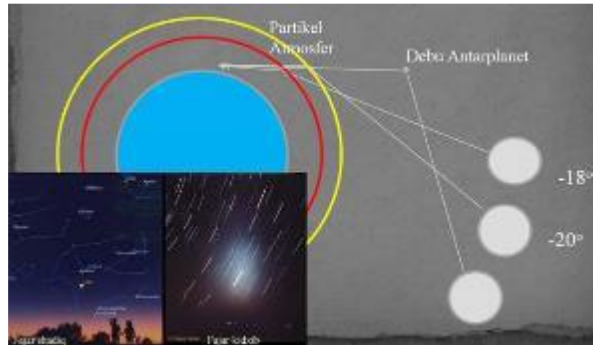
Hasil pengamatan ini berlaku untuk daerah dengan lintang kurang dari 45° dan durasi waktu fajar di daerah equator dari matahari terbenam sampai fajar astronomi sekitar 1 jam 8 menit sampai 1 jam 16 menit. Di daerah lain dengan letak lintang yang tinggi, durasi waktu fajarnya pun berbeda dari pengamatan pada letak lintang -45° . Untuk warna fajar sendiri lebih sulit ditentukan secara visual karena bergantung pada kondisi meteorologis, topografi permukaan, fase bulan, komposisi atmosfer rendah terutama aerosolnya, terlebih lagi jika ada erupsi gunung berapi, kebakaran hutan, asap kendaraan, polutan pabrik, dan cahaya lampu kota. Dikarenakan faktor ini dapat menyebabkan polusi cahaya, di mana polusi cahaya tersebut dapat menyebabkan langit lebih terang dari kondisi normal.⁷⁰

Dalam tiga pengertian tersebut tidak ditemukan pengertian yang sesuai dengan fajar *kāzib*. Karena dalam sudut pandang astronomi, fenomena fajar *kāzib* memang tidak masuk kategori fajar atau cahaya yang bukan berasal dari pancaran sinar matahari secara langsung, akan tetapi cahaya yang tampak akibat hamburan cahaya

⁶⁹ Sudarmadi Putra, *Fajar Shadiq dalam Perspektif Astronomi* (Semarang, 2017), 9.

⁷⁰ Dhani Herdiwijaya, "Waktu Subuh : Tinjauan Pengamatan Astronomi," *Jurnal Tarjih* 14, no. 1 (2017): 51–64, <https://jurnal.tarjih.or.id/index.php/tarjih/article/view/14.104>.

matahari yang dipantulkan oleh debu antar planet⁷¹, fenomena ini dalam astronomi dikenal dengan sebutan *Zodical Light* atau Cahaya Zodiak (Gambar 2.1).



Gambar 2.1 Cahaya Zodiak akibat hamburan debu antar planet.⁷²

C. Macam-macam Warna Fajar

a. Putih Membentang

Dalam Al-Qur'an surah Al-Baqarah ayat 187 Allah berfirman:

وَكُلُوا وَاشْرَبُوا حَتَّى يَتَبَيَّنَ لَكُمُ الْخَيْطُ الْأَبْيَضُ مِنَ الْخَيْطِ
الْأَسْوَدِ مِنَ الْفَجْرِ...

"Wa-kulū wa-ishrabū ḥattā yatabayyana lakumu al-khayṭu al-abyaḍu mina al-khayṭi al-aswadi mina al-fajri."

⁷¹D. W. Schuerman dan J L Weinberg, "Zodical Light: A Probe of the Properties and Evolution of Interplanetary Dust," *Highlights of Astronomy* 6 (30 Maret 1983): 421-25, <https://doi.org/10.1017/S1539299600005426>.

⁷² Djamaluddin, "Waktu Shubuh Ditinjau secara Astronomi dan Syar'i"

“...makan dan minumlah hingga jelas bagimu (perbedaan) antara benang putih dan benang hitam, yaitu fajar...”. (Q.S. Al-Baqarah [2]: 187).⁷³

Nabi menafsiri ayat tersebut dengan bersabda;

إِنَّمَا هُوَ سَوَادُ اللَّيْلِ وَبَيَاضُ النَّهَارِ

"Innamā huwa sawādu al-layli wa bayādu an-nahāri"

“Sesungguhnya ia adalah gelapnya malam dan putihnya (cahaya) siang.” (H.R Bukhari dan Muslim dari Adiy Ibn Hatim).⁷⁴

Jadi benang putih adalah putihnya siang, bukan sekedar cahaya siang. Sifat dari putihnya cahaya siang tersebut adalah menyebar memenuhi langit, putih dan cahayanya memenuhi jalan-jalan. Imam Muhammad Ibn Idris asy-Syafi'i (204 H) berkata:

“fajar itu ada dua: pertama kecil, panjang dan meninggi di langit di tengah lintasan. Yang demikian itu tidak menghalalkan salat dan tidak mengharamkan makan atas orang yang berpuasa. Fajar yang kedua lebar, putih, bersinar dan membentang di ufuk. Yang demikian ini menghalalkan salat dan mengharamkan makan bagi yang ingin berpuasa”.

⁷³ Qur'an Kemenag, 2002.

⁷⁴ Abu Hamid al-Gharnati (565 H), *al-Mu'rib'an Ba'dh 'Ajaib al-Maghribi* dikutip oleh Syaikh Umar al-Hadusy dalam Takhrijnya terhadap kitab Syaikh Taqiyuddin al-Hilali.

Cahaya putih ini muncul paling awal yaitu saat peralihan dari gelap malam (hitam) menuju munculnya cahaya (putih). Yang dalam bahasa Al Qur'an surah Al Baqarah ayat 187, fenomena ini di ibaratkan dengan ungkapan “terang bagimu benang putih dari benang hitam” dan telah dihalalkan untuk melaksanakan salat serta haram makan dan minum saat ibadah puasa.⁷⁵

- b. Merah membentang (putih kekuningan atau kemerahan membentang)

Warna merah pada awal fajar ini telah masyhur di kalangan salaf shahih. Sebagian ulama yang menerangkan adanya warna merah di awal fajar salah satunya ialah Abu Uwanah dalam mustakhraj-nya atas shahih muslim juz 1 nomor 309:

الْفَجْرُ هُوَ الْمُسْتَطِيرُ الَّذِي تُخَالِطُهُ الْحُمْرَةُ

"Al-fajru huwa al-mustafīru al-ladhī tukhālīṭuhu al-khumrah"

"fajar adalah yang menyebar (di ufuk) yang bercampur merah"

Dalam riwayat lain Rasulullah SAW bersabda:

لَيْسَ الْفَجْرُ الْمُسْتَطِيرُ فِي الْأَفُقِ وَلَكِنَّهُ الْمُعْتَرِضَ الْأَحْمَرَ

⁷⁵ Qomarus zaman, “Terbit Fajar dan Waktu Subuh (Kajian Nash Syar’i dan Astronomi)”, Vol. 2 no. 1 (Januari, 2018), 37.

"Laysa al-fajru al-mustatīlu fī al-ufuq, walākin nahu al-mu'tarida al-ḥamra"

*"Bukanlah fajar itu cahaya yang meninggi di ufuk, akan tetapi yang membentang berwarna merah (fajar putih kemerah-merahan)."*⁷⁶

c. Biru membentang

Syaikh Abdul Malik al-Kulaib menjelaskan bahwa cahaya biru yang muncul ketika melakukan observasi *fajar ṣādiq* di Hawiyyah. Dia melihat pertama kali sesuatu yang menyerupai warna biru kemudian merah. Penampakan ini terjadi saat musim hujan. Warna biru tersebut membentang ke utara dan ke selatan. Dia juga menjadikan sudut derajat matahari untuk awal fajar dari situ.⁷⁷

Warna biru pada fajar ada dua bagian:

- a. Biru meninggi seperti tiang di tinggi kemudian redup lalu hilang, maka cahaya tersebut merupakan cahaya fajar kadzib.
- b. Membentang ke utara dan ke selatan. Membentang ke utara dan ke selatan tidak mengalami keredupan merupakan sifat dari *fajar ṣādiq*.⁷⁸

⁷⁶ HR. Ahmad, dari Qais bin Thalaq dari ayahnya. Hadits hasan, lihat takhrijnya oleh Syaikh Abdul Fadl Umar ibn Mas'ud al-Hadusy di kitab Bayan al-Fajr as-Shidiq.

⁷⁷ Mamduh al-Buhairi, *Koreksi Awal Waktu Subuh*, (Malang: Pustaka Qiblati, 2010), cet. 1, 190.

⁷⁸ Agus Hasan Bashori, *Waktu Subuh secara Syar'i, Astronomi, dan Empiris*, (Malang: YBM, 2016), cet. 1, 68.

D. Fajar Sebagai Penentuan Waktu Subuh

Para ulama' fikih⁷⁹ telah sepakat mengenai fenomena *fajar sādīq* sebagai penanda awal masuknya waktu subuh.⁸⁰ Fajar didefinisikan sebagai waktu munculnya cahaya di ufuk timur dan kegelapan malam mulai menghilang. Ini adalah cahaya putih yang muncul di sepanjang ufuk timur yang dikenal dalam syariah dengan istilah *fajar sādīq*. Menurut az-Zamakhsyari⁸¹ yang dimaksud dengan fajar adalah awal permulaan tampaknya cahaya fajar yang membentang di ufuk timur seperti benang yang dibentangkan. Dalam *Tafsīr Al-Kasysyaf* beliau mengutip pendapat Imām Qurtūbī yang menjelaskan bahwa dinamakan *fajar sādīq* itu adalah benang, karena yang muncul berupa warna putih yang terlihat memanjang itu seperti benang, selain itu, az-Zamakhsyari juga mengutip pendapat Ibnu Taimiyah yang menjelaskan bahwa dinamakan putihnya siang dengan nama benang putih (*al-khait al-abyad*) dan hitamnya malam dengan nama benang hitam (*al-khait al-aswad*) menunjukkan fajar yang terbit adalah awal permulaan warna putih yang berbeda dengan warna hitam disertai dengan tipis dan samarnya, karena benang itu tipis.

Hadits yang diriwayatkan Imam Muslim dari Abdullah bin Amr

"...وَوُفِّتْ صَلَاةُ الصُّبْحِ مِنْ طُلُوعِ الْفَجْرِ مَا لَمْ تَطْلُعِ الشَّمْسُ..."

⁷⁹ Ulama yang dimaksud adalah ulama Syafi'i, Maliki, Hanafi dan Hambali.

⁸⁰ Molvi Yaqub Ahmed Miftahi, *Fajar and Isha Times & Twilight*, (England: Hizbul Ulama UK, 2007), 3.

⁸¹ Zamakhsyari, *Tafsir al-Kasysyaf ('an Haqaiqi Gawamidil at-Tanzil wa 'Uyuini al-Aqawil fi wujuh at-Ta'wil)*, 107.

"...wa waqtu ṣalāti aṣ-ṣubḥi min ṭulū'i al-fajri mā lam taṭlu' ash-shamsu..."

*"...dan waktu subuh mulai fajar menyingsing sampai selama matahari belum terbit..."*⁸²

Dalam hadis di atas dijelaskan bahwa waktu subuh dimulai saat fajar menyingsing dan berlangsung hingga terbitnya matahari. Para ahli fikih bersepakat dengan pendapat tersebut, meskipun ada beberapa ahli fikih Syafi'iyah yang menyimpulkan bahwa batas akhir waktu subuh adalah sampai tampaknya sinar matahari. Juga telah disepakati oleh para ulama madzhab kecuali madzhab Maliki.⁸³

Allah berfirman dalam surah Al-Baqarah ayat 187:

...وَكُلُوا وَاشْرَبُوا حَتَّى يَتَبَيَّنَ لَكُمُ الْخَيْطُ الْأَبْيَضُ مِنَ الْخَيْطِ الْأَسْوَدِ مِنَ الْفَجْرِ...^ط

"Wa kulū wa ashrahū ḥattā yatabayyana lakumu al-khayṭu al-abyaḍu mina al-khayṭi al-aswadi mina al-fajri..."

⁸² Abu Muslim bin Hajaj Muslim, *Shahih Al-Muslim*, syarah no. 612, (Surabaya, tt.).

⁸³ Menurut Imam Maliki, waktu subuh ada dua, 1) *Ikhtar* (memilih), yakni terbitnya fajar sampai terlihatnya wajah orang yang kita pandang; 2) *Idhthirary* (terpaksa), yakni terlihatnya wajah tersebut sampai terbitnya matahari. Lihat M. Jawad Mughniyyah, *Fiqh Lima Madzhab*, 1 ed. (Jakarta: Lentera, 2007).

“...makan dan minumlah hingga jelas bagimu (perbedaan) antara benang putih dan benang hitam, yaitu fajar...”. (Q.S. Al-Baqarah [2]: 187).⁸⁴

Fajar yang dimaksud dalam ayat di atas adalah *fajar ṣādiq* yang cahayanya melintang dan menyebar di ufuk bukan fajar kadzib yang cahayanya meninggi dan menjulang ke langit. Imam Ad-Daruquthni menuliskan sebuah hadis:

عَنِ الْحَارِثِ بْنِ عَبْدِ الرَّحْمَنِ، عَنْ مُحَمَّدِ بْنِ عَبْدِ الرَّحْمَنِ بْنِ ثَوْبَانَ، قَالَ:
قَالَ رَسُولُ اللَّهِ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ: "الْفَجْرُ فَجْرَانِ فَأَمَّا الْفَجْرُ الَّذِي يَكُونُ كَذَبٍ
السَّرْحَانِ فَلَا يُحِلُّ الصَّلَاةَ وَلَا يُحَرِّمُ الطَّعَامَ. وَأَمَّا الَّذِي يَذْهَبُ مُسْتَطِيلًا
فِي الْأَفْقِ فَإِنَّهُ يُحِلُّ الصَّلَاةَ وَيُحَرِّمُ الطَّعَامَ"

"Anil-ḥārithi bin 'Abdi ar-Raḥmāni, 'an Muḥammadi bin 'Abdi ar-Raḥmāni bin Thawbāni, qāla: Qāla Rasūlu-llāhi 'alayhi wa sallam: 'Al-fajru fajrāni fa ammā al-fajru alladhī yakūnu ka dhanabi as-sarḥāni falā yuḥillu aṣ-ṣalāta wa lā yuḥarrimu at-ṭa'āma, wa ammā alladhī yadhhabu mustaṭīlan fī al-uḥuqi fa-innahu yuḥillu aṣ-ṣalāta wa yuḥarrimu at-ṭa'āma."

“Dari Al-Harits bin Abdur Rahman dari Muhammad bin Abdurrahman bin Tsauban, ia berkata, Rasulullah SAW bersabda: Fajar ada dua. Adapun fajar yang bentuknya seperti ekor serigala maka tidak menghalalkan salat (subuh) dan tidak mengharamkan makan (masih boleh makan sahur). **Adapun**

⁸⁴ Agama, Al-Qur'an dan Tafsirnya.

fajar yang memanjang di ufuk, maka inilah yang menghalalkan salat dan mengharamkan makan”.⁸⁵

Setelah memahami bentuk beserta sifat-sifat *fajar ṣādiq* dan praktek pelaksanaan salat subuh dengan didasarkan pada Al-Qur'an dan hadis, maka *fajar ṣādiq* lebih identik dengan fajar astronomi.

Hal ini pernah diungkapkan oleh Thomas Djamaludin, “*dari hadis ‘Aisyah r.a. disebutkan bahwa saat para perempuan mukmin pulang dari salat subuh berjamaah bersama nabi shallallahu ‘alaihi wa sallam, mereka tidak dikenali karena masih gelap. Jadi, fajar ṣādiq bukanlah fajar sipil karena saat fajar sipil sudah cukup terang. Juga bukan fajar nautika karena seusai salat pun masih gelap. Kalau demikian, fajar ṣādiq adalah fajar astronomi, saat akhir malam.*”⁸⁶

Dalam konteks ini, mengingat kesulitan kita dalam melihat *fajar ṣādiq* setiap hari saat ingin melaksanakan salat subuh atau memulai puasa karena adanya cahaya lampu, bangunan tinggi, dan tingkat polusi udara yang tinggi, para pakar falak atau astronomi menerjemahkan *fajar ṣādiq* berdasarkan kriteria astronomi untuk memudahkan penentuan waktunya. Penentuan waktu tersebut tentu didasarkan pada batasan-batasan syariat yang didukung oleh pemahaman bahasa yang tepat.⁸⁷

⁸⁵ Abul Hasan Ali bin Umar Al-Baghdadi, *Sunan Al-Daruquthni*, juz 1, (Ar-risalah Al-Alamaiyah, tth), hal. 505, no. 1053.

⁸⁶ Djamaluddin Thomas, “Jadwal Waktu Subuh Terlalu Cepat,” diakses Juli 15, 2023, <https://tdjamaluddin2.wordpress.com/2009/08/19/jadwal-waktu-subuh-terlalu-cepat/>.

⁸⁷ Fuadi, “Fajar Penanda Awal Waktu Shubuh dan Puasa.”, 114.

Adapun terkait dengan istilah *fajar kadzib*, ini bukan fajar dalam pemahaman umum, yang secara astronomi disebut cahaya zodiak. Cahaya zodiak (buruj) terjadi karena disebabkan oleh hamburan cahaya matahari yang bertabrakan dengan debu-debu antar planet yang tersebar di bidang ekliptika yang tampak di langit melintasi rangkaian zodiak (rangkaiannya rasi bintang yang tampaknya dilalui matahari). Oleh karenanya *fajar kadzib* tampak menjulur ke atas seperti ekor serigala, yang arahnya sesuai dengan arah ekliptika yaitu meninggi dari timur ke barat.⁸⁸

Fenomena cahaya zodiak terjadi di lapisan eksosfer, yaitu lapisan terluar yang mengandung gas hidrogen dan memiliki kerapatan yang semakin menipis hingga hampir tidak ada di ambang angkasa luar. Lapisan eksosfer terletak pada ketinggian antara 200-1000 km dari permukaan Bumi, yang sering disebut sebagai ruang antar planet. Fajar kadzib terjadi sebelum *fajar sādiq* ketika malam masih dalam kegelapan. Terdapat pandangan yang menyebutkan bahwa fajar kadzib adalah kumpulan bintang-bintang dalam gugus Bimasakti, namun pandangan ini diragukan keabsahannya karena bentuk galaksi Bima sakti tidak sesuai dengan deskripsi ekor serigala yang terdapat dalam hadis.⁸⁹

E. Dasar Hukum Fajar Awal Waktu Subuh

Salat merupakan sarana komunikasi kepada Allah dalam sehari semalam. Pada faktanya, salat berkaitan erat pada waktu-

⁸⁸ Fuadi, "Fajar Penanda Awal Waktu Shubuh dan Puasa.", 113-114.

⁸⁹ Fuadi, "Fajar Penanda Awal Waktu Shubuh dan Puasa.", 114.

waktu yang telah ditetapkan dan tidak bisa dilaksanakan dalam sembarang waktu. Namun harus mengikuti petunjuk dalam Al-Qur'an dan Hadis serta penjelasan para ulama. Istilah awal dan akhir waktu salat hanya ditemukan dalam literatur-literatur fiqh klasik. Ulama biasanya membahas mengenai waktu-waktu salat terkadang juga masuk dalam pembahasan syarat-syarat salat.⁹⁰

Sebagai bagian dari kewajiban ibadah, salat harus dilaksanakan setelah memenuhi syarat-syarat penting yang ditetapkan oleh syariat agama. Sebagian besar ulama setuju bahwa salah satu syarat agar salat dianggap sah adalah melaksanakannya setelah mengetahui bahwa waktu salat telah tiba; dengan kata lain, seseorang diwajibkan untuk melaksanakan salat sesuai dengan waktu yang telah ditetapkan.⁹¹

Sebagaimana dijelaskan dalam Al Qur'an surah Al-Isra' [17]: 78 yang berbunyi:

أَقِمِ الصَّلَاةَ لِذُلُوكِ الشَّمْسِ إِلَى غَسَقِ اللَّيْلِ وَقُرْآنَ الْفَجْرِ إِنَّ
قُرْآنَ الْفَجْرِ كَانَ مَشْهُودًا

⁹⁰ Arwin Juli Rakhmadi, *Pengantar Ilmu Falak Teori, Praktik, dan Fiqih* (Depok: PT. Raja Grafindo Persada, 2018), 29.

⁹¹ Syarat sah salat yang dimaksud adalah syarat-syarat yang mendahului salat dan wajib dipenuhi, jika tidak dipenuhi maka salatnya dianggap tidak sah. Sebagaimana dijelaskan oleh Sayyid Sabiq, syarat sah salat diantaranya adalah masuknya waktu salat. Sayyid Sabiq, *Fiqh al-Sunnah*, n.d., 97.

"Aqimi aṣ-ṣalāta li dulūki ash-shamsi ilā ghasaqi al-layli wa qur'āna al-fajri, inna qur'āna al-fajri kāna mashhūdā"

*"Laksanakanlah salat sejak matahari tergelincir sampai gelapnya malam dan (laksanakan pula salat) subuh. Sungguh, salat subuh itu disaksikan (oleh malaikat)." (Q.S. Al-Isra' [17]: 78).*⁹²

Ayat tersebut berisi perintah bahwa setiap orang yang beragama Islam wajib untuk mendirikan salat lima waktu dalam ayat tersebut. Kata *دُلُوكِ الشَّمْسِ* menunjukkan masuknya waktu Dhuhur, yang ditunjukkan dengan tergelincirnya matahari ke arah barat dari tengah langit atau horizon. Kemudian disambung dengan *عَسَقِ اللَّيْلِ*, yang menunjukkan waktu Maghrib dan Isya pada awal malam, dan dilanjutkan dengan *فُرْآنَ الْفَجْرِ*, yang menunjukkan salat Subuh pada pagi hari. Dianjurkan untuk memperpanjang bacaan saat salat Subuh.

Dalam ayat ini juga disebutkan bahwa para malaikat menyaksikan salat subuh. Karena pada saat fajar, yaitu sebelum matahari terbit, malaikat penjaga malam dan malaikat penjaga siang berkumpul untuk berganti tugas, dan keduanya melaporkan kepada Allah bahwa orang yang dimaksud sedang melaksanakan salat subuh ketika mereka tinggalkan.⁹³ Hal ini menandakan keutamaan salat subuh yaitu dilaksanakan di awal waktu.

⁹² Agama, *Al-Qur'an dan Tafsirnya*.

⁹³ Agama, *Al-Qur'an dan Tafsirnya*, 526.

Selanjutnya, dalam penafsiran kitab Al-Misbah pada kata (لِدُلُوكِ) *li dului*, apabila dihubungkan dengan matahari, layaknya bunyi ayat di atas, maka berarti tenggelam, menguning atau tergelincir dari tengahnya. Ketiga makna ini ditampung oleh kata tersebut dan dengan demikian, ia mengisyaratkan secara jelas dua kewajiban salat, yaitu zuhur dan maghrib, dan secara tersirat pula mengisyaratkan tentang salat asar, karena waktu asar ditandai dengan matahari menguning. Ini dikuatkan kembali dengan redaksi pada ayat di atas yang menjelaskan perintah melaksanakan salat sampai (غَسَقَ اللَّيْلِ) *ghasaq al-lail*, yakni kegelapan malam.⁹⁴

Dalam tafsir Al-Azhar dijelaskan bahwasanya ayat diatas merupakan perintah melaksanakan salat lima waktu, sejak tergelincirnya matahari dari pertengahan siang yaitu pemulaan waktu zuhur dan matahari setelah tergelincir dari pertengahan siang hingga terbenam yaitu waktu asar. Hal tersebut menandakan bahwa apabila matahari telah terbenam ke ufuk barat, artinya hari mulai malam, dan disitulah masuknya waktu maghrib. Setelah itu, matahari semakin terbenam hingga hilangnya *syafaq* merah, dan mulai masuk waktu isya'. Kemudian disebutkan dalam ayat tersebut (قُرْآنَ الْفَجْرِ) *qur'anul*

⁹⁴ M Basithussyarop, "Uji akurasi dan pengaruh ketinggian tempat terhadap awal waktu Salat (Studi Jadwal Waktu Salat Versi Kementerian Agama Kabupaten Brebes)" (2021), 21-22.

fajri, yang arti harfiahnya adalah waktu fajar dan ditafsiri sebagai salat subuh.⁹⁵

1. Waktu salat subuh

Allah berfirman dalam surah An-Nisa' ayat [4] : 103

إِنَّ الصَّلَاةَ كَانَتْ عَلَى الْمُؤْمِنِينَ كِتَابًا مَّوْقُوتًا

"Inna aṣ-ṣalāta kānat 'alā al-mu'minīnā kitāban mawqūṭā"

"...Sungguh, salat itu adalah kewajiban yang ditentukan waktunya atas orang-orang yang beriman." (Q.S. An-Nisa' [4] : 103).⁹⁶

Dalam tafsir al-Misbah, kata مَوْقُوت dalam surah An-Nisa' ayat 103 diambil dari وقت *waqt*/ waktu. Dari segi bahasa, kata ini digunakan dalam arti batas akhir kesempatan atau peluang untuk menyelesaikan satu pekerjaan. Setiap salat mempunyai waktu dalam arti ada masa ketika seseorang harus menyelesaikannya. Apabila masa itu telah berlalu, maka berlalu juga waktu salat tersebut. Ada juga yang mengartikan bahwa kata ini dalam arti kewajiban yang berkesinambungan, dan tidak berubah sehingga firman-Nya melukiskan salat sebagai كِتَابًا مَّوْقُوتًا berarti salat adalah kewajiban yang tidak berubah, selain harus dilaksanakan, dan tidak pernah gugur oleh sebab apa pun.⁹⁷

⁹⁵ Tafsir Al-Azhar, *Prof. Dr. Hamka* (Jakarta: PT. Pustaka Panjimas, 1983), 108.

⁹⁶ Agama, *Al-Qur'an dan Tafsirnya*.

⁹⁷ M. Quraishy Syihab, *Tafsir Al-Misbah* (Jakarta: Lentera Hati, 2005), 570.

Hal ini dipertegas oleh Tafsir Manar bahwa sesungguhnya salat itu telah diatur waktunya di *lauhil mahfudz*. موقت (*mauquta*) di sini menunjukkan bahwa telah ditentukan waktunya. Ayat tersebut menjelaskan adanya waktu dalam menentukan suatu pekerjaan yang apabila datang waktunya maka wajib melaksanakannya, yakni sesungguhnya salat itu merupakan hukum Allah SWT. yang wajib dilaksanakan dalam waktu-waktu tertentu dan dalam waktu-waktu yang sudah ditentukan tersebut. Melaksanakan salat pada waktunya meskipun di *qasar* tetapi syaratnya terpenuhi lebih baik daripada mengakhirkannya agar dapat melaksanakan salat dengan sempurna.⁹⁸

Selanjutnya fajar seperti apa yang menjadi patokan sebagai awal waktu subuh? Diperlukan adanya kajian secara detail mengenai karakteristik fajar dalam literatur keislaman dan astronomi. Penelusuran diawali dengan mengenal karakteristik fajar dalam literatur keislaman, baik al-Quran, hadis maupun pendapat para ulama. Selanjutnya hasil penelusuran tersebut akan dikorelasikan dalam perspektif astronomi.

F. Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Cahaya Fajar

a. Kelembapan udara

Kelembapan udara sendiri erat kaitannya dengan siklus hidrologi, yaitu sirkulasi air dari laut kemudian naik ke dataran tinggi seperti gunung kemudian kembali lagi ke laut.

⁹⁸ Ahmad Musthafa Al-Maraghi, *Tafsir Al-Maraghi* (Beirut: Dar Al-Fikr, n.d.), 143.

Pada proses hidrologi terdapat evaporasi, transpirasi dan presipitasi.

Dalam siklus hidrologi perlu adanya panas dan kelembaban tertentu, apabila panas dan kelembaban didapatkan maka siklus hidrologi aktif.⁹⁹

Evaporasi atau penguapan air laut dan transpirasi atau penguapan dari tanaman akan membentuk awan serta embun di udara (kondensasi) dan pada akhirnya cenderung menimbulkan hujan atau presipitasi. Apabila kumpulan uap yang menjadi awan tersebut terlalu berat maka akan menghasilkan hujan. Di mana air hujan ini jatuh ke permukaan bumi, ada yang di laut dan juga di darat. Air yang jatuh ke darat akan meresap ke dalam tanah atau yang disebut infiltrasi. Selanjutnya air tersebut akan terserap oleh tumbuhan dan sebagian lagi akan membentuk mata air. Karena radiasi dari matahari maka terjadilah penguapan di permukaan bumi, demikianlah terjadinya siklus hidrologi tersebut. Pergerakan air dalam tanah disebut perkolasi, sedangkan aliran air di permukaan tanah disebut *run off*.¹⁰⁰

Menurut Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG), pengertian dari kelembaban udara ialah banyaknya partikel uap air di atmosfer. Ada beberapa cara untuk menunjukkan jumlah uap air adalah sebagai berikut:

⁹⁹ Kartasapoetra, *Klimatologi: Pengaruh Iklim Terhadap Tanah dan Tanaman*, hlm. 11.

¹⁰⁰ Kartasapoetra, *Klimatologi: Pengaruh Iklim Terhadap Tanah dan Tanaman*, 11.

- a. Tekanan parsial uap air, dikenal sebagai tekanan uap. Dalam fase gas, uap air berada di atmosfer seperti gas sempurna (ideal).
- b. Kelembaban mutlak (*absolut*), atau jumlah massa uap air dalam satuan volume udara.
- c. Nisbah percampuran (*mixing ratio*), juga dikenal sebagai nisbah massa uap air terhadap massa udara kering.
- d. Kelembaban spesifik adalah massa uap air persatuan massa udara basah.
- e. Kelembaban nisbi (RH) adalah suatu perbandingan antara nisbah percampuran dengan nilai jenuh dan dinyatakan dalam persen (%).
- f. Suhu virtual.¹⁰¹

Kelembaban nisbi merupakan besaran yang sering dipakai untuk menyatakan nilai kelembaban udara dengan pengukuran menggunakan psikrometer atau higrometer. Nilai kelembaban ini seiring berubah sesuai tempat dan waktunya, di mana saat siang hari berangsur-angsur turun kemudian pada sore sampai pagi hari bertambah besar. Kelembaban udara pada suatu daerah merupakan salah satu faktor yang dapat memicu curah hujan. Rata-rata nilai

¹⁰¹ Moh. Nasrudin Albana, “Pengaruh Kelembaban Udara Terhadap Kegiatan Rukyatul Hilal (Studi Kasus Rukyatul Hilal di POB IAIN Pekalongan)” (Universitas Islam Negeri Walisongo, 2019).

kelembaban tertinggi di Indonesia dicapai saat musim hujan dan terendah saat musim kemarau.¹⁰²

Menurut analisis Septima Ernawati, kondisi cerah terjadi apabila nilai kelembaban nisbi kurang dari 70%, kondisi berawan pada 70%-80% dan kondisi hujan terjadi jika nilai kelembaban lebih dari 85%. Semakin tinggi nilai kelembaban dan semakin rendah suhunya, maka semakin riskan terhadap pembentukan awan atau kabut.¹⁰³

b. Suhu atau Temperatur

Suhu udara sendiri erat kaitannya dengan proses kelembaban udara. Definisi dari suhu udara adalah derajat panas dari aktivitas molekul dalam atmosfer. Suhu dikatakan sebagai derajat panas atau dingin yang diukur berdasarkan skala tertentu dengan menggunakan termometer.¹⁰⁴

c. Angin

Udara yang bergerak disebut angin. Gerakan angin sendiri sangat dinamis dan bervariasi secara horizontal maupun vertikal. Pergerakan angin dipengaruhi oleh perbedaan tekanan udara antara tempat asal dan tempat

¹⁰² Albana, "Pengaruh Kelembaban Udara Terhadap Kegiatan Rukyatul Hilal (Studi Kasus Rukyatul Hilal di POB IAIN Pekalongan)."

¹⁰³ Septima Ernawati, "Aplikasi Hopfield Neural Network untuk Prakiraan Cuaca," *Jurnal Meteorologi dan Geofisika* 10 (2009): 151–175.

¹⁰⁴ Kartasapoetra, *Klimatologi: Pengaruh Iklim Terhadap Tanah dan Tanaman*.

tujuan angin (sebagai faktor pendorong) dan resistensi medan yang dilaluinya.¹⁰⁵

d. Awan

awan terdiri dari banyak titik air yang berada di titik kondensasi dan melayang tinggi di udara. Meskipun awan tipis, melihat cahaya fajar akan menjadi sedikit sulit. Untuk melakukan observasi atau pengamatan, langit harus bebas dari awan, kotoran udara, dan cahaya kota di sekitar arah terbitnya matahari. Awan akan menghamburkan cahaya, menghamburkan gambar benda yang diamati, dan mengurangi cahaya selama observasi. Ketiga dampak ini sangat besar, tergantung pada bahan aslinya dan ketebalan awan. Sering kali, ketebalan awan menyebabkan mendung, yang dapat menyebabkan hujan di tempat tersebut.¹⁰⁶

e. Curah Hujan

Curah hujan atau presipitasi merupakan jumlah air hujan yang turun pada daerah dan waktu tertentu. Curah hujan dapat diartikan pula sebagai air hujan yang terkumpul di tempat datar, tidak menguap, tidak meresap dan tidak mengalir. Hujan sendiri terbentuk dari proses terkumpulnya uap air pada titik terjenuh lalu akan terjadi rintik air yang turun ke bumi.¹⁰⁷ Kondisi cuaca yang tidak menentu

¹⁰⁵ Kartasapoetra, *Klimatologi: Pengaruh Iklim Terhadap Tanah dan Tanaman*, 15.

¹⁰⁶ Farid Ruskanda, *100 Masalah Hisab dan Rukyat, Telaah Syariah, Sains dan Teknologi* (Jakarta: Gema Insani Press, 1996), hlm. 53-54.

¹⁰⁷ Kartasapoetra, *Klimatologi: Pengaruh Iklim Terhadap Tanah dan Tanaman*, hlm. 14.

merupakan suatu penghalang saat melakukan observasi, mendung dapat membuat hujan, hujan dapat menghamburkan cahaya fajar, sehingga cahaya fajar terhalang.

G. Konsep Astrofotografi

Secara bahasa astrofotografi berasal dari 3 kata yaitu "*Astron*" yang berarti bintang, "*Photos*" yang berarti cahaya dan "*Graphos*" yang berarti gambar¹⁰⁸. Astrofotografi merupakan lukisan cahaya yang distingtif (kontras) dengan benda astronomi atau benda langit sebagai objek sarannya. Astrofotografi membuat alam semesta menjadi uni sebagai objek fotografi, semua benda dilangit yang dapat dijadikan objek fotografi seperti matahari, bulan, bima sakti, andromeda, bintang dan planet¹⁰⁹.

Dalam dunia astrofotografi ada unsur penting yaitu pencahayaan. Dalam pencahayaan terdapat tiga elemen utama yaitu: *Shutter Speed*/ Kecepatan rana, *ISO*/ Sensitifitas sensor dan *Diafragma*/ Lensa.

1. *Shutter speed*/ Kecepatan rana

Berasal dari bahasa Inggris *to Shut* yang artinya menutup. Selama memotret objek, kamera melakukan pembukaan dan penutupan jendela. Semakin lama rana dibuka, cahaya yang masuk semakin banyak. Dan

¹⁰⁸ Thierry Legault, *Astrophotography* (Canada: Rocky Nook, 2014).

¹⁰⁹ Susantio, *Astrologi Sebagai Ilmu Bantu Epigrafi: Sebuah Pemikiran*, vol. 34, hal. 85.

semakin cepat rana di buka, maka semakin sedikit cahaya yang masuk di kamera.¹¹⁰

2. ISO/ Sensitifitas sensor

Sensor ini berfungsi sebagai pendeteksi cahaya dan generator hasil pemotretan. Semakin rendah angka sensor, semakin kecil dalam mendeteksi cahaya. Sebaliknya, jika semakin tinggi angka sensor, semakin besar dalam mendeteksi cahaya. *ISO* tergantung pada cahaya objek, jika cahaya objek terang, maka menggunakan *ISO* yang rendah. Jika cahaya objek redup, maka menggunakan *ISO* yang tinggi.¹¹¹

3. Diafragma/ Lensa

Diafragma adalah ukuran jendela pada kamera. Setiap lensa kamera memiliki diameter yang beraneka ragam. Biasanya untuk pengamatan pada malam hari, kebanyakan memakai lensa ukuran 1.0 – 3.5. semakin kecil angka diameter, semakin besar diameter lensa kameranya.

¹¹⁰ ASugiarto, *Shutter - Kiat Memesona dengan Kecepatan Rana*, hal. 2-3, https://www.google.co.id/books/edition/Shutter_Kiat_Memesona_dengan_Kecepatan_R/-YhKDwAAQBAJ?hl=id&gbpv=1&dq=teknik+freezing&pg=PA26&printsec=frontcover.

¹¹¹ Mustofa Agus, *Mengintip Bulan Sabit Sebelum Maghrib* (Surabaya: PADMA Press, 2014), hal. 125

BAB III

METODE PENGOLAHAN CITRA INTENSITAS CAHAYA FAJAR

A. Letak Geografis

a. Pantai Selayar dan Pantai Manyangkara Bawean

Bawean merupakan sebuah pulau yang terletak di Laut Jawa sekitar 120 kilometer sebelah utara Gresik. Secara administratif, pulau ini masuk dalam wilayah Kabupaten Gresik. Memiliki dua kecamatan yaitu, Kecamatan Sangkapura dan Kecamatan Tambak. Jumlah populasi sekitar 1.535 jiwa. Mata pencaharian utama dari penduduknya adalah nelayan dan petani serta pekerja rantauan di Malaysia dan Singapura, ada pula yang menetap di Australia dan Vietnam.

Pulau bawean sendiri merupakan sebuah pulau kecil di Jawa Timur yang memiliki potensi sumber daya alam dan jasa lingkungan yang sangat tinggi. Pulau Gili termasuk salah satu objek wisata bahari sebelah Timur Pulau Bawean masih masuk dalam Pulau Bawean dan Kabupaten Gresik yang di mana memiliki tiga ekosistem khas pesisirnya yaitu ekosistem bakau, lamun dan terumbu karang. Ini merupakan tempat terbaik sekaligus ikon wisata di Kabupaten Gresik karena kecantikan pulau dan berbagai jenis penawaran wisata yang menarik di sana.¹¹²

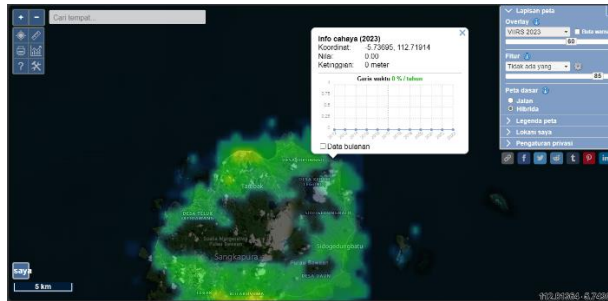
¹¹² Muhammad Zulfan Maghrobby, "Karakteristik Wilayah Pesisir Pulau Bawean," *Jurnal Kelautan* 4, no. 1 (2022): 3.

Di sebelah selatan pulau bawean terdapat sebuah pantai bernama Pantai Selayar di Kecamatan Sangkapura dan di sebelah utara pulau ini pula ada Pantai Mayangkara di Kecamatan Tambak. Lokasi ini merupakan yang paling minim polusi cahaya, dilihat dari *Light Pollution Map (LPM)*.



Gambar 3.1 Peta Kecamatan Sangkapura.¹¹³

¹¹³ BPS Kecamatan Sangkapura, “Kecamatan Sangkapura Dalam Angka Tahun 2024,” last modified 2024, diakses Desember 17, 2024, <https://web-api.bps.go.id/download.php?f=UK3VBokTG5AE8T5JWFZjrTVzeVNFMHdFUTdtTIWafpyZzJTODZmd1hvY2FJME5MZGxYMHdaQTVseU10SVVGbVZ4VWhaWIBTcVRWT2VhUEFwZXVvUjhjMmdZeHk3RXpTRTMzVHJXbzBQdmpCMmxhb1JveE1NTIVYakdHbFBxRDBzTXF6cDI1UUtOY0twbnFwODdVWVlzd3RKeXRKeTdqZV>.



Gambar 3.4 Peta Grafik *Light Pollution Map* Pantai Mayangkara.¹¹⁶

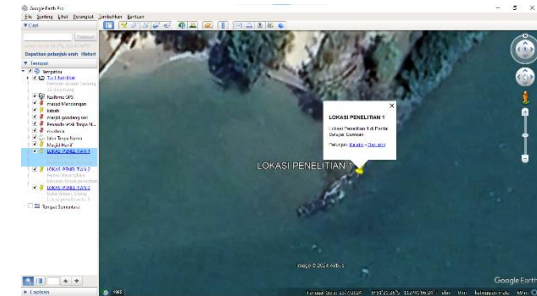
Pulau ini penulis pilih karena ada beberapa faktor antara lain, sedikit polusi cahaya (radiance 0.50 nW/cm²/sr atau SQM 22.33 mag/arcsec²)¹¹⁷, biaya transportasi yang terjangkau dan memiliki hubungan pertemanan dengan salah satu warga di sana sehingga untuk tempat tinggal pun penulis bisa lebih memangkas biaya. Di tempat inilah yang direkomendasikan oleh M. Basthoni untuk melakukan observasi fajar di dataran rendah.

Ikliwib3ZlcmxheSI6InZpaXJzXzIwMjMiLCJvd mVybGF5Y29sb3IiOmZhbnHNL Cjvd mVybGF5b3BhY2l0eSI6NjAsImZlYXR1cmVzb3BhY2l0eSI6O DV9.

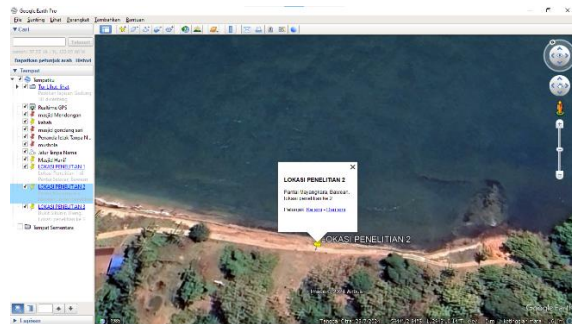
¹¹⁶ Jurji Stare, "Light Pollution Maps"

<https://www.lightpollutionmap.info/#zoom=11.59&lat=-5.7461&lon=112.6960&state=eyJiYXNlbWFWfWJoiTGf5ZXJCaW5nSHlicmIkliwib3ZlcmxheSI6InZpaXJzXzIwMjMiLCJvd mVybGF5Y29sb3IiOmZhbnHNL Cjvd mVybGF5b3BhY2l0eSI6NTUsImZlYXR1cmVzIjpbIlNRTSIsIlNR TUwiLCJTUU1MRSlSIlNRQyIsIk9icyJdLCJmZWf0dXJlc29wYWNPdHkiOjc0fQ==>

¹¹⁷ Rumus konversi nilai radiance ke *MPASS* SQM = $-2.5 \times \log_{10}(\text{radiance}) + C$.



Gambar 3.5 Citra lokasi penelitian Pantai Selayar via *Google Earth Pro*.



Gambar 3.6 Citra lokasi penelitian Pantai Mayangkara via *Google Earth Pro*.

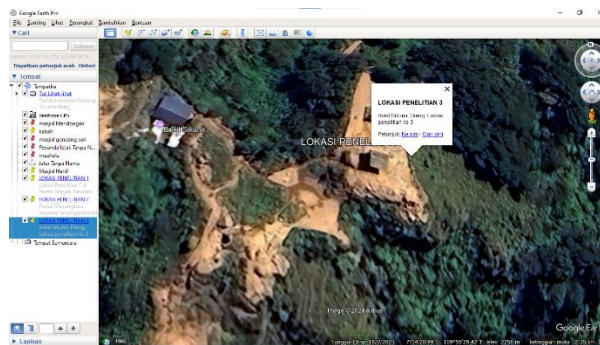
b. Bukit Sikunir

Bukit Sikunir dipilih sebagai lokasi pengamatan kedua untuk dataran tinggi setelah melakukan beberapa riset dan pertimbangan. Mulai dari jarak yang tidak terlalu jauh antara tempat berkemah dengan puncak bukit Sikunir sekitar 300 meter, rute pendakian yang baik, ketersediaan kelistrikan, dekat

dengan pemukiman warga, minim polusi cahaya dan salah satu *spot golden sunrise* terbaik di Jawa Tengah.¹¹⁸



Gambar 3.7 Peta Kecamatan Kejajar.



Gambar 3.8 Citra lokasi penelitian Bukit Sikunir via *Google Earth Pro*.

Dilihat dari situs *Light Pollution Map*, daerah bukit sikunir termasuk salah satu yang masih rendah polusi

¹¹⁸ Samsul Ma'arif, "Gunung Sikunir, Pesona 2.263 Mdpl Dan Telaga Cebong Di Wonosobo," accessed August 16, 2024, <https://www.nativeindonesia.com/gunung-sikunir/>.

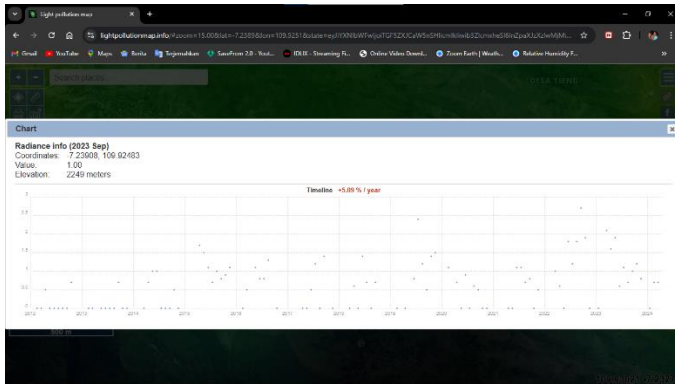
cahaya (radiance $1.00 \text{ nW/cm}^2/\text{sr}$ atau $\text{SQM } 21.58 \text{ mag/arcsec}^2$)¹¹⁹ di sekitar Jawa Tengah. Penulis melakukan survei di beberapa tempat. Tapi Bukit Sikunir yang tingkat keamanannya lebih baik untuk observasi selama beberapa hari.



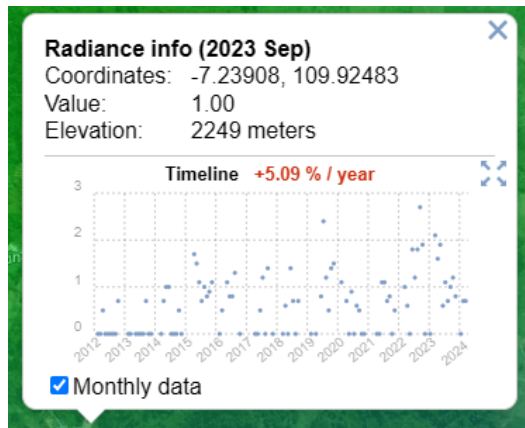
Gambar 3.9 Peta Grafik *Light Pollution Map* Bukit Sikunir.¹²⁰

¹¹⁹ Rumus konversi nilai radiance ke *MPASS* SQM = $-2.5 \times \log_{10}(\text{radiance}) + C$.

¹²⁰ Jurji Starre, "Light Pollution Maps Bukit Sikunir," <https://www.lightpollutionmap.info/#zoom=16.39&lat=-7.2388&lon=109.9242&state=eyJiYXNlbWFwIjoiTGF5ZXJCaW5nSHlicmklIiwib3ZlcmxheSI6InZpaXJzXzlwMjMiLCJvdmVybGF5Y29sb3IiOmZhbHNILCJvdmVybGF5b3BhY2I0eSI6NjAsImZlYXR1cmVzb3BhY2I0eSI6ODV9>.



Gambar 3.10 Data polusi cahaya di Bukit Sikunir.¹²¹



Gambar 3.11 Data bulanan polusi cahaya di Bukit Sikunir.¹²²

Tempat yang dipilih penulis tidak hanya satu, sebagai pembandingan penulis melakukan observasi pada 2 (dua)

¹²¹ Jurji Starre, "Light Pollution Maps Bukit Sikunir."

¹²² Starre, "Light Pollution Maps Bukit Sikunir."

dataran yaitu dataran rendah berupa Pantai Selayar dan Pantai Mayangkara, Bawean, Kabupaten Gresik dan dataran tinggi berupa Bukit Sikunir, Dieng. Ada beberapa alasan penulis memilih dua lokasi tersebut:

1. Pantai dan gunung yang penulis pilih sudah melalui beberapa penjangkaran mulai dari biaya akomodasi, tempat tinggal, polusi cahaya, tingkat keselamatan.
2. Pantai Selayar dan Pantai Mayangkara di pilih atas arahan M. Basthoni yang sebelumnya juga melakukan penelitian di daerah tersebut, dikarenakan adanya hubungan pertemanan dengan salah satu warga di sana yang menjabat sebagai LFNU Kab. Gresik dan di tempat inilah M. Basthoni pernah melakukan pengamatan fajar bersama tim. Sehingga keamanan dan keselamatan dapat di maksimalkan.
3. Untuk membuat perbandingan kelembapan daerah tinggi dan rendah, penulis menggunakan data di aplikasi *Zoom Earth* sebagai alternatif, karena keterbatasan data di BMKG Sangkapura, BMKG Juanda dan BMKG Banjarnegara. Hal ini dikonfirmasi langsung oleh pihak BMKG Bawean, bahwa data Pantai Mayangkara di rekap oleh BMKG Juanda Surabaya. Untuk daerah Bukit Sikunir, Pihak BMKG Banjarnegara tidak mempunyai data kelembapan, alhasil penulis menggunakan data melalui aplikasi *Zoom Earth*. Tidak hanya di Bukit Sikunir saja, tetapi di dua pantai tersebut, penulis menambah datanya dari aplikasi *Zoom Earth*.

B. Pengaturan Kamera *Smartphone*

Smartphone atau “ponsel pintar” semakin canggih akan teknologinya. Mudah dibawa kemana-mana adalah kelebihan yang ada di *smartphone*. Xiaomi 12T dan Poco X3 NFC memiliki kemampuan yang berbeda untuk fotografi fajar. Xiaomi 12T dilengkapi dengan kamera utama 108 MP dengan aperture $f/1.7$, OIS (Optical Image Stabilization), dan mode Pro yang memungkinkan pengaturan manual, seperti ISO dan shutter speed, untuk menangkap detail langit fajar. Poco X3 NFC memiliki kamera utama 64 MP dengan aperture $f/1.9$ dan EIS (Electronic Image Stabilization). Meskipun Poco X3 NFC juga memiliki mode malam dan pengaturan manual, ketiadaan OIS membuat Xiaomi 12T lebih unggul dalam mengambil gambar fajar yang tajam dan minim goyangan, terutama saat menggunakan eksposur panjang.

Spesifikasi Minimal untuk Pemotretan Fajar

1. **Resolusi Kamera:** Minimal 12 MP agar mampu menangkap detail.
2. **Aperture:** Lebar aperture ($f/1.8$ atau lebih kecil) untuk menangkap lebih banyak cahaya di kondisi gelap.
3. **Stabilisasi Gambar:** OIS (lebih disarankan) atau EIS untuk mengurangi efek goyangan.
4. **Mode Manual/Pro:** Kemampuan untuk mengatur ISO (800–3200) dan shutter speed (hingga beberapa detik).
5. **Mode Malam:** Untuk meningkatkan detail dan mengurangi noise pada kondisi minim cahaya.

6. **Sensor Kamera:** Ukuran sensor besar (1/1.7” atau lebih besar) lebih baik untuk menangkap cahaya lebih banyak.

HP dengan spesifikasi di atas akan membantu menghasilkan foto fajar yang tajam, detail, dan minim noise, meskipun menggunakan perangkat mobile.

Langkah pertama yang peneliti lakukan adalah mencari tempat dimana kamera *smartphone* akan diletakan. Kemudian atur setelannya langsung mengarah ke objek penelitian yaitu cahaya fajar dengan bantuan aplikasi *stellarium* untuk mengarahkan ke matahari, sebelum matahari terbit.

Langkah kedua adalah mengatur tripod untuk kamera *smartphone*. Fungsi dari *tripod* adalah untuk menopang *smartphone* agar tidak goyang saat pengambilan citra gambar selama beberapa menit dan hasil foto tidak goyang karena potret langit malam menggunakan pengaturan *shutter speed* 10 detik dan *interval* 1 detik selama beberapa menit. Saat pemasangan *tripod*, pastikan terlebih dahulu kaki *tripod* sejajar atau sesuaikan kaki *tripod* pada medannya sehingga bagian kepala tripod bisa seimbang, agar kamera *smartphone* dapat memotret ufuk fajar dengan lurus dan tidak miring.

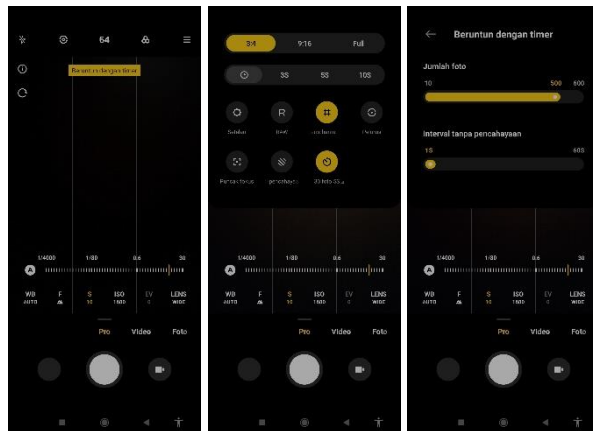
Langkah ketiga pemasangan kamera *smartphone* pada *tripod*. Pemasangan yang tepat bertujuan untuk mencapai hasil pemotretan yang maksimal. *Tripod & kamera smartphone* adalah seperangkat alat yang harus digunakan dalam astrofotografi. Karena tanpa tripod, objek akan sulit dipotret karena kurang seimbang.

Langkah ke empat mengatur kamera *smartphone* dalam mode *Professional/ Manual*. Setelah berubah ke mode *Profetional/ Manual*, maka peneliti memasukkan informasi sebagai berikut:

1. *aperture* adalah bukaan pada kamera yang dapat mengatur banyaknya cahaya yang masuk ke lensa. Pembukaan biasanya dilambangkan dengan *f*. Angka.
 - a. *Smartphone Xiaomi 12T*, pengaturan bukaan lensa yang dilakukan untuk pengambilan citra gambar dalam mode pro adalah *f/1.7*.
 - b. *Smartphone Poco X3 NFC*, pengaturan bukaan lensa yang dilakukan untuk pengambilan citra gambar dalam mode pro adalah *f/1.89*
2. kecepatan rana (*shutter speed*) didefinisikan sebagai waktu yang dibutuhkan cahaya untuk mencapai lensa sensor kamera. Kecepatan rana ini biasanya kita sebut sebagai bukaan lensa pada kamera, fitur ini dapat ditemukan pada produk semua kamera. Pada pengaturan kamera ini, peneliti mengatur kecepatan rana sebesar 10 detik untuk memastikan pergeseran benda langit dan perubahan cahaya lebih terlihat tertangkap kamera dengan pengambilan berkelanjutan selama 70 menit (30 menit sebelum waktu subuh dan 40 menit setelah waktu subuh Kemenag).¹²³
3. Penyesuaian terakhir pada kamera *smartphone POCO X3 NFC* dan *smartphone XIAOMI 12T* adalah dengan memperhatikan sensitivitas ISO. ISO adalah istilah yang

¹²³ Thomas, *Menggagas Fiqh Astronomi: Telaah Hisab Rukyat dan Pencarian Solusi Perbedaan Hari Raya*.

menunjukkan sensitivitas cahaya dari sensor gambar kamera. Fitur ISO ini memberikan gambar yang lebih detail dan tajam. ISO yang peneliti gunakan sebesar 1600 untuk Poco X3 NFC, dikarenakan sedikit terang lokasi pengamatannya dan 2500 untuk Xiaomi 12T karena cukup gelap lokasi pengamatannya sehingga *noise* di citra bisa lebih sedikit.



Gambar 3.12 Pengaturan fitur pro kamera *POCO X3 NFC*

Langkah yang terakhir adalah pengambilan citra gambar dengan cara memotretnya. Pengambilan dilakukan pada saat ketinggian matahari -28 derajat sampai -35 derajat, hal ini dilakukan karena peneliti ketika di Bawean perlu berkendara sekitar 45 menit ke lokasi pantai Mayangkara dari Pondok Pesantren Hasan Jufri dan mulai mengambil citra pada 03.12 wib hingga 05.00 wib. Ketika di Bukit Sikunir peneliti perlu mendaki selama kurang lebih 30-40 menit, alhasil peneliti

sampai puncak pada jam 03.30 wib - 03.40 wib dan mulai mengambil citra pada jam 03.40 wib hingga 05.00 wib atau matahari terbit.

C. Pengolahan Data Visual dan Grafik-Numerik dengan Perangkat Lunak AstroImageJ, Microsoft Excel, GNUPlot, Accurate Times, Just Color Picker (opsional) dan Zoom Earth.

Pengolahan data citra adalah suatu metode untuk mengolah data citra menjadi suatu keluaran yang sesuai. Adapun caranya itu melalui beberapa tahapan hingga menjadi data keluaran yang sesuai. Tujuan pengolahan citra adalah mempertajam data numerik dalam bentuk digital menjadi suatu tampilan yang dapat memberikan informasi kuantitatif suatu objek.

1. Pengenalan Sekilas Astro Image J, Microsoft Excel, GNUPlot, Accurate Times, Just Color Picker (opsional) dan Zoom Earth.

Setelah mengambil data foto fajar, peneliti melakukan pengolahan data menggunakan aplikasi *Astro Image J*, *Microsoft Excel*, *GNUPlot* dan *Accurate Times* untuk menganalisis data numerik intensitas cahaya menjelang fajar muncul hingga matahari terbit. Kemudian untuk warna fajar, penulis menggunakan bantuan *Software Just Color Picker* dan *Software Zoom Earth* untuk mengetahui rata-rata data kelembaban secara *real-time*.

Astro Image J (AIJ) adalah perangkat lunak berbasis Jawa, domain publik, yang digerakkan oleh antarmuka pengguna grafis (*GUI*) untuk pemrosesan gambar umum yang biasanya digunakan terutama di bidang ilmu astronomi. *Software* yang digunakan untuk pengolahan data citra atau satelit. *Astro Image J* adalah salah satu dari beberapa *software* pengolah data citra seperti *Iris*, *Erdas Imagine*, *PCI* dan lain-lain. Masing-masing *software* memiliki keunggulannya tersendiri, seperti pada *Astro Image J* dapat dijalankan pada *workstation* dengan sistem operasi *Apple OS X*, *Microsoft Windows*, dan *Linux OS*.¹²⁴

Microsoft Excel adalah piranti lunak dan bagian dari paket instalasi *Microsoft Office*, berfungsi untuk mengolah angka menggunakan *spreadsheet* yang terdiri dari baris dan kolom.¹²⁵ Dalam Ilmu Falak, *software* ini mulai digunakan pada zaman sekarang karena mempunyai fungsi yang hampir sama dengan kalkulator biasa seperti perhitungan dan kalkulator ilmiah seperti rumus penjabaran. Pada *Microsoft Excel* sendiri ada beberapa fungsi seperti pengulangan perhitungan, pembacaan tabel, membuat rumus dan lainnya.¹²⁶

¹²⁴ Karen A. Collins et al., "Astroimagej: Image Processing and Photometric Extraction for Ultra-Precise Astronomical Light Curves," *The Astronomical Journal* 153, no. 2 (2017): 77, <http://dx.doi.org/10.3847/1538-3881/153/2/77>, hal. 1.

¹²⁵ Harmayani. Dicky Apdilah. Mapilindo. Oktopanda. Jeperson Hutahacac., *Aplikasi komputer*, 1 ed. (Kita Menulis, 2021), Yayasan Kita Menulis.

¹²⁶ Marisa Ulfah, "STUDI ANALISIS JADWAL WAKTU SALAT KH AHMAD DAHLAN AT-TARMASI PERSPEKTIF ASTRONOMI," 2023, hal, 33-34.

GNUPlot adalah utilitas *plotting* fungsi interaktif yang dikendalikan oleh baris perintah untuk *linux*, *OSX*, *Windows*, *VMS*, dan banyak platform lainnya. Perangkat lunak ini memiliki hak cipta tetapi didistribusikan secara gratis (artinya, anda tidak perlu membayarnya). Awalnya dimaksudkan sebagai program grafis untuk memungkinkan ilmuwan dan siswa memvisualisasikan fungsi matematika dan data.¹²⁷ *GNUPlot* menangani baik kurva (2 dimensi) maupun permukaan (3 dimensi). Permukaan dapat dipetakan sebagai mesh yang sesuai dengan fungsi yang ditentukan, mengambang di ruang koordinat 3D, atau sebagai plot kontur pada bidang x-y. Untuk plot 2D, ada juga banyak gaya plot termasuk garis, titik, kotak, peta panas, histogram bertumpuk, dan proyeksi kontur dari data 3D. Grafik dapat diberi label dengan label dan panah sembarang, label sumbu, judul, tanggal dan waktu, serta kunci.¹²⁸

Accurate Times adalah *Software* yang berjalan menggunakan sistem operasi *Windows* dan memakai bahasa pemrograman *Visual Basic (VB)*. *Software* ini dibuat oleh Mohammad Odeh pada tahun 2000, kemudian diadopsi oleh Kementerian Urusan Agama Islam Yordania guna membantu dalam perhitungan waktu Salat.¹²⁹

[https://eprints.walisongo.ac.id/id/eprint/22638/1/Skripsi_1702046086_Maris a Ulfah.pdf](https://eprints.walisongo.ac.id/id/eprint/22638/1/Skripsi_1702046086_Maris_a_Ulfah.pdf).

¹²⁷ Thomas Williams et al., “Gnuplot 5.2 Patch 8,” last modified 2019, diakses September 27, 2024, <http://gnuplot.info/>.

¹²⁸ Williams et al., “Gnuplot 5.2 Patch 8.”

¹²⁹ Rinto Anugraha, *Mekanika Benda Langit*, Universitas Gadjah Mada (Yogyakarta: Jurusan Fisika FMIPA UGM, 2012), hal. 165.

Just Color Picker merupakan sebuah perangkat lunak portabel dan multibahas yang di gunakan dalam menangkap, menyimpan, mengedit dan menggabungkan warna dari layar komputer. Format kode warna yang didukung adalah *HTML*, *RGB*, *HEX*, *HSB/HSV*, *HSL*, *CMYK* dan *Delphi*. Aplikasi ini juga dibekali fitur pembesar dari 3x hingga 15x, fitur deteksi area mulai dari 1 piksel, 3x3 piksel, 5x5 piksel dan 7x7 piksel serta kemampuan konversi kode warna dan menyimpan daftar warna untuk digunakan kembali. *Software* ini sangat berguna bagi desainer grafis, pengembang *web*, dan seniman digital. *Just Color Picker* juga mendukung multibahasa seperti Inggris, Perancis, Jerman dan Jepang, China, Czech, Belanda, Yunani, Hungaria, Italia, Korea, Norwegia, Polandia, Portugal, Rusia, Swedia dan Spanyol.¹³⁰

Zoom Earth adalah sebuah aplikasi peta cuaca interaktif dunia dan pelacak badai secara waktu nyata. Menggunakan banyak sumber antara lain citra satelit langsung diperbarui setiap 10 menit dari satelit *Geostationer NOAA GOES*¹³¹ dan

¹³⁰ AnnyStudio, "Just Color Picker," *Anny Studio*, last modified 2023, diakses Oktober 3, 2024, <https://annystudio.com/software/colorpicker/>.

¹³¹ *Geostationary Operational Environmental Satellites (GOES)* adalah satelit milik *National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA)* Amerika Serikat yang berfungsi memantau pemicu atmosfer seperti tornado, banjir bandang, badai hujan es, dan angin topan. Satelit ini mengorbit pada bidang ekuator bumi dengan kecepatan yang menyamai rotasi bumi. <https://www.ospo.noaa.gov/Operations/GOES/index.html>, diakses pada 16 November 2023

*JMA Himawari*¹³²; Citra satelit *HD* diperbarui dua kali sehari dari *NASA* yang mengorbit menggunakan satelit *Aqua* dan *Terra*¹³³, menggunakan layanan dari *GIBS*, bagian dari *EOSDIS*; Peta ramalan cuaca yang diperbarui setiap 6 jam dengan data model global terbaru dari *DWD ICON*¹³⁴ dan *NOAA-NWS GFS*¹³⁵; Hamparan sumber panas menunjukkan titik-titik bersuhu sangat tinggi yang terdeteksi oleh satelit. Deteksi diperbarui setiap hari dengan data dari perusahaan *NASA*; Peta radar menunjukkan hujan dan salju terdeteksi

¹³² Satelit milik *Japan Meteorology Agency (JMA)* adalah satelit yang menjadi acuan bagi BMKG karena memiliki sensor *Advanced Himawari Imager (AHI)* 16 kanal. Satelit ini melakukan penelitian atau kajian terhadap parameter-parameter cuaca dan iklim, termasuk parameter *Land Surface Temperature (LST)* dan Suhu Udara Permukaan (SUP). Jurnal Meteorologi “Pemanfaatan Data Satelit Himawari-8 Dalam Mengestimasi *Land Surface Temperature (LST)* dan Suhu Udara Permukaan (SUP) di Palembang”, Vol. 1 No. 2 Edisi November 2022, hlm. 35.

¹³³ Satelit *Terra* berhasil diluncurkan pada Desember 1999 dan akan disempurnakan dengan satelit *Aqua* pada tahun 2002. Satelit *Aqua* ini membaca enam instrumen yaitu *AIRS, AMSU, CERES, MODIS, AMSR-R*, dan *HSB*. untuk mengumpulkan data penguapan dari lautan, uap air di atmosfer, awan, curah hujan, kelembaban tanah, es laut, es tanah, dan penutup salju di daratan dan es. Thoha AS, *Karakteristik Citra Satelit* (Medan (ID): Departemen Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara, 2008), hlm. 13.

¹³⁴ *DWD ICON (Icosahedral Nonhydrostatic)* adalah model prediksi cuaca dan iklim global yang dikembangkan oleh *Deutscher Wetterdienst (DWD)*, *Germany's National Meteorological Service, the Deutscher Wetterdienst (DWD)*,

https://www.dwd.de/EN/research/weatherforecasting/num_modelling/01_num_weather_prediction_modells/icon_description.html, diakses 17 November 2023.

¹³⁵ *NOAA-NWS GFS* adalah singkatan dari *National Oceanic and Atmospheric Administration – National Weather Service Global Forecast System* adalah model prediksi cuaca numerik yang digunakan oleh *National Weather Service (NWS)* untuk memprediksi cuaca di Amerika Serikat dan seluruh dunia.

<https://www.ncei.noaa.gov/products/weather-climate-models/global-forecast>, diakses 17 November 2023.

secara waktu nyata. Data disediakan oleh *RainViewer*¹³⁶. Cakupan terbatas dan mungkin menunjukkan gangguan anomali; Jalur sistem tropis dihasilkan menggunakan data terbaru dari *NHC*¹³⁷, *JTWC*¹³⁸, *NRL*,¹³⁹ dan *IBTrACS*¹⁴⁰.

2. Langkah Pengolahan data berbasis *Astro Image J*

Langkah awal dalam pengolahan data menggunakan *Astro Image J* adalah unduh dahulu *software Astro Image J*

¹³⁶ Aplikasi ramalan cuaca *hyperlocal*, notifikasi hujan, dan peringatan cuaca buruk. Memiliki akses ke data lebih dari 1000 radar cuaca di seluruh dunia. Berkat cakupan radar yang luar, *RainViewer* juga dapat menghasilkan ramalan cuaca yang akurat untuk minggu depan. <https://www.rainviewer.com/>, di akses 18 November 2023.

¹³⁷ *NHC* atau *National Hurricane Center* adalah divisi *NWS* yang menyediakan informasi cuaca laut, gelombang laut, dan arus laut yang didapat dari berbagai sumber, termasuk satelit, pesawat pengintai, dan kapal. *NHC* menggunakan data ini untuk memperkirakan posisi, kekuatan, dan arah badai tropis dan siklon tropis. <https://www.nhc.noaa.gov/>, diakses 19 November 2023.

¹³⁸ *Joint Typhoon Warning Center (JTWC)* adalah pusat peringatan cuaca yang berbasis di Pearl Harbor, Hawaii. *JTWC* bertanggung jawab untuk memprediksi dan melacak badai tropis, siklon tropis, dan badai musim di wilayah Pasifik dan Hindia. <https://www.metoc.navy.mil/jtwc/jtwc.html>, di akses 19 November 2023.

¹³⁹ *Naval Research Laboratory Monterey Marine Meteorology Division (NRL MMD)* sebuah divisi penelitian meteorologi laut yang berbasis di Monterey, California, Amerika Serikat. Divisi ini menyediakan layanan untuk mendeteksi badai tropis, siklon tropis, dan badai musim dingin di seluruh dunia. <https://www.nrlmry.navy.mil/TC.html>, di akses 19 November 2023.

¹⁴⁰ *Internasional Best Track Archive for Climate Stewardship (IBTrACS)* adalah kumpulan data siklon tropis terbesar dan paling lengkap di dunia yang menggabungkan data siklon tropis historis dan terbaru dari beberapa lembaga untuk membuat dataset yang terpadu dan tersedia untuk umum. Dataset ini meningkatkan perbandingan antar lembaga dan memungkinkan pengguna untuk mempelajari distribusi, frekuensi dan intensitas siklon tropis di seluruh dunia. Dikembangkan oleh *World Meteorological Organization (WMO) Regional Specialized Meteorological Centres*. <https://www.ncei.noaa.gov/products/international-best-track-archive>, diakses 19 November 2023.

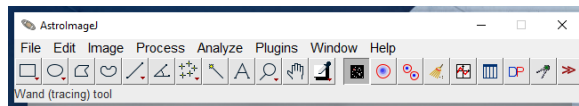
lalu pasang. Kemudian pilih dan klik program *Astro Image J*, tunggu hingga tampilannya muncul sebagai berikut:

1. Klik Pintasan *Astro Image J* hingga muncul tampilan *Menu Bar*.



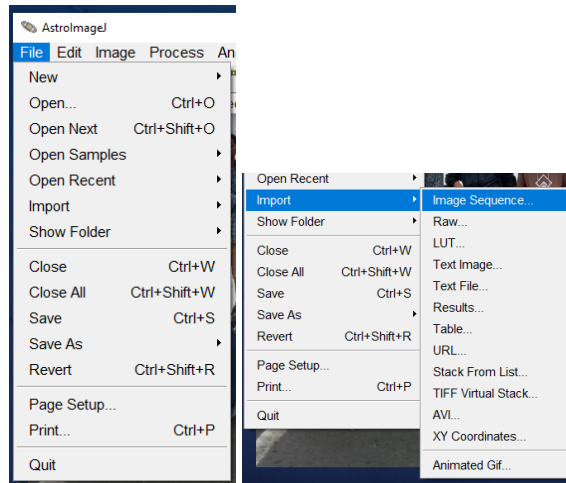
Gambar 3.13 Pintasan *Astro Image J*.

2. Tampilan *Menu Bar Astro Image J*.



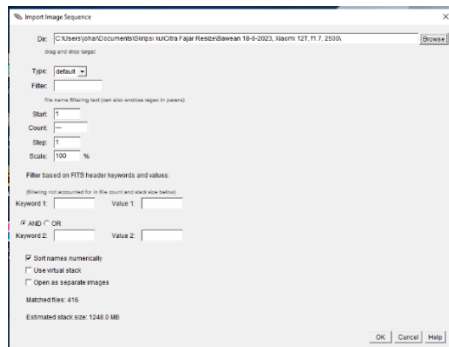
Gambar 3.14 Jendela Menu *Astro Image J*

3. Selanjutnya masukkan citra gambar yang akan diolah dengan menekan tombol *File – Import – Image Sequence*.



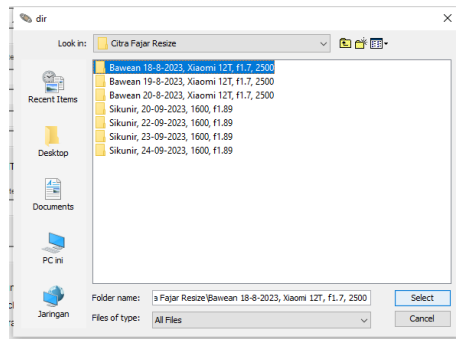
Gambar 3.15 Pengolahan data di *Astro Image J*

4. Lalu, klik *Browser* untuk mencari data penelitian.



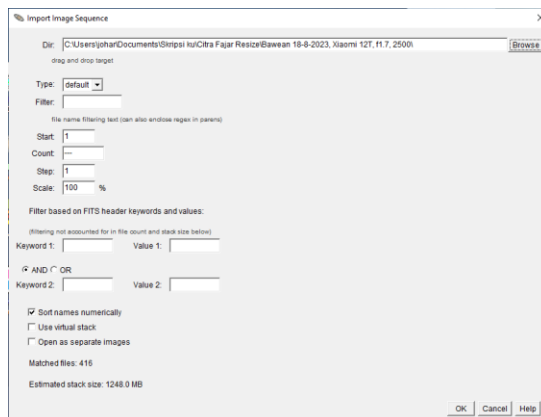
Gambar 3.16 Jendela *Image Sequence* pada *Astro Image J*

5. Pilih data yang akan di proses lalu pilih *Select*.



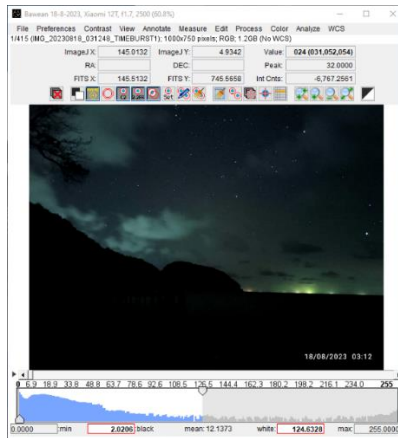
Gambar 3.17 Tampilan data yang akan di impor ke *Astro Image J*

6. Setelah menentukan data, klik *Ok* pada sisi bawah tampilan *Import Image Sequence* dan tunggu sampai data *ter-import* semua.

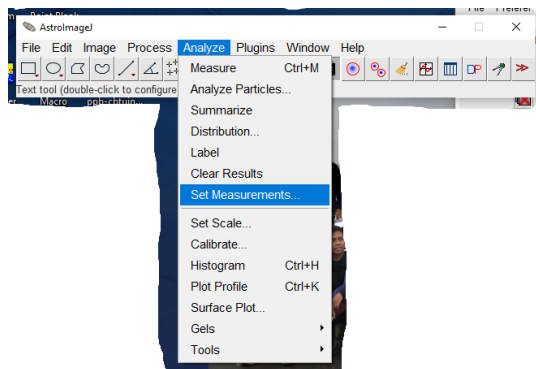


Gambar 3.18 Jendela *Import Image Sequence* pada *Astro Image J*

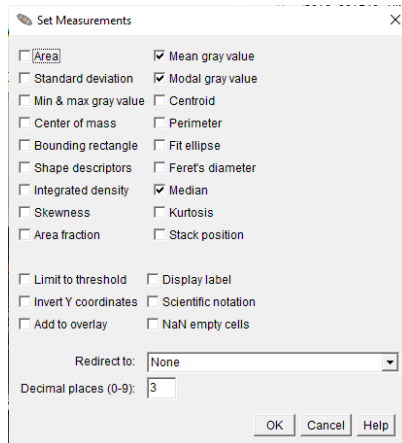
7. Berikut tampilan data yang telah di-*import* untuk diproses.

Gambar 3.19 Jendela *Astro Image J*

8. Sebelum di analisis, cari Menu *Analyze* lalu klik *Set Measurements*.

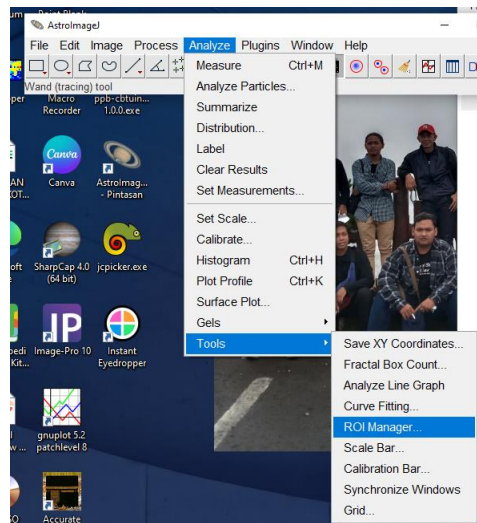
Gambar 3.20 Jendela *Menu Analyze Astro Image J*

9. Jangan lupa untuk centang beberapa fitur seperti “*Mean gray value*”, “*Modal gray value*”, “*Median*”, Lalu klik ok.



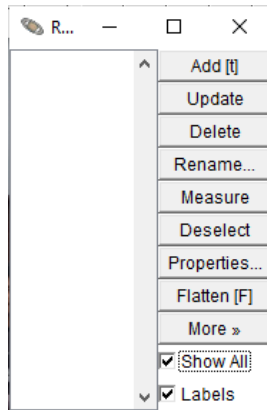
Gambar 3.21 Jendela *Set Measurement* pada *Astro Image J*

10. Kemudian, kembali ke *menu bar* dan cari *menu Analyze*, klik *Tool*, dan klik *ROI Manager*.



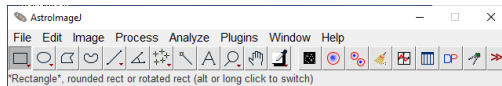
Gambar 3.22 Jendela *Astro Image J*

11. Centang pada fitur "*Show All*" dan "*Labels*"



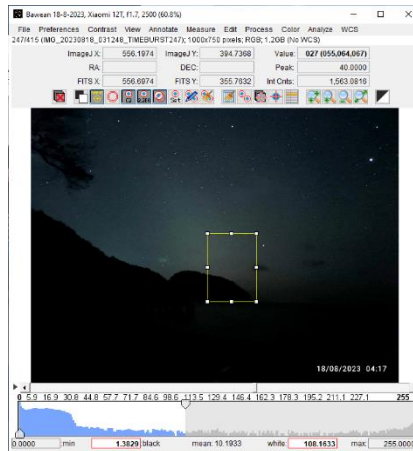
Gambar 3.23 Jendela *ROI Manager* pada *Astro Image J*

12. Setelah itu lihat pada *Menu Bar* dan klik *shape* berupa bidang persegi.



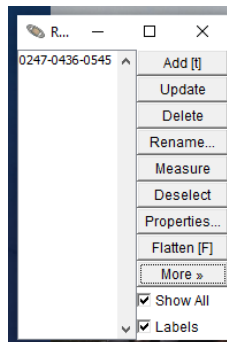
Gambar 3.24 Jendela *Menu Bar Astro Image J*.

13. Kembali ke jendela data yang akan dianalisis, kemudian atur besaran bidang persegi dan tentukan pada letak ufuk fajar menyingsing hingga matahari terbit.



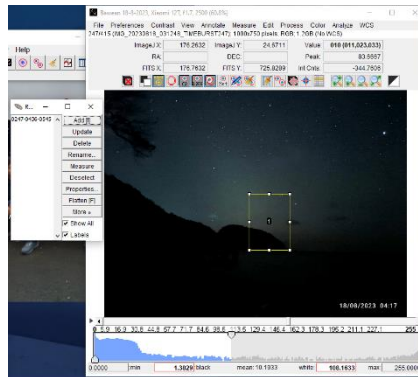
Gambar 3.25 Jendela Data yang telah di impor di *Astro Image J*.

14. Setelah mengatur besaran bidang persegi, lihat pada jendela *ROI Manager* dan klik tulisan "*Add [t]*". Maka akan muncul data letak persegi pada citra berupa beberapa angka.



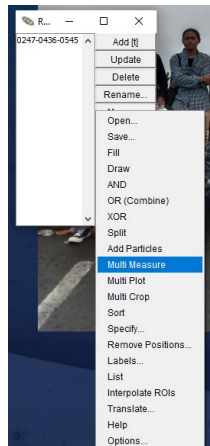
Gambar 3.26 Jendela *ROI Manager* pada *Astro Image J*.

15. Tampilan bidang persegi akan muncul angka seperti pada gambar diatas.



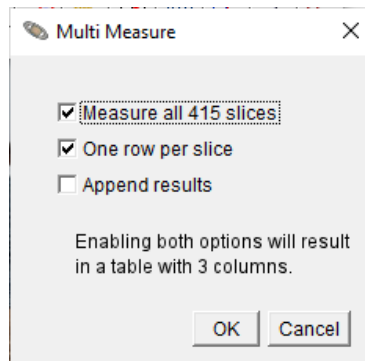
Gambar 3.27 Jendela *Astro Image J*.

16. Kembali ke jendela *ROI Manager*. Klik “*Multi Measure*”.



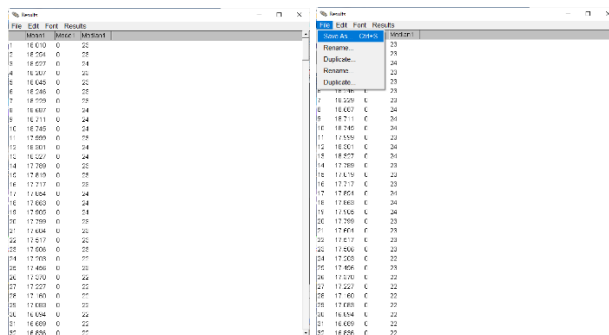
Gambar 3.28 Jendela *ROI Manager Astro Image J*.

17. Setelah muncul jendela *Multi Measure*, klik ok langsung.



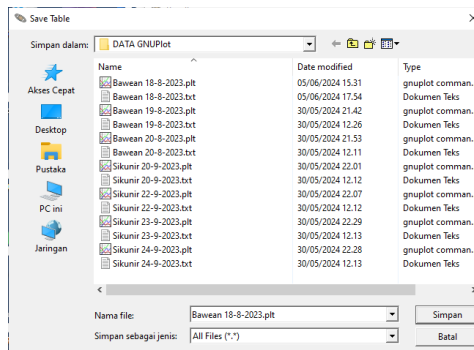
Gambar 3.29 Jendela *Multi Measure* pada *Astro Image J*.

18. Secara otomatis data sudah muncul berisi “*Mean1*”, “*Model*”, “*Median1*” (karena bidang persegi yang dihitung hanya berjumlah 1). Langkah berikutnya yaitu menyimpan hasil data numerik tersebut dengan klik File, lalu klik “Save As”.



Gambar 3.30 Jendela *Result* pada *Astro Image J*.

19. Lalu buat folder tersendiri agar teratur. Setelah menentukan folder, pada tulisan “**Nama file**”. Format pada data diubah menjadi “.txt” (dot txt).



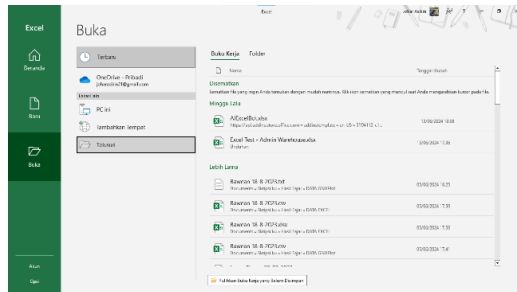
Gambar 3.31 Jendela *Save Table* pada *File Explorer*.

Selanjutnya, peneliti menggunakan metode untuk analisis gambar citra dalam menentukan waktu fajar terbit dengan grafik lewat bagan di *Microsoft Excel* dan grafik titik-titik di *GNUPlot*. Untuk metode pertama adalah membuat bagan grafik di *Microsoft Excel*.¹⁴¹ kemudian klik “Simpan sebagai / *Save As*” menjadi 2 (dua) yaitu format “*.xlsx*” (untuk excel) dan “*.txt*” (untuk text notepad yang akan diolah lagi di *GNUPlot*).

Setelah disimpan dalam format *.txt*, selanjutnya masuk ke *Microsoft Excel* untuk mengolah data numerik menjadi data grafik.

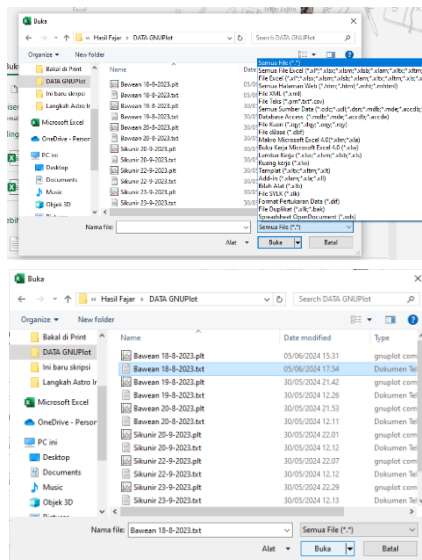
1. Pertama, buka *Microsoft Excel* lalu klik fitur “Buka”, klik bagan “Telusuri”.

¹⁴¹ Nafik Nur Azizah, “ANALISIS PENENTUAN AWAL WAKTU SUBUH METODE *DIGITAL IMAGE PROCESSING* (Studi Kasus Di Balai Rukyat Ibnu Syatir Kabupaten Ponorogo)” (Universitas Islam Negeri Walisongo, 2023), https://eprints.walisongo.ac.id/id/eprint/22655/1/Skripsi_1902046069_Nafik_Nur_Azizah.pdf.



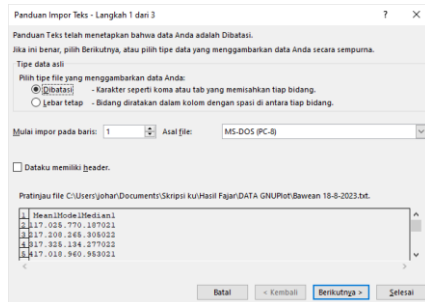
Gambar 3.32 Jendela *Microsoft Excel*.

2. Kemudian, cari folder data yang telah dibuat dan tentukan file yang akan diolah dan format “.txt”. Pilih salah satu file, kemudian klik “Buka”.



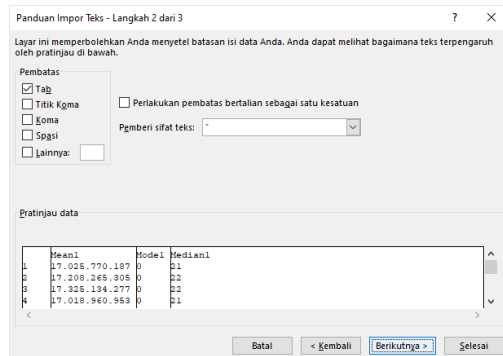
Gambar 3.33 Jendela *File Explorer* saat buka *file Excel*.

3. Setelah terbuka, akan muncul jendela untuk konfirmasi. Disini centang “Dibatasi”, lalu klik “Berikutnya”.



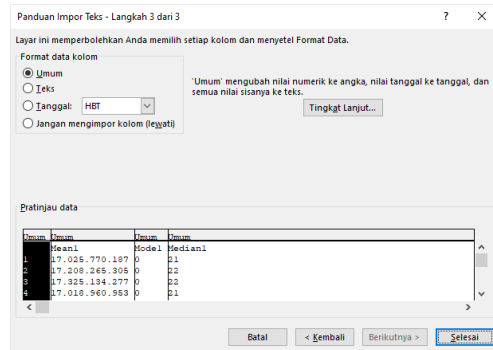
Gambar 3.34 Jendela Panduan Impor Teks pada *Microsoft Excel*.

4. Centang juga pada “Pembatas; Tab”, klik “Berikutnya”.



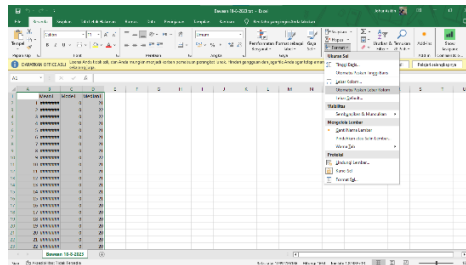
Gambar 3.35 Jendela Panduan Impor Teks pada *Microsoft Excel*.

5. Langkah ketiga pada “Format data kolom; Umum”, kemudian klik “Selesai”.



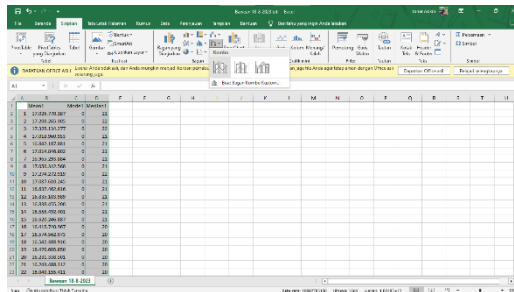
Gambar 3.36 Jendela Panduan Impor Teks pada *Microsoft Excel*.

6. Pada jendela *Microsoft Excel*, data akan terlihat “####” karena kolom yang kurang lebar. Agar lebih terlihat, blok semua dengan cara klik *Ctrl +A*, kemudian pilih “format” pada bagian Sel atau *Cell*, lalu pilih “otomatis paskan lebar kolom”. Maka kolom secara otomatis akan terlihat jelas angkanya.



Gambar 3.37 Jendela *Microsoft Excel*.

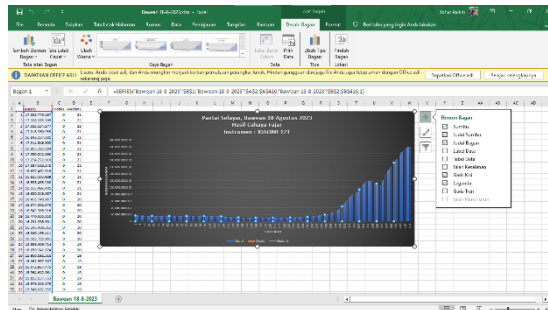
7. Untuk memberi data angka berupa grafik, klik “Sisipkan/Insert” pada *Menu Bar*, pilih “Bagan” arahkan pada grafik “Kombo”. Lalu klik grafik yang pertama.



Gambar 3.38 Jendela *Microsoft Excel*.

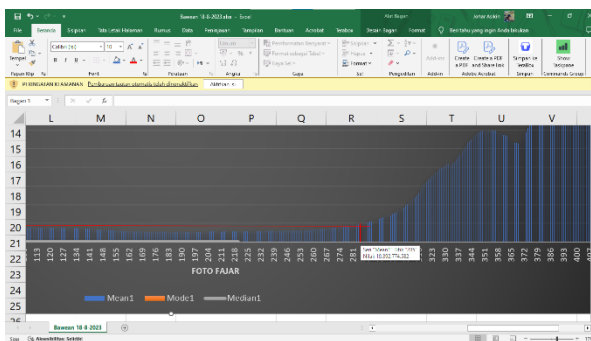
8. Grafik akan muncul seperti gambar di bawah. Setelah itu buat keterangan pada grafik, yaitu klik tanda “+” pada sebelah kanan atas grafik. Kemudian centang beberapa seperti pada gambar di bawah, lalu tuliskan satu-satu untuk keterangan data pada grafik. Input nilai kecerahan ditunjukkan dengan angka 0 (nol) yang menunjukkan kondisi masih gelap dan ketika angka semakin bertambah maka menunjukkan kondisi semakin terang.¹⁴²

¹⁴² Nihayatur Rohmah, “KAJIAN KETAMPAKAN FAJAR DAN FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI” (Universitas Islam Negeri Walisongo, 2014), Hal. 139.



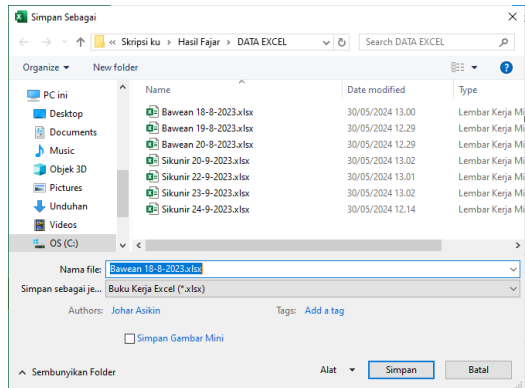
Gambar 3.39 Jendela *Microsoft Excel*.

9. Setelah di beri keterangan, carilah data yang naik secara dinamis. Pada grafik, terlihat batang grafik yang mulai naik pada angka ke 285 dan seterusnya.



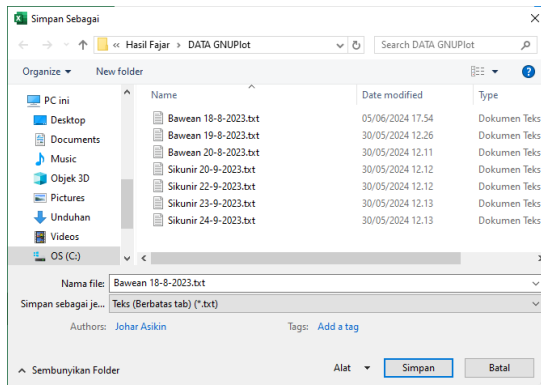
Gambar 3.40 Jendela *Microsoft Excel*.

10. Setelah menemukan dan menentukan data foto yang menandakan awal fajar, catat untuk pembanding dengan aplikasi *GNUPlot*. Kemudian simpan terlebih dahulu perhitungan *Excel* dengan format yang pertama berupa *.xlsx* untuk format *Microsoft Excel*.



Gambar 3. 41 Jendela *Microsoft Excel*.

11. Lalu kedua untuk format **.txt**, untuk format teks yang akan ditampilkan pada *Notepad* agar file bisa dimasukkan di aplikasi pemrograman *GNUPlot*.¹⁴³



Gambar 3.42 Jendela *File Explorer* saat Simpan Sebagai.

¹⁴³ M Basthoni, "Efek Polusi Cahaya Terhadap Penentuan Awal Waktu Subuh Di Indonesia," *Pascasarjana Universitas Islam Negeri Walisongo*, 2022, hal. 115.

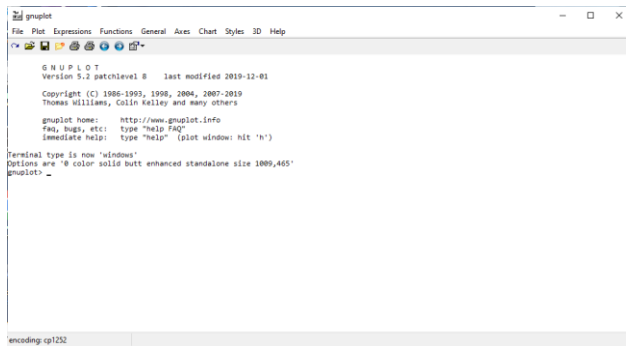
Selanjutnya, analisis grafik dengan gambaran kurva berupa titik-titik di *software GNUPlot*

1. Buka pintasan *Software GNUPlot*.



Gambar 3.43 Pintasan *GNUPlot*.

2. Setelah terbuka, ketik kode program kedalam *GNUPlot*.



Gambar 3.44 Jendela *GNUPlot*.

3. Masukkan perintah kode program yang telah dibuat sebelumnya di *Notepad* ke dalam *GNUPlot* dengan cara diketik manual maupun *copy-paste*. Berikut perintah kode programnya :

```
#input file
```

```
#.....
```

input1="Results.txt" (sesuaikan dengan nama file)

#judul

#.....

tx="PERBANDINGAN INTENSITAS CAHAYA\n
ANTARA AREA FAJAR KADZIB DAN FAJAR
ŞADIQ\nBukit Sikunir, Dieng Wonosobo\nInstrumen:
Kamera POCO X3 NFC\n20-09-2023" (sesuaikan data
terkait)

#label

#.....

t1="Nilai Citra Fajar"

#kolom data yang akan diplot

ax=1

aym1=2

#set judul, label x, y

#.....

set title tx

set xlabel "FOTO FAJAR"

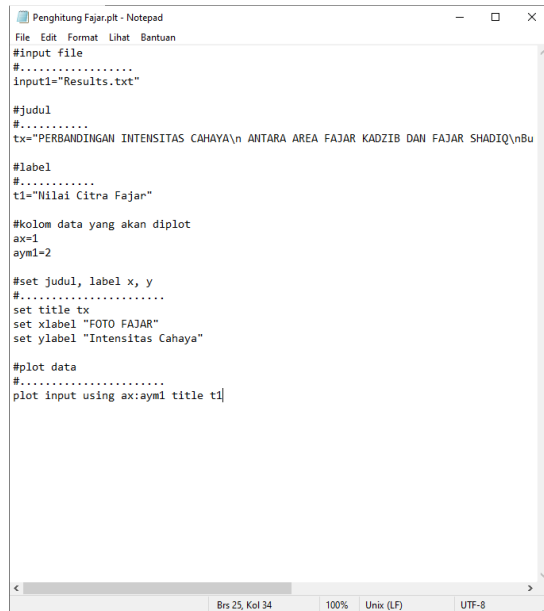
set ylabel "Intensitas Cahaya"

#plot data

#.....

plot input using ax:aym1 title t1

- a. Pada *input file*, ketik pada bagian ***input1*** berupa nama *file* yang akan di analisis.
- b. Pada Judul, ketik pada bagian ***tx*** berupa judul yang akan digunakan pada analisis di *GNUPlot*.
- c. Pada Label, ketik pada bagian ***t1*** judul label sebagai tanda data analisis.
- d. Pada Kolom data yang akan di plot, ketik pada ***aym1=2*** yaitu kolom ke-2 pada data analisis terkait di *Microsoft Excel* sebelumnya. Jika nilai pada *Excel* berada di kolom 3, maka ketik angka 3, dst.
- e. Pada *set* judul, label x, y, adalah tulisan berupa judul yang dikaitkan dengan ***tx*** sebelumnya. Pada ***xlabel*** ketik kan keterangan foto fajar karena akan terletak secara horizontal sesuai dengan data yang akan menghitung nilai secara horizontal pula. Lalu pada ***ylabel*** ketik kan keterangan Intensitas cahaya karena akan terletak secara vertikal dan berhubungan dengan naik turunnya nilai intensitas cahaya pada data.
- f. Pada *plot data*, ketik kan perintah ***plot input using ax:aym1 title t1***. Maka jadilah perintah untuk memasukkan data pada kolom ***ax:aym1*** dan menggunakan judul ***t1*** sebagai judul label analisis data.



```

Penghitung Fajar.plt - Notepad
File Edit Format Lihat Bantuan
#input file
#.....
input1="Results.txt"

#judul
#.....
tx="PERBANDINGAN INTENSITAS CAHAYA\ ANTARA AREA FAJAR KADZIB DAN FAJAR SHADIQ\Bu

#label
#.....
tl="Nilai Citra Fajar"

#kolom data yang akan diplot
ax=1
ay=1-2

#set judul, label x, y
#.....
set title tx
set xlabel "FOTO FAJAR"
set ylabel "Intensitas Cahaya"

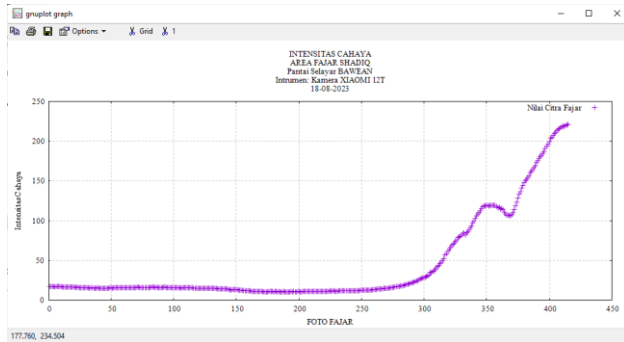
#plot data
#.....
plot input using ax:ay title tl

```

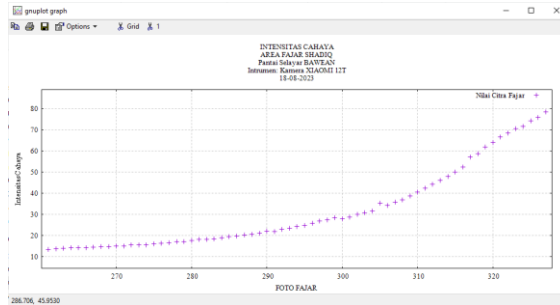
Gambar 3.45 Jendela *Notepad* berisi Kode Program untuk *GNUPlot*.

4. Setelah selesai menulis kode program kemudian jalankan dengan klik **Enter**, maka grafik akan muncul sesuai perhitungan di file *Microsoft Excel*. Input nilai kecerahan ditunjukkan dengan angka 0 (nol) yang menunjukkan kondisi masih gelap dan ketika angka semakin bertambah maka menunjukkan kondisi semakin terang.¹⁴⁴

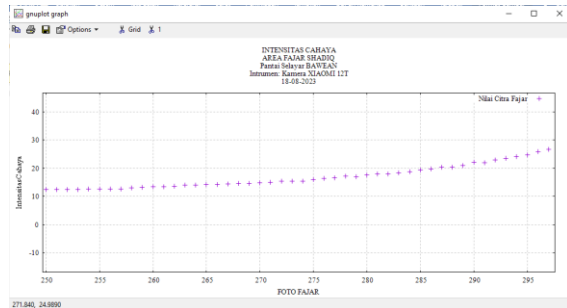
¹⁴⁴ Nihayatur Rohmah, "*KAJIAN KETAMPAKAN FAJAR DAN FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI*" (Universitas Islam Negeri Walisongo, 2014), Hal. 139.

Gambar 3.46 Jendela *GNUPlot*.

5. Kemudian, *Scroll* atau gulir *Mouse/ Touchpad* untuk *zoom in/* memperbesar grafik pada gambar, guna mencari kenaikan grafik yang dinamis.

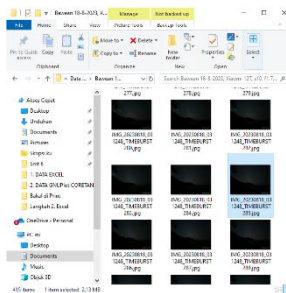
Gambar 3.47 Tampilan data grafik di *GNUPlot*.

6. Pada gambar dibawah nilai intensitas cahaya fajar mulai terlihat berkisar di foto ke-285 dan mulai naik seterusnya.



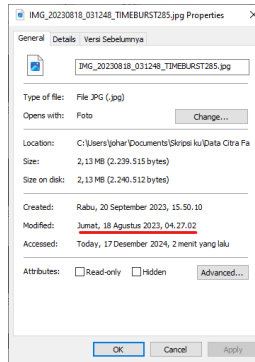
Gambar 3.48 Tampilan grafik pada *GNUPlot* setelah di perbesar.

7. Kemudian buka folder citra yang berisikan foto fajar, lalu cari foto ke-285 guna melihat pukul berapa citra nya diambil.



Gambar 3.49 Jendela folder data citra.

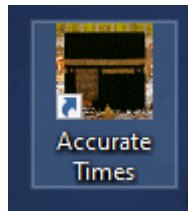
8. Untuk mengetahui waktu citra diambil, klik kanan pada gambar -> pilih *Properties* -> lihat pada tulisan *Modified*



Gambar 3.50 Tampilan Jendela *Properties*.

Selanjutnya gunakan *Software Accurate Times* untuk mengetahui data matahari pada waktu tersebut. Caranya sebagai berikut:

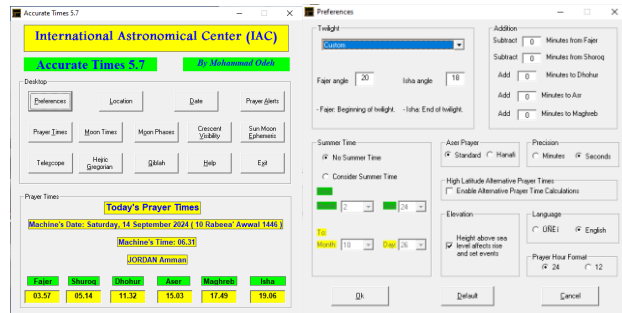
1. Buka *Software Accurate Times* yang telah di unduh di laptop/ komputer.



Gambar 3.51 *Shortcut Accurate Times*.

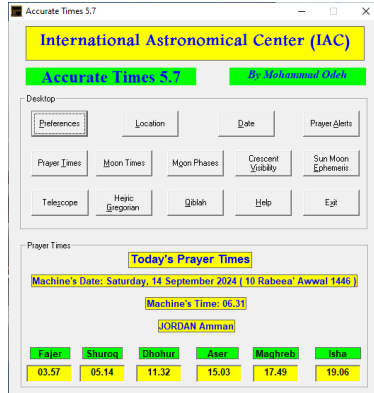
2. Setelah terbuka, atur refrensi data Anda seperti sudut derajat matahari untuk waktu subuh dan isya. Di Indonesia, kita menggunakan -20° untuk waktu subuh.

Maka setel ke “CUSTOM”, lalu akan muncul “Fajr angle 20” dan “Isha angle 18”¹⁴⁵ lalu klik ok.



Gambar 3.52 Jendela *Preferences* pada *Accurate Times*.

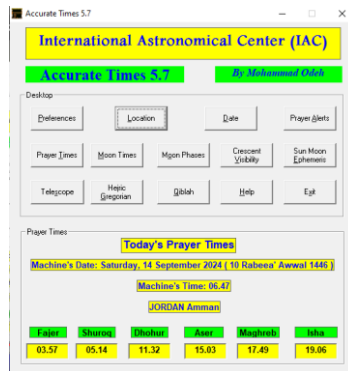
3. Lalu kembali ke menu utama, setel dahulu lokasi guna menentukan waktu terbit matahari pada koordinat lokasi pengamatan.



Gambar 3.53 Tampilan *Accurate Times*.

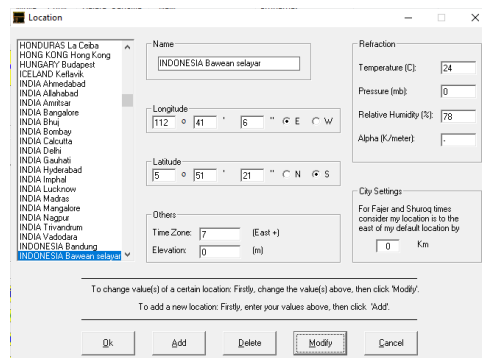
¹⁴⁵ Moch Riza Fahmi, “Comparative Study Of Prayer Schedules Along H . Abdurrani Mahmud Time With Contemporary Hisab,” *Jurnal Bimas Islam* 10, no. 3 (2017): 571.

4. Klik kolom bernama “*Location*”.



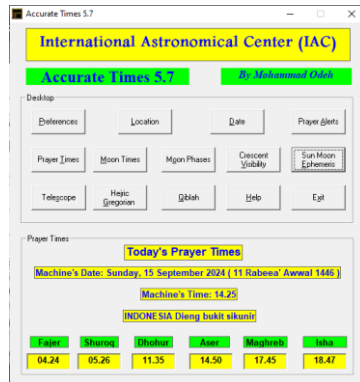
Gambar 3.54 Tampilan *Accurate Times*.

5. Setelah terbuka fitur dari “*Location*”, atur secara manual mulai dari “Nama, *Longitude*, *Latitude*, *Time Zone*, *Elevation*, *Temperature*, dan *Relative Humidity (%)*”. Setelah disesuaikan semua, klik *Add* pada kolom bagian bawah.



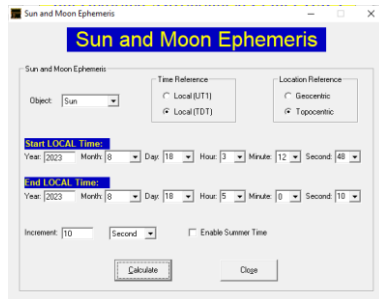
Gambar 3.55 Tampilan fitur *Location* pada *Accurate Times*.

6. Setelah mengatur lokasi pengamatan, kemudian klik kolom *Sun and Moon Ephemeris*, untuk mendapatkan data ephemeris dari matahari.



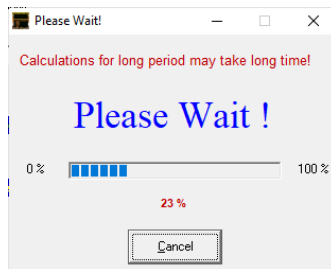
Gambar 3.56 Tampilan *Accurate Times*.

7. Setelah tampilan kolom *Sun and Moon Ephemeris* muncul, kemudian setel pada bagian objek diisi **Sun**, *Time Reference* diisi **Local (TDT)**, *Location Reference* diisi **Topocentric**, *Start LOCAL Time* dan *End LOCAL Time* diisi sesuai waktu awal pengamatan dan waktu akhir pengamatan, *Increment* atau data waktu *Ephemeris* diisi per 10 detik (sesuai waktu pengambilan per fotonya yaitu 10 detik dengan interval atau jarak foto per foto 1 detik, agar lebih mudah mencari waktu terbitnya). Setelah selesai, klik *Calculate*.



Gambar 3.57 Tampilan fitur *Sun and Moon Ephemeris* pada *Accurate Times*.

8. Kemudian akan ada tampilan *Please Wait!* yang artinya program sedang memuat perhitungan yang telah diatur sebelumnya.



Gambar 3.58 Tampilan *Loading Calculating* pada *Accurate Times*.

9. Setelah tampilan memuat selesai, akan tampil hasil dari perhitungan data *Ephemeris* Matahari nya.

10. Kemudian, cari data yang sesuai dengan waktu pemotretan fajar pada gambar 3.46 di atas yaitu pukul 04.27.02 WIB. Pada gambar di bawah, terlihat bahwa pada pukul tersebut, *Altitude* yang terdapat di kolom ke-4 dari kiri ke kanan menunjukkan angka -17:44:00 atau -17 derajat 44 menit 0 detik.

Ephemeral Pattern Data - 2023-01-01 - Notepad									
File	Date	Format	Label	Barium					
04_26_42	18/08/2023	09H1	40M5	AS5	+1:16:53	-17:48:52	77:54:01	+00:00:04	14
04_26_44	18/08/2023	09H1	40M5	AS5	+1:16:53	-17:48:23	77:54:00	+00:00:04	14
04_26_46	18/08/2023	09H1	40M5	AS5	+1:16:53	-17:47:54	77:53:59	+00:00:04	14
04_26_48	18/08/2023	09H1	40M5	AS5	+1:16:53	-17:47:25	77:53:58	+00:00:04	14
04_26_50	18/08/2023	09H1	40M5	AS5	+1:16:53	-17:46:56	77:53:57	+00:00:04	14
04_26_52	18/08/2023	09H1	40M5	AS5	+1:16:53	-17:46:26	77:53:56	+00:00:04	14
04_26_54	18/08/2023	09H1	40M5	AS5	+1:16:53	-17:45:57	77:53:55	+00:00:04	14
04_26_56	18/08/2023	09H1	40M5	AS5	+1:16:53	-17:45:28	77:53:54	+00:00:04	14
04_26_58	18/08/2023	09H1	40M5	AS5	+1:16:53	-17:44:59	77:53:53	+00:00:04	14
04_27_00	18/08/2023	09H1	40M5	AS5	+1:16:53	-17:44:29	77:53:52	+00:00:04	14
04_27_02	18/08/2023	09H1	40M5	AS5	+1:16:53	-17:43:59	77:53:51	+00:00:04	14
04_27_04	18/08/2023	09H1	40M5	AS5	+1:16:53	-17:43:31	77:53:50	+00:00:04	14
04_27_06	18/08/2023	09H1	40M5	AS5	+1:16:53	-17:43:02	77:53:49	+00:00:04	14
04_27_08	18/08/2023	09H1	40M5	AS5	+1:16:53	-17:42:33	77:53:48	+00:00:04	14
04_27_10	18/08/2023	09H1	40M5	AS5	+1:16:53	-17:42:03	77:53:47	+00:00:04	14
04_27_12	18/08/2023	09H1	40M5	AS5	+1:16:53	-17:41:34	77:53:46	+00:00:04	14
04_27_14	18/08/2023	09H1	40M5	AS5	+1:16:53	-17:41:05	77:53:45	+00:00:04	14
04_27_16	18/08/2023	09H1	40M5	AS5	+1:16:53	-17:40:36	77:53:44	+00:00:04	14
04_27_18	18/08/2023	09H1	40M5	AS5	+1:16:53	-17:40:07	77:53:43	+00:00:04	14
04_27_20	18/08/2023	09H1	40M5	AS5	+1:16:53	-17:39:38	77:53:42	+00:00:04	14
04_27_22	18/08/2023	09H1	40M5	AS5	+1:16:53	-17:39:09	77:53:41	+00:00:04	14
04_27_24	18/08/2023	09H1	40M5	AS5	+1:16:53	-17:38:39	77:53:40	+00:00:04	14

Selanjutnya tentukan warna langit secara manual.

Adapun cara opsional menggunakan *software Just Color Picker*, melakukan pengecekan warna fajar pada jam tersebut menggunakan *Software Just Color Picker* buatan *Anny Studio*.¹⁴⁶ (opsional).

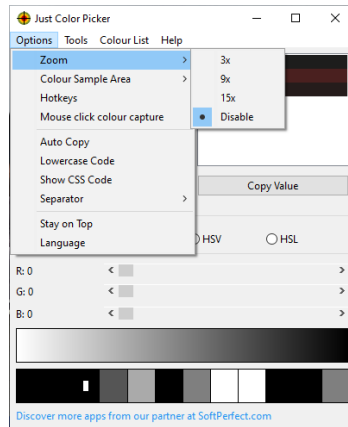
1. Buka *Software Just Color Picker*



Gambar 3.61 *Software Just Color Picker*.

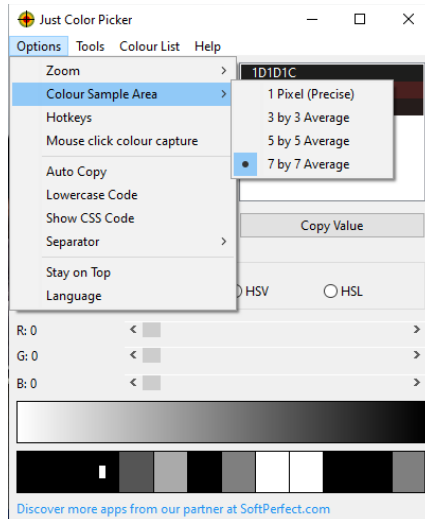
2. Setelah *Software* terbuka, atur setelan agar dapat analisis citra lebih baik dengan cara klik *Option* dahulu, lanjut klik *Zoom* dan klik *Disable* agar analisis warna citra bisa lebih lebar.

¹⁴⁶ AnnyStudio, “Just Color Picker.”



Gambar 3.62 Tampilan Software *Just Color Picker*.

3. Setelah selesai atur *Zoom* menjadi *Disable*, kemudian atur *Colour Sample Area*, pilih *7 by 7 Average*.



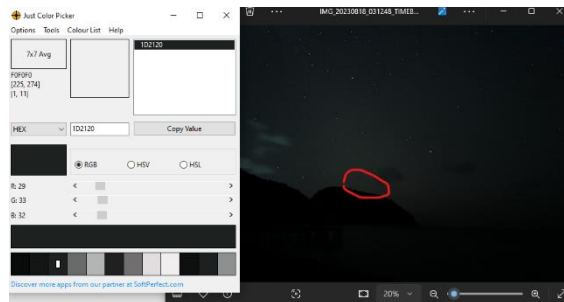
Gambar 3.63 Tampilan Software *Just Color Picker*.

4. Setelah mengatur beberapa setelan untuk analisis citra, kemudian buka salah satu citra yang dijadikan patokan awal fajar sebelumnya yaitu citra ke-285.



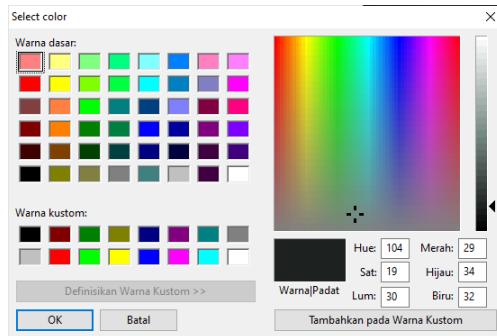
Gambar 3.64 Tampilan citra pada galeri.

5. Kemudian, beralih pada *Software Just Color Picker* untuk analisis warna fajar pada citra di tampilan galeri dengan mengarahkan mouse ke tengah awal terbit cahaya fajar secara manual. Setelah menentukan warna fajar pada citra, klik "*Alt + X*" untuk meng-copy nomor warna.



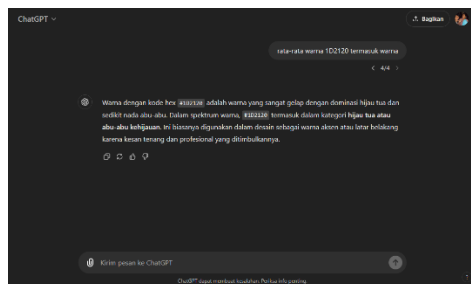
Gambar 3.65 Tampilan *Software Just Color Picker* dan foto di galeri.

6. Setelah nilai warna muncul, klik warna tersebut yang terletak pada tabel di atas tulisan “*copy value*” dua kali. Maka muncullah jendela tabel warna tersebut.



Gambar 3.66 Tampilan tabel warna.

7. Kemudian buka *ChatGPT* untuk membantu mendeskripsikan kode warna tersebut (opsional).



Gambar 3.67 Tampilan *ChatGPT*.

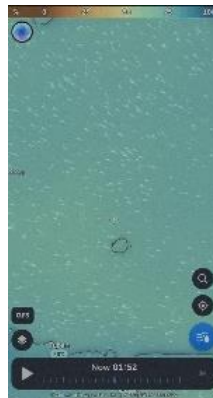
Selanjutnya buka aplikasi *Zoom Earth* yang berbasis *mobile* di hp / *website desktop* di PC maupun laptop untuk mengetahui nilai persentase kelembaban udara pada saat fajar terbit.

1. Unduh aplikasi *Zoom Earth* di *Play Store* hingga selesai dan buka.



Gambar 3.68 Tampilan *Zoom Earth* di *Play Store*.

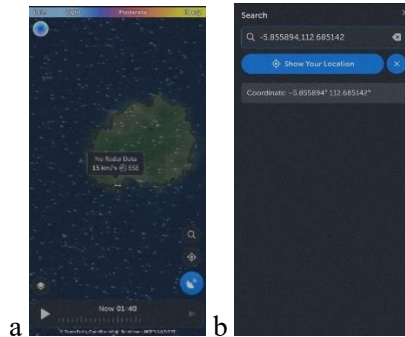
2. Setelah terbuka, cari lokasi pengamatan secara manual maupun lewat pencarian.



Gambar 3.69 Tampilan *Zoom Earth*.

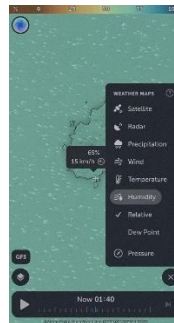
3. Cari secara manual dengan cara menggeser layar hingga pas. Jika mencari secara otomatis, klik fitur pencarian, lalu isi koordinat pengamatan (jika tidak tahu, buka

Google Maps, kemudian tahan lokasi hingga muncul pin merah, lalu klik angka koordinat di pencarian dan *copy-paste* di *Zoom Earth*).



Gambar 3.70 Tampilan *Zoom Earth*.

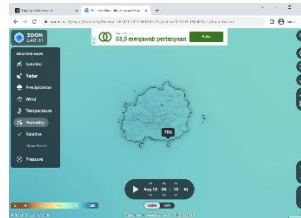
4. Setelah lokasi pengamatan ditemukan, klik fitur cuaca pada sebelah kanan layar berwarna biru dan berbentuk bundar, ganti menjadi *Humidity*.



Gambar 3.71 Tampilan *Zoom Earth*.

5. Setelah fitur diganti menjadi *Humidity*, klik titik lokasi pengamatan, maka akan muncul persentase kelembaban

dan atur waktu sesuai waktu terbit fajar hasil analisis sebelumnya (jam disini dapat diatur hingga 11 hari kebelakang).



Gambar 3.72 Tampilan *Zoom Earth*.

Setelah citra semuanya dianalisis sesuai langkah-langkah diatas, maka data akan terkumpul mulai dari waktu fajar muncul, warna fajar saat muncul dan tingkat persentase kelembaban udara pada jam fajar muncul.

BAB IV

ANALISIS PENGARUH KELEMBABAN UDARA TERHADAP CAHAYA FAJAR

Bab keempat adalah menguraikan analisis pembahasan, bab ini meneliti pengaruh tingkat kelembaban udara yang berbeda terhadap cahaya fajar dan korelasi mengenai waktu subuh. Pada bab ini peneliti menggunakan data observasi sebagai bahan untuk menganalisis permasalahan yang diangkat.

A. Analisis Pengaruh Tingkat Kelembaban Udara Terhadap Ketampakan Fajar

Kelembaban udara mempengaruhi cahaya matahari yang menyinari bumi dari gelap menuju terang. Kelembaban udara sendiri erat kaitannya dengan siklus hidrologi, yaitu sirkulasi air dari laut kemudian naik ke dataran tinggi seperti gunung kemudian kembali lagi ke laut. Pada proses hidrologi terdapat evaporasi, transpirasi dan presipitasi.

Dalam siklus hidrologi perlu adanya panas dan kelembaban tertentu, apabila panas dan kelembaban didapatkan maka siklus hidrologi aktif.¹⁴⁷

Evaporasi atau penguapan air laut dan transpirasi atau penguapan dari tanaman akan membentuk awan serta embun di udara (kondensasi) dan pada akhirnya cenderung menimbulkan hujan atau presipitasi. Apabila kumpulan uap yang menjadi

¹⁴⁷ Ance Gunarsih Kartasapoetra, *Klimatologi: Pengaruh Iklim Terhadap Tanah dan Tanaman*, Jakarta: Bumi Aksara, 2016, cet. V, hlm. 11.

awan tersebut terlalu berat maka akan menghasilkan hujan. Di mana air hujan ini jatuh ke permukaan bumi, ada yang di laut dan juga di darat. Air yang jatuh ke darat akan meresap ke dalam tanah atau yang disebut infiltrasi. Selanjutnya air tersebut akan terserap oleh tumbuhan dan sebagian lagi akan membentuk mata air. Karena radiasi dari matahari maka terjadilah penguapan di permukaan bumi, demikianlah terjadinya siklus hidrologi tersebut. Pergerakan air dalam tanah disebut perkolasi, sedangkan aliran air di permukaan tanah disebut *run off*.¹⁴⁸

Menurut Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG), pengertian dari kelembaban udara ialah banyaknya partikel uap air di atmosfer. Ada beberapa cara untuk menunjukkan jumlah uap air adalah sebagai berikut:

- a. Tekanan parsial uap air, dikenal sebagai tekanan uap. Dalam fase gas, uap air berada di atmosfer seperti gas sempurna (ideal).
- b. Kelembaban mutlak (*absolut*), atau jumlah massa uap air dalam satuan volume udara.
- c. Nisbah percampuran (*mixing ratio*), juga dikenal sebagai nisbah massa uap air terhadap massa udara kering.
- d. Kelembaban spesifik adalah massa uap air persatuan massa udara basah.

¹⁴⁸ Ance Gunarsih Kartasapoetra, *Klimatologi: Pengaruh Iklim Terhadap Tanah dan Tanaman*, Jakarta: Bumi Aksara, 2016, cet. V, hlm. 11.

- e. Kelembaban nisbi (RH) adalah suatu perbandingan antara nisbah pencampuran dengan nilai jenuh dan dinyatakan dalam persen (%).
- f. Suhu virtual.¹⁴⁹

Kelembaban nisbi merupakan besaran yang sering dipakai untuk menyatakan nilai kelembaban udara dengan pengukuran menggunakan psikrometer atau higrometer. Nilai kelembaban ini seiring berubah sesuai tempat dan waktunya, di mana saat siang hari berangsur-angsur turun kemudian pada sore sampai pagi hari bertambah besar. Kelembaban udara pada suatu daerah merupakan salah satu faktor yang dapat memicu curah hujan. Rata-rata nilai kelembaban tertinggi di Indonesia dicapai saat musim hujan dan terendah saat musim kemarau.¹⁵⁰

Menurut analisis Septima Ernawati, kondisi cerah terjadi apabila nilai kelembaban nisbi kurang dari 70%, kondisi berawan pada 70%-80% dan kondisi hujan terjadi jika nilai kelembaban lebih dari 85%. Semakin tinggi nilai kelembaban dan semakin rendah suhunya, maka semakin riskan terhadap pembentukan awan atau kabut.¹⁵¹

¹⁴⁹ Moh. Nasrudin Albana, “Pengaruh Kelembaban Udara Terhadap Kegiatan Rukyatul Hilal (Studi Kasus Rukyatul Hilal di POB IAIN Pekalongan)”, *Skripsi*, UIN Walisongo Semarang (Walisongo Institutional Repository, 2019).

¹⁵⁰ Moh. Nasrudin Albana, “Pengaruh Kelembaban Udara Terhadap Kegiatan Rukyatul Hilal (Studi Kasus Rukyatul Hilal di POB IAIN Pekalongan)”, *Skripsi*, UIN Walisongo Semarang (Walisongo Institutional Repository, 2019).

¹⁵¹ Septima Ernawati, *Aplikasi Hopfield Neural Network untuk Prakiraan Cuaca*, dimuat pada Jurnal Meteorologi dan Geofisika Volume 10 Nomor 2 Tahun 2009, hlm. 151-175.

1. Hasil Pengamatan Fajar pada tanggal 18 Agustus 2023

Pada tanggal 18 Agustus 2023 merupakan pengamatan perdana penulis bersama rekan M. Iskandar Fajri, beserta Pak Kholil selaku tuan rumah selama penelitian di Bawean dan teman-teman pengurus pondok pesantren Hasan Al-Jufri Bawean.

Pada pengamatan perdana ini, penulis bersama rekan-rekan sedang mencari lokasi yang relevan tidak jauh dari penginapan, maka ditentukanlah Pantai Selayar dengan koordinat $-5^{\circ} 51' 21''$ LS $112^{\circ} 41' 6''$ BT sebagai destinasi awal untuk pengamatan fajar. Yang tidak diketahui penulis beserta rekan adalah, arah ufuk timur ternyata terhalang oleh bukit yang tinggi. Akan tetapi tetap kami lakukan mengingat sudah jam 03.00 WIB, jika mencari lokasi lain tentunya akan membuang waktu lebih banyak lagi.

Adapun prediksi munculnya fajar menggunakan aplikasi *Stellarium* untuk melihat titik kemunculan matahari di ufuk dan program *Accurate Times* untuk melihat jadwal waktu salat, dimana subuh terjadi pada jam 04.18 WIB (setelah ikhtiyat) ketika posisi matahari berada pada ketinggian $-20^{\circ} 17' 58''$.

Analisis secara visual, agak sedikit susah dikarenakan di ufuk timur banyak kapal-kapal yang berlayar. Hal ini membuat polusi cahaya yang sangat mengganggu. Kondisi lokasi saat pengamatan berdasarkan informasi dari aplikasi cuaca bernama *Zoom Earth* berkisar 78%. Adapun ketinggian lokasi pengamatan di Pantai Selayar berdasarkan *Google Earth* yaitu 0 mdpl (meter dari permukaan laut).

By the Name of Allah
International Astronomical Center
Accurate Times 5.7, By Mohammad Odeh

```

* Settings:-
- Prayer times for: 18/08/2023 CE
- INDONESIA Bawean selayar, Long: 112:41:06,0, Lat: -05:51:21,0, Ele:0,0,
Zone:7,00
- No Summer Time.
- Height above mean sea-level affects rise and set events.
- Sub. Fajer: 0 Min, Sub. Shuroq: 0 Min, Add Dhohur: 0 Min, Add Asr: 0
Min, Add Maghreb: 0 Min
- Fajer Angle: 20 , Isha Angle: 18
- Refraction: Temp.: 24 °C Pres.: 1010 mb Humidity: 78 % Temp.Rate:
0,0065 K/s
- Mazhab: Standard
- City Settings: 0 Km.
- Delta T: 73,7 Second(s)
=====
Date          Fajer      Shuroq      Dhohur      Asr        Maghreb      Isha
      B. Twi.    Sunrise    Transit     -----    Sunset       E. Twi.
18/08/2023    04.16.29   05.35.39   11.33.15   14.54.12   17.30.56   18.41.50
=====
* Remarks:-
- Date format: dd/mm/yyyy.
- The Symbol '*' before the date, refers to Summer Time.
- Fajer: Beginning of Astronomical Twilight.
- Shuroq: Sunrise.
- Dhohur: Transit of Sun.
- Maghreb: Sunset.
- Isha: End of Astronomical Twilight.
- ----: There is no event.
- Up: The Sun is always above horizon.
- Down: The Sun is always below horizon.
- Bright: The sky is always bright.
- Dark: The sky is always dark.

```

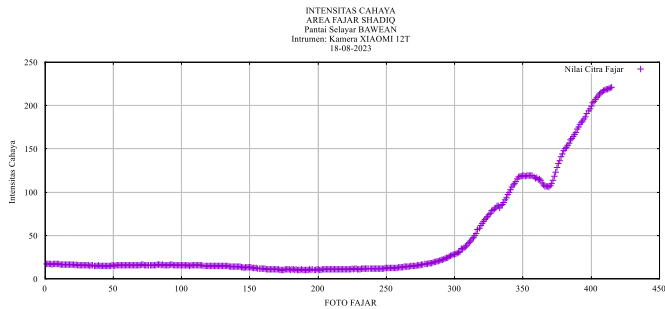
Gambar 4.1 Jadwal waktu salat Pantai Mayangkara pada
Accurate Times.



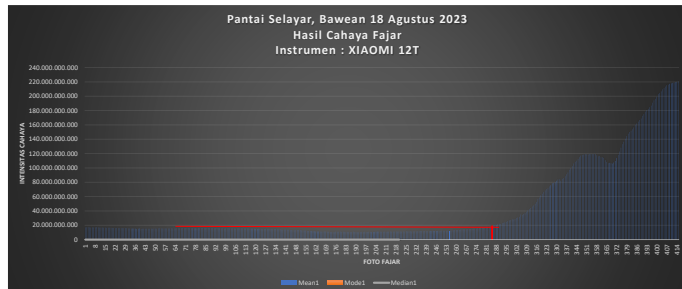
Gambar 4.2 Citra fajar Pantai Selayar 18-8-2023.

Pada dasarnya cukup sulit untuk menganalisis citra fajar secara visual saja karena mata pengamat berbeda antar satu sama lain. Oleh karena itu, penulis menggunakan metode

Digital Image Processing dengan menggunakan program *Microsoft Excel* dan *GNUPlot*.



Gambar 4.3 Grafik intensitas cahaya fajar Pantai Selayar.



Gambar 4.4 Grafik intensitas cahaya fajar di *Excel*.

Sebelumnya data numerik dari *Astroimage J* yang diubah ke teks (.txt), lalu dimasukkan *Excel* guna memisahkan kolom data numerik dengan “tab”¹⁵². Kemudian buatlah

¹⁵² Maksud tab disini adalah layaknya menulis lalu di klik tab agar tulisan menjorok kedalam. Jadi tab disini adalah pemisah antara angka satu dengan yang lain. Agar ketika dimasukkan *GNUPlot* angka-angka bisa terbaca antar kolom.

grafik di *Excel* dan diberi garis vertikal-horizontal guna mengetahui garis mana yang mulai naik. Penulis sengaja membuat grafik di dua *software*, agar bisa menjadi pilihan alternatif dalam acuan membuat data grafik-numerik.

Memperhatikan alur grafik di atas, penulis menegaskan terjadinya terbit fajar adalah ketika grafik mulai naik sebagai petunjuk adanya cahaya fajar *ṣādiq* dan terjadi pada garis ke 285, secara foto citra berarti foto ke 285 yang diambil pada pukul 04.27 WIB dan ketinggian matahari $-17^{\circ} 44' 00''$.

Tabel 4.1 Nilai intensitas cahaya fajar Pantai Selayar 18-8-2023.

No. Citra	Mean1	Mode1	Median1
285	19.392.774.582	0	23

2. Hasil Pengamatan Fajar pada tanggal 19 Agustus 2023

Pada tanggal 19 Agustus 2023 merupakan pengamatan kedua penulis bersama rekan M. Iskandar Fajri dan teman-teman pengurus pondok pesantren Hasan Al-Jufri Bawean.

Pada pengamatan kedua ini, penulis bersama rekan-rekan sedang mencari lokasi yang relevan akan tetapi jauh dari penginapan, maka ditentukanlah Pantai Mayangkara dengan koordinat $5^{\circ} 44' 14''$ LS $112^{\circ} 43' 09''$ BT sebagai destinasi kedua untuk pengamatan fajar. Lagi-lagi yang tidak diketahui penulis beserta rekan adalah, arah ufuk timur ada bukit yang tinggi, akan tetapi tidak menghalangi arah matahari terbit. Pemotretan kami mulai sekitar jam 03.19

WIB hingga 05.13 WIB menggunakan kamera Xiaomi 12T milik saudara M. Iskandar Fajri.

Adapun prediksi munculnya fajar menggunakan aplikasi *Stellarium* untuk melihat titik kemunculan matahari di ufuk dan program *Accurate Times* untuk melihat jadwal waktu salat, dimana subuh terjadi pada jam 04.17 WIB (setelah ikhtiyat) ketika posisi matahari berada pada ketinggian $-20^{\circ} 18' 07''$.

Analisis secara visual, agak sedikit susah dikarenakan di ufuk timur banyak kapal-kapal yang berlayar. Hal ini membuat polusi cahaya yang sangat mengganggu. Namun saat akan mendekati jam 4 cahaya kapal mulai menghilang, tapi mendung di ufuk timur mulai nampak. Kondisi lokasi saat pengamatan berdasarkan informasi dari aplikasi cuaca bernama *Zoom Earth* berkisar 79%. Adapun ketinggian lokasi pengamatan di Pantai Mayangkara berdasarkan *Google Earth* yaitu 4 mdpl (meter dari permukaan laut).

By the Name of Allah
International Astronomical Center
Accurate Times 5.7, By Mohammad Odeh

* Settings:-
 - Prayer times for: 19/08/2023 CE
 - INDONESIA Bawean mayangkara, Long: 112:43:09,0, Lat: -05:44:14,0,
 Ele:4,0, Zone:7,00
 - No Summer Time.
 - Height above mean sea-level affects rise and set events.
 - Sub. Fajr: 0 Min, Sub. Shuroq: 0 Min, Add Shohur: 0 Min, Add Aar: 0
 Min, Add Maghreb: 0 Min
 - Fajr Angle: 20 , Isha Angle: 18
 - Refraction: Temp.: 24 °C Pres.: 1010 mb Humidity: 78 % Temp.Rate:
 0,0065 K/s
 - Mazhab: Standard
 - City Settings: 0 Km.
 - Delta T: 73,7 Second(s)

Date	Fajr B. Twi.	Shuroq Sunrise	Dhohur Transit	Aser ----- Sunset	Maghreb Sunset	Isha E. Twi.
19/08/2023	04.15.59	05.34.45	11.32.54	14.53.41	17.31.06	18.41.37

* Remarks:-
 - Date format: dd/mm/yyyy.
 - The Symbol '*' before the date, refers to Summer Time.
 - Fajr: Beginning of Astronomical Twilight.
 - Shuroq: Sunrise.
 - Dhohur: Transit of Sun.
 - Maghreb: Sunset.
 - Isha: End of Astronomical Twilight.
 - ----: There is no event.
 - Up: The Sun is always above horizon.
 - Down: The Sun is always below horizon.
 - Bright: The sky is always bright.
 - Dark: The sky is always dark.

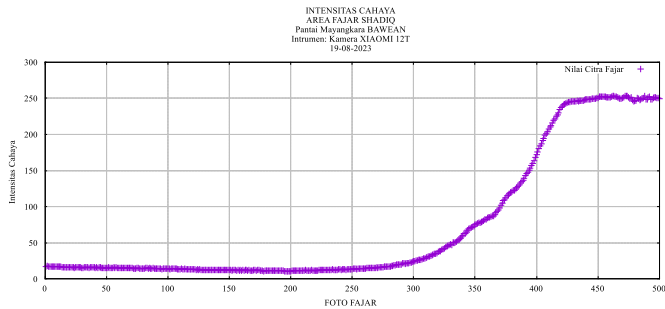
Gambar 4.5 Jadwal waktu salat Pantai Mayangkara pada
Accurate Times.



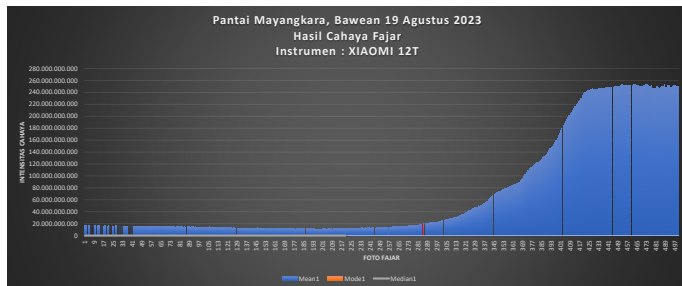
Gambar 4.6 Citra fajar Pantai Mayangkara 19-8-2023.

Menganalisis citra fajar secara visual saja karena mata pengamat berbeda antar satu sama lain. Oleh karena itu, penulis menggunakan metode *Digital Image Processing*

dengan menggunakan program *Microsoft Excel* dan *GNUPlot*



Gambar 4.7 Grafik intensitas cahaya fajar Pantai Mayangkara.



Gambar 4.8 Grafik intensitas cahaya fajar di *Excel*.

Memperhatikan alur grafik di atas, penulis menegaskan terjadinya terbit fajar adalah ketika grafik mulai naik sebagai petunjuk adanya cahaya fajar *ṣādiq* dan terjadi pada garis ke 287, secara foto citra berarti foto ke 287 yang diambil pada pukul 04.25 WIB dan ketinggian matahari $18^{\circ} 05' 52''$.

Tabel 4.2 Nilai intensitas cahaya fajar Pantai Mayangkara 19-8-2023.

No. Citra	Mean1	Mode1	Median1
287	19.982.627.869	9	19

3. Hasil Pengamatan Fajar pada tanggal 20 Agustus 2023

Pada tanggal 20 Agustus 2023 merupakan pengamatan ketiga penulis bersama rekan M. Iskandar Fajri dan teman-teman pengurus pondok pesantren Hasan Al-Jufri Bawean.

Pada pengamatan ketiga ini, penulis bersama rekan-rekan menuju lokasi Pantai Mayangkara kembali, mengingat lokasinya bagus dan nyaman untuk pengamatan. Pemotretan fajar kami mulai jam 03.23 WIB hingga 04.40 WIB menggunakan kamera Xiaomi 12T.

Adapun prediksi munculnya fajar menggunakan aplikasi *Stellarium* untuk melihat titik kemunculan matahari di ufuk dan program *Accurate Times* untuk melihat jadwal waktu salat, waktu subuh terjadi pada jam 04.17 WIB (setelah ikhtiyat) ketika posisi matahari berada pada ketinggian $-20^{\circ} 18' 11''$.

Analisis secara visual, agak sedikit susah dikarenakan di ufuk timur banyak kapal-kapal yang berlayar. Hal ini membuat polusi cahaya yang sangat mengganggu. Kondisi lokasi saat pengamatan berdasarkan informasi dari aplikasi cuaca bernama *Zoom Earth* berkisar 79%. Adapun ketinggian lokasi pengamatan di Pantai Mayangkara

berdasarkan *Google Earth* yaitu 4 mdpl (meter dari permukaan laut).

```

By the Name of Allah
International Astronomical Center
Accurate Times 5.7, By Mohammad Odeh

* Settings:-
- Prayer times for: 20/08/2023 CE
- INDONESIA Bawean mayangkara, Long: 112:43:09.0, Lat: -05:44:14.0,
  Ele:0.0, Zone:7,00
- No Summer Time.
- Height above mean sea-level affects rise and set events.
- Sub. Fajr: 0 Min, Sub. Shuroq: 0 Min, Add Dhohur: 0 Min, Add Asr: 0
  Min, Add Maghreb: 0 Min
- Fajr Angle: 20 , Isha Angle: 18
- Refraction: Temp.: 24 °C Pres.: 1010 mb Humidity: 78 % Temp.Rate:
  0.0065 K/s
- Mazhab: Standard
- City Settings: 0 Km.
- Delta T: 73,7 Second(s)
=====
Date      Fajr      Shuroq    Dhohur    Asr      Maghreb    Isha
          B. Twi.    Sunrise  Transit   -----  Sunset     E. Twi.
20/08/2023 04.15.43 05.34.41 11.32.40 14.53.18 17.30.43 18.41.26
=====

* Remarks:-
- Date format: dd/mm/yyyy.
- The Symbol '*' before the date, refers to Summer Time.
- Fajr: Beginning of Astronomical Twilight.
- Shuroq: Sunrise.
- Dhohur: Transit of Sun.
- Maghreb: Sunset.
- Isha: End of Astronomical Twilight.
- ----: There is no event.
- Up: The Sun is always above horizon.
- Down: The Sun is always below horizon.
- Bright: The sky is always bright.
- Dark: The sky is always dark.

```

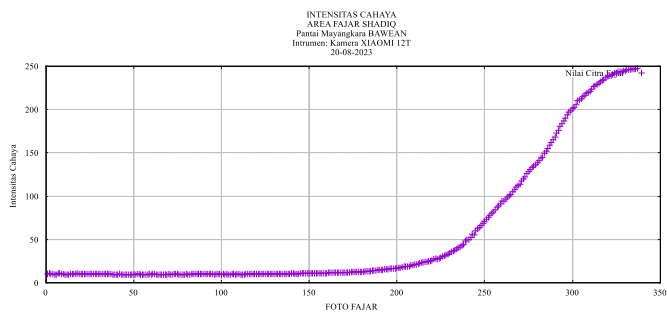
Gambar 4.9 Jadwal waktu salat Pantai Mayangkara pada
Accurate Times.



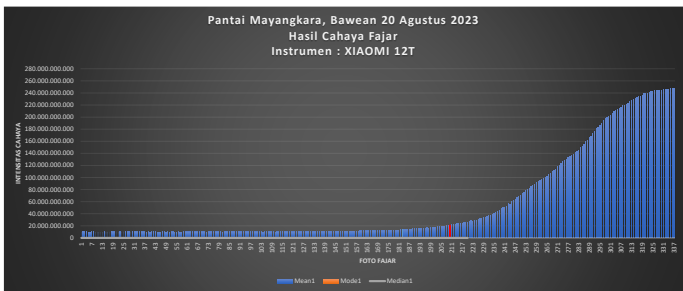
Gambar 4.10 Citra fajar Pantai Mayangkara 20-8-2023.

Untuk analisis data-numeriknya akan menyusahkan jika dengan perhitungan manual dalam membaca angka-angka

nya, maka dari itu penulis menggunakan *software Excel* dan *GNUPlot*, agar membuat grafiknya bisa lebih terbaca.



Gambar 4.11 Grafik intensitas cahaya fajar Pantai Mayangkara.



Gambar 4.12 Grafik intensitas cahaya fajar di *Excel*.

Memperhatikan alur grafik di atas, penulis menegaskan terjadinya terbit fajar adalah ketika grafik mulai naik sebagai petunjuk adanya cahaya fajar *ṣādiq* dan terjadi pada garis ke 210, secara foto citra berarti foto ke 210 yang diambil pada pukul 04.11 WIB dan ketinggian matahari $-21^{\circ} 21' 51''$.

Tabel 4.3 Nilai intensitas cahaya fajar Pantai Mayangkara 20-8-2023.

No. Citra	Mean1	Mode1	Median1
210	21.320.037.842	34	21

4. Hasil Pengamatan Fajar pada tanggal 20 September 2023

Pada tanggal 20 September 2023 merupakan pengamatan perdana penulis sendirian di Bukit Sikunir.

Pada pengamatan perdana ini, penulis mencoba mencari pengamatan yang ideal di atas bukit ini, akan tetapi banyak tantangan dimana tentunya harus naik sendirian pada jam 3 pagi, dimana hal ini agak sedikit susah disamping *summit* sendirian ada juga larangan dari warga setempat karena lampu rute belum dinyalakan oleh pengurus wisata disana. Bagaimanapun saya terpaksa naik sendirian menggunakan lampu senter dan lagu yang saya putar untuk menghindari ketakutan pada diri penulis.

Penulis sempat kelelahan karena baru pertama kali Bukit Sikunir dan ini membutuhkan waktu sekitar 40 menitan. Alhasil penulis melihat jam tangan menunjukkan angka kurang lebih 03.40 WIB, seketika itu langsung pasang tripod dan kamera hp guna memotret fajar. Hp yang penulis gunakan adalah POCO X3 NFC. Potret fajar dimulai jam 03.56 WIB hingga 05.08 WIB.

Bukit Sikunir berkoordinat $-7^{\circ}14'21''$ LS $109^{\circ}55'28''$ BT. Yang tidak diketahui penulis adalah, arah ufuk timur ternyata sedikit terhalang semak dan pohon. Akan tetapi

tetap penulis lakukan mengingat sudah hampir jam 04.00 WIB, jika mencari lokasi lain tentunya akan membuang waktu lebih banyak lagi.

Adapun prediksi munculnya fajar menggunakan aplikasi *Stellarium* untuk melihat titik kemunculan matahari di ufuk dan program *Accurate Times* untuk melihat jadwal waktu salat, dimana subuh terjadi pada jam 04.16 WIB (setelah ikhtiyat) ketika posisi matahari berada pada ketinggian $-20^{\circ} 18' 19''$.

Analisis secara visual, agak sedikit susah dikarenakan di ufuk timur banyak awan dan cahaya kota. Hal ini membuat polusi cahaya yang sedikit mengganggu. Kondisi lokasi saat pengamatan berdasarkan informasi dari aplikasi cuaca bernama *Zoom Earth* berkisar 80%. Adapun ketinggian lokasi pengamatan di Bukit Sikunir berdasarkan *Google Earth* yaitu 2258 mdpl (meter dari permukaan laut).

By the Name of Allah
International Astronomical Center
Accurate Times 5.7, By Mohammad Odeh

* Settings:-
 - Prayer times for: 20/09/2023 CE
 - INDONESIA Dieng bukit sikunir, Long: 109:55:29,0, Lat: -07:14:21,0,
 Ele:2258,0, Zone:7,00
 - No Summer Time.
 - Height above mean sea-level affects rise and set events.
 - Sub. Fajer: 0 Min, Sub. Shuroq: 0 Min, Add Dhohur: 0 Min, Add Asr: 0
 Min, Add Maghreb: 0 Min
 - Fajer Angle: 20 , Isha Angle: 18
 - Refraction: Temp.: 8 °C Pres.: 1010 mb Humidity: 81 % Temp.Rate:
 0,0055 K/m
 - Nazhab: Standard
 - City Settings: 0 Km.
 - Delta T: 73,7 Second(s)

Date	Fajer B. Twi.	Shuroq Sunrise	Dhohur Transit	Asr -----	Maghreb Sunset	Isha E. Twi.
20/09/2023	04.14.04	05.23.51	11.33.56	14.47.20	17.44.07	18.45.51

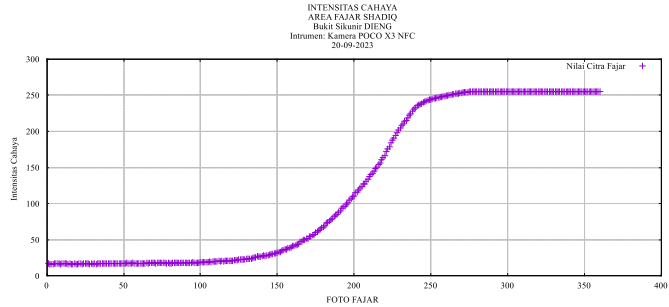
* Remarks:-
 - Date format: dd/mm/yyyy.
 - The Symbol '*' before the date, refers to Summer Time.
 - Fajer: Beginning of Astronomical Twilight.
 - Shuroq: Sunrise.
 - Dhohur: Transit of Sun.
 - Maghreb: Sunset.
 - Isha: End of Astronomical Twilight.
 - ----: There is no event.
 - Up: The Sun is always above horizon.
 - Down: The Sun is always below horizon.
 - Bright: The sky is always bright.
 - Dark: The sky is always dark.

Gambar 4.13 Jadwal waktu salat Bukit Sikunir pada *Accurate Times*.

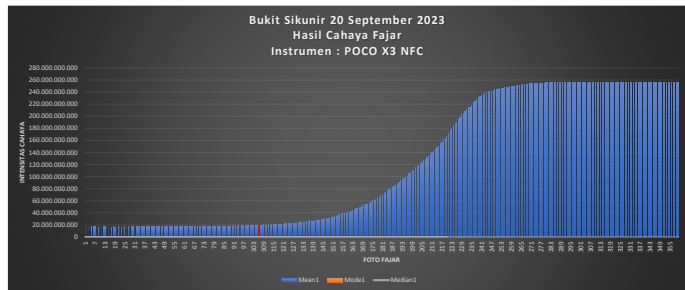


Gambar 4.14 Citra Fajar Bukit Sikunir 20-9-2023.

Untuk analisis hasil data numerik, penulis gunakan *software GNUPlot* dan *Excel* agar lebih memudahkan dalam membuat grafik.



Gambar 4.15 Grafik intensitas cahaya fajar Bukit Sikunir.



Gambar 4.16 Grafik intensitas cahaya fajar di *Excel*.

Memperhatikan alur grafik di atas, penulis menegaskan terjadinya terbit fajar adalah ketika grafik mulai naik sebagai petunjuk adanya cahaya fajar *ṣādiq* dan terjadi pada garis ke 105, secara foto citra berarti foto ke 105 yang diambil pada pukul 04.17 WIB dan ketinggian matahari $-19^{\circ} 27' 45''$.

Tabel 4.4 Nilai intensitas cahaya fajar Bukit Sikunir 20-9-2023.

No. Citra	Mean1	Mode1	Median1
105	18.792.764.664	21	19

5. Hasil Pengamatan Fajar pada tanggal 22 September 2023

Pada tanggal 22 September 2023 merupakan pengamatan kedua penulis di Bukit Sikunir

Pada pengamatan kedua ini, penulis sedikit was-was dengan dinginnya pagi, karena pada 21 September hari sebelumnya penulis meriang karena kedinginan yang sangat parah, alhasil 21 September penelitian penulis kosongkan.

Ketika sampai puncak, ternyata ada pendaki lain yang sudah stay berjumlah 2 orang. Pengambilan citra pada jam 03.50 WIB hingga 05.03 WIB. Ketika pengambilan berjalan 7 menit, tiba-tiba kabut tebal datang dengan angin kencang. Alhasil selama pemotretan, yang bisa ditangkap hanya penuh kabut saja. Kabut ini terus berlanjut hingga jam 7.

Adapun prediksi munculnya fajar menggunakan aplikasi *Stellarium* untuk melihat titik kemunculan matahari di ufuk dan program *Accurate Times* untuk melihat jadwal waktu salat, dimana subuh terjadi pada jam 04.14 WIB (setelah ikhtiyat) ketika posisi matahari berada pada ketinggian $-20^{\circ} 18' 25''$.

Kondisi lokasi saat pengamatan berdasarkan informasi dari website cuaca bernama *Weather Spark* berkisar 87%. Adapun ketinggian lokasi pengamatan di Bukit Sikunir berdasarkan *Google Earth* yaitu 2258 mdpl (meter dari permukaan laut).

By the Name of Allah
International Astronomical Center
Accurate Times 5.7, By Muhammad Odeh

```

* Settings:-
- Prayer times for: 22/09/2023 CE
- INDONESIA Dleqg bukit sikunir, Long: 109:55:29.0, Lat: -07:14:21.0,
  El: 2258.0, Sme: 17.00
- No Summer Time.
- Height above mean sea-level affects rise and set events.
- Sub. Fajer: 0 Min, Sub. Shuroq: 0 Min, Add Dhohur: 0 Min, Add Asr: 0
  Min, Add Maghreb: 0 Min
- Fajer Angle: 20 , Isha Angle: 18
- Refraction: Temp.: 8 °C Pres.: 1010 mb Humidity: 81 % Temp.Rate:
  0.0065 K/s
- Mazhab: Standard
- City Settings: 0 Km.
- Delta T: 73.7 Second(s)
=====
Date      Fajer    Shuroq    Dhohur    Asr      Maghreb    Isha
          B. Twi.   Sunrise  Transit  -----  Sunset     E. Twi.
22/09/2023 04.12.57 05.22.45 11.33.13 14.45.47 17.43.48 18.45.33
=====
* Remarks:-
- Date format: dd/mm/yyyy.
- The Symbol '*' before the date, refers to Summer Time.
- Fajer: Beginning of Astronomical Twilight.
- Shuroq: Sunrise.
- Dhohur: Transit of Sun.
- Maghreb: Sunset.
- Isha: End of Astronomical Twilight.
- -----: There is no event.
- Up: The Sun is always above horizon.
- Down: The Sun is always below horizon.
- Bright: The sky is always bright.
- Dark: The sky is always dark.

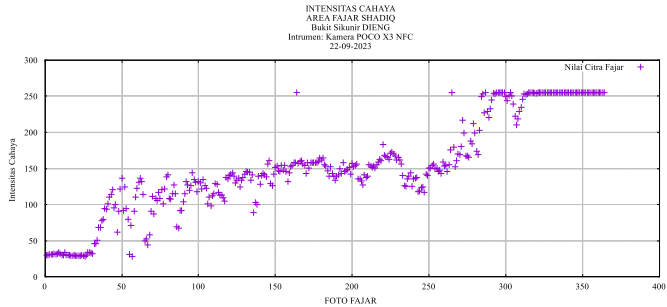
```

Gambar 4.17 Jadwal waktu salat Bukit Sikunir pada *Accurate Times*.



Gambar 4.18 Citra fajar Bukit Sikunir 22-9-2023.

Untuk analisis visual terlihat susah karena kabut, penulis gunakan data-numerik hasil pengamatan untuk di olah menjadi grafik di *software GNUPlot* dan *Excel*.



Gambar 4.19 Grafik intensitas cahaya fajar Bukit Sikunir.



Gambar 4.20 Grafik intensitas cahaya fajar di *Excel*.

Pada penjelasan grafik diatas karena penelitian kali ini penuh kabut, penulis mencoba mencocokkan beberapa grafik yang menunjukkan kenaikan disaat kabut terpapar oleh cahaya matahari. Dimana kenaikan grafik dimulai pada garis ke 122 yaitu pada pukul 04.15 WIB dan ketinggian matahari $-19^{\circ} 44' 57''$.

Penulis menggunakan dua grafik dikarenakan untuk meminimalisir grafik ketika data lapangan terhalang seperti kabut diatas. Untuk membuat garis potong lebih mudah di *Excel* karena tidak perlu *coding* seperti di *GNUPlot*.

Tabel 4.5 Nilai intensitas cahaya fajar Bukit Sikunir 22-9-2023.

No. Citra	Mean1	Mode1	Median1
122	144.204.101.562	144	145

6. Hasil Pengamatan Fajar pada tanggal 23 September 2023

Pada tanggal 23 September 2023 merupakan pengamatan ketiga penulis.

Pada pengamatan ketiga ini, penulis mulai terbiasa mendaki Bukit Sikunir dengan hanya waktu kurang lebih 15-20 menit untuk sampai ke puncak

Adapun prediksi munculnya fajar menggunakan aplikasi *Stellarium* untuk melihat titik kemunculan matahari di ufuk dan program *Accurate Times* untuk melihat jadwal waktu salat, dimana subuh terjadi pada jam 04.14 WIB (setelah ikhtiyat) ketika posisi matahari berada pada ketinggian $-20^{\circ} 18' 30''$.

Kondisi lokasi saat pengamatan berdasarkan informasi dari aplikasi cuaca bernama *Zoom Earth* berkisar 83%. Adapun ketinggian lokasi pengamatan di Bukit Sikunir berdasarkan *Google Earth* yaitu 2258 mdpl (meter dari permukaan laut).

By the Name of Allah
International Astronomical Center
Accurate Times 5.7, By Mohammad Odeh

* Settings:-
- Prayer times for: 23/09/2023 CE
- INDONESIA Dieng bukit sikunir, Long: 109:55:29,0, Lat: -07:14:21,0,
Elev:2250,0, Zone:7,00
- No Summer Time.
- Height above mean sea-level affects rise and set events.
- Sub. Fajeri: 0 Min, Sub. Shuroqi: 0 Min, Add Dhohuri: 0 Min, Add Asr: 0
Min, Add Maghreb: 0 Min
- Fajer Angle: 20 , Isha Angle: 18
- Refraction: Temp.: 8 °C Pres.: 1010 mb Humidity: 81 % Temp.Rate:
0,0063 K/s
- Mazhab: Standard
- City Settings: 0 Km.
- Delta T: 73,7 Second(s)

=====

Date	Fajer B. Twi.	Shuroq Sunrise	Dhohur Transit	Asr -----	Maghreb Sunset	Isha E. Twi.
23/09/2023	04.12.23	05.22.12	11.32.52	14.45.00	17.43.38	18.45.24

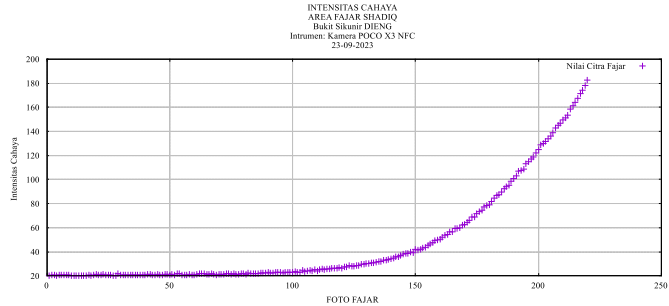
=====

* Remarks:-
- Date format: dd/mm/yyyy.
- The Symbol '*' before the date, refers to Summer Time.
- Fajer: Beginning of Astronomical Twilight.
- Shuroq: Sunrise.
- Dhohur: Transit of Sun.
- Maghreb: Sunset.
- Isha: End of Astronomical Twilight.
- ----: There is no event.
- Up: The Sun is always above horizon.
- Down: The Sun is always below horizon.
- Bright: The sky is always bright.
- Dark: The sky is always dark.

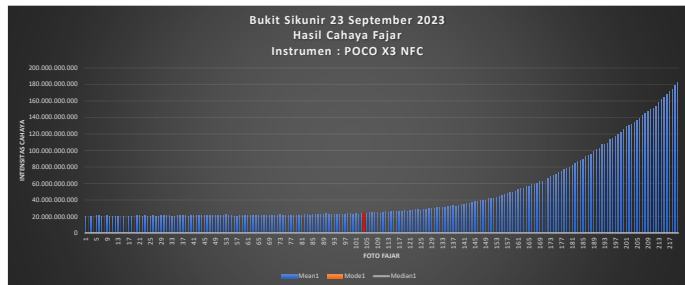
Gambar 4.21 Jadwal waktu salat Bukit Sikunir pada *Accurate Times*.



Gambar 4.22 Citra fajar Bukit Sikunir 23-9-2023.



Gambar 4.23 Grafik intensitas cahaya fajar Bukit Sikunir.



Gambar 4.24 Grafik intensitas cahaya fajar di *Excel*.

Memperhatikan alur grafik di atas, penulis menegaskan terjadinya terbit fajar adalah ketika grafik mulai naik sebagai petunjuk adanya cahaya fajar *ṣādiq* dan terjadi pada garis ke 104, secara foto citra berarti foto ke 104 yang diambil pada pukul 04.14 WIB dan ketinggian matahari $-19^{\circ} 43' 33''$.

Tabel 4.6 Nilai intensitas cahaya fajar Bukit Sikunir 23-9-2023.

No. Citra	Mean1	Mode1	Median1
104	24.398.443.222	24	25

7. Hasil Pengamatan Fajar pada tanggal 24 September 2023

Pada tanggal 24 September 2023 merupakan pengamatan terakhir penulis.

Pada pengamatan terakhir ini yaitu pada hari ahad, penulis tidak tahu ternyata Bukit Sikunir sangat ramai, alhasil disisi lain merasa tidak takut disisi lain pula sedikit susah mencari celah untuk peletakan tripod karena ramai yang sudah ada di puncak.

Adapun prediksi munculnya fajar menggunakan aplikasi *Stellarium* untuk melihat titik kemunculan matahari di ufuk dan program *Accurate Times* untuk melihat jadwal waktu salat, dimana subuh terjadi pada jam 04.13 WIB (setelah ikhtiyat) ketika posisi matahari berada pada ketinggian $-20^{\circ} 18' 19''$.

Kondisi lokasi saat pengamatan berdasarkan informasi dari aplikasi cuaca bernama *Zoom Earth* berkisar 85%. Adapun ketinggian lokasi pengamatan di Bukit Sikunir berdasarkan *Google Earth* yaitu 2258 mdpl (meter dari permukaan laut).

By the Name of Allah
International Astronomical Center
Accurate Times 5.7, By Mohammad Odeh

* Settings:-
- Prayer times for: 24/09/2023 CE
- INDONESIA Dieng bukit sikunir, Long: 109:55:29,0, Lat: -07:14:21,0,
Eles:2258,0, Sone:1,00
- No Summer Time.
- Height above mean sea-level affects rise and set events.
- Sub. Fajeri: 0 Min, Sub. Shuroq: 0 Min, Add Dhohur: 0 Min, Add Asr: 0
Min, Add Maghreb: 0 Min
- Fajer Angle: 20 , Isha Angle: 18
- Refraction: Temp.: 8 °C Pres.: 1010 mb Humidity: 81 % Temp.Rate:
0,0065 K/s
- Mazhab: Standard
- City Settings: 0 Km.
- Delta T: 73,7 Second(s)

=====

Date	Fajer B. Twi.	Shuroq Sunrise	Dhohur Transit	Asr -----	Maghreb Sunset	Isha E. Twi.
24/09/2023	04.11.50	05.21.39	11.32.31	14.44.12	17.43.29	18.45.16

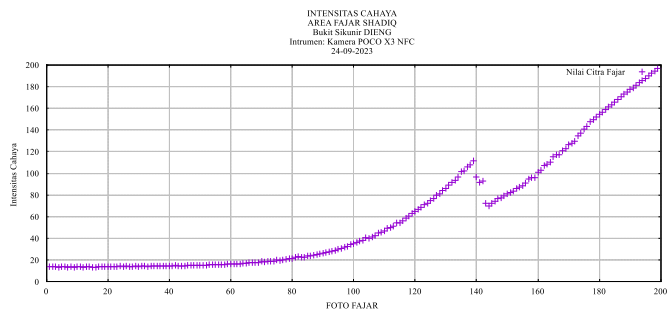
=====

* Remarks:-
- Date format: dd/mm/yyyy.
- The Symbol '*' before the date, refers to Summer Time.
- Fajer: Beginning of Astronomical Twilight.
- Shuroq: Sunrise.
- Dhohur: Transit of Sun.
- Maghreb: Sunset.
- Isha: End of Astronomical Twilight.
- ----: There is no event.
- Up: The Sun is always above horizon.
- Down: The Sun is always below horizon.
- Bright: The sky is always bright.
- Dark: The sky is always dark.

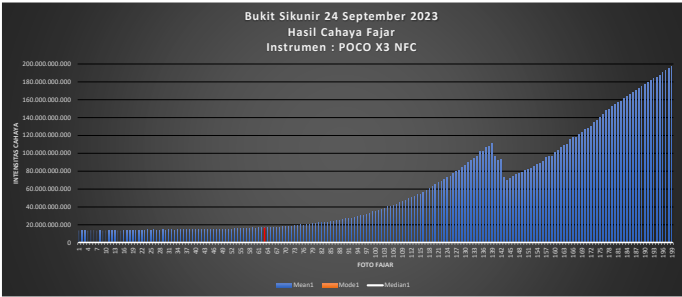
Gambar 4.25 Jadwal waktu salat Bukit Sikunir pada *Accurate Times*.



Gambar 4.26 Citra fajar Bukit Sikunir 24-9-2023.



Gambar 4.27 Grafik intensitas cahaya fajar Bukit Sikunir.



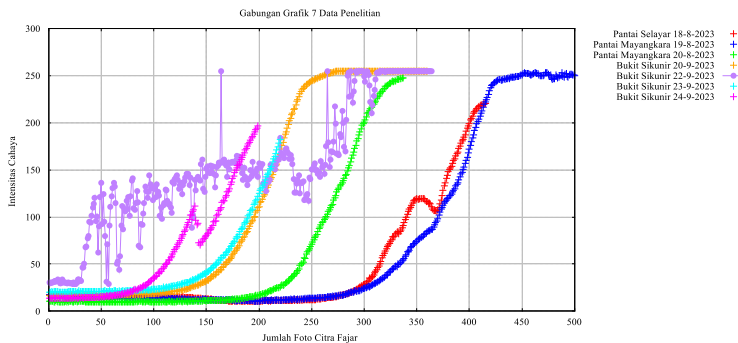
Gambar 4.28 Grafik intensitas cahaya fajar di *Excel*.

Memperhatikan alur grafik di atas, penulis menegaskan terjadinya terbit fajar adalah ketika grafik mulai naik sebagai petunjuk adanya cahaya fajar *ṣādiq* dan terjadi pada garis ke 63, secara foto citra berarti foto ke 63 yang diambil pada pukul 04.19 WIB dan ketinggian matahari $-18^{\circ} 20' 51''$.

Tabel 4.7 Nilai intensitas cahaya fajar Bukit Sikunir 24-9-2023.

No. Citra	Mean1	Mode1	Median1
63	16.589.069.366	19	17

Berikut ini hasil grafik dari data numerik penelitian yang diolah pada *software GNUPlot* karena lebih mudah memasukkan muatan file data menjadi satu grafik.



Gambar 4.29 Grafik gabungan 7 observasi fajar.

Tabel 4.8 Nilai intensitas cahaya fajar total penelitian.

Lokasi	No. Citra	Mean1	Mode1	Median1
Pantai Selayar	285	19.392.774.582	0	23
Pantai Mayangkara	287	19.982.627.869	9	19
Pantai Mayangkara	210	21.320.037.842	34	21
Bukit Sikunir	105	18.792.764.664	21	19
Bukit Sikunir	122	144.204.101.562	144	145

Bukit Sikunir	104	24.398.443.222	24	25
Bukit Sikunir	63	16.589.069.366	19	17

Berdasarkan grafik penelitian yang telah dilakukan, bahwa hasil yang didapat kisaran -21° sampai -17° . Hal ini sangat mungkin terjadi dan merupakan sesuatu hal yang wajar, mengingat kondisi langit yang terkadang cerah dan kadang mendung, adanya polusi cahaya. Ketinggian matahari -20° dibawah ufuk memang bisa dijadikan patokan yang tentunya didasarkan oleh rata-rata atmosfer. Dalam kondisi tertentu sangat mungkin fajar bisa muncul di atas -20° dibawah ufuk cahaya fajar sudah dapat terdeteksi.

Fenomena *twilight*, baik sebelum matahari terbit (before sunrise) maupun setelah matahari terbenam (after sunset), menciptakan gradasi warna yang menarik di langit. Kondisi ini dipengaruhi oleh kelembaban di atmosfer. Warna-warna yang muncul seringkali terlihat di dekat kaki langit (*horizon*), dengan variasi warna seperti biru, merah muda, bahkan merah. Berdasarkan kajian kualitatif, ilmuwan menduga adanya keterkaitan antara warna saat *twilight* dengan kondisi atmosfer. Hal ini diperkuat oleh pendapat Van de Hulst yang menyatakan bahwa warna langit selama *twilight* dipengaruhi oleh distribusi kelembaban atmosfer.¹⁵³

¹⁵³ H. C. Van De Hulst, "Origin of the Radio Waves from Space," *Classics in Radio Astronomy* 210 (1982): 302–316,

Frederic Zagury menjelaskan bahwa pada awalnya belum ada metode khusus untuk mengkaji hamburan sinar matahari.¹⁵⁴ Namun, seiring berkembangnya penelitian, kajian terus dilakukan sehingga ditemukan hubungan antara variasi warna langit dengan kondisi atmosfer. Penelitian ini memunculkan pertanyaan tentang warna biru lebih di siang hari, sedangkan warna lain seperti hijau (*green flash*) jarang terlihat. Kajian lebih lanjut terkait hal ini bertujuan untuk memahami dinamika atmosfer yang memengaruhi warna langit secara mendalam.

Penulis menggunakan tabel kelembaban udara terhadap cahaya fajar yang dikategorisasikan oleh Nihayatur Rohmah sebagai acuan:

No.	Kategori	Interval tingkat kelembaban	Warna Fajar
1	Rendah	66%-79%	Putih buram
2	Sedang	81%-89%	Putih buram, Kuning, Biru terang, Orange
3	Tinggi	90%-94%	Orange, Biru tua, Kuning, Hitam

Sumber : Nihayatur Rohmah, *Kajian Ketampakan Fajar dan Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi* (disertasi doctoral, Universitas Islam Negeri Walisongo, 2014), 177.

https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-009-7752-5_34?utm_source=chatgpt.com.

¹⁵⁴ Frederic Zagury, "The Color of the Sky," *Atmospheric and Climate Sciences* 02, no. 04 (2012): 510–517,

https://www.scirp.org/journal/paperinformation?paperid=24294&utm_source=chatgpt.com.

Merujuk pada hasil analisis dan melihat kategori kelembaban udara beserta warna fajar, penulis dapat mengidentifikasi posisi astronomis matahari yang memberikan efek warna fajar, juga ketinggian tempat mempengaruhi:

Tabel 4.9 Hasil analisis Tingkat Kelembaban, Warna Langit, Intensitas cahaya dan Ketinggian Matahari.

Lokasi	MDPL	Altitude Matahari	Intensitas Cahaya Fajar	Warna Langit	Nilai Kelembaban
Pantai Selayar	0	-17° 44' 0"	19.392.774.582	Putih buram - Merah buram	78%
Pantai Mayangkara	4	-18° 05' 52"	19.982.627.869	Buram merah (sedikit gelap)	79%
Pantai Mayangkara	4	-21° 21' 51"	21.320.037.842	Putih buram (Gelap mendung)	79%
Bukit Sikunir	2258	-19° 27' 45"	18.792.764.664	Buram merah (gelap)	80%
Bukit Sikunir	2258	-19° 44' 57"	144.204.101.562	Penuh Buram - Penuh kabut	87%
Bukit Sikunir	2258	-19° 43' 33"	24.398.443.222	Putih buram - Merah buram	83%
Bukit Sikunir	2258	-18° 20' 51"	16.589.069.366	Merah buram - Kuning orange (Gelap)	85%

Berdasarkan hasil analisis, saat posisi matahari berada pada ketinggian antara -17° hingga -18° (seperti yang tercatat di beberapa lokasi pada tabel), warna langit yang terlihat adalah putih buram hingga merah buram, yang menunjukkan transisi antara fajar *ṣādiq* dan kondisi langit yang semakin terang. Misalnya, di Pantai Selayar, dengan 0 MDPL dan posisi

matahari pada $-17^{\circ} 44' 0''$, langit terlihat putih buram hingga merah buram dengan kelembaban 78%.

Di lokasi dengan ketinggian yang lebih tinggi, seperti Bukit Sikunir (2258 MDPL), posisi matahari yang lebih rendah nilainya (sekitar -19° hingga -21° dari ufuk) menunjukkan kondisi warna langit yang lebih gelap dan buram, seperti merah buram atau kabut penuh. Disini, kelembaban udara yang tercatat lebih tinggi (antara 80% hingga 87%) berkontribusi pada ketampakan warna langit yang lebih gelap dan buram, yang dapat mempengaruhi ketajaman warna fajar yang terlihat.

Dengan demikian, perbedaan ketinggian (MDPL), posisi matahari, dan kelembaban udara saling berhubungan dalam mempengaruhi ketampakan warna langit dan perhitungan waktu fajar. Faktor-faktor ini juga menjelaskan mengapa di beberapa lokasi dengan kelembaban yang lebih tinggi, warna langit cenderung lebih buram atau gelap, meskipun posisi matahari berada pada kisaran yang serupa

B. Analisis Pengaruh Tingkat Kelembaban Udara dan Intensitas Cahaya Fajar terhadap Awal Waktu Subuh.

Berikut ini hasil analisis penulis tentang pengaruh tingkat kelembaban udara dan intensitas cahaya fajar citra fajar dengan fokus kajian seberapa pengaruh terhadap awal waktu subuh.

Tabel 4.10 Hasil Analisis Tingkat Kelembaban Udara & Ketampakan Citra Fajar.

Tanggal	Lokasi	Foto Ke	Fajar Hasil Analisis (WIB)	Awal Waktu Subuh (WIB)	Selisih Waktu (Menit)	Altitude Matahari Waktu Citra	Nilai Kelembaban	Warna Langit
---------	--------	---------	----------------------------	------------------------	-----------------------	-------------------------------	------------------	--------------

18/08/2023	Pantai Selayar	285	04.27.02	04.18.00	+9 menit 2 detik	-17° 44' 0"	78%	Putih buram - Merah buram
19/08/2023	Pantai Mayangkara	287	04.25.02	04.17.00	+8 menit 2 detik	-18° 05' 52"	79%	Buram merah (sedikit gelap)
20/08/2023	Pantai Mayangkara	210	04.11.22	04.17.00	-5 menit 38 detik	-21° 21' 51"	79%	Putih buram (Gelap)
20/09/2023	Bukit Sikunir	105	04.17.28	04.16.00	+1 menit 28 detik	-19° 27' 45"	80%	Buram merah (gelap)
22/09/2023	Bukit Sikunir	122	04.15.12	04.14.00	+1 menit 12 detik	-19° 44' 57"	87%	Penuh Buram - Penuh kabut
23/09/2023	Bukit Sikunir	104	04.14.44	04.14.00	+0 menit 44 detik	-19° 43' 33"	83%	Putih buram - Merah buram
24/09/2023	Bukit Sikunir	63	04.19.44	04.13.00	+6 menit 44 detik	-18° 20' 51"	85%	Merah buram - Kuning orange (Gelap)

Tabel 4.11 Nilai intensitas cahaya fajar pada semua lokasi penelitian.

Lokasi	No. Citra	Mean1	Mode1	Median1
Pantai Selayar	285	19.392.774.582	0	23

Pantai Mayangkara	287	19.982.627.869	9	19
Pantai Mayangkara	210	21.320.037.842	34	21
Bukit Sikunir	105	18.792.764.664	21	19
Bukit Sikunir	122	144.204.101.562	144	145
Bukit Sikunir	104	24.398.443.222	24	25
Bukit Sikunir	63	16.589.069.366	19	17

Dari data yang disajikan, berikut kesimpulan yang dapat diambil terkait pengaruh kelembaban udara dan intensitas cahaya fajar terhadap awal waktu subuh:

1. Hubungan Kelembaban Udara dengan Intensitas Cahaya Fajar

- Kelembaban tinggi (di atas 80%) cenderung dikaitkan dengan kondisi warna langit yang buram atau penuh kabut, seperti pada pengamatan di Bukit Sikunir (22/09/2023 dan 23/09/2023). Hal ini menunjukkan bahwa kelembaban tinggi memengaruhi transparansi atmosfer, sehingga mengurangi intensitas cahaya fajar.
- Pada lokasi dengan kelembaban lebih rendah (di bawah 80%), intensitas cahaya lebih bervariasi. Contohnya adalah Pantai Mayangkara, di mana

kelembaban 79% masih menunjukkan warna fajar buram merah, namun lebih terang dibandingkan lokasi dengan kelembaban yang lebih tinggi.

2. Pengaruh Intensitas Cahaya terhadap Waktu Subuh

- Lokasi dengan nilai mean, mode, dan median cahaya lebih tinggi (contohnya Pantai Mayangkara pada 20/08/2023 dengan Mean 21.320.037.842) memiliki waktu fajar lebih awal, yaitu 04.11.22 WIB. Hal ini menunjukkan bahwa intensitas cahaya yang lebih tinggi berkontribusi pada percepatan pengamatan waktu subuh.
- Sebaliknya, lokasi dengan nilai cahaya lebih rendah (contohnya Bukit Sikunir pada 24/09/2023 dengan Mean 16.589.069.366) memiliki waktu fajar yang lebih lambat, yaitu 04.19.44 WIB.

3. Faktor Altitude Matahari

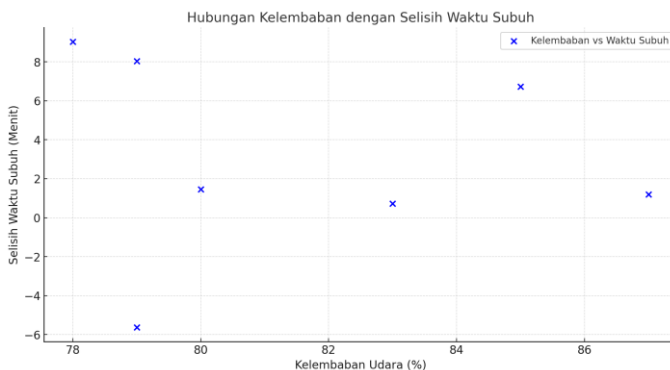
- Ketinggian matahari saat citra diambil memengaruhi kejelasan cahaya fajar. Lokasi dengan altitude lebih rendah (contohnya Bukit Sikunir, $-19^{\circ} 44' 57''$) menunjukkan waktu subuh yang lebih dekat dengan jadwal astronomis dibandingkan lokasi dengan altitude lebih tinggi.

Kesimpulan Umum

- Tingkat kelembaban udara yang tinggi cenderung menunda pengamatan waktu subuh akibat atmosfer yang lebih buram, yang mengurangi intensitas cahaya fajar.
- Intensitas cahaya fajar dipengaruhi oleh ketinggian matahari dan karakteristik atmosfer setempat, termasuk kadar kelembaban.
- Analisis ini menunjukkan hubungan kompleks antara kondisi atmosfer dan intensitas cahaya fajar, di mana lokasi dengan atmosfer lebih bersih dan kelembaban lebih rendah memungkinkan waktu subuh yang lebih sesuai dengan jadwal astronomis.

Berikut grafik hubungan:

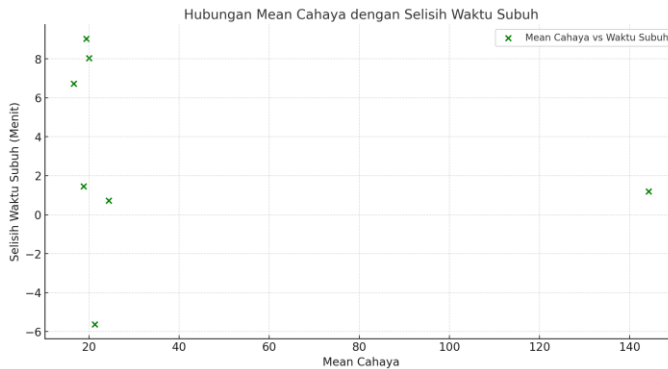
- Hubungan Kelembaban dengan Selisih Waktu Subuh**
Terlihat bahwa kelembaban yang lebih tinggi cenderung menyebabkan selisih waktu subuh lebih kecil atau mendekati jadwal astronomis.



Gambar 4.30 kelembaban dengan selisih waktu subuh.

ii. **Hubungan Mean Cahaya dengan Selisih Waktu Subuh**

Lokasi dengan intensitas cahaya (mean cahaya) yang lebih tinggi cenderung memiliki selisih waktu subuh lebih kecil, sementara cahaya yang lebih rendah berkontribusi pada keterlambatan.

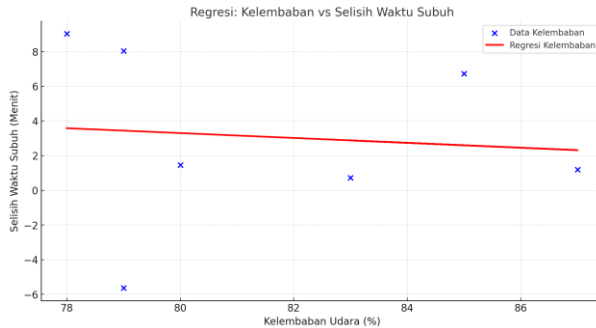


Gambar 4.31 Intensitas cahaya dengan selisih waktu subuh.

Berikut grafik dan hasil regresi:

i. **Regresi Kelembaban vs Selisih Waktu Subuh**

- Persamaan regresi: Selisih Waktu Subuh =
 $-0.141 \times \text{Kelembaban} + 14.559$
- Hubungan negatif: semakin tinggi kelembaban, selisih waktu subuh cenderung menurun.



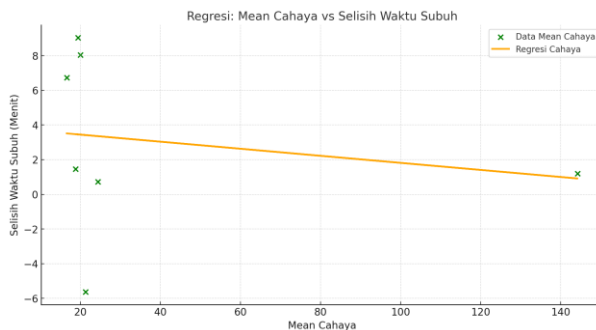
Gambar 4.32 Regresi kelembaban dengan selisih waktu subuh.

ii. Regresi Mean Cahaya vs Selisih Waktu Subuh

- Persamaan regresi : Selisih Waktu Subuh =

$$-0.020 \times \text{Mean Cahaya} + 3.851$$

- Hubungan negatif: semakin tinggi intensitas cahaya, selisih waktu subuh cenderung menurun.



Gambar 4.33 Regresi intensitas cahaya dengan selisih waktu subuh.

Hasil ini menunjukkan bahwa baik kelembaban udara maupun intensitas cahaya memiliki pengaruh langsung

terhadap waktu subuh, dengan efek yang lebih kuat dari kelembaban.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

1. Pengaruh Kelembaban Udara terhadap Intensitas Cahaya Fajar.

Tingkat kelembaban udara memiliki pengaruh signifikan terhadap intensitas cahaya fajar. Lokasi dengan kelembaban tinggi cenderung menghasilkan intensitas cahaya yang lebih tinggi, meskipun warna langit terlihat lebih buram atau berkabut. Sebagai contoh, di Bukit Sikunir dengan kelembaban 87%, intensitas cahaya fajar lebih tinggi dibandingkan Pantai Selayar yang memiliki kelembaban 78%. Hal ini menunjukkan bahwa partikel air di udara dengan kelembaban tinggi memantulkan lebih banyak cahaya, sehingga meningkatkan intensitasnya.

2. Pengaruh Kelembaban Udara terhadap Akurasi Waktu Salat Subuh.

Tingkat kelembaban udara juga memengaruhi akurasi jadwal waktu salat Subuh, terutama jika didasarkan pada pengamatan visual terhadap *fajr sādīq*. Analisis regresi menunjukkan bahwa lokasi dengan kelembaban tinggi, seperti Bukit Sikunir, menghasilkan waktu fajar yang lebih mendekati jadwal Accurate Times, dengan selisih waktu hanya +1 menit 28 detik hingga +6 menit 44 detik. Sebaliknya, pada lokasi dengan kelembaban lebih rendah seperti Pantai Mayangkara (79%), selisih waktu lebih bervariasi, yakni -5 menit 38 detik hingga +8 menit 2 detik.

Hal ini menegaskan bahwa kelembaban tinggi memberikan pengaruh yang lebih stabil terhadap intensitas cahaya dan waktu awal fajar, sehingga mendukung akurasi penentuan awal waktu Subuh.

Untuk observasi fajar yang ideal, pilih lokasi dengan kelembaban tinggi (di atas 80%) dan ketinggian minimal 500 meter, serta minim polusi cahaya (radiance 0.50 nW/cm²/sr atau SQM 22.33 mag/arcsec²). Hal ini membantu menghasilkan pengamatan yang lebih akurat tentang intensitas cahaya fajar dan waktu Subuh, dengan referensi -20 derajat menurut Kemenag. Kelembaban tinggi memantulkan lebih banyak cahaya, meningkatkan akurasi pengamatan.

B. Saran

A. Pengaruh Kelembaban Udara dalam Penentuan Waktu Salat
Mengingat kelembaban udara memiliki pengaruh signifikan terhadap intensitas cahaya fajar, disarankan agar penelitian lebih lanjut dilakukan untuk mengevaluasi secara kuantitatif dampak kelembaban pada pengamatan fajar *ṣādiq*. Hal ini penting terutama untuk memastikan akurasi dalam perhitungan jadwal waktu salat subuh, khususnya di wilayah dengan tingkat kelembaban yang bervariasi.

B. Penelitian Lanjutan dengan Sampel Lebih Luas

Untuk memperkuat temuan ini, disarankan agar penelitian lanjutan dilakukan dengan sampel lokasi yang lebih luas, melibatkan daerah dengan variasi geografis dan iklim yang

berbeda, sehingga hasil penelitian dapat diaplikasikan secara lebih universal.

Dengan saran-saran ini, diharapkan akurasi penentuan waktu fajar dan jadwal salat subuh dapat terus ditingkatkan, memberikan manfaat yang lebih besar bagi umat Muslim dalam menjalankan ibadahnya.

C. Penutup

Segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan kemudahan sehingga penelitian ini dapat diselesaikan. Penelitian ini mengkaji pengaruh kelembaban udara terhadap intensitas cahaya fajar serta implikasinya terhadap jadwal waktu salat subuh. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kelembaban udara yang tinggi dapat memengaruhi intensitas cahaya fajar, yang berdampak pada potensi perbedaan antara pengamatan fajar *ṣādiq* dan jadwal waktu salat subuh. Temuan ini menggarisbawahi pentingnya mempertimbangkan faktor-faktor lingkungan dalam penentuan waktu ibadah agar lebih akurat dan sesuai dengan syariat Islam.

Penulis menyadari bahwa penelitian ini masih memiliki keterbatasan, baik dari segi cakupan wilayah maupun metode analisis yang digunakan. Oleh karena itu, penulis berharap penelitian ini dapat menjadi langkah awal untuk penelitian selanjutnya yang lebih mendalam dan menyeluruh. Harapan besar, semoga hasil penelitian ini memberikan kontribusi positif bagi pengembangan ilmu falak dan penentuan waktu ibadah yang lebih akurat.

Semoga Allah SWT senantiasa memberikan keberkahan atas ilmu ini dan menjadikannya amal jariyah yang bermanfaat bagi umat. Wallahu a'lam bish-shawab.

DAFTAR PUSTAKA

BUKU

- Agama, R I Kementrian. *Al-Qur'an dan Tafsirnya*, 2002.
- Agus, Mustofa. *Mengintip Bulan Sabit Sebelum Maghrib*. Surabaya: PADMA Press, 2014.
- Al-Azhar, Tafsir. *Prof. Dr. Hamka*. Jakarta: PT. Pustaka Panjimas, 1983.
- Al-Maraghi, Ahmad Musthafa. *Tafsir Al-Maraghi*. Beirut: Dar Al-Fikr, n.d.
- Anugraha, Rinto. *Mekanika Benda Langit*. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta: Jurusan Fisika FMIPA UGM, 2012.
- AS, Thoha. *Karakteristik Citra Satelit*. Medan (ID): Departemen Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara, 2008.
- Azhari, Susiknan. *Ensiklopedia Hisab Rukyah*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2007.
- Hidayat, Komaruddin, Tarmi, dan Dkk. *Ilmu Astronomi: Islam untuk Disiplin*. Dirjen Bimas Depag RI, 2000.
- Hutahaeen., Harmayani. Dicky Apdilah. Mapilindo. Oktopanda. Jeperson. *Aplikasi komputer*. 1 ed. Kita Menulis, 2021. Yayasan Kita Menulis.
- Kartasapoetra, Ance Gunarsih. *Klimatologi: Pengaruh Iklim Terhadap Tanah dan Tanaman*. 5 ed. Jakarta: Bumi Aksara, 2016.
- Lakitan, Benyamin. *Dasar-Dasar Klimatologi*. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada, 2002.
- Legault, Thierry. *Astrophotography*. Canada: Rocky Nook, 2014.

- Miftahi, Molvi Yaqub Ahmed. *Fajar and Isha Times & Twilight*. England: hizbul ulama uk, 2007.
- Mughniyyah, M. Jawad. *Fiqh Lima Madzhab*. 1 ed. Jakarta: Lentera, 2007.
- Nawawi, Abd. Salam. *Ilmu Falak Praktis*. 1 ed. Surabaya: Imtiyaz, 2016.
- Putra, Ryzald Mahendra. *Cahaya dan Penerapan Sifat-Sifat Cahaya*. Bandung: CV. Media Edukasi Creative, 2022.
- Putra, Sudarmadi. *Fajar Shadiq dalam Perspektif Astronomi*. Semarang, 2017.
- Rakhmadi, Arwin Juli. *Pengantar Ilmu Falak Teori, Praktik, dan Fikih*. Depok: PT. Raja Grafindo Persada, 2018.
- Rizvi, Sayyid Muhammad. *Al-Fajr As-Sadiq: A New Perspective*. Dar-es-salam, 1991.
- Robinson, Leif J., dan Philip's. *Astronomy Encyclopedia*. London: Philip's, 2002.
- Ruskanda, Farid. *100 Masalah Hisab dan Rukyat, Telaah Syariah, Sains dan Teknologi*. Jakarta: Gema Insani Press, 1996.
- Sabiq, Sayyid. *Fiqh al-Sunnah*, n.d.
- Santoso. *Kelembaban Udara*. Jakarta: Erlangga, 2007.
- Sugiyono. *Metode Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif*. Bandung: Alfabeta, 2006.
- Susantio, Djulianto. *Astrologi Sebagai Ilmu Bantu Epigrafi: Sebuah Pemikiran. Berkala Arkeologi*. Vol. 34. Yogyakarta: Balai Arkeologi Yogyakarta, 2014.
- Suyanto, Bagong, dan Dkk. *Metode Penelitian Sosial*. Jakarta: Kencana, 2005.

- Syamsudin, Din. *Pengantar, Mengintip Bulan Sabit Sebelum Maghrib*. Surabaya: PADMA Press, 2014.
- Syihab, M. Quraisy. *Tafsir Al-Misbah*. Jakarta: Lentera Hati, 2005.
- Djamaluddin, Thomas. *Menggagas Fiqh Astronomi: Telaah Hisab Rukyat dan Pencarian Solusi Perbedaan Hari Raya*. 1 ed. Bandung: Kaki Langit, 2005.
- Widodo. *Metodologi Penelitian Populer & Praktis*. Jakarta: Rajawali Press, 2017.
- Yusuf, A. Muri. *Metode Penelitian: Kuantitatif, Kualitatif, dan Penelitian Gabungan*. Jakarta: Prenadamedia Group, 2014.
- Zamakhsyari, Imam Abi al-Qasim Jarullah Mahmud bin Muhammad. *Tafsir al-Kasysyaf ('an Haqaiqi Gawamidl at-Tanzil wa 'Uyuini al-Aqawil fi wujuh at-Ta'wil)*. Juz 1. Beirut: Dar al-Kutub al-Ilmiyyah, 1995.
- Al-Mishohbah al-Munir Fi Gharib asy-Syarhil Kabir*, n.d.
-

KARYA ILMIAH

- Albana, Moh. Nasrudin. “Pengaruh Kelembaban Udara Terhadap Kegiatan Rukyatul Hilal (Studi Kasus Rukyatul Hilal di POB IAIN Pekalongan).” Universitas Islam Negeri Walisongo, 2019.
- Azizah, Nafik Nur. “ANALISIS PENENTUAN AWAL WAKTU SUBUH METODE DIGITAL IMAGE PROCESSING (Studi Kasus Di Balai Rukyat Ibnu Syatir Kabupaten Ponorogo).” Universitas Islam Negeri Walisongo, 2023. https://eprints.walisongo.ac.id/id/eprint/22655/1/Skripsi_1902046069_Nafik_Nur_Azizah.pdf.
- Basithussyarop, M. “Uji akurasi dan pengaruh ketinggian tempat

terhadap awal waktu Salat (Studi Jadwal Waktu Salat Versi Kementrian Agama Kabupaten Brebes)” (2021).

Basthoni, M. “Efek Polusi Cahaya Terhadap Penentuan Awal Waktu Subuh Di Indonesia.” *Pascasarjana Universitas Islam Negeri Walisongo*, 2022.

Handayani, Etik Siti. “Nilai-Nilai Pendidikan Tafsir Sains dan Komparasi Konsep Cahaya Dalam Disiplin Ilmu Fisika Modern dengan Konsep Cahaya Kitab Misykat Al-Anwar Karya Imam Al-Ghazali.” IAIN Salatiga, 2019.

Rohmah, Nihayatur. “Kajian Ketampakan Fajar Dan Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi.” Universitas Islam Negeri Walisongo, 2014.

Ulfah, Marisa. “STUDI ANALISIS JADWAL WAKTU SALAT KH AHMAD DAHLAN AT-TARMASI PERSPEKTIF ASTRONOMI,” 2023.
https://eprints.walisongo.ac.id/id/eprint/22638/1/Skripsi_1702046086_Marisa_Ulfah.pdf.

ARTIKEL JURNAL

Collins, Karen A., John F. Kielkopf, Keivan G. Stassun, dan Frederic V. Hessman. “Astroimagej: Image Processing and Photometric Extraction for Ultra-Precise Astronomical Light Curves.” *The Astronomical Journal* 153, no. 2 (2017): 77.
<http://dx.doi.org/10.3847/1538-3881/153/2/77>.

De-Zheng Sun, dan A. H. Oort. “Humidity-temperature relationships in the tropical troposphere.” *Journal of Climate* 8, no. 8 (1995): 1974–1987.

Ernawati, Septima. “Aplikasi Hopfield Neural Network untuk Prakiraan Cuaca.” *Jurnal Meteorologi dan Geofisika* 10 (2009): 151–175.

- Fahmi, Moch Riza. "Comparative Study Of Prayer Schedules Along H . Abdurrani Mahmud Time With Contemporary Hisab." *Jurnal Bimas Islam* 10, no. 3 (2017): 565–590.
- Fuadi, Lutfi. "Fajar Penanda Awal Waktu Shubuh dan Puasa." *Minhaj: Jurnal Ilmu Syariah* 2, no. 1 (2021): 107–120.
- Haber, Jörg, Marcus Magnor, dan Hans-Peter Seidel. "Physically-based simulation of twilight phenomena." *ACM Transactions on Graphics* 24, no. 4 (2005): 1–17.
- Herdiwijaya, Dhani. "Waktu Subuh : Tinjauan Pengamatan Astronomi." *Jurnal Tarjih* 14, no. 1 (2017): 51–64.
<https://jurnal.tarjih.or.id/index.php/tarjih/article/view/14.104>
- Van De Hulst, H. C. "Origin of the Radio Waves from Space." *Classics in Radio Astronomy* 210 (1982): 302–316.
https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-009-7752-5_34?utm_source=chatgpt.com.
- Maghrobby, Muhammad Zulfan. "Karakteristik Wilayah Pesisir Pulau Bawean." *Jurnal Kelautan* 4, no. 1 (2022): 3.
- Unggul. "Problematika Awal Waktu Subuh Antara Fikih dan Astronomi." *Al-Afaq* (n.d.): 92.
- Wida, Dewa Ayu Kade, dan Dkk. *Analisis Hubungan Intensitas Radiasi Dan Lama Penyinaran Matahari Dengan Parameter Cuaca Di Stasiun Meteorologi Ngurah Rai Serta Pengaruhnya Terhadap Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Di Bali Selatan*. Denpasar, 2019.
- Zagury, Frederic. "The Color of the Sky." *Atmospheric and Climate Sciences* 02, no. 04 (2012): 510–517.
https://www.scirp.org/journal/paperinformation?paperid=24294&utm_source=chatgpt.com.
-

WEBSITE

- (BMKG), Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika. “Sekilas Tentang Angin Laut dan Angin Darat untuk Kegiatan Masyarakat Indonesia Bagian II Perbedaan dalam Praktiknya Menggunakan Alat Praktik.” Diakses Juni 13, 2023. <https://www.bmkg.go.id/gemarikan/2016/02/sekilas-tentang-angin-laut-dan-angin-darat-untuk-kegiatan-masyarakat-indonesia-bagian-ii-perbedaan-dalam-praktiknya-menggunakan-alat-praktik/>.
- AnnyStudio. “Just Color Picker.” *Anny Studio*. Last modified 2023. Diakses Oktober 3, 2024. <https://annystudio.com/software/colorpicker/>.
- Badan Pengembangan dan Pembinaan Bahasa. “Kamus Besar Bahasa Indonesia,” in Kamus Besar Bahasa Indonesia.” *Kamus Besar Bahasa Indonesia*. Last modified 2007. Diakses November 28, 2023. <https://www.kbbi.web.id/>.
- Benjamin, Bernard. “Climate and geography.” *Social and economic factors affecting mortality*. Last modified 2018. Diakses Juni 13, 2023. <https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/climate-and-geography>.
- BPS Kecamatan Sangkapura. “Kecamatan Sangkapura Dalam Angka Tahun 2024.” Last modified 2024. Diakses Desember 17, 2024. <https://web-api.bps.go.id/download.php?f=UK3VBokTG5AE8T5JWFZjrTVzeVNFMHdFUTdtTTIWaFpyZzJTODZmd1hvY2FJME5MZGxYMHdaQTVseU10SVVGbVZ4VWWhaWIBTcVRWT2VhUEFwZXVvUjhjMmdZeHk3RXpTRTMzVHJXbzBQdmpCMmxhb1JveE1NTIVYakdHbFBxRDBzTXF6cDI1UUtOY0twbnFxoDdVWVlzd3RKeXRKeTdqZV>.
- BPS Kecamatan Tambak. “Kecamatan Tambak Dalam Angka Tahun 2024.” Last modified 2024. Diakses Desember 17, 2024. <https://web->

api.bps.go.id/download.php?f=TL3teMjkWozU4gibSyuJYj
FIT2VMbENnMER1UE9jZTZ1OCtkM3VOY2c3a3dxVDR
YTEkvLzdzdUwzclCY2JrRkRXSnIEYkU5SHR2ek5TQU
ZYcU9ZR3NqcWRCd00xbGtvbIR2NEg2N2pYdkFEaVpO
Z1pTU2pCNEZZbnRTcnEwVWttZENnZ2lJUFp6RWhWU
mx0Z2ZIQXRGWjhUWGI3SlhsaW.

Fatma, Desy. "Planet Bumi: Pengertian, Keadaan Geografi, Iklim dan Atmosfer." Diakses Juli 19, 2023.
<https://ilmugeografi.com/ilmu-Bumi/planet-Bumi>.

———. "Planet Bumi: Penyinaran Matahari: Pengertian, Tipe dan Manfaatnya."

Geographic, National. "Wind." Diakses Juni 13, 2023.
<https://www.nationalgeographic.org/encyclopedia/wind/>.

Ma'arif, Samsul. "Gunung Sikunir, Pesona 2.263 Mdpl Dan Telaga Cebong Di Wonosobo." Diakses Agustus 16, 2024.
<https://www.nativeindonesia.com/gunung-sikunir/>.

Starre, Jurji. "Light Pollution Maps Bawean."
<https://www.lightpollutionmap.info/#zoom=11.39&lat=-5.8101&lon=112.6917&state=eyJiYXNlbWFwIjoiTGF5ZXJCaW5nSHlicmlkiwib3ZlcmxheSI6InZpaXJzXzIwMjMiLCJvdmdVybGF5Y29sb3liOmZhbHNILCJvdmdVybGF5b3BhY2l0eSI6NjAsImZlYXR1cmVzb3BhY2l0eSI6ODV9>.

———. "Light Pollution Maps Bukit Sikunir."
<https://www.lightpollutionmap.info/#zoom=16.39&lat=-7.2388&lon=109.9242&state=eyJiYXNlbWFwIjoiTGF5ZXJCaW5nSHlicmlkiwib3ZlcmxheSI6InZpaXJzXzIwMjMiLCJvdmdVybGF5Y29sb3liOmZhbHNILCJvdmdVybGF5b3BhY2l0eSI6NjAsImZlYXR1cmVzb3BhY2l0eSI6ODV9>.

Sugiarto, Atok. *Shutter - Kiat Memesona dengan Kecepatan Rana*. Jakarta: PT. Elex Media Komputindo, 2014.
https://www.google.co.id/books/edition/Shutter_Kiat_Memesona_dengan_Kecepatan_R/

YhKDwAAQBAJ?hl=id&gbpv=1&dq=teknik+freezing&pg=PA26&printsec=frontcover.

Djamaluddin, Thomas. “Jadwal Waktu Subuh Terlalu Cepat.”
Diakses Juli 15, 2023.

<https://tdjamaluddin2.wordpress.com/2009/08/19/jadwal-waktu-subuh-terlalu-cepat/>.

Williams, Thomas, Colin Kelley, Hans-Bernhard Broker, Ethan Merritt, Daniel J. Kelley, Lars Hecking, Russel Lang, et al. “Gnuplot 5.2 Patch 8.” Last modified 2019. Diakses September 27, 2024. <http://gnuplot.info/>.

“Penjelasan Sains Mengapa Matahari Tampak Berwarna Merah saat Terbit.” *Kompas.com*. Diakses Juni 14, 2023.
<https://www.kompas.com/sains/read/2021/05/07/103200823/penjelasan-sains-mengapa-Matahari-tampak-berwarna-merah-saat-terbit-di?page=all>.

WAWANCARA

Wawancara dengan Dian Ika Aryani, “Kelembaban Udara Berbanding Terbalik dengan Suhu Udara”, *Whatsapp*, 29 Juli 2023 08.00 WIB

Wawancara dengan Dian Ika Aryani, “Kelembaban Udara Berbanding Terbalik dengan Suhu Udara”, *Whatsapp*, 29 Juli 2023 08.00 WIB

SEMINAR

Sany, Fathurrahman. “Fajar Kadzib, Fajar Shadiq dan Awal Waktu Subuh.” In *Seminar Semiloka Arah Kiblat dan Awal Waktu Subuh*, 2. Tebuireng, n.d.

Lampiran

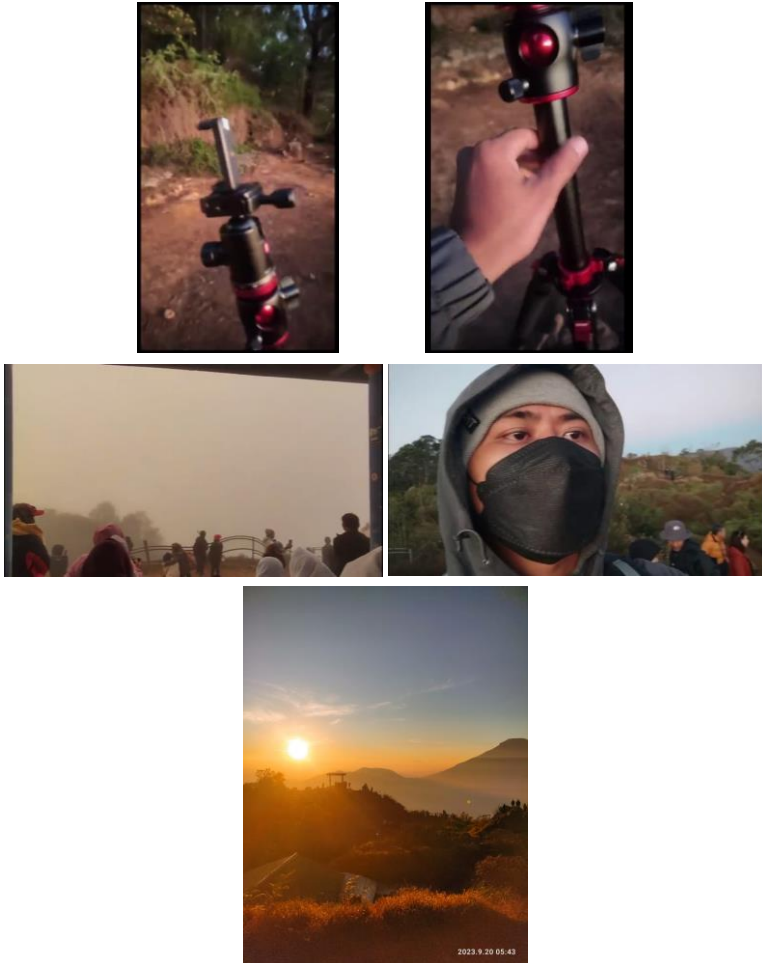
Lampiran foto wawancara dan lokasi penelitian



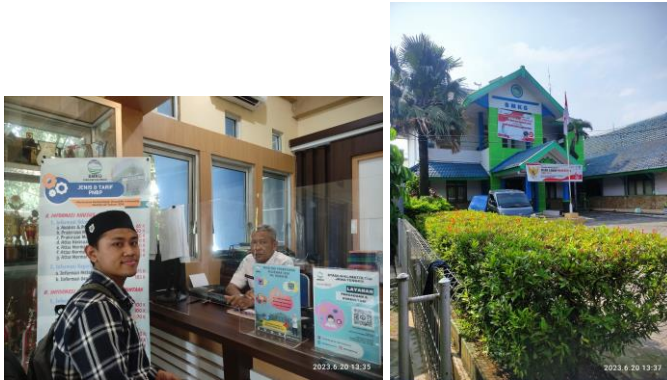
Lampiran 1 Foto bersama teman-teman Bawean di Pantai Selayar, Bawean



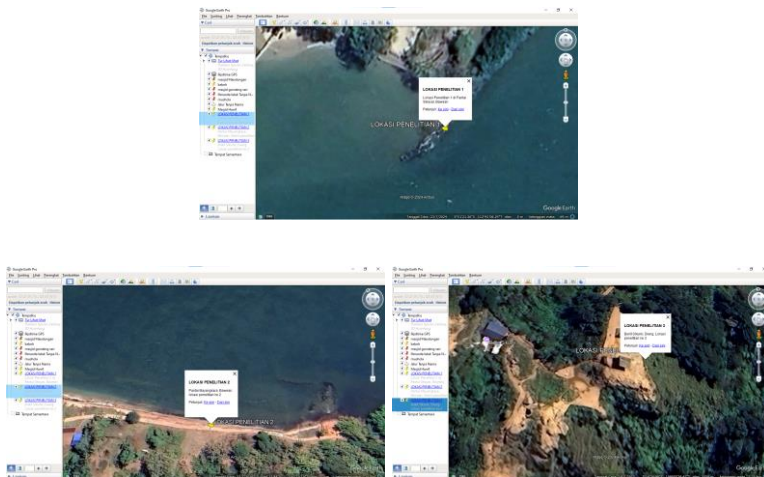
Lampiran 2 foto dilokasi pantai mayangkara



Lampiran 3 foto di lokasi Bukit Sikunir



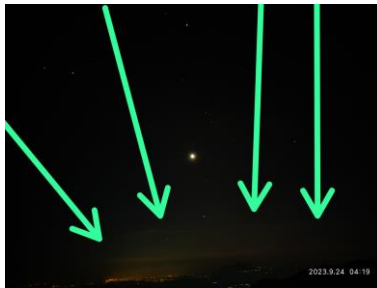
Lampiran 4 Foto bersama staff BMKG Semarang



Lampiran 5 Foto lokasi penelitian



Lampiran foto hasil fajar bukit sikunir 20-9-2023.



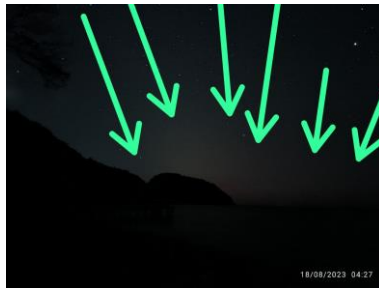
Lampiran foto hasil fajar bukit sikunir 24-9-2023.



Lampiran foto hasil fajar pantai mayangkara 20-8-2023.



Lampiran foto hasil fajar pantai mayangkara 19-8-2023.



Lampiran foto hasil fajar pantai selayar 18-8-2023.

Lampiran Tabel Data Intensitas Cahaya

Tabel 4.12 Data Intensitas Cahaya Pantai Selayar.

No. Foto	Mean1	Mode1	Median1
1	17.025.770.187	0	21
2	17.208.265.305	0	22
3	17.325.134.277	0	22
4	17.018.960.953	0	21
5	16.842.187.881	0	21
6	17.014.846.802	0	21
7	16.965.293.884	0	21
8	17.050.342.560	0	21
9	17.274.272.919	0	22
10	17.087.610.245	0	21
11	16.637.462.616	0	21
12	16.835.103.989	0	21
13	16.838.455.200	0	21
14	16.555.492.401	0	21
15	16.620.246.887	0	21
16	16.415.740.967	0	20
17	16.574.562.073	0	20
18	16.542.388.916	0	20
19	16.470.605.850	0	20
20	16.231.338.501	0	20
21	16.243.488.312	0	20
22	16.040.155.411	0	20
23	16.182.765.961	0	20

24	15.959.409.714	0	19
25	16.059.741.974	0	20
26	15.950.092.316	0	19
27	16.061.567.307	0	19
28	16.072.927.475	0	19
29	15.964.612.961	0	19
30	15.813.637.733	0	19
31	15.576.223.373	0	19
32	15.548.082.352	0	19
33	15.343.167.305	0	18
34	15.494.306.564	0	19
35	15.457.284.927	0	19
36	15.327.448.845	0	18
37	14.819.875.717	0	18
38	15.231.556.892	0	18
39	15.569.276.810	0	19
40	14.975.863.457	0	18
41	15.265.746.117	0	18
42	15.338.481.903	0	18
43	15.382.314.682	0	18
44	15.144.872.665	0	18
45	15.249.972.343	0	18
46	15.260.324.478	0	18
47	15.336.493.492	0	18
48	15.251.852.036	0	18
49	15.495.777.130	0	18
50	15.469.760.895	0	18

51	15.187.315.941	0	18
52	15.565.571.785	0	18
53	15.983.982.086	0	19
54	15.594.502.449	0	18
55	15.425.874.710	0	18
56	15.486.623.764	0	18
57	15.594.720.840	0	19
58	15.422.278.404	0	18
59	15.528.032.303	0	19
60	15.461.970.329	0	18
61	15.869.673.729	0	19
62	15.662.988.663	0	19
63	15.667.593.002	0	19
64	15.786.286.354	0	19
65	15.811.621.666	0	19
66	15.830.500.603	0	19
67	15.893.456.459	0	19
68	15.943.200.111	0	19
69	16.158.739.090	0	19
70	16.063.936.234	0	19
71	16.172.578.812	0	19
72	16.294.567.108	0	20
73	16.145.582.199	0	20
74	16.064.126.968	0	19
75	15.920.725.822	0	19
76	15.900.730.133	0	19
77	15.767.734.528	0	19

78	15.879.181.862	0	19
79	15.586.357.117	0	19
80	15.906.423.569	0	19
81	15.968.153.954	0	19
82	16.188.297.272	0	20
83	16.235.752.106	0	20
84	16.179.035.187	0	20
85	16.144.001.007	0	20
86	16.200.719.833	0	20
87	16.129.943.848	0	20
88	16.008.771.896	0	20
89	16.004.167.557	0	19
90	15.967.636.108	0	19
91	15.971.886.635	0	19
92	16.171.516.418	0	20
93	16.209.926.605	0	20
94	15.955.132.484	0	20
95	15.826.304.436	0	19
96	15.739.784.241	0	19
97	15.876.075.745	0	20
98	15.533.181.190	0	19
99	15.824.670.792	0	19
100	15.910.264.969	0	20
101	15.807.071.686	0	19
102	15.875.830.650	0	20
103	15.461.179.733	0	19
104	15.582.079.887	0	19

105	15.571.510.315	0	19
106	15.340.634.346	0	19
107	15.472.621.918	0	19
108	15.550.479.889	0	19
109	15.641.685.486	0	19
110	15.805.437.088	0	20
111	15.445.979.118	0	19
112	15.708.946.228	0	19
113	15.556.227.684	0	19
114	15.591.887.474	0	19
115	15.449.656.487	0	19
116	15.215.185.165	0	19
117	15.269.124.031	0	19
118	15.301.841.736	0	19
119	15.175.656.319	0	19
120	14.929.987.907	0	18
121	14.845.129.013	0	18
122	15.066.497.803	0	18
123	15.137.299.538	0	19
124	14.992.236.137	0	18
125	14.761.414.528	0	18
126	14.795.412.064	0	18
127	15.023.727.417	0	18
128	14.977.797.508	0	18
129	14.741.418.839	0	18
130	14.814.127.922	0	18
131	14.676.800.728	0	18

132	14.636.945.724	0	18
133	14.713.305.473	0	18
134	14.900.457.382	0	18
135	14.479.540.825	0	18
136	14.535.414.696	0	18
137	14.376.185.417	0	17
138	14.039.065.361	0	17
139	14.058.651.924	0	17
140	14.015.501.022	0	17
141	13.970.633.507	0	17
142	13.862.401.009	0	17
143	13.948.648.453	0	17
144	13.378.963.470	0	16
145	13.440.557.480	0	16
146	13.010.924.339	0	15
147	13.145.145.416	0	16
148	13.264.656.067	0	16
149	13.332.134.247	0	16
150	13.347.771.645	0	16
151	13.301.106.453	0	16
152	12.804.347.992	0	15
153	12.483.546.257	0	14
154	12.680.206.299	0	14
155	12.731.911.659	0	15
156	11.984.308.243	0	13
157	11.969.897.270	0	13
158	11.998.011.589	0	13

159	11.822.381.973	0	13
160	11.745.341.301	0	13
161	11.604.800.224	0	13
162	11.342.922.211	0	12
163	11.356.543.541	0	12
164	11.345.374.107	0	12
165	11.333.387.375	0	12
166	11.216.219.902	0	11
167	11.213.141.441	0	12
168	11.380.162.239	0	12
169	11.316.116.333	0	11
170	11.093.358.040	0	11
171	10.967.037.201	0	11
172	10.646.125.793	0	10
173	10.602.266.312	0	10
174	10.348.997.116	0	10
175	10.304.293.633	0	10
176	11.233.791.351	0	11
177	10.912.907.600	0	11
178	10.952.598.572	0	11
179	11.162.634.850	0	11
180	10.649.722.099	0	10
181	11.103.492.737	0	11
182	10.838.427.544	0	10
183	10.423.667.908	0	10
184	10.817.423.820	0	10
185	10.457.038.879	0	10

186	10.458.347.321	0	9
187	10.573.662.758	0	10
188	11.226.435.661	0	11
189	10.610.439.301	0	10
190	10.599.297.523	0	10
191	10.309.523.582	0	9
192	10.325.297.356	0	9
193	10.381.088.257	0	9
194	10.758.336.067	0	10
195	10.398.332.596	0	10
196	10.913.424.492	0	10
197	10.451.590.538	0	9
198	10.605.780.602	0	10
199	10.912.144.661	0	11
200	10.754.413.605	0	10
201	10.602.647.781	0	10
202	10.688.868.523	0	10
203	10.825.814.247	0	10
204	11.130.816.460	0	11
205	11.170.071.602	0	11
206	11.068.104.744	0	10
207	11.037.757.874	0	10
208	10.992.535.591	0	10
209	10.920.562.744	0	10
210	11.141.549.110	0	11
211	10.825.406.075	0	10
212	11.099.378.586	0	10

213	11.149.585.724	0	10
214	11.447.967.529	0	11
215	11.084.886.551	0	10
216	11.153.236.389	0	10
217	11.256.946.564	0	11
218	11.328.374.863	0	11
219	11.179.987.907	0	10
220	11.404.625.893	0	11
221	11.311.322.212	0	11
222	11.244.197.845	0	10
223	11.386.401.176	0	11
224	11.224.801.064	0	11
225	11.750.926.018	0	12
226	11.437.289.238	0	11
227	11.587.501.526	0	11
228	11.708.564.758	0	11
229	11.413.534.164	0	11
230	11.512.149.811	0	11
231	11.493.897.438	0	11
232	11.531.954.765	0	11
233	11.794.268.608	0	11
234	11.739.294.052	0	11
235	11.973.711.014	0	12
236	11.963.713.646	0	11
237	11.725.046.158	0	11
238	12.030.484.200	0	12
239	11.706.140.518	0	11

240	11.893.428.802	0	12
241	11.694.617.271	0	11
242	12.195.816.040	0	12
243	11.877.874.374	0	12
244	12.100.986.481	0	12
245	12.072.654.724	0	12
246	12.073.226.929	0	12
247	12.161.518.097	0	12
248	12.154.135.704	0	12
249	12.330.826.759	0	13
250	12.518.524.170	0	13
251	12.354.119.301	0	13
252	12.349.924.088	0	12
253	12.406.832.695	0	13
254	12.551.106.453	0	13
255	12.608.069.420	0	13
256	12.565.353.394	0	13
257	12.728.833.199	0	14
258	12.957.393.646	0	14
259	13.301.759.720	0	14
260	13.425.084.114	0	15
261	13.410.891.533	0	15
262	13.540.127.754	0	15
263	13.983.654.976	0	15
264	14.111.556.053	0	15
265	14.232.237.816	0	16
266	14.250.654.221	0	16

267	14.464.177.132	0	16
268	14.633.676.529	0	16
269	14.654.108.047	0	16
270	14.842.650.414	0	17
271	15.071.455.956	0	17
272	15.387.245.178	0	17
273	15.423.449.516	0	17
274	15.492.999.077	0	18
275	15.987.631.798	0	18
276	16.397.977.829	0	19
277	16.623.079.300	0	19
278	17.163.669.586	0	20
279	17.005.884.171	0	20
280	17.649.559.021	0	20
281	18.053.558.350	0	21
282	18.040.454.865	0	21
283	18.375.450.134	0	21
284	18.825.023.651	0	22
285	19.392.774.582	0	23
286	19.689.577.103	0	23
287	20.328.483.582	0	24
288	20.441.947.937	0	25
289	21.002.641.678	0	25
290	22.068.431.854	0	27
291	21.841.152.191	0	26
292	22.886.564.255	0	28
293	23.493.816.376	0	29

294	24.144.273.758	0	30
295	24.658.466.339	0	30
296	25.830.036.163	0	32
297	26.745.559.692	0	33
298	27.362.373.352	0	34
299	28.342.132.568	0	35
300	27.937.288.284	0	35
301	28.720.470.428	0	36
302	29.915.521.622	0	37
303	30.901.628.494	0	38
304	31.690.694.809	0	39
305	35.210.853.577	0	43
306	34.244.007.111	0	42
307	35.733.547.211	0	44
308	36.937.725.067	0	46
309	38.718.345.642	0	48
310	40.567.043.304	0	51
311	42.457.939.148	0	53
312	44.141.902.924	0	56
313	46.181.076.050	0	59
314	47.839.324.951	0	61
315	50.036.342.621	0	64
316	52.483.081.818	0	68
317	57.024.982.452	0	74
318	58.828.727.722	0	76
319	61.780.345.917	0	80
320	63.952.762.604	0	83

321	66.590.522.766	0	87
322	68.514.900.208	0	90
323	70.564.865.112	0	92
324	71.695.053.101	0	94
325	74.205.680.847	0	98
326	75.732.078.552	0	100
327	78.547.508.240	0	104
328	79.224.639.893	0	106
329	80.070.526.123	0	107
330	82.114.768.982	0	110
331	83.846.984.863	0	113
332	84.141.113.281	0	113
333	82.104.225.159	0	109
334	84.627.189.636	0	113
335	85.897.811.890	0	115
336	88.374.008.179	0	118
337	91.199.737.549	0	122
338	93.737.548.828	0	126
339	97.369.514.465	0	131
340	99.604.064.941	0	134
341	102.657.402.039	0	139
342	106.184.562.683	0	143
343	108.488.418.579	0	146
344	109.997.848.511	0	149
345	112.511.138.916	0	152
346	114.942.298.889	0	156
347	117.283.752.441	0	159

348	118.121.009.827	0	161
349	118.624.168.396	0	162
350	119.289.581.299	0	162
351	119.042.007.446	0	161
352	118.736.839.294	1	154
353	119.510.787.964	1	150
354	119.297.157.288	1	140
355	119.187.530.518	1	128
356	119.233.924.866	1	122
357	119.387.329.102	1	119
358	117.542.739.868	1	108
359	116.125.038.147	1	101
360	116.578.971.863	2	98
361	114.788.871.765	2	93
362	114.985.099.792	1	89
363	113.756.591.797	1	89
364	110.881.500.244	1	84
365	108.225.234.985	1	81
366	106.659.553.528	1	80
367	106.976.272.583	2	81
368	106.529.014.587	2	82
369	105.990.844.727	2	84
370	107.508.796.692	2	87
371	109.672.607.422	77	90
372	113.665.603.638	77	94
373	118.170.722.961	5	99
374	122.844.200.134	7	104

375	128.177.093.506	253	110
376	133.055.435.181	253	118
377	136.536.010.742	253	123
378	140.623.031.616	253	129
379	144.386.642.456	253	134
380	147.767.517.090	253	139
381	150.132.583.618	253	142
382	151.849.136.353	253	143
383	153.961.502.075	253	144
384	156.554.428.101	253	146
385	160.079.498.291	253	153
386	161.901.763.916	253	155
387	164.662.902.832	253	159
388	166.863.357.544	253	162
389	168.984.420.776	253	166
390	172.598.648.071	253	173
391	174.994.720.459	253	178
392	178.381.088.257	253	186
393	180.580.413.818	253	191
394	182.299.606.323	253	195
395	184.697.906.494	252	200
396	186.970.336.914	252	207
397	190.937.881.470	252	215
398	194.218.673.706	252	224
399	196.271.789.551	250	231
400	199.361.557.007	252	236
401	203.098.236.084	252	241

402	204.524.627.686	252	244
403	206.810.745.239	250	246
404	209.739.624.023	250	247
405	211.331.619.263	250	248
406	213.491.882.324	250	248
407	215.227.523.804	252	250
408	215.896.774.292	250	250
409	217.298.797.607	250	250
410	217.999.755.859	250	250
411	218.654.815.674	250	250
412	219.074.813.843	250	250
413	219.620.651.245	250	250
414	220.089.187.622	250	250
415	220.730.026.245	250	250

Tabel 4.13 Data Intensitas Cahaya Pantai Mayangkara 19-8-2023.

No. Foto	Mean1	Mode1	Median1
1	17.354.183.197	17	18
2	17.647.989.273	18	18
3	17.208.938.599	17	18
4	17.098.287.582	17	17
5	17.217.384.338	17	17
6	16.986.368.179	17	17
7	16.993.213.654	17	17
8	17.139.183.044	18	18
9	16.902.496.338	17	17
10	16.863.954.544	17	17
11	16.615.718.842	17	17
12	16.755.775.452	17	17
13	16.692.291.260	16	17
14	16.342.060.089	16	17
15	16.133.119.583	16	17
16	16.279.449.463	17	17
17	15.943.874.359	16	16
18	16.043.548.584	16	16
19	16.081.007.004	16	17
20	15.943.302.155	16	16
21	16.241.571.426	17	17
22	16.416.128.159	17	17
23	16.093.612.671	16	16
24	15.458.441.734	16	16

25	16.033.386.230	16	16
26	15.744.917.870	16	16
27	16.191.236.496	17	17
28	16.314.977.646	17	17
29	15.993.455.887	16	16
30	15.256.288.528	16	15
31	15.432.293.892	17	16
32	15.717.082.024	16	16
33	15.692.080.498	16	16
34	16.036.582.947	17	17
35	16.005.338.669	17	16
36	15.339.223.862	16	16
37	15.826.708.794	16	16
38	16.016.435.623	17	16
39	15.821.732.521	16	16
40	15.749.050.140	16	16
41	15.522.769.928	16	16
42	15.785.903.931	16	16
43	15.622.384.071	16	16
44	15.692.231.178	17	16
45	15.951.957.703	16	16
46	15.101.121.902	15	15
47	15.629.530.907	16	16
48	15.099.432.945	15	15
49	15.466.342.926	15	16
50	15.665.963.173	16	16
51	15.668.375.969	16	16

52	15.747.994.423	16	16
53	15.114.120.483	16	15
54	15.131.582.260	16	15
55	15.156.975.746	16	16
56	15.798.600.197	17	16
57	14.998.884.201	15	15
58	15.697.207.451	17	16
59	15.169.250.488	17	16
60	15.385.578.156	17	16
61	15.385.427.475	16	16
62	15.104.529.381	16	16
63	15.528.771.400	17	16
64	15.578.865.051	16	16
65	15.531.516.075	16	16
66	15.333.132.744	16	16
67	15.122.986.794	17	16
68	15.460.613.251	16	16
69	15.251.764.297	16	16
70	14.943.302.155	16	15
71	15.177.906.036	17	16
72	14.590.657.234	16	15
73	14.642.499.924	17	15
74	14.626.997.948	16	15
75	14.984.679.222	16	16
76	15.112.159.729	17	16
77	14.363.924.026	16	15
78	14.710.235.596	21	15

79	14.579.618.454	16	15
80	14.612.522.125	16	15
81	14.602.117.538	17	15
82	14.946.679.115	18	16
83	14.807.255.745	20	16
84	14.421.918.869	20	15
85	14.877.133.369	19	16
86	14.388.442.993	19	15
87	14.702.334.404	19	15
88	14.928.705.215	19	15
89	14.622.654.915	20	15
90	13.944.930.077	20	14
91	14.562.397.957	21	15
92	14.535.255.432	19	15
93	14.310.091.019	18	15
94	14.499.004.364	19	15
95	13.785.843.849	18	14
96	14.137.161.255	19	14
97	14.122.625.351	19	14
98	14.420.864.105	18	15
99	14.221.937.180	19	15
100	14.330.417.633	19	15
101	13.851.287.842	18	14
102	13.737.951.279	18	14
103	14.184.812.546	19	14
104	13.997.797.966	18	14
105	13.821.762.085	18	14

106	14.449.786.186	18	15
107	13.889.770.508	18	14
108	13.437.933.922	18	14
109	13.569.787.025	18	14
110	13.683.726.311	18	14
111	13.904.879.570	18	14
112	13.651.607.513	18	14
113	13.757.404.327	19	14
114	13.865.794.182	19	14
115	13.721.213.341	19	14
116	13.721.695.900	18	14
117	13.085.771.561	18	13
118	13.377.827.644	18	13
119	13.281.862.259	19	13
120	13.625.912.666	20	14
121	13.496.803.284	9	13
122	13.305.809.021	9	13
123	12.861.964.226	9	13
124	12.995.446.205	9	13
125	12.690.814.018	9	13
126	12.922.883.987	9	13
127	12.745.249.748	9	13
128	12.669.310.570	9	12
129	12.684.058.189	9	12
130	12.621.689.796	9	12
131	12.344.441.414	8	12
132	12.363.261.223	9	12

133	12.598.769.188	9	12
134	12.474.787.712	9	12
135	12.298.329.353	9	12
136	12.344.803.810	9	12
137	12.407.443.047	9	12
138	12.364.707.947	8	12
139	12.529.585.838	9	12
140	12.490.771.294	9	12
141	12.073.587.418	8	12
142	12.525.453.568	9	12
143	12.467.277.527	9	13
144	12.441.823.959	8	13
145	12.417.878.151	8	13
146	12.794.528.961	9	13
147	12.606.188.774	8	13
148	12.476.476.669	8	13
149	12.624.102.592	8	13
150	12.342.149.734	8	13
151	12.355.509.758	9	12
152	11.754.418.373	8	12
153	12.186.893.463	8	12
154	12.262.651.443	9	12
155	12.262.862.206	9	12
156	11.844.713.211	8	12
157	12.114.481.926	8	12
158	11.683.876.991	8	12
159	12.084.383.965	9	12

160	11.884.130.478	8	12
161	12.043.850.899	8	12
162	11.804.602.623	8	12
163	12.112.039.566	8	12
164	12.024.850.845	8	12
165	11.865.884.781	8	12
166	12.064.750.671	8	12
167	11.676.186.562	8	12
168	11.908.921.242	8	12
169	11.935.249.329	8	12
170	11.958.320.618	8	12
171	11.997.797.966	8	12
172	11.898.667.336	8	12
173	12.177.151.680	8	12
174	11.996.170.044	8	12
175	11.413.353.920	7	11
176	11.857.500.076	8	12
177	11.567.887.306	7	12
178	10.920.079.231	7	11
179	11.420.260.429	8	11
180	11.531.304.359	8	12
181	11.319.591.522	12	11
182	11.749.260.902	8	12
183	11.505.850.792	8	12
184	11.581.458.092	8	12
185	11.254.750.252	7	11
186	11.368.388.176	8	11

187	11.410.157.204	8	11
188	11.602.539.062	8	12
189	11.536.280.632	12	12
190	11.612.974.167	12	12
191	11.585.047.722	13	12
192	11.312.775.612	12	11
193	11.228.150.368	12	11
194	11.128.023.148	12	11
195	10.738.494.873	11	11
196	10.952.771.187	7	11
197	10.960.310.936	7	11
198	10.809.909.821	7	11
199	10.730.955.124	11	11
200	10.775.951.385	7	11
201	11.153.024.673	7	11
202	11.184.390.068	7	11
203	11.171.482.086	7	11
204	11.011.400.223	6	11
205	11.212.467.194	11	11
206	11.185.173.988	6	11
207	11.891.610.146	8	12
208	11.394.505.501	7	11
209	11.079.377.174	6	11
210	11.515.652.657	7	11
211	11.292.901.039	7	11
212	12.008.263.588	8	12
213	11.689.878.464	8	11

214	11.484.860.420	7	11
215	11.801.857.948	8	11
216	11.403.371.811	8	11
217	12.015.290.260	8	12
218	11.815.459.251	8	11
219	11.702.877.045	7	11
220	11.344.682.693	7	11
221	11.920.713.425	8	12
222	11.733.036.041	7	11
223	12.192.441.940	8	12
224	12.088.274.002	8	12
225	12.413.625.717	8	12
226	12.264.431.000	7	12
227	12.298.600.197	8	12
228	12.241.842.270	7	12
229	11.980.276.108	8	12
230	12.687.345.505	8	12
231	12.490.771.294	8	12
232	12.484.437.943	8	12
233	12.637.462.616	8	12
234	12.888.684.273	9	13
235	12.361.873.627	8	12
236	12.313.318.253	8	12
237	12.879.757.881	8	13
238	12.541.619.301	8	12
239	12.953.253.746	8	13
240	13.291.090.965	8	13

241	12.590.777.397	8	12
242	13.075.637.817	8	13
243	13.176.217.079	7	13
244	13.444.598.198	8	13
245	12.645.575.523	7	12
246	13.599.643.707	8	13
247	13.559.141.159	8	13
248	13.535.285.950	8	13
249	13.805.809.021	8	13
250	13.653.899.193	8	13
251	13.864.074.707	8	13
252	13.876.349.449	8	13
253	13.942.155.838	8	13
254	13.558.025.360	7	13
255	13.829.211.235	8	13
256	14.176.669.121	9	13
257	14.373.333.931	9	14
258	14.089.752.197	8	13
259	14.263.375.282	8	14
260	14.620.272.636	8	14
261	14.593.461.990	8	14
262	14.849.508.286	8	14
263	14.839.918.137	8	14
264	14.949.544.907	8	14
265	14.985.221.863	8	14
266	15.233.277.321	8	14
267	15.205.199.242	8	14

268	15.411.725.998	8	15
269	15.607.032.776	8	15
270	15.820.555.687	8	15
271	15.667.681.694	9	15
272	15.900.627.136	9	15
273	16.348.693.848	8	16
274	16.303.426.743	9	16
275	16.284.606.934	9	16
276	16.744.796.753	9	16
277	16.749.864.578	8	16
278	16.953.765.869	8	16
279	16.863.561.630	9	16
280	17.222.330.093	8	16
281	17.541.891.098	8	17
282	18.018.125.534	9	17
283	18.241.600.037	9	17
284	18.585.771.561	9	18
285	19.093.643.188	9	18
286	19.531.032.562	9	18
287	19.982.627.869	9	19
288	19.947.040.558	10	19
289	19.941.160.202	10	19
290	19.835.636.139	9	19
291	21.330.900.192	11	20
292	21.454.189.301	11	20
293	21.135.412.216	10	20
294	21.359.642.029	10	20

295	21.889.408.112	10	21
296	22.097.412.109	10	21
297	22.457.567.215	11	21
298	22.994.842.529	11	22
299	23.776.102.066	10	22
300	24.224.380.493	11	22
301	24.656.734.467	12	23
302	25.028.770.447	13	23
303	25.490.922.928	12	23
304	26.253.000.259	13	24
305	26.069.757.462	12	24
306	26.702.545.166	13	24
307	27.316.755.295	13	25
308	28.002.593.994	14	25
309	28.664.787.292	14	26
310	29.343.084.335	14	26
311	29.857.801.437	15	26
312	30.651.395.798	17	27
313	31.116.441.727	15	27
314	31.966.825.485	17	27
315	32.522.560.120	17	28
316	33.415.615.082	17	28
317	34.362.537.384	18	28
318	35.036.701.202	18	28
319	35.727.245.331	18	28
320	37.259.033.203	19	29
321	38.272.151.947	19	30

322	38.730.804.443	19	30
323	40.417.514.801	20	32
324	41.570.571.899	21	33
325	42.701.248.169	20	34
326	43.890.495.300	21	35
327	44.821.613.312	21	36
328	45.733.276.367	21	36
329	46.819.831.848	22	37
330	47.855.602.264	22	37
331	47.245.098.114	22	37
332	50.544.723.511	21	39
333	49.539.054.871	23	38
334	50.990.139.008	23	39
335	51.934.043.884	24	40
336	53.277.729.034	25	40
337	54.527.473.450	26	40
338	56.184.600.830	26	41
339	57.904.548.645	27	42
340	59.813.709.259	27	43
341	62.875.232.697	29	44
342	63.063.331.604	28	44
343	64.777.160.645	30	44
344	67.425.209.045	33	47
345	68.884.307.861	34	48
346	70.217.262.268	36	49
347	71.533.111.572	36	49
348	72.151.664.734	37	49

349	73.056.304.932	37	50
350	74.468.879.700	37	50
351	75.735.656.738	38	52
352	76.444.389.343	38	52
353	77.375.297.546	41	54
354	78.173.355.103	42	54
355	78.866.821.289	44	56
356	79.827.583.313	44	57
357	80.962.875.366	47	59
358	82.361.724.854	51	60
359	82.744.132.996	54	61
360	84.646.934.509	57	63
361	85.110.260.010	59	64
362	85.595.237.732	60	64
363	86.367.752.075	59	66
364	87.152.030.945	58	66
365	87.094.848.633	56	66
366	89.142.135.620	66	68
367	91.925.811.768	65	71
368	93.787.048.340	66	72
369	95.410.003.662	72	73
370	98.200.042.725	65	75
371	101.647.445.679	68	78
372	105.191.207.886	72	81
373	108.249.382.019	76	83
374	109.774.894.714	81	84
375	112.715.270.996	86	87

376	115.011.581.421	85	89
377	116.052.780.151	89	90
378	118.144.760.132	88	92
379	119.367.630.005	91	95
380	120.355.842.590	93	96
381	122.526.084.900	95	99
382	122.883.621.216	96	100
383	124.288.589.478	99	103
384	126.532.691.956	109	108
385	128.284.423.828	109	111
386	130.033.721.924	252	114
387	133.224.075.317	253	119
388	134.605.438.232	253	120
389	136.263.442.993	253	122
390	139.564.895.630	253	126
391	142.721.664.429	253	129
392	145.898.605.347	253	133
393	147.603.256.226	253	134
394	150.195.877.075	253	138
395	153.049.041.748	253	141
396	156.866.790.771	253	146
397	159.943.572.998	253	149
398	163.472.610.474	253	152
399	168.213.516.235	253	157
400	171.783.035.278	253	161
401	176.146.179.199	253	166
402	180.092.559.814	253	170

403	184.182.312.012	253	174
404	187.143.646.240	253	178
405	192.033.325.195	253	184
406	194.788.833.618	253	187
407	198.781.204.224	253	192
408	201.188.919.067	253	196
409	204.065.597.534	253	202
410	207.178.054.810	253	208
411	209.814.346.313	253	214
412	212.261.779.785	253	219
413	216.211.563.110	253	228
414	219.445.556.641	253	234
415	221.874.237.061	253	238
416	224.772.277.832	253	241
417	226.832.321.167	253	243
418	229.790.451.050	253	244
419	234.102.661.133	253	246
420	237.394.149.780	253	248
421	239.147.018.433	253	248
422	240.648.742.676	253	249
423	241.651.763.916	253	249
424	242.556.091.309	253	250
425	243.695.465.088	253	251
426	244.599.288.940	253	252
427	245.145.599.365	253	252
428	245.851.684.570	253	253
429	245.736.511.230	253	253

430	245.330.093.384	253	253
431	245.298.446.655	253	253
432	245.732.879.639	253	253
433	246.393.478.394	253	253
434	246.016.983.032	253	252
435	246.490.829.468	253	253
436	246.638.641.357	253	253
437	247.089.355.469	253	252
438	247.054.641.724	252	252
439	247.912.536.621	252	252
440	248.429.977.417	252	252
441	248.319.503.784	252	252
442	248.132.156.372	252	252
443	248.179.992.676	252	251
444	248.777.877.808	252	252
445	249.076.660.156	250	250
446	249.362.533.569	250	250
447	249.362.564.087	250	250
448	249.574.401.855	250	250
449	250.801.895.142	253	252
450	250.366.485.596	250	250
451	251.930.725.098	253	253
452	252.677.810.669	254	253
453	252.450.363.159	253	253
454	252.385.131.836	254	253
455	252.363.235.474	253	253
456	251.900.802.612	253	253

457	251.188.125.610	253	251
458	250.930.480.957	251	251
459	250.901.657.104	251	251
460	251.284.271.240	251	251
461	251.854.598.999	253	253
462	252.752.395.630	254	253
463	252.750.762.939	254	253
464	252.482.635.498	253	253
465	252.001.205.444	253	253
466	250.913.650.513	254	251
467	249.985.794.067	248	250
468	249.820.953.369	248	250
469	249.710.662.842	248	250
470	250.042.343.140	251	250
471	250.852.676.392	251	251
472	252.826.766.968	254	253
473	252.883.651.733	254	253
474	252.856.781.006	254	253
475	251.638.214.111	253	253
476	249.895.202.637	253	250
477	251.023.727.417	250	250
478	247.351.562.500	254	247
479	245.786.987.305	245	246
480	246.865.829.468	245	247
481	246.682.586.670	248	247
482	250.319.076.538	250	250
483	249.035.766.602	249	249

484	247.320.373.535	248	247
485	248.158.355.713	248	248
486	249.900.207.520	250	250
487	249.921.920.776	250	250
488	252.906.509.399	254	253
489	248.783.187.866	249	249
490	248.576.095.581	249	249
491	251.691.665.649	251	251
492	252.234.725.952	254	253
493	248.866.241.455	249	249
494	248.354.461.670	248	248
495	250.378.005.981	251	251
496	251.442.825.317	253	251
497	251.342.697.144	253	251
498	250.617.050.171	251	251
499	250.742.233.276	251	251
500	249.862.594.604	251	250

Tabel 4.14 Data intensitas cahaya Pantai Mayangkara 20-8-2023.

No. Foto	Mean1	Mode1	Median1
1	10.228.811.264	16	11
2	10.793.675.423	17	12
3	10.400.494.576	15	11
4	10.620.088.577	16	11
5	9.494.330.406	13	10
6	9.637.109.756	13	10
7	11.211.164.474	17	12
8	10.745.303.154	16	12
9	10.009.462.357	16	11
10	10.083.122.253	15	11
11	9.816.461.563	15	10
12	9.806.264.877	13	11
13	9.858.552.933	1	11
14	10.061.696.053	16	11
15	10.031.133.652	15	11
16	10.220.109.940	16	11
17	10.125.921.249	15	10
18	11.323.572.159	17	12
19	10.084.400.177	15	11
20	10.255.567.551	16	11
21	10.576.501.846	16	11
22	10.322.075.844	16	11
23	9.970.905.304	15	10
24	10.145.091.057	16	11

25	10.464.747.429	13	11
26	10.513.010.979	16	11
27	10.040.079.117	13	11
28	10.718.520.164	16	11
29	10.579.655.647	17	11
30	10.412.458.420	16	11
31	10.332.028.389	17	11
32	10.280.583.382	17	11
33	10.437.800.407	15	11
34	10.184.789.658	17	11
35	10.106.642.723	16	11
36	10.032.928.467	5	10
37	10.011.774.063	5	10
38	9.685.999.870	5	9
39	9.812.600.136	5	10
40	9.584.278.107	4	9
41	9.905.240.059	5	10
42	10.148.625.374	6	10
43	9.837.806.702	5	10
44	9.766.375.542	5	9
45	9.611.469.269	5	9
46	9.560.024.261	5	9
47	9.818.337.440	6	9
48	9.894.254.684	5	9
49	9.749.000.549	5	9
50	9.826.576.233	5	9
51	9.778.992.653	5	9

52	10.051.037.788	5	9
53	9.997.307.777	5	10
54	9.701.769.829	5	9
55	9.553.361.893	4	9
56	9.899.529.457	5	9
57	9.515.811.920	5	9
58	9.436.060.905	4	9
59	10.020.420.074	6	9
60	9.843.896.866	6	9
61	10.061.043.739	5	10
62	10.071.729.660	6	9
63	9.927.590.370	5	9
64	9.812.056.541	5	9
65	9.811.947.823	5	9
66	9.874.895.096	5	9
67	9.947.603.226	6	9
68	9.895.532.608	5	9
69	9.892.188.072	5	9
70	10.065.366.745	6	9
71	9.825.570.107	5	9
72	9.758.354.187	5	9
73	10.031.378.746	6	9
74	10.061.587.334	5	9
75	10.146.695.137	5	9
76	9.934.252.739	5	9
77	9.850.205.421	5	9
78	9.951.165.199	5	9

79	9.808.249.474	5	9
80	9.993.908.882	6	9
81	9.800.038.338	5	9
82	9.823.422.432	5	9
83	10.293.416.977	6	10
84	10.028.958.321	6	9
85	10.313.945.770	6	10
86	10.283.165.932	6	10
87	10.295.972.824	6	10
88	10.185.115.814	5	9
89	9.993.882.179	6	9
90	10.329.336.166	5	10
91	10.004.813.194	5	9
92	9.978.763.580	5	9
93	10.285.912.514	6	9
94	10.359.137.535	6	9
95	10.263.697.624	5	9
96	9.821.600.914	5	9
97	10.157.626.152	5	9
98	10.088.126.183	5	9
99	10.097.697.258	6	9
100	9.939.717.293	5	9
101	9.964.624.405	5	9
102	9.896.321.297	5	9
103	9.965.658.188	6	9
104	9.485.384.941	4	8
105	9.871.277.809	5	9

106	10.048.128.128	5	9
107	9.966.337.204	5	9
108	9.856.323.242	5	9
109	10.185.713.768	5	9
110	10.037.577.629	5	9
111	9.608.695.984	5	8
112	9.833.401.680	5	9
113	9.854.474.068	5	9
114	10.342.931.747	5	9
115	10.361.339.569	5	9
116	10.135.818.481	5	9
117	10.230.742.455	5	9
118	10.069.391.251	5	9
119	10.151.344.299	5	9
120	10.111.645.699	5	9
121	10.032.792.091	5	9
122	10.180.847.168	5	9
123	10.294.912.338	5	9
124	10.314.164.162	6	9
125	10.233.950.615	6	9
126	10.214.263.916	5	9
127	10.063.191.414	5	9
128	10.366.941.452	5	9
129	10.342.632.294	5	9
130	10.328.873.634	5	9
131	10.181.064.606	5	9
132	10.002.610.207	5	9

133	10.687.005.043	5	10
134	10.346.302.986	5	9
135	10.531.364.441	6	9
136	10.393.914.223	6	9
137	10.566.957.474	5	9
138	10.481.986.046	5	9
139	10.701.035.500	6	9
140	10.978.519.440	6	10
141	10.894.498.825	6	9
142	10.694.510.460	5	9
143	10.488.158.226	5	9
144	10.616.390.228	5	9
145	10.834.462.166	5	9
146	10.885.036.469	5	9
147	11.022.786.140	5	10
148	10.978.002.548	5	9
149	11.018.435.478	5	10
150	10.781.357.765	6	9
151	11.019.332.886	5	9
152	11.020.800.591	5	9
153	11.139.408.112	6	10
154	11.082.606.316	6	9
155	11.385.213.852	6	10
156	11.295.864.105	5	10
157	11.157.272.339	5	10
158	11.303.913.116	6	10
159	11.480.789.185	5	10

160	11.427.713.394	5	10
161	11.583.517.075	6	10
162	11.744.460.106	6	10
163	11.653.424.263	6	10
164	11.784.593.582	5	10
165	11.683.959.961	5	10
166	11.766.973.495	6	10
167	11.771.378.517	5	10
168	11.773.472.786	5	10
169	11.941.349.030	6	10
170	11.856.894.493	5	10
171	11.981.972.694	6	10
172	12.120.047.569	6	10
173	12.235.445.976	5	11
174	12.283.682.823	6	11
175	12.788.237.572	6	12
176	12.488.566.399	6	11
177	12.702.966.690	6	11
178	13.003.018.379	6	12
179	12.596.487.045	6	11
180	12.887.130.737	6	11
181	13.033.717.155	6	12
182	13.216.738.701	6	12
183	13.382.113.457	6	12
184	13.601.517.677	6	12
185	13.775.620.461	6	12
186	14.009.897.232	6	13

187	14.499.415.398	7	13
188	14.431.982.040	6	13
189	14.734.535.217	7	13
190	14.810.316.086	6	13
191	15.098.132.133	6	14
192	15.283.030.510	6	14
193	15.491.476.059	7	14
194	15.672.376.633	6	15
195	15.730.810.165	6	15
196	16.292.573.929	6	15
197	16.534.410.477	7	16
198	16.371.265.411	7	16
199	16.795.360.565	6	16
200	17.245.262.146	30	17
201	17.446.447.372	29	17
202	17.722.217.560	30	17
203	18.307.691.574	30	18
204	18.914.157.867	31	18
205	18.790.466.309	32	18
206	19.200.042.725	32	19
207	19.110.368.729	32	19
208	20.234.848.022	33	20
209	20.712.184.906	34	20
210	21.320.037.842	34	21
211	21.603.176.117	35	21
212	22.085.515.976	36	21
213	22.728.797.913	36	22

214	23.363.924.026	37	22
215	23.803.327.560	36	23
216	24.310.167.313	38	23
217	24.595.726.013	39	24
218	25.141.065.598	39	24
219	25.172.771.454	39	25
220	25.969.491.959	40	26
221	27.413.410.187	42	27
222	28.080.186.844	43	27
223	27.528.400.421	42	28
224	28.155.668.259	42	28
225	29.296.325.684	44	30
226	30.293.607.712	46	30
227	31.349.185.944	48	32
228	32.163.146.973	49	33
229	33.157.844.543	50	34
230	34.587.268.829	52	36
231	35.800.498.962	54	37
232	36.997.634.888	56	38
233	37.714.630.127	57	39
234	39.401.664.734	60	41
235	40.292.083.740	61	42
236	41.787.528.992	63	44
237	43.143.104.553	64	46
238	44.871.524.811	67	47
239	48.355.331.421	71	52
240	50.304.920.197	74	55

241	49.971.668.243	73	55
242	52.132.228.851	79	57
243	56.538.242.340	81	63
244	55.665.145.874	86	62
245	60.339.859.009	85	69
246	62.660.793.304	87	72
247	64.386.138.916	90	74
248	66.424.827.576	93	77
249	68.318.511.963	94	79
250	70.925.308.228	98	82
251	73.463.005.066	101	85
252	76.002.609.253	104	88
253	78.352.554.321	106	92
254	80.010.086.060	108	94
255	81.715.202.332	109	95
256	84.441.062.927	112	99
257	87.386.138.916	114	102
258	89.003.128.052	115	104
259	91.592.758.179	118	107
260	94.113.899.231	120	110
261	94.697.013.855	120	110
262	97.017.562.866	121	112
263	99.116.706.848	135	115
264	100.597.518.921	125	116
265	102.412.162.781	141	117
266	105.607.147.217	144	121
267	107.323.379.517	146	123

268	110.305.679.321	148	127
269	112.498.657.227	151	130
270	113.428.581.238	155	130
271	117.582.534.790	156	136
272	119.983.009.338	159	140
273	122.478.286.743	161	143
274	126.479.240.417	174	149
275	128.836.959.839	176	153
276	130.547.576.904	177	154
277	132.834.518.433	169	158
278	134.384.567.261	180	158
279	136.008.483.887	185	159
280	138.335.189.819	188	161
281	141.042.877.197	189	163
282	143.925.903.320	191	166
283	145.095.245.361	197	166
284	149.247.894.287	202	171
285	151.916.549.683	205	174
286	154.690.765.381	203	177
287	158.822.906.494	202	180
288	162.065.048.218	202	183
289	165.474.731.445	208	187
290	168.562.545.776	232	191
291	172.583.374.023	236	195
292	175.691.513.062	238	199
293	180.433.151.245	241	204
294	183.408.676.147	245	209

295	186.868.942.261	244	213
296	190.125.839.233	244	218
297	193.608.642.578	250	223
298	197.266.632.080	250	227
299	198.764.526.367	250	232
300	200.542.587.280	252	235
301	202.680.068.970	252	237
302	205.799.926.758	253	240
303	209.894.042.969	253	242
304	211.116.516.113	253	243
305	212.331.542.969	253	244
306	214.563.888.550	253	245
307	216.627.182.007	253	246
308	218.941.833.496	253	247
309	219.368.133.545	253	248
310	221.165.191.650	253	248
311	223.153.732.300	253	249
312	226.198.242.188	253	250
313	227.412.734.985	253	251
314	228.772.003.174	253	251
315	230.407.516.479	253	252
316	232.038.223.267	253	252
317	233.513.275.146	253	252
318	234.663.543.701	253	253
319	236.551.315.308	253	253
320	238.526.794.434	253	253
321	238.859.909.058	253	253

322	239.314.788.818	253	253
323	240.512.542.725	253	253
324	242.251.327.515	253	253
325	242.250.976.562	253	253
326	243.624.145.508	253	253
327	243.971.038.818	253	253
328	243.760.665.894	253	253
329	244.095.031.738	253	253
330	244.595.260.620	253	253
331	245.782.501.221	253	253
332	245.966.171.265	253	253
333	246.121.978.760	253	253
334	246.404.327.393	253	253
335	246.812.515.259	253	253
336	247.109.527.588	253	253
337	247.682.769.775	253	253

Tabel 4.15 Data intensitas cahaya Bukit Sikunir 20-9-2023.

No. Foto	Mean1	Mode1	Median1
1	16.711.877.823	20	17
2	16.402.763.367	20	17
3	16.587.448.120	20	17
4	16.218.860.626	20	17
5	16.977.869.034	21	17
6	16.656.751.633	20	17
7	16.834.684.372	21	17
8	16.670.633.316	20	17
9	16.386.075.974	20	17
10	16.759.513.855	20	17
11	16.634.492.874	20	17
12	16.639.219.284	20	17
13	16.898.080.826	20	17
14	16.589.809.418	20	17
15	16.807.321.548	20	17
16	16.602.636.337	20	17
17	16.336.181.641	20	17
18	16.694.093.704	20	17
19	16.530.864.716	20	17
20	16.398.206.711	20	17
21	16.767.278.671	20	17
22	16.916.751.862	21	17
23	16.542.573.929	20	17
24	17.006.624.222	21	18

25	16.647.869.110	20	17
26	17.227.193.832	21	18
27	17.456.899.643	21	18
28	16.537.300.110	20	17
29	16.984.514.236	21	17
30	16.604.324.341	20	17
31	16.926.349.640	20	17
32	16.566.667.557	20	17
33	17.162.595.749	21	18
34	16.642.932.892	20	17
35	16.771.455.765	20	17
36	17.175.506.592	21	18
37	16.837.362.289	20	17
38	16.790.063.858	20	17
39	16.886.287.689	21	18
40	17.008.144.379	21	18
41	17.333.059.311	21	18
42	16.896.055.222	20	17
43	17.354.619.980	21	18
44	16.706.096.649	20	17
45	16.708.564.758	20	17
46	16.904.008.865	20	17
47	16.794.874.191	20	17
48	17.069.725.037	21	18
49	17.021.055.222	21	18
50	17.280.822.754	21	18
51	17.222.446.442	21	18

52	17.721.370.697	21	18
53	17.178.037.643	21	18
54	16.985.168.457	21	18
55	17.497.236.252	21	18
56	17.965.885.162	22	19
57	17.213.481.903	21	18
58	17.148.353.577	21	18
59	17.296.709.061	21	18
60	17.546.920.776	21	18
61	17.448.671.341	21	18
62	17.422.321.320	21	18
63	17.499.177.933	21	18
64	17.350.547.791	21	18
65	17.728.734.970	21	18
66	17.335.042.953	21	18
67	17.719.430.923	21	18
68	17.625.211.716	22	18
69	17.886.096.954	22	19
70	17.767.173.767	22	18
71	17.462.869.644	21	18
72	17.638.797.760	22	18
73	17.719.999.313	22	18
74	17.672.151.566	22	18
75	18.085.168.839	22	19
76	17.638.101.578	22	18
77	17.685.907.364	22	18
78	17.417.383.194	21	18

79	18.247.785.568	22	19
80	17.419.916.153	21	18
81	17.378.417.969	21	18
82	17.843.902.588	21	19
83	17.631.603.241	21	18
84	18.147.890.091	21	19
85	17.765.064.240	21	18
86	17.694.261.551	21	18
87	17.758.796.692	22	18
88	17.899.999.619	22	19
89	17.849.851.608	22	18
90	17.988.798.141	22	19
91	18.380.443.573	22	19
92	18.043.987.274	22	19
93	18.197.616.577	22	19
94	18.326.414.108	22	19
95	18.517.299.652	22	19
96	18.482.173.920	22	19
97	18.278.163.910	22	19
98	18.275.716.782	21	19
99	18.311.161.041	22	19
100	18.798.480.988	21	19
101	18.799.346.924	21	19
102	18.542.110.443	21	19
103	19.059.324.265	22	20
104	18.852.151.871	20	19
105	18.792.764.664	21	19

106	19.834.852.219	25	20
107	19.007.236.481	19	19
108	19.803.375.244	24	20
109	20.049.072.266	24	20
110	19.879.535.675	23	20
111	19.624.979.019	23	20
112	20.557.277.679	23	21
113	19.724.534.988	23	20
114	20.739.366.531	23	21
115	20.219.619.751	19	20
116	21.089.113.235	23	21
117	20.722.890.854	19	21
118	20.974.788.666	21	21
119	21.225.379.944	23	21
120	21.122.489.929	22	21
121	20.972.490.311	19	21
122	21.995.990.753	22	22
123	21.742.300.034	21	22
124	21.902.362.823	22	22
125	22.469.324.112	23	22
126	22.233.692.169	22	22
127	22.544.303.894	22	22
128	22.858.121.872	22	23
129	23.094.472.885	22	23
130	23.360.885.620	22	23
131	23.278.291.702	22	23
132	23.850.780.487	22	23

133	23.998.712.540	21	23
134	24.699.684.143	23	24
135	25.118.017.197	23	24
136	25.552.742.004	23	25
137	27.016.265.869	24	26
138	26.262.256.622	23	25
139	26.193.670.273	23	25
140	27.302.362.442	23	26
141	28.161.054.611	25	27
142	27.453.332.901	24	27
143	28.144.704.819	23	27
144	28.701.560.974	24	28
145	29.314.155.579	24	28
146	30.119.071.960	25	29
147	30.554.199.219	24	30
148	31.445.316.315	25	31
149	31.191.286.087	24	31
150	32.303.733.826	25	32
151	32.611.812.592	24	32
152	33.191.982.269	25	32
153	34.547.698.975	26	34
154	35.557.785.034	26	35
155	36.855.800.629	27	36
156	36.529.155.731	25	36
157	38.555.252.075	27	38
158	38.438.755.035	25	38
159	39.565.296.173	26	39

160	41.424.938.202	27	41
161	41.287.044.525	27	41
162	42.142.322.540	27	42
163	43.589.218.140	27	43
164	44.173.946.381	27	44
165	46.568.500.519	29	46
166	47.526.012.421	29	47
167	49.671.920.776	29	49
168	49.476.791.382	28	49
169	51.769.283.295	30	52
170	51.918.018.341	30	52
171	54.187.805.176	31	54
172	54.369.091.034	30	54
173	56.239.788.055	31	56
174	57.390.296.936	31	57
175	59.727.615.356	32	60
176	61.086.559.296	32	62
177	62.874.706.268	33	63
178	64.569.389.343	33	65
179	66.286.178.589	34	67
180	67.741.813.660	35	69
181	69.382.148.743	35	71
182	72.859.558.105	37	74
183	73.868.209.839	37	75
184	75.829.490.662	38	78
185	77.905.967.712	38	80
186	79.140.609.741	39	81

187	82.125.083.923	40	85
188	83.896.476.746	41	87
189	84.750.312.805	41	88
190	87.609.046.936	41	91
191	89.880.737.305	123	93
192	93.202.743.530	128	97
193	95.140.800.476	133	100
194	96.168.525.696	133	101
195	99.337.173.462	136	105
196	100.634.216.309	137	106
197	104.913.314.819	140	111
198	106.429.428.101	142	113
199	109.729.347.229	144	117
200	110.623.924.255	146	118
201	115.308.143.616	151	124
202	116.019.515.991	151	125
203	118.530.464.172	155	127
204	121.914.474.487	158	131
205	123.293.968.201	159	132
206	126.777.343.750	163	135
207	127.632.743.835	162	136
208	131.320.190.430	163	140
209	133.805.099.487	164	142
210	137.398.223.877	176	146
211	140.419.174.194	168	149
212	141.817.764.282	169	152
213	144.550.003.052	171	155

214	148.581.619.263	172	160
215	150.510.848.999	173	162
216	154.250.122.070	170	165
217	156.361.206.055	197	167
218	161.122.177.124	204	171
219	163.811.904.907	207	173
220	166.779.342.651	217	175
221	171.576.385.498	225	178
222	175.788.879.395	228	182
223	178.896.484.375	233	185
224	184.061.660.767	238	190
225	187.899.414.062	241	194
226	190.518.676.758	244	197
227	194.595.657.349	249	201
228	198.568.756.104	254	205
229	202.201.919.556	254	209
230	204.614.349.365	255	212
231	208.632.293.701	255	217
232	210.506.668.091	255	220
233	213.918.243.408	255	226
234	215.114.746.094	255	228
235	218.567.932.129	255	234
236	222.609.619.141	255	240
237	224.709.762.573	255	243
238	227.803.771.973	255	247
239	230.552.673.340	255	251
240	232.954.116.821	255	253

241	235.193.695.068	255	254
242	236.696.899.414	255	255
243	237.688.980.103	255	255
244	238.677.536.011	255	255
245	240.289.199.829	255	255
246	240.754.592.896	255	255
247	241.824.981.689	255	255
248	242.846.542.358	255	255
249	243.708.587.646	255	255
250	244.315.048.218	255	255
251	244.933.898.926	255	255
252	245.357.452.393	255	255
253	246.033.691.406	255	255
254	246.512.405.396	255	255
255	247.000.885.010	255	255
256	247.447.326.660	255	255
257	248.002.883.911	255	255
258	248.499.374.390	255	255
259	248.829.162.598	255	255
260	249.285.049.438	255	255
261	249.773.834.229	255	255
262	250.286.758.423	255	255
263	250.643.127.441	255	255
264	251.155.395.508	255	255
265	251.519.454.956	255	255
266	251.939.941.406	255	255
267	252.279.953.003	255	255

268	252.674.896.240	255	255
269	253.154.403.687	255	255
270	253.429.351.807	255	255
271	253.831.497.192	255	255
272	254.066.818.237	255	255
273	254.342.300.415	255	255
274	254.557.052.612	255	255
275	254.692.306.519	255	255
276	254.808.685.303	255	255
277	254.873.229.980	255	255
278	254.923.904.419	255	255
279	254.963.623.047	255	255
280	254.987.243.652	255	255
281	254.995.468.140	255	255
282	254.998.779.297	255	255
283	254.999.130.249	255	255
284	254.999.679.565	255	255
285	254.999.435.425	255	255
286	254.999.496.460	255	255
287	254.999.237.061	255	255
288	254.999.130.249	255	255
289	254.999.343.872	255	255
290	254.999.465.942	255	255
291	254.999.633.789	255	255
292	254.999.847.412	255	255
293	255.000.000.000	255	255
294	255.000.000.000	255	255

295	255.000.000.000	255	255
296	255.000.000.000	255	255
297	255.000.000.000	255	255
298	255.000.000.000	255	255
299	255.000.000.000	255	255
300	255.000.000.000	255	255
301	255.000.000.000	255	255
302	255.000.000.000	255	255
303	255.000.000.000	255	255
304	255.000.000.000	255	255
305	254.681.564.331	255	255
306	255.000.000.000	255	255
307	255.000.000.000	255	255
308	255.000.000.000	255	255
309	255.000.000.000	255	255
310	255.000.000.000	255	255
311	255.000.000.000	255	255
312	255.000.000.000	255	255
313	255.000.000.000	255	255
314	255.000.000.000	255	255
315	255.000.000.000	255	255
316	255.000.000.000	255	255
317	255.000.000.000	255	255
318	255.000.000.000	255	255
319	255.000.000.000	255	255
320	255.000.000.000	255	255
321	255.000.000.000	255	255

322	255.000.000.000	255	255
323	255.000.000.000	255	255
324	255.000.000.000	255	255
325	255.000.000.000	255	255
326	255.000.000.000	255	255
327	255.000.000.000	255	255
328	255.000.000.000	255	255
329	255.000.000.000	255	255
330	255.000.000.000	255	255
331	255.000.000.000	255	255
332	255.000.000.000	255	255
333	255.000.000.000	255	255
334	255.000.000.000	255	255
335	255.000.000.000	255	255
336	255.000.000.000	255	255
337	255.000.000.000	255	255
338	255.000.000.000	255	255
339	255.000.000.000	255	255
340	255.000.000.000	255	255
341	255.000.000.000	255	255
342	255.000.000.000	255	255
343	255.000.000.000	255	255
344	255.000.000.000	255	255
345	255.000.000.000	255	255
346	255.000.000.000	255	255
347	255.000.000.000	255	255
348	255.000.000.000	255	255

349	255.000.000.000	255	255
350	255.000.000.000	255	255
351	255.000.000.000	255	255
352	255.000.000.000	255	255
353	255.000.000.000	255	255
354	255.000.000.000	255	255
355	255.000.000.000	255	255
356	255.000.000.000	255	255
357	255.000.000.000	255	255
358	255.000.000.000	255	255
359	255.000.000.000	255	255
360	255.000.000.000	255	255

Tabel 4.16 Data intensitas cahaya Bukit Sikunir 22-9-2023.

No. Foto	Mean1	Mode1	Median1
1	30.290.288.925	28	29
2	29.773.092.270	28	28
3	30.741.939.545	28	29
4	30.823.268.890	26	29
5	31.018.638.611	29	30
6	31.833.189.011	30	30
7	30.936.473.846	29	29
8	31.935.064.316	30	31
9	33.730.575.562	34	33
10	32.012.725.830	28	31
11	29.862.548.828	32	29
12	29.947.500.229	32	30
13	33.603.221.893	34	34
14	30.098.638.535	29	30
15	30.220.464.706	31	30
16	30.412.115.097	31	31
17	29.516.201.019	29	29
18	29.434.438.705	30	29
19	30.146.842.957	32	30
20	29.560.897.827	31	29
21	29.415.271.759	31	29
22	29.432.611.465	32	29
23	28.982.564.926	31	29
24	30.541.345.596	32	31

25	28.975.303.650	31	29
26	28.567.003.250	30	28
27	30.096.794.128	32	30
28	33.742.179.871	37	34
29	33.717.884.064	36	35
30	32.600.303.650	34	33
31	32.412.708.282	34	33
32	46.066.570.282	49	47
33	46.277.194.977	49	47
34	50.693.813.324	55	52
35	68.192.977.905	69	69
36	68.482.849.121	75	69
37	77.619.613.647	84	79
38	79.430.397.034	80	80
39	94.750.801.086	103	96
40	93.932.868.958	96	95
41	101.170.227.051	111	103
42	110.036.087.036	114	111
43	114.109.886.169	117	116
44	120.266.921.997	122	122
45	95.697.288.513	105	97
46	100.304.634.094	108	102
47	62.126.026.154	67	63
48	90.371.589.661	98	91
49	121.292.724.609	127	122
50	136.369.918.823	144	138
51	92.081.268.311	100	93

52	124.370.964.050	130	126
53	94.772.598.267	103	96
54	79.414.009.094	85	81
55	31.224.327.087	33	32
56	71.130.592.346	73	72
57	28.571.731.567	31	29
58	90.877.037.048	93	92
59	110.714.218.140	116	111
60	122.169.212.341	123	123
61	130.978.179.932	136	132
62	136.226.776.123	141	138
63	132.108.322.144	145	133
64	114.579.566.956	123	116
65	50.147.132.874	55	51
66	52.749.359.131	56	54
67	43.874.969.482	46	45
68	58.407.356.262	64	59
69	91.076.011.658	100	92
70	111.274.726.868	118	113
71	86.789.695.740	94	88
72	108.320.770.264	111	109
73	106.123.893.738	108	107
74	116.787.277.222	116	117
75	108.416.122.437	110	109
76	120.971.038.818	122	122
77	101.215.835.571	103	102
78	121.544.250.488	123	123

79	138.361.663.818	143	140
80	140.874.298.096	144	142
81	109.005.783.081	113	111
82	107.917.930.603	115	109
83	115.050.704.956	116	116
84	127.386.665.344	131	128
85	115.146.217.346	127	116
86	69.676.971.436	76	71
87	67.758.201.599	74	69
88	92.076.889.038	93	93
89	91.646.842.957	94	92
90	103.906.730.652	108	105
91	114.717.422.485	115	116
92	132.116.241.455	136	133
93	127.507.904.053	131	129
94	119.896.186.829	122	121
95	126.443.351.746	129	128
96	143.851.760.864	144	145
97	134.923.782.349	140	136
98	130.977.890.015	136	132
99	117.770.050.049	122	119
100	131.478.744.507	133	133
101	129.689.392.090	133	131
102	121.279.922.485	126	123
103	134.318.695.068	135	135
104	126.315.788.269	130	128
105	122.959.197.998	128	124

106	101.450.286.865	102	102
107	110.175.750.732	113	111
108	98.363.174.438	100	99
109	112.063.201.904	116	113
110	115.114.265.442	116	116
111	128.673.553.467	129	130
112	128.286.849.976	131	130
113	117.377.128.601	122	118
114	113.208.686.829	116	114
115	113.524.055.481	116	115
116	109.707.069.397	110	110
117	104.713.012.695	105	105
118	137.336.166.382	138	138
119	135.249.298.096	138	137
120	140.428.359.985	144	142
121	142.400.039.673	145	144
122	144.204.101.562	144	145
123	139.419.982.910	143	141
124	130.208.831.787	133	132
125	134.127.960.205	136	135
126	136.561.416.626	143	138
127	124.577.499.390	128	126
128	133.725.585.938	135	135
129	137.602.371.216	142	139
130	141.735.534.668	145	143
131	145.685.012.817	147	147
132	145.003.479.004	145	146

133	145.369.476.318	144	146
134	133.614.517.212	136	135
135	141.451.492.310	142	142
136	88.796.348.572	90	89
137	103.034.248.352	104	104
138	99.815.719.604	102	100
139	139.272.293.091	144	140
140	127.974.266.052	132	129
141	140.471.252.441	145	141
142	142.851.348.877	144	144
143	140.901.550.293	142	142
144	138.397.232.056	139	139
145	156.343.765.259	160	157
146	160.721.923.828	165	162
147	129.432.617.188	129	130
148	126.421.905.518	131	127
149	142.233.612.061	145	143
150	151.176.406.860	155	152
151	153.782.943.726	152	155
152	146.980.087.280	148	148
153	146.255.447.388	147	147
154	154.255.828.857	155	155
155	147.882.186.890	149	149
156	153.987.060.547	155	155
157	145.963.973.999	146	147
158	131.736.877.441	136	133
159	144.346.160.889	144	145

160	152.828.872.681	155	154
161	154.541.946.411	158	156
162	157.744.705.200	161	159
163	157.623.077.393	166	159
164	255.000.000.000	255	255
165	157.450.836.182	163	159
166	159.955.780.029	164	162
167	160.881.332.397	165	162
168	156.082.931.519	163	157
169	154.204.299.927	154	155
170	142.902.221.680	145	144
171	157.698.242.188	159	159
172	150.654.190.063	159	152
173	158.048.385.620	163	160
174	157.854.598.999	159	159
175	158.280.792.236	163	160
176	157.797.714.233	162	159
177	157.720.809.937	167	159
178	159.647.445.679	162	161
179	164.895.706.177	166	166
180	161.533.340.454	165	164
181	164.279.434.204	173	167
182	154.821.792.603	158	157
183	153.018.630.981	158	156
184	146.732.574.463	152	149
185	139.434.280.396	144	142
186	152.210.311.890	155	154

187	142.949.234.009	144	144
188	139.423.019.409	141	141
189	134.045.013.428	144	136
190	138.978.775.024	144	141
191	140.854.858.398	143	143
192	149.854.125.977	153	152
193	143.361.968.994	146	145
194	158.362.365.723	163	161
195	146.155.120.850	159	148
196	147.223.754.883	150	149
197	148.349.395.752	154	150
198	151.141.525.269	154	153
199	142.312.957.764	145	144
200	156.678.024.292	165	159
201	152.226.684.570	158	154
202	153.896.026.611	167	156
203	155.803.283.691	158	158
204	135.516.754.150	139	138
205	135.905.319.214	145	138
206	132.718.627.930	137	135
207	127.258.346.558	130	129
208	141.222.564.697	145	143
209	136.996.444.702	144	138
210	139.207.138.062	145	141
211	155.087.234.497	159	157
212	153.421.997.070	157	155
213	151.775.634.766	154	154

214	153.767.684.937	162	156
215	150.851.425.171	155	153
216	154.869.354.248	158	157
217	159.279.922.485	167	161
218	162.759.918.213	166	165
219	160.823.074.341	164	163
220	183.505.355.835	186	186
221	168.167.343.140	185	170
222	165.998.580.933	170	168
223	165.488.220.215	168	168
224	162.764.816.284	170	165
225	170.760.269.165	176	173
226	172.741.699.219	183	175
227	169.770.446.777	174	172
228	166.884.597.778	170	169
229	161.992.263.794	169	164
230	165.245.208.740	175	167
231	161.513.946.533	173	163
232	155.721.420.288	158	158
233	140.461.730.957	144	143
234	126.017.997.742	138	128
235	125.624.488.831	127	127
236	135.743.347.168	137	137
237	139.302.719.116	144	140
238	144.135.604.858	146	146
239	125.241.714.478	134	127
240	135.951.354.980	141	137

241	136.348.724.365	137	137
242	137.741.943.359	135	139
243	118.075.035.095	118	119
244	119.065.017.700	124	120
245	123.044.532.776	130	124
246	124.052.230.835	128	126
247	116.865.386.963	112	117
248	141.940.048.218	146	143
249	140.471.588.135	141	142
250	150.762.252.808	150	152
251	150.663.223.267	149	152
252	154.163.253.784	162	156
253	156.568.527.222	162	158
254	149.813.064.575	149	151
255	150.097.595.215	144	151
256	145.801.574.707	141	146
257	147.353.057.861	139	147
258	142.626.968.384	144	143
259	159.331.375.122	163	161
260	153.090.103.149	148	153
261	154.324.111.938	150	154
262	145.415.756.226	145	146
263	155.099.060.059	155	156
264	175.398.681.641	204	177
265	255.000.000.000	255	255
266	179.258.255.005	184	180
267	152.636.871.338	157	153

268	161.197.189.331	165	162
269	169.789.459.229	165	170
270	169.018.218.994	168	170
271	179.958.023.071	178	181
272	216.948.059.082	238	221
273	198.606.842.041	205	200
274	167.187.011.719	172	168
275	167.525.131.226	168	168
276	165.239.822.388	165	166
277	187.651.565.552	185	188
278	184.300.369.263	201	186
279	212.273.269.653	233	214
280	199.507.202.148	215	201
281	174.130.203.247	178	175
282	169.381.439.209	166	170
283	202.952.575.684	194	203
284	249.528.244.019	255	255
285	253.205.062.866	255	255
286	227.256.027.222	238	229
287	255.000.000.000	255	255
288	228.929.946.899	243	231
289	220.875.732.422	232	223
290	233.054.580.688	238	237
291	244.395.294.189	255	250
292	254.257.415.771	255	255
293	253.051.193.237	255	255
294	254.594.573.975	255	255

295	255.000.000.000	255	255
296	255.000.000.000	255	255
297	255.000.000.000	255	255
298	255.000.000.000	255	255
299	254.764.816.284	255	255
300	249.389.144.897	255	253
301	243.559.631.348	255	246
302	251.409.149.170	255	255
303	254.920.104.980	255	255
304	250.353.851.318	255	254
305	239.475.616.455	254	241
306	222.073.867.798	226	223
307	210.439.712.524	205	210
308	218.849.563.599	229	219
309	228.491.500.854	246	229
310	234.617.248.535	243	236
311	245.897.201.538	255	249
312	252.786.621.094	255	255
313	252.709.182.739	255	255
314	253.391.754.150	255	255
315	254.614.700.317	255	255
316	254.995.773.315	255	255
317	255.000.000.000	255	255
318	254.998.077.393	255	255
319	254.536.087.036	255	255
320	254.143.569.946	255	255
321	254.973.434.448	255	255

322	255.000.000.000	255	255
323	255.000.000.000	255	255
324	255.000.000.000	255	255
325	255.000.000.000	255	255
326	255.000.000.000	255	255
327	255.000.000.000	255	255
328	255.000.000.000	255	255
329	255.000.000.000	255	255
330	255.000.000.000	255	255
331	255.000.000.000	255	255
332	255.000.000.000	255	255
333	255.000.000.000	255	255
334	255.000.000.000	255	255
335	255.000.000.000	255	255
336	255.000.000.000	255	255
337	255.000.000.000	255	255
338	255.000.000.000	255	255
339	255.000.000.000	255	255
340	255.000.000.000	255	255
341	255.000.000.000	255	255
342	255.000.000.000	255	255
343	255.000.000.000	255	255
344	255.000.000.000	255	255
345	255.000.000.000	255	255
346	255.000.000.000	255	255
347	255.000.000.000	255	255
348	255.000.000.000	255	255

349	255.000.000.000	255	255
350	255.000.000.000	255	255
351	255.000.000.000	255	255
352	255.000.000.000	255	255
353	255.000.000.000	255	255
354	255.000.000.000	255	255
355	255.000.000.000	255	255
356	255.000.000.000	255	255
357	255.000.000.000	255	255
358	255.000.000.000	255	255
359	255.000.000.000	255	255
360	255.000.000.000	255	255
361	255.000.000.000	255	255
362	255.000.000.000	255	255
363	255.000.000.000	255	255
364	255.000.000.000	255	255

Tabel 4.17 Data intensitas cahaya Bukit Sikunir 23-9-2023.

No. Foto	Mean1	Mode1	Median1
1	20.022.880.554	14	20
2	20.496.887.207	26	21
3	20.517.955.780	26	21
4	20.156.887.054	18	20
5	20.814.052.582	27	21
6	20.741.416.931	26	21
7	20.608.037.949	27	21
8	20.915.819.168	27	21
9	20.656.818.390	27	21
10	20.115.539.551	18	20
11	20.185.226.440	26	20
12	20.416.282.654	26	20
13	20.411.939.621	24	20
14	20.411.869.049	26	20
15	20.337.886.810	26	20
16	20.383.972.168	27	20
17	20.472.612.381	26	21
18	20.223.321.915	24	20
19	20.682.601.929	26	21
20	21.056.283.951	21	21
21	20.676.237.106	24	21
22	20.540.279.388	24	21
23	21.082.996.368	16	21
24	20.508.478.165	24	21

25	20.655.841.827	23	21
26	20.968.339.920	21	21
27	20.264.738.083	24	20
28	20.162.485.123	24	20
29	21.766.736.984	27	22
30	20.885.202.408	24	21
31	20.991.243.362	24	21
32	20.760.208.130	24	21
33	20.540.603.638	25	21
34	20.580.022.812	25	21
35	20.684.019.089	21	21
36	20.980.464.935	26	21
37	20.707.618.713	24	21
38	20.668.920.517	21	21
39	20.521.091.461	21	21
40	20.731.266.022	20	21
41	21.016.445.160	21	21
42	21.094.263.077	22	21
43	20.692.310.333	21	21
44	20.865.295.410	26	21
45	21.197.143.555	22	21
46	20.867.177.963	21	21
47	20.698.722.839	20	21
48	21.091.312.408	26	21
49	21.173.774.719	20	21
50	20.759.534.836	22	21
51	21.098.001.480	21	21

52	20.936.794.281	20	21
53	22.034.843.445	28	22
54	21.713.171.005	21	22
55	20.838.094.711	26	21
56	20.559.024.811	26	21
57	20.575.492.859	20	21
58	21.401.905.060	21	21
59	20.935.283.661	20	21
60	20.925.575.256	22	21
61	21.102.508.545	22	21
62	21.748.781.204	21	22
63	21.582.229.614	22	22
64	21.686.805.725	27	22
65	21.285.598.755	27	21
66	21.029.291.153	27	21
67	21.675.655.365	22	22
68	21.009.407.043	22	21
69	20.982.393.265	22	21
70	21.500.650.406	22	22
71	21.385.250.092	22	21
72	21.176.677.704	21	21
73	21.897.258.759	22	22
74	21.725.528.717	22	22
75	21.342.252.731	21	21
76	21.632.520.676	22	22
77	21.361.486.435	21	21
78	21.539.512.634	27	22

79	21.810.941.696	22	22
80	21.603.042.603	21	22
81	21.563.529.968	21	21
82	22.187.433.243	29	22
83	21.943.624.496	21	22
84	21.790.964.127	21	22
85	21.835.935.593	21	22
86	22.116.678.238	21	22
87	22.639.953.613	27	23
88	22.358.444.214	21	22
89	22.391.592.026	26	22
90	23.253.286.362	28	23
91	22.421.834.946	21	22
92	22.185.249.329	20	22
93	23.015.563.965	30	23
94	22.752.288.818	18	23
95	22.789.407.730	26	23
96	22.686.203.003	30	23
97	22.846.225.739	18	23
98	23.135.190.964	30	23
99	23.120.069.504	29	23
100	23.065.389.633	23	23
101	23.259.304.047	28	23
102	23.060.953.140	28	23
103	23.145.690.918	24	23
104	24.398.443.222	24	25
105	23.684.970.856	24	24

106	24.258.676.529	29	24
107	24.374.820.709	29	25
108	24.342.950.821	28	25
109	25.349.988.937	28	26
110	24.192.218.781	28	24
111	25.109.756.470	29	26
112	25.595.005.035	26	26
113	25.277.328.491	29	26
114	25.667.966.843	29	26
115	25.755.052.567	27	26
116	26.219.488.144	28	27
117	26.162.090.302	27	26
118	26.380.720.139	27	27
119	26.903.158.188	28	27
120	26.528.919.220	26	27
121	27.465.505.600	27	28
122	27.309.547.424	28	28
123	28.306.783.676	28	28
124	28.061.393.738	30	28
125	27.887.178.421	26	28
126	28.680.719.376	32	29
127	28.733.913.422	32	29
128	29.748.849.869	32	30
129	29.475.028.992	32	30
130	30.345.109.940	32	31
131	30.374.099.731	32	31
132	30.617.118.835	32	31

133	30.754.657.745	32	31
134	31.457.468.033	32	32
135	31.714.889.526	32	32
136	32.153.938.293	32	32
137	33.265.319.824	32	33
138	32.785.713.196	31	33
139	33.834.449.768	34	34
140	34.165.805.817	34	34
141	34.703.948.975	33	34
142	35.663.253.784	35	35
143	35.700.187.683	34	35
144	36.850.498.199	34	36
145	37.833.660.126	37	37
146	38.464.252.472	36	38
147	38.827.968.597	37	38
148	39.909.011.841	38	39
149	39.404.319.763	37	39
150	41.937.305.450	36	41
151	41.633.079.529	36	41
152	42.274.494.171	39	42
153	43.358.722.687	41	43
154	43.917.770.386	41	43
155	45.172.405.243	41	44
156	46.574.771.881	42	46
157	47.598.674.774	42	47
158	49.079.071.045	45	48
159	49.609.455.109	45	49

160	50.519.977.570	47	49
161	52.097.793.579	50	51
162	53.936.050.415	48	53
163	54.187.686.920	47	53
164	56.360.977.173	48	55
165	56.553.218.842	49	55
166	59.217.559.814	51	58
167	59.151.058.197	50	58
168	60.150.939.941	51	59
169	61.995.143.890	52	61
170	62.878.768.921	53	61
171	64.525.573.730	56	63
172	66.206.924.438	57	65
173	68.858.070.374	67	67
174	69.104.064.941	58	68
175	71.422.180.176	62	70
176	73.371.635.437	66	72
177	74.512.451.172	66	73
178	77.133.819.580	66	76
179	78.544.784.546	69	78
180	79.017.074.585	71	78
181	81.598.579.407	72	81
182	84.725.624.084	75	84
183	86.923.461.914	76	86
184	87.521.141.052	78	87
185	89.505.020.142	80	89
186	92.428.573.608	128	93

187	93.864.181.519	128	94
188	95.383.087.158	129	96
189	98.353.889.465	131	99
190	100.908.920.288	132	102
191	102.863.388.062	133	104
192	106.879.608.154	137	109
193	107.562.881.470	137	109
194	108.515.632.629	138	110
195	112.849.311.829	143	115
196	115.003.669.739	145	118
197	117.270.126.343	147	120
198	118.921.882.629	148	122
199	121.807.968.140	151	125
200	125.021.209.717	144	128
201	128.577.163.696	154	131
202	129.732.818.604	154	133
203	131.347.427.368	157	134
204	133.978.332.520	156	137
205	135.889.541.626	157	139
206	139.068.588.257	159	142
207	142.637.191.772	159	146
208	144.771.667.480	162	149
209	146.756.744.385	163	151
210	149.647.384.644	166	154
211	151.242.874.146	166	155
212	153.697.021.484	169	158
213	158.300.842.285	170	162

214	161.257.415.771	170	165
215	163.997.695.923	170	167
216	167.333.679.199	170	169
217	171.314.453.125	170	172
218	174.081.161.499	170	174
219	178.146.102.905	171	177
220	182.603.622.437	173	181

Tabel 4.18 Data intensitas cahaya Bukit Sikunir 24-9-2023.

No. Foto	Mean1	Mode1	Median1
1	13.728.497.505	13	14
2	13.661.511.421	10	14
3	13.645.861.626	11	14
4	13.493.364.334	13	13
5	14.017.309.189	11	14
6	14.130.930.901	15	14
7	13.502.285.957	15	13
8	13.920.921.326	11	14
9	13.453.585.625	13	13
10	13.700.349.808	13	14
11	13.608.497.620	13	13
12	13.410.341.263	13	13
13	13.646.230.698	13	14
14	13.590.340.614	13	14
15	13.454.285.622	15	13
16	13.495.557.785	10	13
17	13.756.755.829	13	14
18	13.591.557.503	13	13
19	13.898.193.359	13	14
20	13.649.234.772	13	14
21	13.885.013.580	13	14
22	13.577.713.966	13	14
23	13.694.211.960	14	14
24	14.258.543.968	11	14

25	13.952.018.738	14	14
26	14.449.916.840	18	14
27	13.780.958.176	14	14
28	13.808.921.814	13	14
29	14.336.497.307	14	14
30	13.852.553.368	14	14
31	14.224.847.794	13	14
32	14.261.677.742	14	14
33	13.946.285.248	16	14
34	14.501.861.572	16	15
35	14.471.318.245	17	14
36	14.260.276.794	17	14
37	14.204.811.096	17	14
38	14.267.336.845	17	14
39	14.341.032.028	16	14
40	14.386.562.347	16	15
41	14.471.409.798	16	15
42	14.814.174.652	17	15
43	14.769.382.477	17	15
44	14.667.097.092	17	15
45	14.750.045.776	17	15
46	15.304.331.779	18	16
47	14.815.170.288	17	15
48	14.924.921.989	17	15
49	15.155.465.126	18	15
50	15.216.884.613	18	15
51	15.123.963.356	18	15

52	15.255.428.314	18	16
53	15.670.377.731	18	16
54	15.470.617.294	18	16
55	16.018.194.199	19	16
56	16.043.317.795	19	17
57	15.692.018.509	18	16
58	15.860.147.476	18	16
59	16.605.234.146	19	17
60	16.482.986.450	19	17
61	16.511.373.520	19	17
62	16.570.985.794	19	17
63	16.589.069.366	19	17
64	16.992.589.951	19	18
65	17.144.147.873	19	18
66	17.459.943.771	20	18
67	17.414.857.864	21	18
68	17.497.455.597	21	18
69	17.610.303.879	20	18
70	18.554.212.570	21	19
71	18.148.941.040	22	19
72	18.555.004.120	21	19
73	19.122.747.421	23	20
74	18.877.161.026	22	19
75	19.977.252.960	23	21
76	19.410.009.384	22	20
77	19.994.211.197	23	21
78	20.871.631.622	22	22

79	21.207.427.979	25	22
80	21.177.345.276	22	22
81	22.426.691.055	23	23
82	23.324.203.491	27	24
83	22.809.972.763	26	23
84	22.860.424.042	26	24
85	23.608.406.067	27	24
86	23.863.225.937	26	25
87	24.542.322.159	28	25
88	24.845.880.508	28	26
89	25.849.695.206	29	27
90	26.531.484.604	30	27
91	27.246.894.836	30	28
92	27.551.206.589	30	28
93	28.430.120.468	31	29
94	29.092.037.201	31	30
95	30.157.676.697	33	31
96	30.944.055.557	33	32
97	31.733.842.850	33	32
98	32.659.297.943	34	33
99	34.472.293.854	36	35
100	34.986.377.716	36	35
101	36.018.821.716	37	36
102	37.202.819.824	39	38
103	37.873.252.869	40	38
104	40.458.820.343	42	41
105	40.242.950.439	42	40

106	41.318.099.976	43	41
107	42.343.540.192	43	42
108	45.131.687.164	46	45
109	45.901.309.967	47	46
110	46.879.058.838	47	47
111	49.187.927.246	49	49
112	50.255.596.161	50	50
113	51.469.749.451	51	51
114	54.275.798.798	54	54
115	54.322.010.040	54	54
116	56.306.911.469	55	55
117	58.412.387.848	57	58
118	60.463.336.945	60	60
119	62.904.018.402	61	62
120	65.196.754.456	65	64
121	66.946.006.775	65	66
122	68.624.847.412	68	68
123	71.229.293.823	70	70
124	72.520.538.330	71	72
125	74.668.273.926	73	74
126	77.002.395.630	76	76
127	79.586.761.475	78	79
128	81.225.601.196	81	80
129	84.245.513.916	83	84
130	86.201.293.945	84	86
131	89.323.631.287	88	89
132	91.633.270.264	89	91

133	93.795.867.920	93	93
134	96.895.431.519	96	97
135	101.867.317.200	103	102
136	102.024.444.580	104	102
137	106.190.193.176	105	106
138	107.621.490.479	108	109
139	111.420.867.920	117	116
140	96.746.452.332	136	109
141	91.805.381.775	6	111
142	93.000.183.105	29	115
143	72.612.052.917	3	64
144	69.979.148.865	6	45
145	72.339.210.510	5	47
146	74.508.056.641	5	49
147	76.549.362.183	6	51
148	77.066.947.937	6	51
149	79.035.850.525	6	53
150	80.880.424.500	6	55
151	82.010.856.628	6	56
152	83.314.285.278	6	57
153	85.833.328.247	6	60
154	87.238.159.180	9	61
155	88.786.079.407	9	62
156	90.867.904.663	9	64
157	94.839.797.974	9	67
158	96.000.717.163	9	68
159	95.925.933.838	9	67

160	100.916.168.213	8	72
161	102.762.435.913	9	73
162	106.993.530.273	11	77
163	108.521.072.388	241	78
164	110.322.082.520	13	79
165	115.382.728.577	11	84
166	117.364.372.253	254	86
167	117.295.021.057	254	85
168	120.926.048.279	254	89
169	122.938.468.933	255	91
170	126.385.292.053	255	96
171	127.588.203.430	255	98
172	129.844.238.281	255	100
173	134.285.278.320	255	107
174	137.278.762.817	255	111
175	140.644.012.451	255	117
176	143.531.753.540	255	121
177	147.699.600.220	255	127
178	149.425.994.873	255	130
179	152.116.989.136	255	134
180	154.421.600.342	255	137
181	156.375.778.198	255	140
182	158.530.685.425	255	143
183	161.121.643.066	255	147
184	163.201.202.393	255	149
185	165.581.405.640	255	152
186	168.032.348.633	255	156

187	170.792.953.491	255	161
188	172.903.213.501	255	165
189	174.947.631.836	255	169
190	177.431.610.107	255	173
191	178.864.761.353	255	176
192	181.519.561.768	255	180
193	183.782.928.467	255	184
194	185.345.672.607	255	186
195	187.514.694.214	255	189
196	190.153.808.594	255	192
197	192.449.478.149	255	195
198	194.401.596.069	255	197
199	196.873.016.357	255	200

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama : Johar Asikin

Tempat, tanggal lahir : Pemalang, 01 April 2001

Agama : Islam

Jenis kelamin : Laki-laki

Alamat asal : Jl. Gondang Timur V No.63 Rt 05/01,
Bulusan, Tembalang, Semarang

No. Hp : 085866977596

Email : joharasikin21@gmail.com

Riwayat pendidikan :

- A. SDN 02 Tembalang (2007-2013)
- B. MTs NU Nurul Huda Semarang (2013-2016)
- C. MA NU Nurul Huda Semarang (2016-2019)

Pengalaman Organisasi :

- A. JQH El-Fasya El-Febys UIN Walisongo Semarang
- B. Justisia UIN Walisongo Semarang
- C. IKANMAS (Ikatan Mahasiswa Semarang)
- D. MATAN WALISONGO