

**UJI KOMPARASI OLAH CITRA FAJAR
MENGUNAKAN METODE PERBANDINGAN
INTENSITAS CAHAYA DAN 3D SURFACE PADA
APLIKASI ASTROIMAGEJ**

TESIS

Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Syarat
guna Memperoleh Gelar Magister
Ilmu Falak



oleh:

M. NUR ISKANDAR FAJRI

NIM: 2202048022

**PROGRAM MAGISTER ILMU FALAK
FAKULTAS SYARI'AH DAN HUKUM
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
SEMARANG
2024**

PENGESAHAN



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

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

FPT-07

PENGESAHAN PERBAIKAN OLEH PENGUJI UJIAN TESIS

Yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan bahwa tesis mahasiswa :

Nama : M. Nur Iskandar fajri

NIM : 2202048022

Prodi : S2 Ilmu Falak

Judul : UJI KOMPARASI OLAH CITRA FAJAR MENGGUNAKAN METODE
PERBANDINGAN INTENSITAS CAHAYA DAN 3D SURFACE PADA
APLIKASI ASTROIMAGEJ

yang telah diujikan pada tanggal 28 Juni 2024 dan dinyatakan **LULUS** oleh majelis penguji :

NAMA

TANGGAL

TANDA TANGAN

Dr. Moh. Khasan M.Ag.
Ketua Majelis

2/10 2024

Dr. Ahmad Adib Rofiuddin, M.S.I.
Sekretaris Sidang



2024

Prof. Dr. Abdul Ghofur, M. Ag.
Penguji 1

1/10 2024

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

30/05 2024

NOTA DINAS PEMBIMBING I

NOTA DINAS

Semarang, 26 Juni 2024

Kepada Yth.

Dekan Fakultas Syari'ah dan Hukum

UIN Walisongo Semarang

di- Semarang

Assalamu 'alaikum Wr. Wb.

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

Nama : **M. Nur Iskandar Fajri**

NIM : 2202048022

Program Studi : S2 Ilmu Falak

Judul : **Uji Komparasi Olah Citra Fajar Menggunakan Metode Perbandingan Intensitas Cahaya dan 3D Surface Pada Aplikasi Astroimagej**

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

Wassalamu 'alaikum Wr. Wb.

Pembimbing I,



Prof. Dr. Muslich, MA.

NIP. 196908131996031003

NOTA DINAS PEMBIMBING II

NOTA DINAS

Semarang, 18 Juni 2024

Kepada Yth.

Dekan Fakultas Syari'ah dan Hukum

UIN Walisongo Semarang

di- Semarang

Assalamu 'alaikum Wr. Wb.

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

Nama : **M. Nur Iskandar Fajri**

NIM : 2202048022

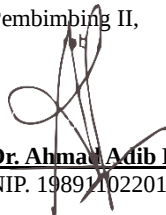
Program Studi : S2 Ilmu Falak

Judul : **Uji Komparasi Olah Citra Fajar Menggunakan Metode Perbandingan Intensitas Cahaya dan 3D Surface Pada Aplikasi Astroimagej**

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

Wassalamu 'alaikum Wr. Wb.

Pembimbing II,



Dr. Ahmad Adib Rofiuddin, M.S.I

NIP. 198911022018011001

PERNYATAAN KEASLIAN NASKAH

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Lengkap : M. Nur Iskandar Fajri

NIM : 2202048022

Program Studi : S2 Ilmu Falak

Fakultas : Syari'ah dan Hukum

Menyatakan bahwa tesis yang berjudul :

**Uji Komparasi Olah Citra Fajar Menggunakan Metode
Perbandingan Intensitas Cahaya dan 3D Surface Pada
Aplikasi *AstroimageJ***

Secara keseluruhan adalah hasil penelitian saya sendiri, kecuali

bagian tertentu yang dirujuk sumbernya.

Semarang, 03 Oktober 2024



M. Nur Iskandar Fajri

NIM. 2202048022

PERSEMBAHAN

Tulisan ini saya persembahkan kepada orang tua dan guru-guru saya yang selalu memberikan doa, semangat dan harapan untukku. Merekalah yang membuat segalanya menjadi mungkin sehingga saya bisa sampai pada tahap ini

Kepada kasih yang selalu membantuku dalam setiap kesulitan.

MOTO

Semua butuh DUIT

Doa Usaha Istiqomah Tawakal

ABSTRAK

Judul : Uji Komparasi Olah Citra Fajar Menggunakan Metode Analisa Perbandingan Intensitas Cahaya dan *3D Surface*
Penulis : M. Nur Iskandar Fajri
NIM : 2202048022

Kriteria fajar sadik dipertanyakan oleh para ilmuwan dikarenakan dianggap tidak sesuai dengan kenyataannya. Pengamatan fajar ini diamati oleh banyak ilmuwan dengan banyak metode Analisa. Metode yang digunakan salahsatunya adalah perbandingan intensitas cahaya dan *3d Surface*. Keduanya memanfaatkan fitur-fitur yang terdapat dalam aolikasi *AstroImageJ*. Bagaimana penggunaan perbandingan intensitas cahaya dan *3d Surface* dalam menganalisis citra fajar? Dan bagaimana komparasi keduanya?. Keduanya dibahas melalui studi lapangan. Data diperoleh denganobservasi di Pulau Bawean. Data dianalisis menggunakan analisis deskriptif-komparatif dengan pendekatan fikih, astronomi dan astrofotografi.

Penelitian ini menunjukkan pengolahan citra fajar menggunakan perbandingan cahaya dan *3D Surface* dapat dilakukan dengan baik, namun keduanya memiliki kemampuan yang berbeda. Perbandinganintensitas cahaya memiliki kemampuan mendeteksi lebih dini dibandingkan dengan *3D Surface*, sedangkan *3D Surface* lebih lambat sekitar 5-11 menit. Perbandingan intensitas cahaya tidak mampu untuk mendeteksi hasil citra yang buruk dikarenakan rata-rata intensitas cahaya diarea yang diwakili tidak stabil, sedangkan *3D Surface* masih mampu untuk mendeteksinya.

Kata kunci: perbandingan intensitas cahaya, *3D Surface*, fajar

ABSTRACT

The criteria for true dawn are questioned by scientists because they are considered inconsistent with reality. This dawn observation has been conducted by many scientists using various analytical methods. One of the methods used is the comparison of light intensity and 3D Surface analysis. Both methods utilize features available in the AstroImageJ application. How is the comparison of light intensity and 3D Surface used in analyzing dawn images? And how do they compare? Both are discussed through field studies. Data were obtained through observations on Bawean Island. The data were analyzed using descriptive-comparative analysis with approaches from Islamic jurisprudence, astronomy, and astrophotography.

This research shows that dawn image processing using light intensity comparison and 3D Surface can be done well, but both have different capabilities. Light intensity comparison has the ability to detect dawn earlier compared to 3D Surface, which is slower by about 5-11 minutes. Light intensity comparison is unable to detect poor image results due to the unstable average light intensity in the represented area, whereas 3D Surface can still detect it.

Keywords: light intensity comparison, 3D Surface, dawn

الملخص

المعايير المتعلقة بالفجر الصادق مشكوك فيها من قبل العلماء لأنها تعتبر غير متوافقة مع الواقع. هذا الفجر تم رصده من قبل العديد من العلماء باستخدام طرق تحليلية مختلفة. إحدى الطرق المستخدمة هي مقارنة شدة الضوء وسطح ثلاثي الأبعاد. كلاهما يستفيد من الميزات الموجودة في تطبيق **AstroImageJ** كيف تُستخدم مقارنة شدة الضوء وسطح ثلاثي الأبعاد في تحليل صور الفجر؟ وكيف تُقارن كلا الطريقتين؟ كلاهما نوقش من خلال دراسة ميدانية. تم جمع البيانات من خلال المراقبة في جزيرة باويان. تم تحليل البيانات باستخدام التحليل الوصفي - المقارن مع مقارنة الفقه، الفلك، والتصوير الفلكي.

تُظهر هذه الدراسة أنَّ معالجة صور الفجر باستخدام مقارنة شدة الضوء وسطح ثلاثي الأبعاد يمكن القيام بها بشكل جيد، ولكنَّ كلا الطريقتين لهما قدرات مختلفة. تتميز مقارنة شدة الضوء بقدرتها على الكشف المبكر بالمقارنة مع سطح ثلاثي الأبعاد، حيث أنَّ سطح ثلاثي الأبعاد أبطأ بحوالي ٥-١١ دقيقة. لا تستطيع مقارنة شدة الضوء الكشف عن الصور السيئة لأنَّ متوسط شدة الضوء في المنطقة الممتلئة غير مستقر، في حين أنَّ سطح ثلاثي الأبعاد لا يزال قادرًا على الكشف عنها.

الكلمات المفتاحية: مقارنة شدة الضوء، سطح ثلاثي الأبعاد، الفجر

PEDOMAN TRANSLITERASI

Keputusan Bersama Menteri Agama dan Menteri P dan K

Nomor: 158/1987 dan Nomor: 0543b/U/1987

1. Konsonan

No	Arab	Latin
1	ا	tidak dilambangkan
2	ب	B
3	ت	T
4	ث	ṡ
5	ج	J
6	ح	h
7	خ	Kh
8	د	D
9	ذ	ẓ
10	ر	R
11	ز	Z
12	س	S
13	ش	Sy
14	ص	ṣ
15	ض	ḍ

No	Arab	Latin
16	ط	ṭ
17	ظ	ẓ
18	ع	‘
19	غ	G
20	ف	F
21	ق	Q
22	ك	K
23	ل	L
24	م	M
25	ن	N
26	و	W
27	ه	H
28	ء	‘
29	ي	Y

Vokal Pendek		
	a	كتب
	i	سعل
	u	يذهب

Vokal Panjang		
ا....	ā	قال
إي	ī	قيل
أو	ū	يقول

Catatan:

Kata sandang (al-) pada bacaan syamsiyyah atau qamariyyah ditulis (al-) secara konsisten suapa selaras dengan teks Arabnya.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, Segala puji bagi Allah SWT pencipta alam semesta dan segala isinya, yang telah menundukkan malam dan siang, matahari dan bulan, serta mengendalikan bintang-bintang dengan keanggunan sistematis sesuai kehendakNya, sehingga penulis mampu menyelesaikan tesis ini yang berjudul *“Uji Komparasi Olah Citra Fajar Menggunakan Metode Perbandingan Intensitas Cahaya Dan 3d Surface Pada Aplikasi Astroimagej”*

Salam rindu dan selawat penulis haturkan kepada Nabi Muhammad SAW sebagai pembawa risalah keislaman, idola, dan teladan hidup. Salam ini pula ditujukan kepada para keluarga beliau, sahabat beliau, dan seluruh umat manusia sepanjang masa yang teguh pada ajaran-ajaran Allah SWT yang diajarkan oleh beliau. Penulis menyadari tesis ini selesai tak mutlak merupakan usaha penulis sendiri. Banyak andil dari orang-orang di sekitar penulis yang membantu dalam prosesnya, baik secara langsung dan tidak langsung. Maka dari itu penulis ingin mengucapkan rasa terimakasih kepada:

1. Kedua orang tua penulis, Ayahanda Sujai dan Ibunda Muslikha, yang telah memberikan support dari segala aspek, menjadi sekolah pertama penulis, hingga membiayai pendidikan penulis hingga sejauh ini.

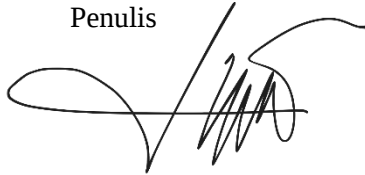
2. Abah Drs KH. Ahmad Hadlor Ihsan, Bapak Dr. KH M. Basthoni, S.H.I, M.H. yang telah banyak menjadi inspirasi penulis dalam menjalani setiap langkah kehidupan selama ini.
3. Bapak Prof. Dr. KH. Ahmad Izzudin selaku pengasuh Pondok Pessantren Life Skill Darun Najah yang telah memberikan arahan kepada penulis.
4. Bapak Prof Muslich selaku pembimbing 1 skripsi penulis yang telah banyak memberikan arahan selama penulisan skripsi.
5. Bapak Dr. Ahmad Adib Rofiuddin, M.S.I selaku pembimbing 2 sekaligus mentor, idola dan penulis anggap sebagai orang tua akademis penulis yang sangat banyak memberikan pengalaman akademik selama berkuliah di UIN Walisongo Semarang.
6. Bapak K.H Slamet Hambali, M.Ag, selaku dosen senior yang inspiratif. Banyak pemikiran beliau yang menjadi inspirasi penulis dalam penulisan tesis ini.
7. Bapak Dr. Eng. Rinto Anugraha NQZ, M.Si., Prof. Dr. Thomas Djamaluddin, M.Sc., dan Bapak Dr. Suaidi Ahadi, M.T., yang telah mendidik penulis saat menempuh Pendidikan S2 di UIN Walisongo Semarang
8. Seluruh Dosen Fakultas Syariah dan Hukum, terkhusus Dosen Prodi Ilmu Falak UIN Walisongo Semarang.

9. Sahabat dan teman seperjuangan dalam menjalankan kepengurusan di Pondok Pesantren Al Ishlah, Kang Lutfi, Gus Nasir, Kang Kapidin, Kang Adi, Kang Rikza, kang Rizal, Kang Luqni, Kang Akmal, kang Ahib, Kang Hiday, Kang Ardian, Kang Nopal dan seluruh jajaran pengurus.
10. Teman-teman seangkatan di prodi S2 Ilmu Falak UIN Walisongo Semarang.
11. Pembina Kawakib Institute bapak Muhammad Shofa Mughtanim, M.S.I, Mas Himmaturriza, tim rewo-rewo kawakib Shofa, alan, syahrin dan sahabat kawakib.
12. Tim Media Pesantren Al Ishlah Production Kang day, Ahib, Nopal, Ardian, Alan, Farid, Nafis dan anggota tim Aish-pro tempat paling banyak penulis repoti dengan berbagai jobdeks yang ada.
13. Pengurus IPNU-IPPNU Kota Semarang terutama ketua umum rekan Abid yang banyak sedikitnya sering membantu penulis dan tempat mengasah kemampuan berorganisasi.
14. Bolo-bolo faziuz zidnal, agus, aan, Barok, Abid, TB dan juga shabat MTs MA NU Nurul Huda yang selalu memberikan support dan semangat kepada penulis hingga detik ini.
15. Sahabat diskusi random kang Lutfi, Zidnal, Syahrul yang selalu membuat penulis untuk selalu mengasah kemampuan berfikir dan menganalisa kehidupan

16. Den Nova yang selalu membantu dalam perangkat penulisan dari awal sampai akhir dan juga selalu memberi semangat kepada penulis
17. Semua pihak yang tak bisa penulis sebutkan satu persatu, yang telah berjasa dalam karir akademik penulis. Demikian tesis yang dapat penulis susun. Semoga tesis yang penulis susun ini dapat bermanfaat bagi kepentingan akademis dan praktis, serta memberikan sumbangsih besar bagi masyarakat dan khazanah keilmuan falak di seluruh dunia.

Semarang, 30 September 2024

Penulis

A handwritten signature in black ink, featuring a large, stylized loop on the left and a series of vertical, slightly wavy strokes on the right, ending with a small flourish.

M. Nur Iskandar Fajri

DAFTAR ISI

PENGESAHAN	i
NOTA DINAS PEMBIMBING I	ii
NOTA DINAS PEMBIMBING II	iii
PERNYATAAN KEASLIAN NASKAH	iv
PERSEMBAHAN	v
MOTO.....	vi
ABSTRAK.....	vii
PEDOMAN TRANSLITERASI	x
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI.....	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Rumusan Masalah	7
C. Tujuan Penelitian	7
D. Manfaat Penelitian	7
E. Telaah Pustaka	8
F. Metode Penelitian	14
G. Sistematika Penelitian.....	18
BAB II FAJAR PERSPEKTIF FIQIH DAN ASTRONOMI	20
A. Fajar Sadik Menurut Fikih	20
B. Fajar Sadik Menurut Astronomi	34

BAB III PERBANDINGAN INTENSITAS CAHAYA DAN 3D SURFACE SEBAGAI METODE ANALISIS CITRA FAJAR .	42
A. Data Citra Fajar.....	42
B. <i>AstroImageJ</i>	45
C. Metode Analisa Perbandingan Intensitas Cahaya	47
D. Metode Analisa <i>3D surface</i>	57
BAB IV KOMPARASI PERBANDINGAN INTENSITAS CAHAYA DAN <i>3D surface</i> DALAM MENGANALISIS CITRA FAJAR	65
A. Deteksi Ketampakan Fajar Berdasarkan Metode Analisa 65	
B. Perbandingan Metode Analisa pada Citra Fajar.....	86
BAB V PENUTUP	93
A. Simpulan	93
B. Saran	94
C. PENUTUP.....	94
DAFTAR PUSTAKA	95
LAMPIRAN.....	99
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	100

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Saat ini waktu fajar di Indonesia dinilai terlalu dini dengan kriteria yang digunakan, yaitu elevasi atau ketinggian matahari -20° di bawah ufuk, bukanlah waktu fajar yang tepat berdasarkan pengamatan.¹ Kriteria ini dipertanyakan sebagian umat muslim terutama para ilmuwan karena dirasa hanya didasarkan pada pendapat ulama terdahulu bukan hasil pengamatan yang kuat.² Kriteria yang digunakan oleh Kemenag RI merupakan kriteria yang didasarkan pada data historis yaitu gagasan yang dimunculkan oleh Saadod'din Jambek dan Abdur Rachim. Saadod'din Jambek sendiri berguru kepada Thahir Jalaluddin yang mendasarkan kriteria -20 tersebut dari kitab yang dibacanya yaitu *al-Maṭla' as-Sa'īd dan Taqrīb al-Maqṣad* karya Husain Zaid Mesir (w. 1887 M)³

¹ Dhani Herdiwijaya, "Sky Brightness and Twilight Measurements at Yogyakarta City, Indonesia," *Journal of Physics: Conference Series* 771, no. 1 (2016): hlm 2, <https://doi.org/10.1088/1742-6596/771/1/012033>.

² M. Basthoni, "Efek Polusi Cahaya Terhadap Penentuan Awal Waktu Subuh Di Indonesia" (UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG, 2022), hlm 1.

³ Arwin Juli Rakhmadi Butar-butur, *Fajar Dan Syafaq Dalam Keserjanaan Astronom Muslim Dan Ulama Nusantara*, 1st ed. (Yogyakarta: LKiS, 2018), hlm 131-133.

Kriteria ini dipersoalkan oleh Qiblati yang telah melakukan penelitian di beberapa tempat di Jawa Tengah dan Daerah Istimewa Yogyakarta. Penelitian tersebut menjelaskan bahwa waktu salat yang digunakan oleh masyarakat Indonesia lebih cepat 12 hingga 24 menit dari fajar sadik sebenarnya. Data yang dimiliki Qiblati ini jika disamakan dengan sudut depresi ataupun ketinggian matahari berkisar -17 derajat sampai -14 derajat di bawah ufuk, sedangkan kriteria yang digunakan oleh Pemerintah Indonesia adalah -20 derajat di bawah ufuk.⁴

Fajar sadik adalah fajar yang membentang dan nampak horizontal yang memenuhi ufuk dengan cahaya putihnya.⁵ Fajar sadik ini dijadikan pertanda daripada waktu salat Subuh.⁶ Para ulama sepakat bahwa fajar sadik menjadi pertanda bagi haramnya makan dan minum di bulan Ramadhan, dan mulainya saat kewajiban pelaksanaan ibadah puasa.⁷ Fajar sadik ini menjadi waktu yang sangat penting bagi umat islam, karena sekaligus menjadi dua penanda ibadah, yaitu awal waktu salat Subuh dan awal melakukan puasa dan juga

⁴ Imam Qusthalaani, "Kajian Fajar Dan Syafaq Perspektif Fikih Dan Astronomi," *Mahkamah: Jurnal Kajian Hukum Islam* 3, no. 1 (2018): hlm 2, <https://doi.org/10.24235/mahkamah.v3i1.2744>.

⁵ Lutfi Fuadi, "Fajar Penanda Awal Waktu Subuh Dan Puasa," *Minhaj: Jurnal Ilmu Syariah* 2 (2021).

⁶ Fuadi, 119.

⁷ Rohmat, "Fajar Dalam Perspektif Syari'ah," *ASAS Jurnal Hukum Ekonomi Syariah* 04, no. 1 (2012): hlm 1.

menjadi batas akhir melakukan wukuf di Arafah. Ketidaktepatan dalam penentuan terbit fajar bisa berakibat pada ketidakabsahan beberapa ibadah tersebut sebab yang menjadi salah satu pedoman keabsahan suatu ibadah adalah keyakinan pada diri yang melaksanakan ibadah (*ẓann al-mukallaf*) dan ibadah tersebut benar-benar dilaksanakan tepat pada waktunya (*mā fī nafs al-amr*). Al-Dimyati mencontohkan jika seseorang melaksanakan salat tanpa mengetahui waktunya maka salatya tidak sah walaupun ia melaksanakannya tepat pada waktunya⁸

Perbincangan awal masa Subuh di Indonesia kembali mencuat setelah *The Islamic Science Research Network* (ISRN) Universitas Muhammadiyah Prof Dr Hamka (UHAMKA) mengemukakan pendapat bahwa kemunculan fajar *sadiq* versi Kementerian Agama Republik Indonesia lebih cepat 26 menit daripada kemunculan fajar *sadik* yang sebenarnya. Hal ini didasarkan pada pengamatan fajar yang dilakukan di beberapa daerah seperti Medan, Cirebon dan Makasar⁹

⁸ Muhammad Syata Al Dimyati, "*Hāsyiyah I'ānah At-Ṭālibīn*," Juz I (Libanon: Dar al-Fikr, n.d.), 115.

⁹ Kanavino Ahmad Rizqo, "ISRN Uhamka Nyatakan Waktu Salat Subuh Indonesia Lebih Awal 26 Menit, MUI Minta Diuji," DetikNews, 2019, <https://news.detik.com/berita/d-4544931/isrn-uhamka-nyatakan-waktu-salat-subuh-indonesia-lebih-awal-26-menit-mui-minta-diuji>.

Penelitian fajar ini banyak sekali variasi teknik analisa untuk mencari titik awal fajar seperti yang digunakan oleh Niswatul Karimah menggunakan *Edge Detection* metode *Canny* dengan memanfaatkan fitur *Graphical User Interface* (GUI) pada Software Matlab dengan hasil analisis menunjukkan fajar muncul -17 sampai -20 derajat.¹⁰ Kemudian penelitian dari Djawahir Fahrurrazi, Bambang Kun Cahyono menggunakan perbandingan kecerahan foto/citra secara multi temporal dengan menggunakan software *ER Mapper* Versi 7.0 dengan hasil 18 derajat di bawah ufuk.¹¹ Selain itu ada penelitian yang dilakukan oleh Hendro Setyanto di Nusa Tenggara Timur menggunakan teknik analisa data *Blink Comparator* dan menggunakan perbandingan intensitas cahaya dengan hasil sekitar -20 derajat di bawah ufuk.¹²

Selain itu, analisis yang dilakukan oleh Tono saksono yang menggunakan *3D surface* menunjukkan fajar muncul pada ketinggian matahari -17,5 derajat di bawah ufuk dengan menggunakan data yang didapatkan dari Kementerian Agama Republik Indonesia berupa video di Labuan Bajo tanggal 24

¹⁰ Niswatul Kariimah, "Aplikasi Edge Detection Untuk Mengetahui Fajar Shadiq Sebagai Penentu Awal Waktu Subuh Menggunakan Gui Matlab" (Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, 2019), Xvi.

¹¹ Djawahir Fahrurrazi and Bambang Kun Cahyono, "Identifikasi Posisi Matahari Saat Terbit Fajar Shadiq Identifikasi Posisi Matahari Saat Terbit Fajar Shadiq," *Annual Engineering Seminar 2013*, no. January (2013): 11.

¹² Hendro Setyanto, "Perubahan Warna Fajroni Dan Awal Fajar Sejati," *Imahnoong Notes*, 2022, 5–6.

April 2018.¹³ Analisa tersebut berbeda dengan hasil analisis Kemenag RI dengan data yang sama yaitu mendapati fajar terdeteksi pada ketinggian -19,5 derajat.¹⁴ Data ini menunjukkan data yang sama di tempat yang sama memiliki hasil yang berbeda.

3D surface merupakan *tools* yang terdapat di aplikasi *AstroImageJ* atau aplikasi *ImageJ* yang lainnya seperti FIJI. *Tools* ini digunakan untuk menganalisis jumlah intensitas cahaya pada suatu foto yang divisualisasikan menjadi 3D. Hasil 3D akan disandingkan antara data awal dengan data yang sudah dianggap muncul fajar.

Selain penggunaan *3D Surface* sebagai metode analisa fajar, ada juga metode perbandingan intensitas cahaya. Metode ini digunakan oleh Hendro Setyanto pada penelitiannya dengan hasil sekitar -20 derajat di bawah ufuk. Perbandingan intensitas cahaya digunakan dalam menentukan fajar sadik memanfaatkan fitur atau *tools* penilaian rata-rata intensitas cahaya di suatu area pada foto. Area yang dibandingkan adalah area atas dan bawah. Area atas mewakili

¹³ Tono Saksono, "No Title," n.d., <https://www.facebook.com/1212644976/posts/10223506875559345/?mibextid=rS40aB7S9Ucbxw6v>.

¹⁴ Thomas Djmaluddin, "Penentuan Waktu Shubuh: Pengamatan Dan Pengukuran Fajar Di Labuan Bajo," Tdjaluddin.wordpress, 2018, <https://tdjaluddin.wordpress.com/2018/04/30/penentuan-waktu-shubuh-pengamatan-dan-pengukuran-fajar-di-labuan-bajo/>.

terbitnya fajar kizib maupun langit malam dan area bawah mewakili fajar sadik yang memanjang di area ufuk. Hasil perbandingan akan divisualisasikan menjadi kurva. Kurva ini akan terlihat data yang mulai turun secara konsisten dan tidak mengalami kenaikan setelahnya.

Berberapa penelitian tersebut memiliki hasil yang berbeda-beda dengan hasil variatif sekitar -17 sampai 20 derajat. Pengamatan tersebut mengandung data yang berbeda dari berbagai lokasi dengan analisis yang berbeda pula. Hal ini menjadi problem dalam menentukan fajar dikarenakan semua hasil pengamatan tidak semuanya sama tapi bervariasi dengan data berbeda. Untuk itu, penulis melakukan analisis menggunakan metode *3D surface* dan perbandingan intensitas cahaya dengan data yang sama sehingga dapat dicari kelebihan dan kekurangan masing-masing metode analisis, yang selanjutnya dapat dijadikan referensi bagi peneliti lain untuk menggunakan metode analisis mana yang paling sesuai dengannya, maka penulis kiranya perlu meneliti masalah ini dengan judul **Uji Komparasi Olah Citra Fajar Menggunakan Metode Analisis Perbandingan Intensitas Cahaya dan *3D Surface***

B. Rumusan Masalah

Adapun rumusan yang penulis kaji adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana penentuan fajar menggunakan olah citra fajar dengan metode analisa perbandingan intensitas cahaya dan *3D surface*?
2. Bagaimana komparasi penggunaan olah citra fajar menggunakan metode analisa Perbandingan intensitas cahaya dan *3D surface*?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan pokok permasalahan yang telah dipaparkan tadi berikut adalah tujuan penulis dalam penelitian ini:

1. Untuk mengetahui cara atau metode analisa perbandingan intensitas cahaya dan *3D surface* dalam menganalisa citra fajar
2. Untuk mengetahui komparasi penggunaan olah citra fajar menggunakan metode analisa perbandingan intensitas cahaya dan *3D surface*?

D. Manfaat Penelitian

1. Dari segi teoritis, hasil penelitian ini diharapkan mampu memberikan kontribusi terhadap perkembangan

keilmuan, khususnya dalam bidang ilmu falak dan astronomi serta dapat melengkapi khazanah kajian dan sumbangan pemikiran bagi kegiatan pengamatan Fajar Sadik.

2. Dari segi praktis, hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan kepada peneliti lain untuk menggunakan metode analisa yang tepat dan terbaik

E. Telaah Pustaka

Bagian ini menyajikan berbagai penelitian terdahulu yang berkaitan dengan tesis ini, dengan tujuan mengidentifikasi area yang belum terjamah oleh penelitian sebelumnya. Tinjauan terhadap penelitian-penelitian tersebut disusun dalam beberapa kategori, yaitu artikel ilmiah dan disertasi.

Pertama disertasi yang berjudul *Efek Polusi Cahaya Terhadap Penentuan Awal Waktu Subuh Di Indonesia* oleh M. Basthoni pada tahun 2022 Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang. Penelitian ini bertujuan untuk meneliti pengaruh polusi cahaya terhadap terbitnya fajar, yang menjadi penentu awal waktu Subuh. Kajian ini diharapkan dapat menjelaskan dan menyelesaikan masalah dampak polusi cahaya terhadap penentuan awal waktu Subuh. Selain itu,

penelitian ini juga bertujuan untuk menemukan formula yang dapat mengoreksi efek polusi cahaya dalam menentukan waktu Subuh. Formula ini diharapkan dapat menjadi solusi dalam menentukan waktu terbit matahari di daerah yang terpolusi dibandingkan dengan daerah yang tidak terpolusi. Berdasarkan formula tersebut, terbitnya sadik dapat diprediksi di suatu lokasi berdasarkan tingkat kecerahan langit malam. Data dalam penelitian ini dikumpulkan tidak hanya dari penelitian mandiri, tetapi juga dari berbagai lembaga seperti Observatorium Bosscha Bandung, LAPAN, Observatorium Imah Noong Lembang Bandung, Observatorium As-Salam Solo, Observatorium Ilmu Falak Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Lembaga Falakiah PCNU Gresik Jawa Timur, IAIN Lhokseumawe Aceh, dan para pengamat fajar. Data yang diperoleh berupa data SQM yang dicatat secara manual maupun yang sudah terintegrasi dengan sistem otomasi observasi fajar yang telah dikembangkan oleh peneliti. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa lokasi yang ideal atau dengan sedikit polusi cahaya mendeteksi fajar pada sekitar $-19,73$ derajat, sementara lokasi yang kurang ideal menunjukkan deteksi pada $-16,70$, $-14,80$, dan $-14,10$ derajat. Oleh karena itu, penting untuk memperoleh data dari lokasi yang ideal.

Penelitian yang telah dilakukan ini sangat berkontribusi pada penelitian fajar dan bisa dijadikan rujukan oleh para peneliti fajar karena data yang diambil sangat banyak dan juga tidak hanya pada tempat yang ideal saja tapi ada penelitian yang berada di tempat yang kurang ideal. Penelitian ini hanya berupa data *Sky Quality Meters* (SQM) belum menyertakan citra yang secara masif sehingga bisa dilakukan penelitian pada celah ini oleh peneliti lain. Data citra tersebut dapat dibandingkan antara data SQM dan data gambar tentunya dengan data yang baik dan banyak. Oleh karena itu, penulis ingin melakukan penelitian yang didasarkan pada gambar sehingga dapat disandingkan data yang dimiliki penulis dan peneliti lain.

Kedua, penelitian Dhani Herdiwijaya yang berjudul *Sky Brightness and Twilight Measurements at Jogjakarta City, Indonesia*¹⁵ pada tahun 2016, Dhani Herdiwijaya melakukan pengukuran kecerlangan langit dan fajar di Jogjakarta selama 136 hari antara tahun 2014-2016 menggunakan alat *Sky Quality Meter* (SQM). Hasil pengukuran tersebut dibandingkan dengan pengukuran yang telah dilakukan sebelumnya di daerah lain yang memiliki tingkat polusi cahaya yang berbeda, seperti Kupang dan Cimahi. Dari

¹⁵ Herdiwijaya, “*Sky Brightness and Twilight Measurements at Jogjakarta City, Indonesia.*”

perbandingan hasil pengamatan di ketiga lokasi tersebut, ditemukan bahwa:

1. Kecerlangan langit stabil setelah tengah malam di Yogyakarta adalah $18,81 \pm 0,70$ mpass, sedangkan sebelum tengah malam adalah $18,44 \pm 0,85$ mpass.

2. Polusi cahaya mempengaruhi ketampakan fajar di Yogyakarta, yang terjadi sekitar 4% lebih lambat dibandingkan dengan daerah yang memiliki tingkat polusi cahaya terendah, yaitu Kupang.

3. Berdasarkan penelitiannya, Dhani Herdiwijaya mengusulkan nilai posisi sudut Matahari sebesar -17 derajat (sekitar 66 menit sebelum terbit Matahari) sebagai acuan awal waktu Subuh .

Dengan demikian, penelitian ini memberikan wawasan mengenai pengaruh polusi cahaya terhadap kecerlangan langit dan waktu ketampakan fajar di berbagai lokasi di Indonesia. Konsistensi hasil studi perlu diperiksa dengan observasi di lokasi lain. Oleh karena itu, pengukuran kecerahan langit dengan resolusi waktu tinggi belum dilakukan di banyak wilayah di Indonesia, meskipun beberapa wilayah yang disebutkan di atas mungkin merupakan garis dasar awal, atau mungkin bervariasi pada ketinggian yang berbeda dan dengan polusi cahaya atau udara. kondisi dengan kontras tinggi ke tingkat kajian mengenai penampakan fisik fajar di berbagai

daerah dengan tingkat polusi cahaya yang berbeda-beda masih perlu dikaji secara mendalam sebagai standar referensi untuk koreksi. Selain itu penggunaan SQM perlu disandingkan dengan data foto sebagai data pembanding hasil penelitian ini.

Ketiga, artikel yang berjudul *Penilaian Semula Hitungan Waktu Subuh di Alam Melayu* oleh Kassim Bahali dkk tahun 2019¹⁶. Kassim Bahali dan rekan-rekannya melakukan penilaian ulang terhadap hitungan waktu Subuh di wilayah Melayu pada tahun 2019 menggunakan kamera digital DSLR di 22 lokasi di Malaysia, Indonesia, dan Thailand Selatan antara Februari 2017 dan September 2018. Penelitian ini menunjukkan bahwa hitungan waktu Subuh yang digunakan tidak sesuai dengan waktu fajar yang sebenarnya. Rata-rata perbedaan antara waktu Subuh yang dihitung dan waktu Subuh yang sebenarnya adalah 11,4 menit, dengan frekuensi perbedaan tertinggi berkisar antara 9 dan 12 menit. Perbedaan ini mirip di ketiga negara tersebut. Penelitian ini juga menemukan bahwa sudut Matahari rata-rata saat fajar adalah 17,15° di bawah cakrawala, angka ini berbeda dengan nilai sudut yang saat ini digunakan (antara

¹⁶ Kassim Bahali et al., “Penilaian Semula Hitungan Waktu Subuh Di Alam Melayu,” *International Journal of the Malay World and Civilisation* 7, no. 2 (2019): 37–48.

19° dan 20°) dalam perhitungan waktu Subuh di wilayah Melayu.

Kajian ini perlu dipertimbangkan kembali, walaupun jumlah data yang terkumpul sudah mencukupi, namun kualitasnya belum memadai. Hal ini disebabkan pendataan pada musim hujan dan mendung (Desember 2017 – Mei 2018) dan tidak memperhatikan dampak polusi cahaya pada saat mengidentifikasi beberapa lokasi, misalnya Pantai Kenjeran, Surabaya, Sabang Aceh dan Ternate, Maluku, semuanya tetap berada pada kondisi yang sama yaitu kategori wilayah “cukup terang”. Selain itu, analisis gambar fajar tidak dilakukan sesuai dengan standar astronomi, yaitu tidak mengoreksi dampak polusi cahaya dengan mengurangi gambar gelap dari gambar fajar.

Keempat, tesis dengan berjudul *Ketampakan Mega Merah di Daerah Polutif dan Daerah Non Polutif dalam Penentuan Awal Waktu Salat Isya*¹⁷ penelitian oleh Fitri Kholilah pada tahun 2019 membahas tentang kemunculan mega merah di daerah yang terpolusi dan tidak terpolusi dalam menentukan awal waktu salat Isya. Penelitian ini dilakukan di Karimunjawa dan Tangerang menggunakan Sky

¹⁷ Fitri Kholilah, “Ketampakan Mega Merah Di Daerah Polutif Dan Daerah Non Polutif Dalam Penentuan Awal Waktu Salat Isya” (Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang, 2019).

Quality Meter untuk mengamati mega merah pada awal waktu salat Isya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa mega merah menghilang ketika posisi matahari berada pada -18 derajat, sehingga waktu salat Isya yang ditetapkan oleh Kementerian Agama sesuai dengan data astronomis.

Penelitian ini bisa menjadi referensi penulis untuk bisa melakukan penelitian fajar di tempat yang memiliki tingkat polusi cahaya yang rendah. Sehingga data yang didapat merupakan data yang baik dalam menganalisis citra fajar yang diteliti oleh penulis

F. Metode Penelitian

1. Jenis Penelitian

Berdasarkan pada kajian di atas, penulis menggunakan metode penelitian yang dianggap relevan guna mendukung upaya mengumpulkan dan menganalisa data-data yang dibutuhkan dalam penelitian ini. Jenis penelitian ini merupakan penelitian lapangan (*Field Research*), dengan metode penelitian kualitatif.¹⁸ Pendekatan yang digunakan adalah multidisipliner yaitu astronomi, fikih dan astrofotografi.

¹⁸ Jozef Raco, *Metode Penelitian Kualitatif: Jenis, Karakteristik Dan Keunggulannya* ., 2018.

2. Tempat dan waktu penelitian

Tempat penelitian dilakukan di daerah yang minim polusi cahaya yaitu Bawean. Tempat tersebut memiliki skala bortle yang bagus yaitu skala 2-1¹⁹ sehingga sangat memungkinkan penelitian ini tidak terganggu oleh cahaya kota maupun pemukiman yang terlalu banyak. Adapun waktu penelitian dilakukan pada musim kemarau yaitu pada tanggal 18-21 Agustus 2023 dan dilakukan pada fase bulan baru antara tanggal 1-4 Safar 1445 H dikarenakan meminimalisir adanya gangguan awan dan cahaya bulan di sekitar ufuk timur.

3. Sumber Data

Sumber primer penelitian ini adalah data hasil observasi fajar yang dilakukan secara mandiri oleh peneliti di Pulau Bawean dan wawancara dengan pakar yang berkompeten dalam bidang fajar. Adapun sumber sekunder penelitian ini adalah sumber kepustakaan baik artikel, jurnal, buku dan lain lain yang tersebar secara *offline* maupun *online*.

¹⁹ Data ini berdasarkan penelitian penulis menggunakan Light Pollution map <https://www.lightpollutionmap.info/#zoom=11.02&lat=-5.8233&lon=112.7508&state=ev.Ji.YXNlBFWfJioiTGf5ZXJCaw5nUm9hZCIsIm92ZXJsYXkiOiJ3YVh0eTEwIiwib3ZlcmxheW9mZW9yYWNpdHkiOiJlcmZmZWQxJlc29wYWYjbmhkeiOjg1fQ==>

4. Fokus Penelitian

Penelitian ini berfokus pada analisis data fajar menggunakan beberapa pengolahan citra yaitu perbandingan intensitas cahaya dan *3D surface*. Dengan mencari kelebihan dan kelemahan setiap metode analisa data tersebut.

5. Pengumpulan data

Data yang dikumpulkan dengan metode observasi dan wawancara. Adapun jenis observasi yang digunakan adalah observasi non eksperimen dengan cara mengadakan pengamatan terhadap fenomena fajar sadik menggunakan kamera handphone Xiaomi 12T. perangkat ini dipakai karena dianggap dapat mendeteksi terbitnya fajar. Pengambilan data atau foto ini menggunakan settingan kamera pro dengan rentang ISO 2500, shutter speed 10s dengan interval 3 detik.

Data yang telah dikumpulkan terdapat 4 hari dengan keadaan langit di ufuk timur bervariasi. Adapun secara rinci dapat dilihat pada table berikut:

No	Tanggal	Tempat	Keadaan Ufuk	Keterangan
1	18 Agustus 2023 M / 01 Safar 1445 H	Pantai Selayar, Jl. Selayar Indah Desa Sungairujing, Kec. Sangkapura,	Pada malam hari terdapat banyak nelayan mulai pukul 02.00 – 03.56 dan	Bagus

		Pulau Bawean Koordinat -5.855534 LS 112.685222 BT	berangsur- angsur bersih hingga matahari terbit dengan jumlah awan sedikit dan ufuk sedikit tertutup bukit.	
2	19 Agustus 2023 M / 02 Safar 1445 H	Pantai Mayangkara, Desa Diponggo, Kec. Tambak, Pulau Bawean Koordinat -5.736311 LS 112.718402 BT	Langit malam terang dengan gangguan Cahaya nelayan lumayan sedikit namun awan menutupi ufuk sehingga sedikit mengganggu	Kurang bagus
3	20 Agustus 2023 M / 03 Safar 1445 H	Pantai Mayangkara, Desa Diponggo, Kec. Tambak, Pulau Bawean Koordinat -5.736311 LS 112.718402 BT	Ufuk cerah dari awal hingga akhir dan gangguan polusi Cahaya sangat sedikit	Sangat bagus
4	21 Agustus 2023 M / 04 Safar	Pantai Mayangkara, Desa Diponggo,	Awan menutupi area fajar sangat banyak	Tidak bagus

	1445 H	Kec. Tambak, Pulau Bawean Koordinat -5.736311 LS 112.718402 BT	sehingga sangat mengganggu pengamatan	
--	--------	---	--	--

6. Analisis data

Data foto yang telah direkam menggunakan kamera dianalisis dengan teknik analisis deskriptif dan analisis komparatif. Analisis ini memberikan penjelasan dan perbandingan terhadap hasil dari teknik analisa yang digunakan pada data fajar sadik. Perbandingan yang dilakukan berdasarkan pada teknik analisa mana yang lebih dini mendeteksi awal fajar yang terdapat pada foto fajar. Teknik analisa yang dapat mendeteksi keberadaan fajar yang paling dini diperlukan karena peneliti ingin mengetahui awal fajar bukan pertengahan fajar. Selain indikator deteksi fajar paling cepat juga akan dibandingkan efisiensi teknik analisa *3D Surface* dan perbandingan intensitas cahaya untuk mendeteksi awal fajar.

G. Sistematika Penelitian

Untuk memudahkan dalam memahami dan mempelajari penelitian ini, disusun secara garis besar terdiri

dari lima bab dengan sub-sub pembahasan, sistematikanya sebagai berikut:

Bab I, Pada bab ini dibahas tentang pendahuluan yang meliputi latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, kajian pustaka, metode penelitian dan sistematika pembahasan.

Bab II, Merupakan tinjauan umum berupa landasan teori terhadap pokok bahasan dalam penelitian ini. Bagian ini membahas dasar hukum, penjelasan umum mengenai fajar sadik perspektif fikih dan astronomi.

Bab III, Pada bab ini diuraikan tentang Konsep analisa olah citra fajar Perbandingan intensitas cahaya dan *3D surface* dan juga penggunaanya;

Bab IV, Pada bab ini dilakukan analisis citra fajar menggunakan perbandingan intensitas cahaya dan *3D surface*. Pada bagian ini akan diuraikan kelebihan dan kekurangan masing-masing teknik analisa;

Bab V, pada bab ini disajikan beberapa kesimpulan tentang analisis yang telah dilakukan dan memaparkan saran serta masukan.

BAB II

FAJAR PERSPEKTIF FIQIH DAN ASTRONOMI

A. Fajar Sadik Menurut Fikih

1. Dalil Fajar Sadik

- a. Dalil Al-Quran Al Baqarah [02] ayat 187 Allah SWT berfirman:

أَحِلَّ لَكُمْ لَيْلَةَ الصِّيَامِ الرَّفَثُ إِلَى نِسَائِكُمْ ۖ هُنَّ لِيَاسٍ لَّكُمْ
وَأَنْتُمْ لِيَاسٍ لَهُنَّ ۗ عَلِمَ اللَّهُ أَنَّكُمْ كُنْتُمْ تَخْتَانُونَ أَنْفُسَكُمْ
فَتَأَبَّ عَلَيْهِمْ وَعَفَا عَنْكُمْ ۚ فَالَّذِينَ بَاشِرُوهُنَّ وَابْتَغُوا مَا كَتَبَ
اللَّهُ لَكُمْ ۖ وَكُلُوا وَاشْرَبُوا حَتَّى يَتَبَيَّنَ لَكُمُ الْخَيْطُ الْأَبْيَضُ مِنَ
الْخَيْطِ الْأَسْوَدِ مِنَ الْفَجْرِ ۖ ثُمَّ أَتَمُوا الصِّيَامَ إِلَى اللَّيْلِ وَلَا
تُبَاشِرُوهُنَّ وَأَنْتُمْ عَاكِفُونَ فِي الْمَسَجِدِ ۚ تِلْكَ حُدُودُ اللَّهِ فَلَا
تَقْرُبُوهَا ۚ كَذَلِكَ يُبَيِّنُ اللَّهُ آيَاتِهِ لِلنَّاسِ لَعَلَّهُمْ يَتَّقُونَ

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

janganlah kamu campuri mereka itu, sedang kamu beri'tikaf dalam masjid. Itulah larangan Allah, Maka janganlah kamu mendekatinya. Demikianlah Allah menerangkan ayat-ayat-Nya kepada manusia, supaya mereka bertakwa. (Al Baqarah [02] ayat 187)

Dalam ayat tersebut dijelaskan tentang puasa, yang membolehkan menggauli istri, makan, dan minum hingga sebelum fajar terbit.²⁰ Dari sini, dapat kita pahami dengan jelas bahwa fajar adalah waktu dimulainya puasa.

Mengacu pada ayat di atas, terdapat hadis yang menceritakan seorang sahabat yang bertanya kepada Nabi Muhammad SAW tentang makna benang hitam dan putih. Sahabat itu memahami hadis tersebut secara harfiah dan meletakkan benang hitam dan putih di bawah bantalnya, kemudian mengamatnya dalam kegelapan malam saat hendak sahur. Ketika bertemu Rasulullah SAW, sahabat tersebut menceritakan pengalamannya, dan Rasulullah menjelaskan bahwa benang hitam yang dimaksud

²⁰ Rohmat, "Fajar Dalam Perspektif Syari'ah," hlm 3.

adalah gelapnya malam, sedangkan benang putih adalah terangnya siang.²¹

Dalam artikel Sudarmadi Putra mengutip Tafsir Imam Ibnu Jarir ath- Thabari rahimahullah berkata : “Firman Allah *Subhanahu wa Ta’ala* (من الفجر) *min al Fajri* sesungguhnya Allah *Subhanahu wa Ta’ala* berfirman (terbit fajar) maksudnya ketika jelas bagi kalian benang putih dari benang hitam yang mana dia ialah sebagian dari fajar”²² sedangkan Imam Qurthubi rahimahullah berkata : “Dinamai fajar (sadiq) itu benang, karena yang muncul berupa warna putih terlihat memanjang seperti benang”²³

Dalam Surat Al Isra’ [17] Ayat 78 Allah SWT berfirman:

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

Artinya : Dirikanlah salat dari sesudah matahari tergelincir sampai gelap malam dan (dirikanlah pula salat) Subuh .

²¹ Qusthalaani, “Kajian Fajar Dan Syafaq Perspektif Fikih Dan Astronomi,” hlm 7.

²² Abi Ja’far Muhammad ibn Jarir At Thabari, “*Tafsir At Thabari*,” in *Jilid II* (Beirut, Libanon: Dar al-Kutub al-Ilmiyah, 1992), 178.

²³ Sudarmadi Putra, “Fajar Shadiq Dalam Perspektif Astronomi,” *Sanaamul Qur’an-Jurnal Wawasan Keislaman*, 2021, 1.

Sesungguhnya salat Subuh itu disaksikan (oleh malaikat).

Kata "لدلوك" (*li dulūk*) berasal dari kata "ذلك" yang jika digabung dengan kata "Syamsun (شمس)" (matahari) dalam konteks ayat di atas, bermakna tenggelam, menguning, atau tergelincir dari tengahnya. Ketiga makna ini mencakup dua kewajiban salat, yaitu Zuhur dan Maghrib, serta secara tersirat mengisyaratkan salat Ashar karena waktu Ashar dimulai ketika matahari mulai menguning. Hal ini dikuatkan dengan redaksi ayat yang menyatakan perintah melaksanakan salat hingga "غسق الليل" (*gasaq al-lail*), yakni kegelapan malam, menurut al-Biqâ'i. Ulama Syi'ah terkemuka, Thabâthabâ'i, berpendapat bahwa kalimat "لدلوك" (*li dulūk asy-syams ilā gasaq al-lail*) mencakup empat kewajiban salat, yaitu yang disebut oleh al-Biqâ'i serta salat Isya yang ditunjukkan oleh "*ghasaq al-lail*". Pendapat serupa juga disampaikan oleh ulama-ulama lainnya.²⁴

Kata "غسق" (*ghasaq*) awalnya berarti penuh. Malam dinamakan "*ghasaq al-lail*" karena langit

²⁴ M. Quraish Shihab, "Tafsir Al-Mishbah Pesan, Kesan, Dan Keserasian Al Qur'an," in 7, Cetakan II (Jakarta: Penerbit Lntera Hati, 2010), 165.

dipenuhi oleh kegelapannya. Air yang sangat panas atau dingin, yang panas dan dinginnya terasa menyengat seluruh tubuh, juga dinamai *ghasaq*, demikian pula nanah yang memenuhi luka. Semua makna ini berhubungan dengan kepenuhan.²⁵

Firman-Nya: "قُرْآنُ الْفَجْرِ" (*Qur'an al-fajr*) secara harfiah berarti bacaan al-Qur'an di waktu fajar, namun karena ayat ini membahas konteks kewajiban salat, maka tidak ada bacaan yang wajib di waktu fajar kecuali bacaan al-Qur'an yang paling tidak dilaksanakan dengan membaca al-Fâtihah saat salat Subuh. Oleh karena itu, semua penafsir Sunni atau Syi'ah menyatakan bahwa istilah ini merujuk pada salat Subuh. Penggunaan istilah ini hanya untuk salat fajar karena memiliki keistimewaan tersendiri, tidak hanya karena disaksikan oleh para malaikat, tetapi juga karena bacaan al-Qur'an pada semua rakaat salat Subuh dianjurkan untuk dilakukan secara jahr (dengan suara keras sehingga dapat didengar selain oleh pembaca).²⁶

²⁵ Shihab, 165.

²⁶ Shihab, 166.

b. Dalil Hadis Shahih Bukhari

حدثنا سعيد بن أبي مریم حدثنا ابن أبي حازم عن أبيه عن سهل بن سعد ح حدثني سعيد بن أبي مریم حدثنا أبو غسان محمد بن مطرف قال حدثني أبو حازم عن سهل بن سعد قال أنزلت ﴿ وکلوا واشربوا حتی یتبین لکم الخیط الأبیض من الخیط الأسود ولم ینزل ﴾ من الفجر ﴿ فکان رجال إذا أرادوا الصوم ربط أحدهم فی رجله الخیط الأبیض والخیط الأسود ولم یزل یأکل حتی یتبین له رؤیتهما فأنزل الله بعد ﴾ من الفجر إفعلموا أنه إنما یعنی اللیل والنهار²⁷

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

²⁷ Abu Abdullah Muhammad bin Ismail Al-Bukhari, "Shahih Al Bukhari," in II (Damaskus-Suriyah: Dar Ibnu Katsir, 1993), 677.

jadi ketahuilah bahwa itu berarti siang dan malam.

Hadits riwayat Imam al Baihaqi

أَخْبَرَنَا أَبُو سَعْدٍ سَعِيدُ بْنُ مُحَمَّدٍ بْنُ أَحْمَدَ الشُّعْبِيُّ، أَنبَأَ
أَبُو الْحُسَيْنِ عَبْدُ اللَّهِ بْنُ إِبْرَاهِيمَ بْنِ جَعْفَرٍ الْبَرْزَاءُ الرَّزَنْجِيُّ
بِغَدَادَ، ثنا أَحْمَدُ بْنُ عَبْدِ الرَّحْمَنِ بْنِ مَرْزُوقٍ بْنِ أَبِي عَوْفٍ،
ثَنَا عَمْرُو النَّاقِدِ، ثنا أَبُو أَحْمَدَ الزُّبَيْرِيُّ، ح وَأَخْبَرَنَا أَبُو عَبْدِ
اللَّهِ الْحَافِظُ، ثنا أَبُو النَّضْرِ الْفَقِيهِيُّ، ثنا أَبُو بَكْرٍ مُحَمَّدُ بْنُ
إِسْحَاقَ بْنِ حُزَيْمَةَ، ثنا مُحَمَّدُ بْنُ عَلِيٍّ بْنِ مُحْرِزٍ الْبَغْدَادِيُّ
بِالْقُسْطَاطِ بِخَيْرٍ غَرِيبٍ، ثنا أَبُو أَحْمَدَ الزُّبَيْرِيُّ، ثنا سُفْيَانُ،
عَنِ ابْنِ جُرَيْجٍ، عَنْ عَطَاءٍ، عَنِ ابْنِ عَبَّاسٍ، قَالَ: قَالَ
رَسُولُ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ: " الْفَجْرُ فَجْرَانِ، فَأَمَّا
الْأَوَّلُ فَإِنَّهُ لَا يُحْرِمُ الطَّعَامَ، وَلَا يُحِلُّ الصَّلَاةَ، وَأَمَّا الثَّانِي
فَإِنَّهُ يُحْرِمُ الطَّعَامَ وَيُحِلُّ الصَّلَاةَ " لَفْظُ حَدِيثِ ابْنِ مُحْرِزٍ،
وَفِي رِوَايَةِ عَمْرٍو النَّاقِدِ أَنَّ رَسُولَ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ

قَالَ: " الْفَجْرُ فَجْرَانِ: فَجْرٌ يَحِلُّ فِيهِ الطَّعَامُ وَتَحْرُمُ فِيهِ الصَّلَاةُ، وَفَجْرٌ نَحِلُّ فِيهِ الصَّلَاةُ، وَيَحْرُمُ فِيهِ الطَّعَامُ"²⁸

Artinya: Abu Saad Said bin Muhammad bin Ahmad Al-Shuaibi memberi tahu kami, Abu Al-Hussein Abdullah bin Ibrahim bin Jaafar Al-Bazzaz Al-Zainabi di Bagdad memberi tahu kami Ahmad bin Abdul Rahman bin Marzuq bin Abi Awf, Amr al-Naqid memberi tahu kami, Abu Ahmad al-Zubayri memberitahu kami, dan Abu Abdullah al-Hafiz memberitahu kami, Abu al-Nadr al-Faqih memberitahu kami, Abu Bakar Muhammad bin Ishaq bin Khuzaymah memberitahu kami, Muhammad bin Ali bin Mahrez al-Baghdadi memberitahu kami di Fustat dengan kabar gharib yang diceritakan Abu Ahmad Al-Zubayri kepada kami, Sufyan menceritakan kepada kami, dari Ibnu Jurayj, dari Ata', dari Ibnu Abbas berkata, Rasulullah bersabda SAW ; Fajar itu ada dua adapun yang pertama fajar yang tidak mengharamkan makan dan menghalalkan salat, dan fajar yang kedua itu fajar yang mengharamkan makan dan menghalalkan salat. Adapun lafadh hadits dari Ibnu Muhrij, dan dari riwayat Umar sesungguhnya Rasulullah SAW bersabda: fajar itu ada dua yaitu fajar yang membolehkan makan dan mengharamkan salat dan fajar yang membolehkan salat dan mengharamkan makan.

²⁸ Imam Baihaqi, "Sunan Al Kubra Al Baihaqi," in Juz IV (Beirut, Libanon: Dar al-Kutub al-Ilmiyah, 2003), 364.

Hadis riwayat Imam Al Baihaqi

أَخْبَرَنَا أَبُو عَبْدِ اللَّهِ مُحَمَّدُ بْنُ عَبْدِ اللَّهِ الْحَافِظُ، ثنا أَبُو بَكْرٍ
مُحَمَّدُ بْنُ أَحْمَدَ بْنِ حَاتِمٍ الدَّارِمِيُّ بِمَرْوٍ، ثنا عَبْدُ اللَّهِ بْنُ
رُوحِ الْمَدَائِنِيِّ ثنا يَزِيدُ بْنُ هَارُونَ، أَنبَأ ابْنُ أَبِي ذَنْبٍ، عَنْ
الْحَارِثِ بْنِ عَبْدِ الرَّحْمَنِ عَنْ مُحَمَّدِ بْنِ عَبْدِ الرَّحْمَنِ بْنِ ثَوْبَانَ
عَنْ جَابِرِ بْنِ عَبْدِ اللَّهِ قَالَ: قَالَ رَسُولُ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ
وَسَلَّمَ: " الْفَجْرُ فَجْرَانِ فَأَمَّا الْفَجْرُ الَّذِي يَكُونُ كَذَنْبِ
السَّرْحَانِ فَلَا يُحِلُّ الصَّلَاةَ وَلَا يُحَرِّمُ الطَّعَامَ وَأَمَّا الَّذِي
يَذْهَبُ مُسْتَطِيلًا فِي الْأُفُقِ فَإِنَّهُ يُحِلُّ الصَّلَاةَ وَيُحَرِّمُ الطَّعَامَ "
هَكَذَا رَوَى بِهَذَا الْإِسْنَادِ مَوْضُوعًا وَرَوَى مُرْسَلًا وَهُوَ
أَصَحُّ^{٢٩}

Artinya: Abu Abdullah Muhammad bin Abdullah Al-Hafiz memberi tahu kami, Abu Bakr Muhammad bin Ahmad bin Hatem Al-Darbardi memberi tahu kami tentang Marw, Abdullah bin Ruh Al Mada'ini memberi tahu kami Yazid bin Harun, Ibnu Abi Dhib melaporkan, dari Al- Harits bin Abdul Rahman, dari Muhammad bin Abdul Rahman bin Thawban, dari Jabir bin Abdullah berkata: Rasulullah SAW bersabda: Fajar itu ada dua fajar, pertama adalah fajar yang keberadaannya seperti ekor srigala maka yang

²⁹ Imam Baihaqi, "Sunan Al-Kubara Al Baihaki," in Juz I (Beirut, Libanon: Dar al-Kutub al-Ilmiyah, 2003), 554.

demikian ini tidak dihalalkan melaksanakan salat dan tidak diharamkannya makan, adapun fajar yang datang menyebar di ufuk itu yang menghalalkan salat dan mengharamkan makan. Hadis ini diriwayatkan dengan sanad maushul dan diriwayatkan mursal dan hadis ini shahih

وَحَدَّثَنِي أَحْمَدُ بْنُ إِبْرَاهِيمَ الدَّوْرَقِيُّ، حَدَّثَنَا عَبْدُ الصَّمَدِ،
 حَدَّثَنَا هَمَّامٌ، حَدَّثَنَا قَتَادَةُ، عَنْ أَبِي أَيُّوبَ، عَنْ عَبْدِ اللَّهِ بْنِ
 عَمْرٍو أَنَّ النَّبِيَّ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ قَالَ : وَقْتُ الظُّهْرِ إِذَا
 زَالَتِ الشَّمْسُ، وَكَانَ ظِلُّ الرَّجُلِ كَطُولِهِ مَا لَمْ يَخْضُرِ
 الْعَصْرُ. وَوَقْتُ الْعَصْرِ مَا لَمْ تَصْفَرَّ الشَّمْسُ، وَوَقْتُ صَلَاةِ
 الْمَغْرِبِ مَا لَمْ يَغِبِ الشَّفَقُ، وَوَقْتُ صَلَاةِ الْعِشَاءِ إِلَى
 نِصْفِ اللَّيْلِ الْأَوْسَطِ. وَوَقْتُ صَلَاةِ الصُّبْحِ مِنْ طُلُوعِ
 الْفَجْرِ مَا لَمْ تَطْلُعِ الشَّمْسُ، فَإِذَا طَلَعَتِ الشَّمْسُ فَأَمْسِكَ
 عَنِ الصَّلَاةِ فَإِنَّهَا تَطْلُعُ بَيْنَ قَرْنَيْ شَيْطَانٍ»³⁰

Artinya: “Ahmad bin Ibrahim Al-Dawraqi memberitahuku, Abdul-Samad memberitahu kami, Hammam memberitahu kami, Qatada memberitahu kami, dari Abu Ayyub, dari ‘Abdullah bin ‘Umar RA., bahwasanya Nabi SAW bersabda: waktu Zuhur itu ialah bila matahari tergelincir (condong ke arah Barat),

³⁰ Abu Al-Husain Muslim Ibn Al-Hajjaj Ibn Muslim Al-qusyairi Al-Naisaburi, “Shahih Muslim,” in *Juz II* (Turki: Al Amirah, 1916), 105.

hingga bayang-bayang orang seperti tingginya selama belum masuk waktu ashar, waktu ashar (sejak bayang- bayang seseorang sama dengan panjangnya) selama belum menguningnya matahari (sampai terbenam matahari), salat maghrib (sejak terbenamnya matahari) hingga sebelum hilangnya syafaq (awan/mega) merah, waktu salat 'isya (mulai hilangnya syafaq) hingga tengah malam, dan waktu salat shubuh mulai terbit fajar hingga sebelum terbit matahari, jika matahari terbit, maka hindarilah salat, karena ia terbit di antara tanduk setan.”.

2. Fajar Sadik Prespektif Fikih

Secara bahasa, fajar berarti munculnya cahaya pagi yang menerangi kegelapan malam,³¹ sedangkan menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) fajar adalah cahaya kemerah-merahan di langit sebelah timur pada waktu Matahari mulai terbit.³²

Fajar dibagi menjadi dua jenis, yaitu fajar kizib dan fajar sadik. Secara etimologi, sadik berasal dari kata "Sādik" yang berarti "benar atau sebenarnya", sementara kizib berasal dari kata "kāzib" yang berarti "bohong atau tidak sebenarnya". Mengambil dari

³¹ Butar-butar, *Fajar Dan Syafaq Dalam Kesarjanaan Astronom Muslim Dan Ulama Nusantara*, hlm 1.

³² Departemen Pendidikan Nasional, *Kamus Besar Bahasa Indonesia* (Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama, 2008), hlm 401.

definisi ini, fajar sadik terkait dengan cahaya matahari yang sesungguhnya yakni terkait dengan peredaran waktu matahari sebenarnya, sedangkan fajar kizib berkaitan dengan cahaya yang bisa menipu mata dalam melakukan salat.³³ Di samping itu, fajar kizib disebut juga sebagai fajar pertama (*al-fajar al-awwal*) karena muncul pertama, sedangkan fajar sadik disebut juga sebagai fajar kedua (*al-fajr at-tsani*) karena muncul setelah fajar kizib.³⁴ Kedua jenis fajar ini muncul secara bergantian, sehingga fajar kizib menjadi prasyarat bagi munculnya fajar sadik..³⁵

Para ulama mengidentifikasi fajar kizib dengan mengamati ciri-ciri seperti ekor serigala, yang memiliki panjang dan berbulu serta berada dalam posisi vertikal (memanjang dari timur ke barat).³⁶ Secara astronomis, fajar kizib juga dikenal sebagai cahaya zodiak. Cahaya ini terbentuk karena debu-debu antarplanet yang tersebar oleh cahaya matahari di bidang ekliptika, yang terlihat di langit melintasi rangkaian zodiak (rangkaian rasi bintang yang dilalui

³³ Fuadi, "Fajar Penanda Awal Waktu Subuh Dan Puasa," hlm 110.

³⁴ Butar-butur, *Fajar Dan Syafaq Dalam Kesarjanaan Astronom Muslim Dan Ulama Nusantara*, hlm 1.

³⁵ Butar-butur, hlm 2.

³⁶ Fuadi, "Fajar Penanda Awal Waktu Subuh Dan Puasa," hlm 111.

Matahari). Karena itu, cahaya fajar kizib tampak secara vertikal dari timur ke barat seperti ekor serigala.³⁷

Sementara fajar sadik dijelaskan dalam Alquran surah Al Baqarah ayat 187, yang menyatakan bahwa fajar sadik dapat dikenali dari kejelasan benang putih dan hitam.

حَتَّىٰ يَتَبَيَّنَ لَكُمُ الْخَيْطُ الْأَبْيَضُ مِنَ الْخَيْطِ الْأَسْوَدِ مِنَ الْفَجْرِ
Artinya: Sehingga jelas bagimu benang putih dari benang hitam.

Kemudian ayat ini dijelaskan kembali dalam sebuah hadis yang menjelaskan bahwa maksud dari *khoitul abyad* dan *khoitul aswad* adalah perbatasan siang dan malam atau dikenal sebagai fajar.³⁸

Menurut Fuadi mengutip pendapat al-Faryumi dalam kitab *al-Misbah al-Munir* mendefinisikan fajar sadik dengan definisi **وهو المستطير ويبدو ساطعا يملأ الأفق ببياضه** yang artinya, fajar sadik adalah yang membentang dan nampak horizontal yang memenuhi ufuk dengan cahaya putihnya³⁹. Kenampakan ini dapat diketahui bahwa perbedaan fajar sadik dan fajar kizib terdapat pada kenampakan fisisnya. Fajar kizib

³⁷ Fuadi, hlm 113-114.

³⁸ Rohmat, "Fajar Dalam Perspektif Syari'ah," hlm 3.

³⁹ Fuadi, "Fajar Penanda Awal Waktu Subuh Dan Puasa," 112.

menjulang vertikal dari timur ke barat sedangkan fajar sadik membentang secara horisontal di ufuk timur.

Dalam sunnah Nabi Muhammad SAW fajar kizib dan fajar sadik itu mempunyai banyak nama atau istilah, antara lain secara berpasangan:

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

Sementara untuk fajar sadik sendiri masih memiliki sifat- sifat yang lain misalnya ***al-bayyin***, ***al-munfajir***, ***al-muntasyir 'ala ru'usil jibal***.⁴⁰

3. Fajar Sadik Sebagai Tanda Waktu Subuh dan Puasa

Secara fikih, adanya fajar kizib ini masih diperbolehkan untuk makan dan minum ketika akan puasa, namun masih belum diperbolehkan untuk melaksanakan salat Subuh, sedangkan fajar sadik sudah diperbolehkan melaksanakan salat Subuh dan

⁴⁰ Putra, "Fajar Shadiq Dalam Perspektif Astronomi," 2.

sudah dilarang untuk bersahur,⁴¹ sesuai dengan hadis yang diriwayatkan oleh Imam Al Baihaqi

عن جابر بن عبد الله قال قال رسول الله - صلى الله عليه وسلم - : الفجر فجران : فأما الفجر الذي يكون كذئب السرحان فلا يحل الصلاة ولا يحرم الطعام ، وأما الذي يذهب مستطيلاً في الأفق فإنه يحل الصلاة ويحرم الطعام⁴²

Artinya: Dari Jabi Ibni Abdillah berkata, Rasulullah SAW bersabda: Fajar itu ada dua fajar, pertama adalah fajar yang keberadaannya seperti ekor srigala maka yang demikian ini tidak dihalalkan melaksanakan salat dan tidak diharamkannya makan, adapun fajar yang datang menyebar di ufuk itu yang menghalalkan salat dan mengharamkan makan.

Dengan demikian, dapat dipahami bahwa fajar kizib tidak secara langsung mempengaruhi hukum atau ibadah, melainkan hanya sebagai fenomena alam. Sebaliknya, fajar sadik memiliki dampak pada penentuan waktu-waktu ibadah, termasuk pelaksanaan salat Subuh dan permulaan puasa.

B. Fajar Sadik Menurut Astronomi

1. Makna Fajar secara Astronomi

⁴¹ Qusthalaani, "Kajian Fajar Dan Syafaq Perspektif Fikih Dan Astronomi," 20.

⁴² Baihaqi, "Sunan Al-Kubara Al Baihaki," hlm 1191.

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

a. *Astronomical Twilight*

Astronomical Twilight atau fajar astronomi merupakan fase akhir malam di mana cahaya bintang mulai redup karena cahaya Matahari mulai muncul. Posisi Matahari saat fajar astronomi terjadi adalah 18 derajat di bawah ufuk.

b. *Nautical Twilight*

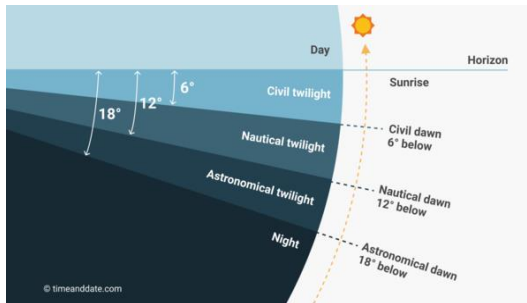
Nautical Twilight, atau fajar nautika, merupakan periode ketika ufuk mulai terlihat oleh para pelaut. Dalam kondisi ini, cakrawala di laut sudah mulai tampak jelas. Pada saat ini, posisi Matahari berada sekitar 12° di bawah ufuk.

c. *Civil Twilight*

Fajar sipil adalah saat ketika cahaya fajar mulai cukup terang untuk menampakkan benda-benda di sekeliling kita. Pada momen ini, kondisi sekitar sudah cukup terang sebagai tanda bahwa matahari akan segera terbit. Pada

kondisi ini, posisi matahari berada sekitar 6 derajat di bawah cakrawala..⁴³

Perbedaan masing-masing fajar dalam astronomi dapat dilihat seperti berikut ini:



Gambar 2. 1 Fajar Menurut Astronomi

Dapatkah pembagian waktu astronomi digunakan sebagai referensi dalam menentukan fajar sadik? Jawabannya bisa ya atau tidak. Hal ini disebabkan karena tidak menutup kemungkinan bahwa pada saat fajar astronomi (*astronomical twilight*) terjadi, fajar sadik sudah muncul, namun bisa juga fajar sadik belum atau sudah muncul pada waktu tersebut. Acuan untuk menentukan fajar sadik adalah kemunculan cahaya yang membentang di

⁴³ Qusthalaani, “Kajian Fajar Dan Syafaq Perspektif Fikih Dan Astronomi,” 20.

ufuk timur.⁴⁴ Penentuan fajar dengan kategori ini masih perlu dipertimbangkan lagi sampai adanya penelitian yang lebih mutakhir.

Menurut Thomas Djamaluddin dalam tulisannya menjelaskan bahwa waktu Shubuh ditinjau secara Astronomi dan Syar'i, fajar kizib tidak dapat disamakan dengan fajar dalam pengertian umum. Secara astronomis, fajar kizib dikenal sebagai cahaya zodiak (*zodiacal light*), yang disebabkan oleh penyebaran cahaya Matahari oleh debu-debu antarplanet di bidang ekliptika, terlihat di langit melewati rangkaian zodiak (rasi bintang yang dilalui Matahari). Fajar kizib tampak menjulur ke atas seperti ekor serigala, mengikuti arah ekliptika. Fajar kizib muncul sebelum fajar sadik saat malam masih dalam kegelapan.⁴⁵

Cahaya zodiak muncul di lapisan eksosfer, yaitu lapisan terluar yang mengandung gas hidrogen dengan kepadatan yang menipis hingga hampir habis di batas angkasa luar. Eksosfer terletak pada

⁴⁴ Unggul Suryo Ardi, "Problematisasi Awal Waktu Shubuh Antara Fiqih Dan Astronomi," *Al-AFAQ* 2, no. 2 (2020): 93.

⁴⁵ Thomas Djamaluddin, "Waktu Shubuh Ditinjau Secara Astronomi Dan Syar'i," accessed September 26, 2018, <https://tdjamaluddin.wordpress.com/2010/04/15/waktu-shubuh-ditinjau-secara-astronomidansyari/>.

ketinggian antara 200-1000 km di atas permukaan Bumi, sering disebut sebagai ruang antarplanet. Fajar kizib muncul sebelum fajar sadik saat malam masih gelap. Ada yang menyebut bahwa fajar kizib adalah gugus bintang dalam galaksi Bimasakti, tetapi pendapat ini diragukan karena bentuknya tidak sesuai dengan gambaran ekor serigala seperti yang terdapat dalam hadis..⁴⁶

Dalam konteks astronomi, terdapat penjelasan yang jelas mengenai definisi fajar sadik dan fajar kizib. Fajar sadik, yang juga dikenal sebagai fajar sejati (*the true dawn*), adalah cahaya pagi yang berasal langsung dari sinar Matahari asli. Cahaya ini muncul ketika sinar Matahari mulai menyentuh lapisan atmosfer Bumi, khususnya bagian yang paling tebal dan terendah, yaitu troposfer. Saat sinar Matahari memasuki bagian atas troposfer, uap air dan partikel-partikel lain menyebabkan hamburan yang mengakibatkan sebagian sinar tersebut tersebar ke bawah dan menerangi dasar troposfer. Proses ini dipengaruhi oleh berbagai faktor. Sebaliknya, fajar kizib adalah

⁴⁶ Fuadi, “Fajar Penanda Awal Waktu Subuh Dan Puasa,” 114.

cahaya fajar yang berasal dari sinar Matahari yang tidak berinteraksi langsung dengan atmosfer Bumi. Cahaya ini terjadi ketika sinar Matahari dipantulkan oleh partikel-partikel debu zodiak di luar angkasa..⁴⁷

Para ahli hisab menetapkan standar fajar sadik berdasarkan posisi matahari di bawah cakrawala. Abu Raihan Muhammad Al Biruni (973 M-1048 M) menyatakan dalam karyanya, *al-Qanun al-Mas'udy* fajar muncul ketika matahari berada 18 derajat di bawah ufuk timur. Penemuan ini adalah hasil dari eksperimen yang dilakukan secara berulang oleh Al Biruni.⁴⁸ Pendapat ini sejalan dengan al-Tabatabai, yang menyatakan bahwa awal waktu Subuh ditandai saat matahari berada pada ketinggian 18° di bawah cakrawala..⁴⁹ Selain 18° di bawah ufuk, ada juga yang berpendapat bahwa fajar sadik muncul ketika berada 19° di bawah ufuk seperti yang dikemukakan oleh Ahmad Zaini Dahlan, 'Izzudin al-Wafa'iy, Sibth al-Madiny,

⁴⁷ Putra, "Fajar Shadiq Dalam Perspektif Astronomi," 4.

⁴⁸ Butar-butar, *Fajar Dan Syafaq Dalam Kesarjanaan Astronom Muslim Dan Ulama Nusantara*, 23–25.

⁴⁹ Putra, "Fajar Shadiq Dalam Perspektif Astronomi," 5.

Khalifah bin Hamad an-Nabhany, dan Muhammad bin Yusuf al-Khayyath.⁵⁰

Di Indonesia pada umumnya, waktu Shubuh dimulai ketika posisi matahari berada 20° di bawah ufuk sebenarnya (*true horizon*). Pendapat ini didukung oleh ahli falak ternama Indonesia, Sa'doeddin Djambek, yang dikenal luas sebagai pembaharu pemikiran hisab di Indonesia. Menurut beliau, waktu Subuh dimulai dengan munculnya fajar di bawah ufuk Timur dan berakhir saat matahari terbit. Dalam ilmu falak, saat munculnya fajar didefinisikan ketika matahari berada pada posisi 20° di bawah ufuk Timur.⁵¹

Namun, ada beberapa ahli falak Indonesia yang memiliki kriteria yang berbeda dari Sa'doeddin Djambek, seperti Zubair Umar al-Jailani dalam kitab *Al-Khulashah al-Wafiyah fil falaki Jadawil Lughoritmiyah* memakai kriteria 19° di bawah ufuk.⁵² Kemudian, P. Simamora dalam tulisannya

⁵⁰ Butar-butar, *Fajar Dan Syafaq Dalam Kesarjanaan Astronom Muslim Dan Ulama Nusantara*, 116–117.

⁵¹ Fuadi, “Fajar Penanda Awal Waktu Subuh Dan Puasa,” 118.

⁵² Zubair Umar Al Jaelani, *Al Khulashah Al Wafiiyyah Fi Al Falak Bi Jadwali Al Lughugharitamiyah* (Kudus: Menara Kudus, n.d.), 176.

Ilmu Falak (*Kosmografi*) menggunakan kriteria 18° di bawah ufuk.⁵³

⁵³ Fuadi, “Fajar Penanda Awal Waktu Subuh Dan Puasa,” 117.

BAB III

PERBANDINGAN INTENSITAS CAHAYA DAN 3D SURFACE SEBAGAI METODE ANALISIS CITRA FAJAR

A. Data Citra Fajar

Pada bagian ini diuraikan bagaimana cara mendapatkan citra fajar yang diteliti dan data masing-masing foto. Foto ini merupakan hasil observasi peneliti di Pulau Bawean dengan menggunakan device Xiaomi 12T. foto yang diambil menggunakan setingan ISO 2500, Shutter Speed 10s, F 1/7 dan jeda antar foto 3 detik. Setingan ini digunakan dikarenakan mampu mempresentasikan keadaan langit di ufuk timur pada saat penelitian, jika menggunakan shutter speed lebih lama akan terbentuk ekor bintang pada setiap frame foto.

Handphone Xiaomi 12T ini dipilih dikarenakan memiliki sensor yang mumpuni untuk menangkap cahaya di kegelapan malam, sehingga cocok untuk penelitian fajar yang *low light*. Alasan lain menggunakan Handphone dikarenakan mudah dibawa kemana-mana dan sangat memungkinkan peneliti melakukan penelitian dengan mudah. Device Xiaomi 12T ini juga mampu melakukan pemotretan *brush* atau pemotretan berturut dengan selang waktu. Pemotretan *brush* itu melakukan pemotretan berkali-kali setiap waktu yang ditentukan, jadi setiap setelah pemorsesan *shutter* 10 detik

selesai akan memotret sesuai jarak waktu yang ditentukan dalam hal ini peneliti menggunakan 3 detik selang waktu, sehingga mendapatkan 13 foto per detik dan 4-5 foto per menit.

Pengamatan fajar ini dimulai dengan menyiapkan segala perangkat penelitian yaitu tripod, kamera handphone, dan perlengkapan pendukung seperti tikar dan lain lain. Setelah itu, mengarahkan handphone ke arah matahari terbit menggunakan aplikasi stellarium. Arah matahari ini penting karena fajar yang akan teramati di sekitar arah matahari terbit, sehingga mampu mengamati fajar kizib dan sadik secara tepat.

Foto penelitian diambil pada tanggal 18-21 Agustus 2023 atau bertepatan dengan 1-4 Safar 1445 H. waktu ini sangat direkomendasikan karena posisi bulan tidak mengganggu cahaya fajar yang nampak di ufuk timur.⁵⁴

Adapun rincian data citra fajar sebagai berikut:

No	Tanggal	Tempat	Keadaan Ufuk	Keterangan
1	18 Agustus 2023 M / 01 Safar	Pantai Selayar, Jl. Selayar Indah Desa Sungairujing,	Pada malam hari terdapat banyak nelayan mulai	Bagus

⁵⁴ Adi Nugroho, “Pengaruh Cahaya Bulan Terhadap Kemunculan Fajar Sidiq (Analisis Titik Belok Kurva Pada Penentuan Awal Waktu Subuh Menggunakan Alat Sky Quality Meter)” (Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang, 2020), 93.

	1445 H	Kec. Sangkapura, Pulau Bawean Koordinat -5.855534 LS 112.685222 BT	pukul 02.00 – 03.56 dan berangsur-angsur bersih hingga matahari terbit dengan jumlah awan sedikit dan ufuk sedikit tertutup bukit.	
2	19 Agustus 2023 M / 02 Safar 1445 H	Pantai Mayangkara, Desa Diponggo, Kec. Tambak, Pulau Bawean Koordinat -5.736311 LS 112.718402 BT	Langit malam terang dengan gangguan Cahaya nelayan lumayan sedikit namun awan menutupi ufuk sehingga sedikit mengganggu	Kurang bagus
3	20 Agustus 2023 M / 03 Safar 1445 H	Pantai Mayangkara, Desa Diponggo, Kec. Tambak, Pulau Bawean Koordinat -5.736311 LS 112.718402 BT	Ufuk cerah dari awal hingga akhir dan gangguan polusi Cahaya sangat sedikit	Sangat bagus
4	21 Agustus	Pantai Mayangkara,	Awan menutupi area	Tidak bagus

	2023 M / 04 Safar 1445 H	Desa Diponggo, Kec. Tambak, Pulau Bawean Koordinat -5.736311 LS 112.718402 BT	fajar sangat banyak sehingga sangat mengganggu pengamatan	
--	--------------------------------	--	--	--

B. *AstroImageJ*

AIJ adalah alat pemrosesan gambar astronomi untuk tujuan umum, ditambah lagi menyediakan antarmuka untuk menyederhanakan pemrosesan urutan gambar secara interaktif. Rilis saat ini (versi 3.1.0) mencakup fitur dan kemampuan berikut, dengan (I) menunjukkan fitur yang disediakan oleh platform *ImageJ* yang mendasarinya, (I+) menunjukkan fitur *ImageJ* yang telah ditingkatkan, (A+) menunjukkan fitur berdasarkan paket plugin Astronomi, namun dengan kemampuan baru yang signifikan, dan (N) menunjukkan fitur baru yang tersedia di AIJ, namun tidak tersedia di *ImageJ* atau paket plug in Astronomi.

Adapun fitur AIJ yang berbeda dengan *ImageJ* diantaranya sebagai berikut:

1. (N) Tampilan gambar astronomi interaktif yang mendukung banyak tumpukan gambar dengan zoom dan panning gambar cepat, penyesuaian kontras presisi tinggi, dan tampilan data piksel serupa dengan SAOImage DS9
2. (N) Fotometer penunjuk mouse langsung.
3. (A+) Membaca dan menulis gambar Sistem Transportasi Gambar Fleksibel (FITS) dengan header standar, serta sebagian besar format gambar umum lainnya (misalnya, tiff, jpeg, png, dll.).
4. (N) Fasilitas Data Processor (DP) untuk kalibrasi gambar termasuk koreksi bias, gelap, datar, dan nonlinier dengan opsi untuk dijalankan secara real-time selama pengamatan.
5. A+) Fotometri diferensial multi-apertur deret waktu interaktif dengan ekstraksi parameter detrend, dan opsi untuk dijalankan secara real-time selama observasi.
6. (N) Plot multi-kurva interaktif yang disederhanakan untuk menampilkan kurva cahaya.⁵⁵

AIJ menyediakan antarmuka interaktif untuk fotometri bukaan tunggal dan fotometri diferensial multi bukaan.

⁵⁵ Karen A. Collins et al., "Astroimagej: Image Processing and Photometric Extraction for Ultra-Precise Astronomical Light Curves," *The Astronomical Journal* 153, no. 2 (2017): 1–2, <https://doi.org/10.3847/1538-3881/153/2/77>.

Antarmuka fotometri diferensial dirancang untuk secara otomatis memproses gambar rangkaian waktu dan mengukur kurva cahaya transit eksoplanet, biner gerhana, atau bintang variabel lainnya, secara opsional dalam waktu nyata saat pengamatan sedang dilakukan.⁵⁶

Modul MP menyediakan fasilitas plotting multi-kurva yang terintegrasi erat dengan fotometri diferensial dan pemasangan kurva cahaya. MA dapat memulai MP secara otomatis, atau MP dapat dimulai secara manual dengan mengklik ikon terkait pada AIJ Toolbar. Jika tabel pengukuran telah dibuat oleh MA atau dibuka dari OS, maka MP secara otomatis akan membuat plot berdasarkan pengaturan plot terakhir. Alternatifnya, templat plot dapat disimpan dan dipulihkan untuk memformat plot yang umum dibuat dengan mudah. Kontrol plotting diakses dalam dua panel antarmuka pengguna.⁵⁷

C. Metode Analisa Perbandingan Intensitas Cahaya

Perbandingan intensitas cahaya ini memanfaatkan fitur atau *tools* penilaian rata-rata intensitas cahaya di suatu area pada foto. Area yang dibandingkan adalah area atas dan bawah. Area atas mewakili terbitnya fajar kizib maupun langit malam dan area bawah mewakili fajar sadik yang memanjang

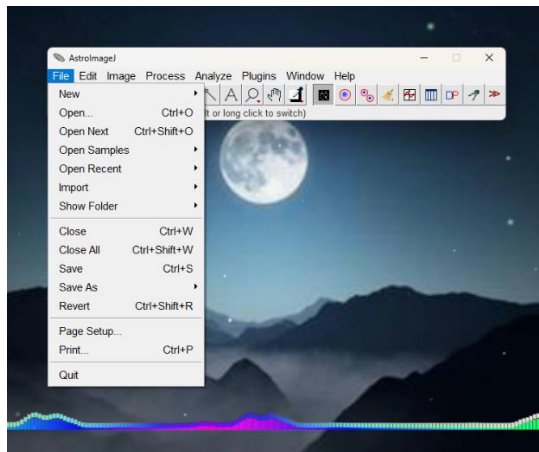
⁵⁶ Collins et al., 5.

⁵⁷ Collins et al., 6.

di area ufuk. Data yang diambil merupakan data area foto dari awal sampai akhir pengamatan⁵⁸. Adapun langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut:

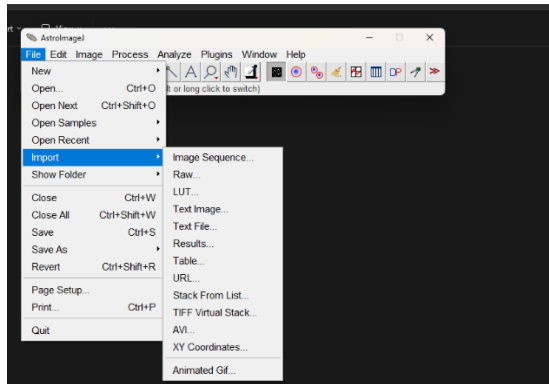
- Langkah – Langkah metode perbandingan intensitas Cahaya pada software *Astro ImageJ*

1. Buka aplikasi *Astro ImageJ*, pilih menu **File**

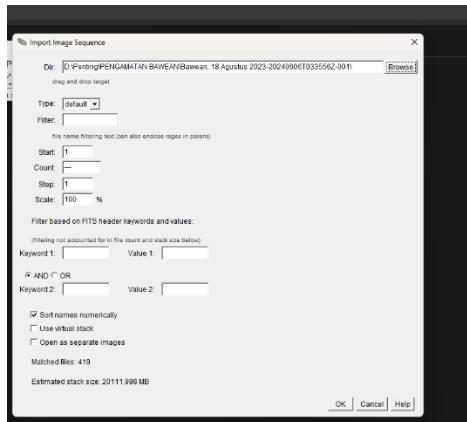


2. Pilih Import > Image Sequence

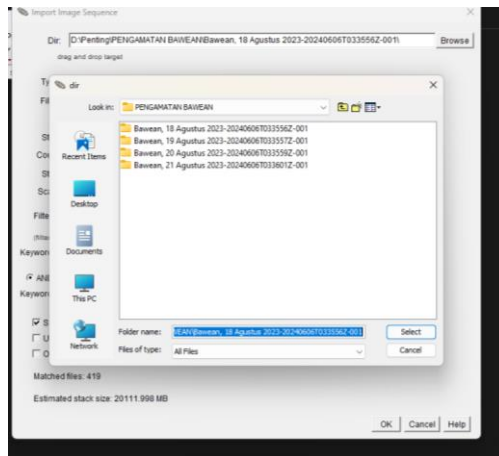
⁵⁸ Hasil wawancara dengan M. Basthoni pada tanggal 5 Juni 2023 pukul 21.00



3. Selanjutnya akan muncul kotak untuk mencari folder yang akan diimport > pilih **Browse**



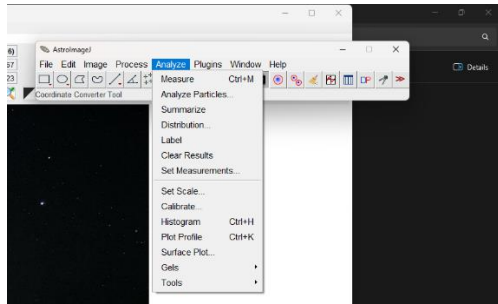
4. Pilih Folder yang akan diimport dan pilih **Select**



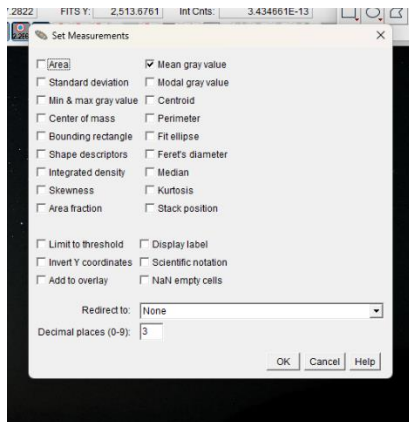
5. Kemudian akan memproses semua foto yang ada di folder tersebut



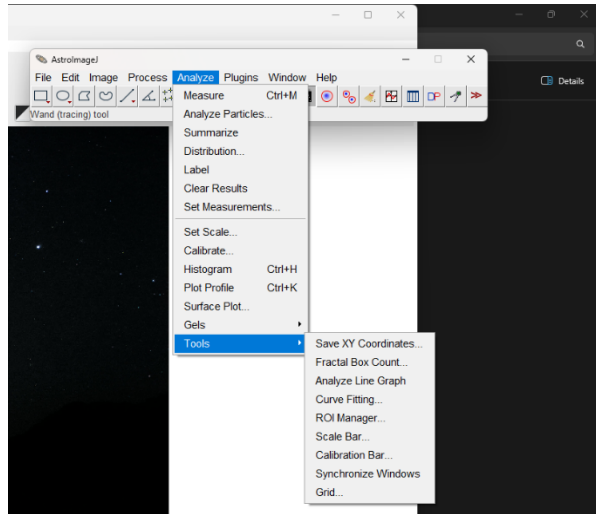
6. Pilih *Analyze > set measurements*



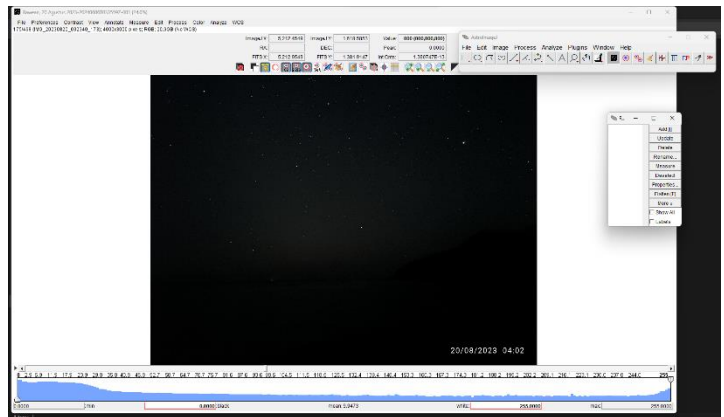
7. Akan muncul *text box* dan pilih *mean gray value* kemudian pilih oke



8. Pilih *Analyze* lagi dan pilih *Tools* kemudian pilih *ROI Manager*

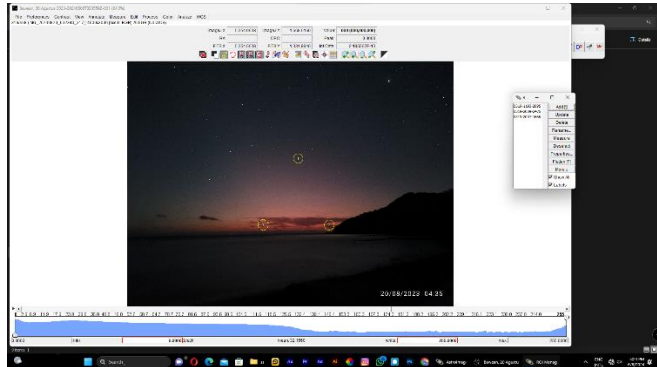


9. Muncul tampilan seperti berikut

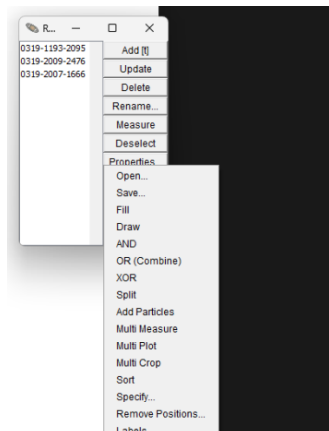


10. Pilih bentuk lingkaran/ kotak sesuai kebutuhan pada AIJ dan letakkan pada gambar yang dianalisis di bagian atas yang diperkirakan sebagai fajar kizib dan 2 bagian bawah dekat ufuk yang diperkirakan

munculnya fajar sadik dan pilih add dan juga *Show all* dan label



11. Setelah itu pilih more pada *ROI Manager* dan pilih *multi measure*



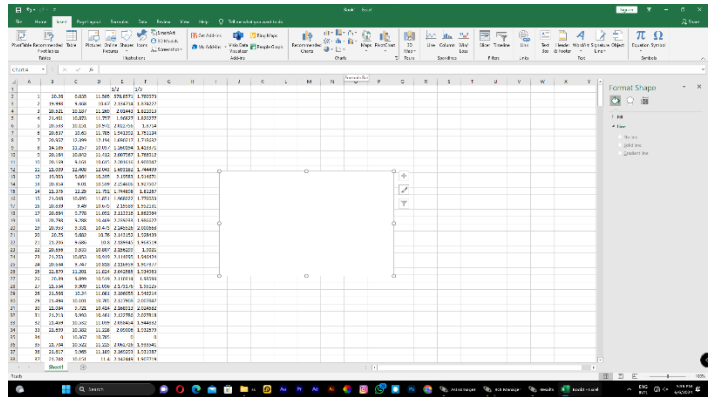
12. Kemudian akan muncul result dari perhitungan rata-rata 3 titik tersebut dan dicopy masukkan ke excel

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1											
2	1	20.26	0.035	11.505							
3	2	19.998	9.368	10.67							
4	3	20.521	10.187	11.269							
5	4	21.401	10.873	11.757							
6	5	20.533	10.151	10.972							
7	6	20.637	10.63	11.785							
8	7	20.957	12.399	12.154							
9	8	14.186	11.257	10.037							
10	9	20.184	10.042	11.412							
11	10	20.189	9.161	10.615							
12	11	21.009	12.408	12.043							
13	12	19.903	9.064	10.395							
14	13	20.314	9.01	10.539							
15	14	21.375	12.25	11.792							
16	15	21.048	10.695	11.851							
17	16	20.839	9.49	10.675							
18	17	20.664	9.778	11.092							
19	18	20.798	9.288	10.469							
20	19	20.953	9.331	10.473							
21	20	20.75	9.682	10.76							
22	21	21.206	9.686	10.8							
23	22	20.556	9.533	10.807							
24	23	21.253	10.053	10.919							

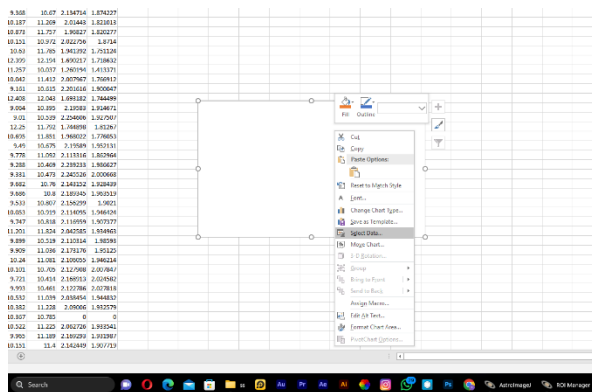
13. Data ini akan diperbandingkan antara data 1 yang berposisi di atas dengan 2 dan 3 yang berada di dekat ufuk

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1													
2	1	20.26	0.035	11.505	578.8571	1.760979							
3	2	19.998	9.368	10.67	2.134714	1.874227							
4	3	20.521	10.187	11.269	2.01443	1.821013							
5	4	21.401	10.873	11.757	1.96827	1.820277							
6	5	20.533	10.151	10.972	2.022756	1.8714							
7	6	20.637	10.63	11.785	1.941392	1.751124							
8	7	20.957	12.399	12.154	1.690217	1.718632							
9	8	14.186	11.257	10.037	1.260194	1.413371							
10	9	20.184	10.042	11.412	2.007967	1.760912							
11	10	20.189	9.161	10.615	2.201616	1.900047							
12	11	21.009	12.408	12.043	1.693182	1.744499							
13	12	19.903	9.064	10.395	2.19583	1.914671							
14	13	20.314	9.01	10.539	2.254606	1.927507							
15	14	21.375	12.25	11.792	1.744808	1.81267							
16	15	21.048	10.695	11.851	1.968022	1.786053							
17	16	20.839	9.49	10.675	2.19589	1.952131							
18	17	20.664	9.778	11.092	2.113316	1.862964							
19	18	20.798	9.288	10.469	2.239233	1.986627							
20	19	20.953	9.331	10.473	2.245526	2.000668							
21	20	20.75	9.682	10.76	2.143152	1.928439							
22	21	21.206	9.686	10.8	2.189345	1.963519							
23	22	20.556	9.533	10.807	2.156299	1.9021							
24	23	21.253	10.053	10.919	2.114085	1.946424							
25	24	20.424	9.747	10.818	2.116066	1.907177							

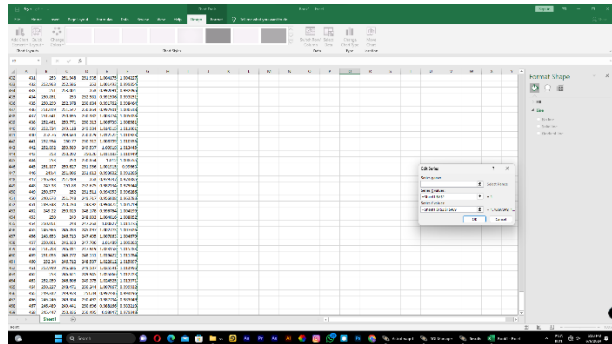
14. Pilih insert dan pilih scatter pada chart dan muncul area yang akan dibuat kurva perbandingan intensitas



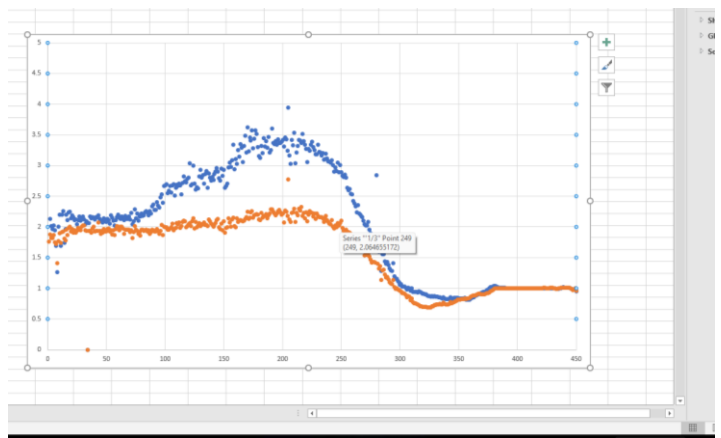
15. Klik kanan pada area tersebut dan pilih select data



16. Atur sumbu X diisi urutan data foto dan sumbu Y hasil dari perbandingan data 1 dengan 2 atau 3



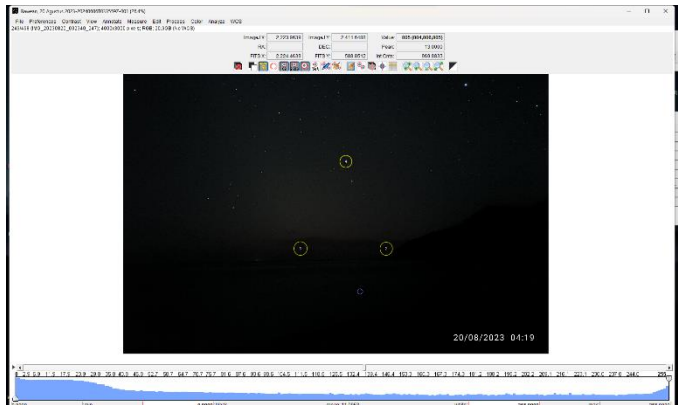
17. Munculah hasil kurva perbandingan intensitas Cahaya



18. Carilah data yang sudah mulai menurun secara konsisten pada 2 kurva tersebut dan akan muncul informasi titik yang ditunjuk oleh kursor tersebut yaitu series 1/3, point 249 (249, 2,0646551). Series 1/3 menunjukkan kurva hasil pembagian data 1 dan 3, point 249 menunjukkan urutan data atau foto, dan

2,0646551 menunjukkan hasil dari pembagian 1 dan 3.

19. Kita selanjutnya mencari foto ke 249 untuk melihat ketampakan fajar pada foto tersebut.



20. Dan dapat kita melihat waktu yang ditunjukkan foto ke 249 adalah 04:19

Jadi, pada tanggal 20 Agustus 2023 M/01 Safar 1445 H terdeteksi fajar pada pukul 04:19 menggunakan metode perbandingan intensitas Cahaya pada citra fajar

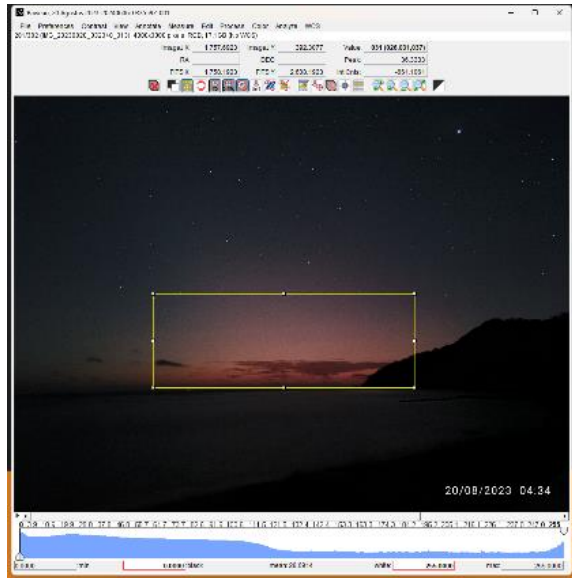
D. Metode Analisa 3D surface

3D surface merupakan *tools* yang terdapat di aplikasi *AstroImageJ* atau aplikasi *ImageJ* yang lainnya seperti *FIJI*. *Tools* ini digunakan untuk menganalisis jumlah intensitas

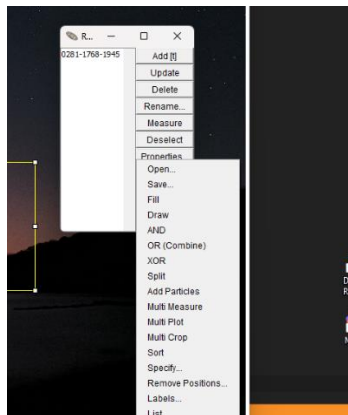
cahaya pada suatu foto yang divisualisasikan menjadi 3D.⁵⁹ *3D surface* ini membantu peneliti untuk mendeteksi adanya cahaya berdasarkan ketinggian kontur pada foto, sehingga terlihat perbedaan antara foto awal dan foto yang sudah terlihat fajar sadik. Adapun langkah-langkah yang digunakan untuk menganalisis citra fajar menggunakan *3D surface* adalah sebagai berikut:

- Langkah – Langkah metode *3D surface* pada software *Astro ImageJ*
 1. Kita harus mengetahui kurva penurunan fajar sehingga dapat memperkirakan foto ke berapa yang dibutuhkan untuk memvisualisasikan berbentuk 3D
 2. Pertama Import image Squence seperti pada metode sebelumnya.
 3. Kemudian munculkan ROI manager seperti metode sebelumnya
 4. Selanjutnya buatlah bentuk segi panjang pada area ufuk yang akan dilewati fajar sadik.

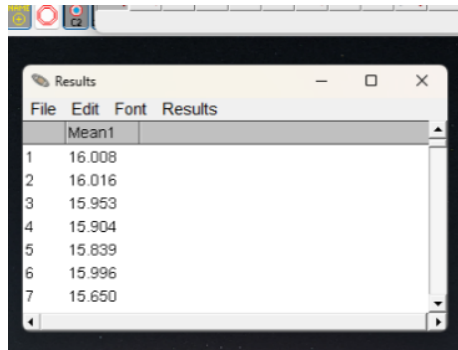
⁵⁹ Hasil wawancara dengan Tono Saksono di aplikasi Whatsapps



5. Kemudian hitung rata-rata intensitas cahaya yang melewati area segi panjang tersebut menggunakan *tools multi measure* pada ROI Manager



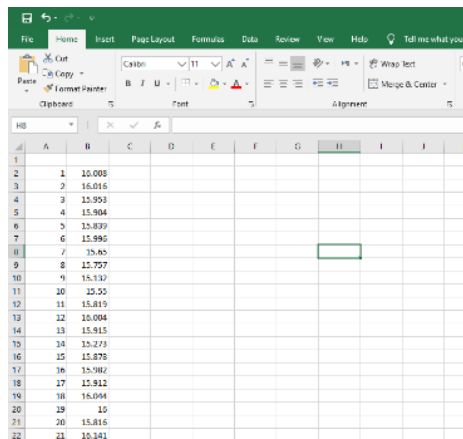
6. Selanjutnya akan muncul *result* dari perhitungan tersebut



The screenshot shows a window titled 'Results' with a menu bar containing 'File', 'Edit', 'Font', and 'Results'. Below the menu bar is a table with a single column labeled 'Mean1'. The table contains seven rows of numerical data.

	Mean1
1	16.008
2	16.016
3	15.953
4	15.904
5	15.839
6	15.996
7	15.650

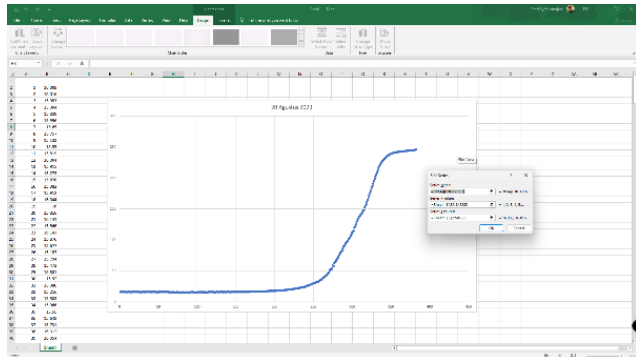
7. Copy hasil ke Ms Excel



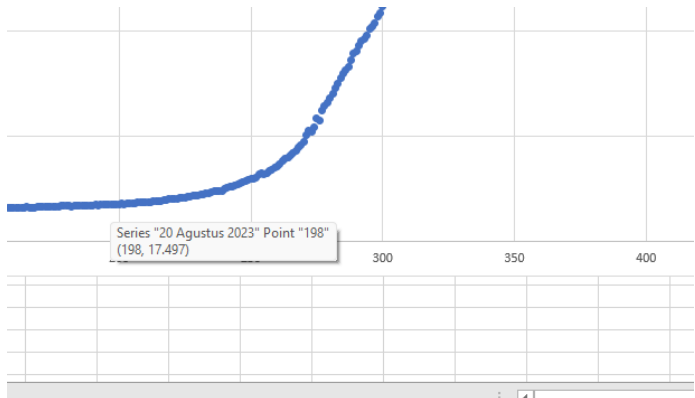
The screenshot shows the Microsoft Excel interface. The 'Home' tab is selected in the ribbon. The worksheet contains the data from the previous window, starting from cell B1. The data is as follows:

1		
2	1	16.008
3	2	16.016
4	3	15.953
5	4	15.904
6	5	15.839
7	6	15.996
8	7	15.650
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		
21		
22		

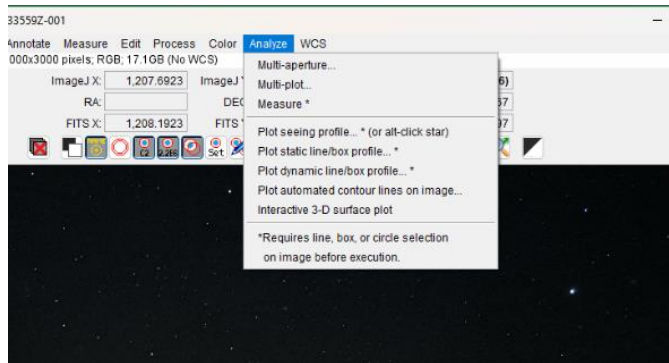
8. Kemudian gunakanlah scatter pada tab insert box Chart dengan sumbu X adalah urutan foto dari 1- selesai dan sumbu Y adalah hasil rata-rata area tersebut.



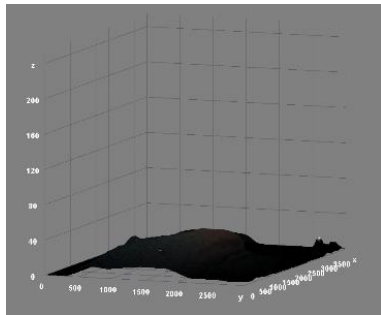
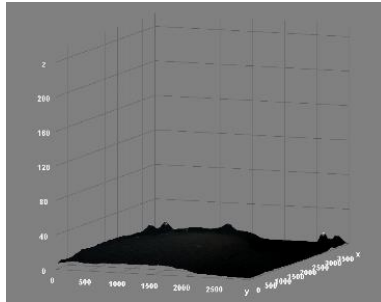
9. Carilah letak titik belok dengan mengarahkan kursor pada kurva yang dibuat



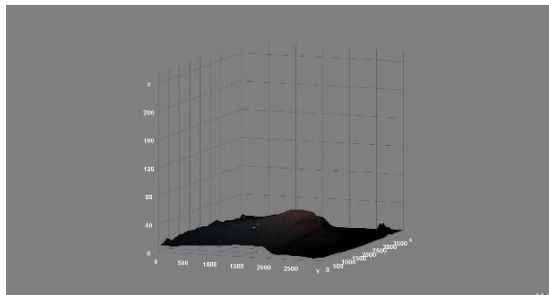
10. Carilah foto sesuai data yang ditunjukkan tersebut yaitu 198
11. Kembali ke AIJ dan buatlah *3D surface* menggunakan *tools* yang ada pada **Analyze** yaitu **Interactive 3D surface plot**



12. Kemudian bandingkan hasil tersebut dengan foto yang lebih dulu sekitar 20 sebelumnya, jika sudah tampak kontur yang menjulang pada 3D tersebut maka itu adalah awal waktu fajar, jika belum carilah foto setelahnya hingga terlihat kontur tersebut dengan jarak per 1 menit.



13. Jika sudah menemukan lihat Kembali foto yang divisualisasikan 3D lihat waktu yang terlihat pada keterangan foto tersebut.





Pada foto tersebut waktu yang ditunjukkan adalah 04:29 yang berarti fajar terdeteksi oleh metode *3D surface* tanggal 20 Agustus 2023 pada waktu tersebut.

BAB IV

KOMPARASI PERBANDINGAN INTENSITAS CAHAYA DAN 3D *surface* DALAM MENGANALISIS CITRA FAJAR

A. Deteksi Ketampakan Fajar Berdasarkan Metode Analisa

1. 18 Agustus 2023 M / 01 Safar 1445 H

Pada tanggal ini pengamatan dilakukan di Pantai Selayar Desa Sungairujing Kec. Sangkapura Pulau Bawean pada pukul 03.00-05.00 dengan jumlah keseluruhan foto adalah 419 jepretan, namun peneliti melakukan analisis dimulai pukul 03.30-04.58 dengan jumlah 338 foto. Pemotongan ini dilakukan untuk mengurangi jumlah foto pada saat import di aplikasi *AstroImageJ* dikarenakan dengan jumlah yang diimport banyak akan membebani RAM PC. Jumlah 338 foto saja membutuhkan RAM minimal 12 GB.

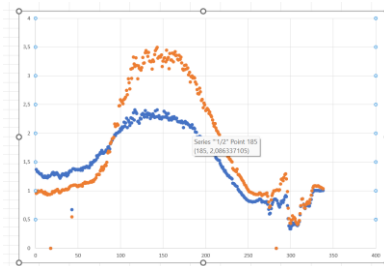
a. Perbandingan intensitas Cahaya

Pada tanggal ini dapat kita ketahui titik awal fajar dengan melihat kurva yang dibentuk oleh perbandingan titik 1 dengan 2 dan 3. Titik yang ditempatkan pada gambar sebagai berikut:



Titik ini dianggap mempresentasikan kemunculan fajar sadik pada titik 2 dan 3 sedangkan titik 1 menunjukkan fajar kizib.

Titik tersebut kemudian diukur rata-rata area setiap titik. Kemudian, titik 1 dengan 2 dan titik 1 dengan 3 dibandingkan, Selanjutnya divisualisasikan menjadi kurva untuk memudahkan deteksi awal fajar. Adapun kurva yang dihasilkan adalah sebagai berikut:



Pada kurva tersebut dapat kita ketahui bahwa terjadi peningkatan nilai di foto ke 50 an sampai 120 an dan mengalami nilai yang sama secara terus menerus hingga 170 an. Kurva $\frac{1}{2}$ cenderung kenaikannya lebih rendah dari pada kurva $\frac{1}{3}$, namun penurunan keduanya hampir sama.

Penentuan awal fajar dapat dilihat dari penurunan yang terus menerus dan tidak terjadi kenaikan. Penurunan pada kurva tersebut terdeteksi pada foto yang ke 185 dengan citra sebagai berikut:

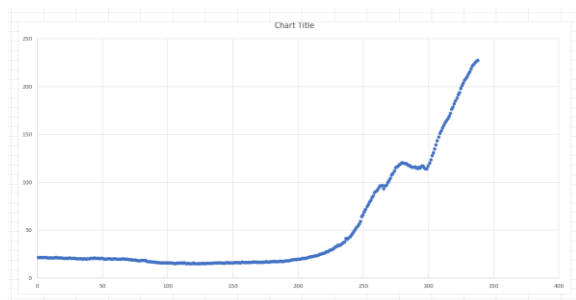


Dari citra tersebut kita dapat melihat keterangan waktu pada sisi kanan bawah adalah 04:18. Jadi, fajar yang terdeteksi pada citra

menggunakan metode perbandingan intensitas Cahaya tanggal 18 Agustus 2023 M/01 Safar 1445 H adalah pada pukul 04:18

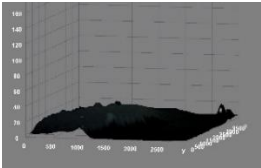
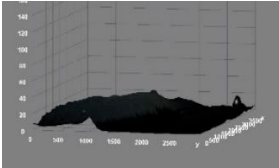
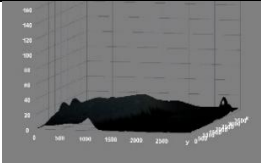
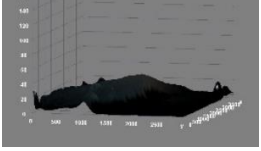
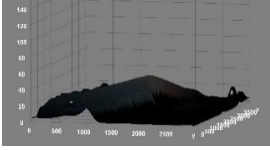
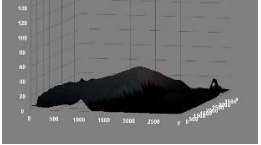
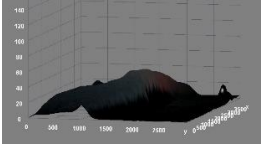
b. *3D surface*

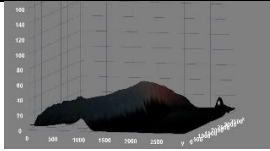
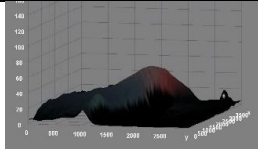
Penentuan fajar menggunakan metode *3D surface* dimulai dengan mencari kurva pada citra yang didapat berdasarkan pada intensitas cahaya area yang dipilih. Kurva ini untuk mengetahui foto ke berapa yang dianggap munculnya fajar. Adapun kurva yang dihasilkan adalah sebagai berikut:



Ketampakan kurva tersebut kita dapat memperkirakan kemunculan fajar darri 180 an sampai 230 an di kisaran tersebutlah perlu pembuktian menggunakan *3D surface* untuk menentukan awal fajar yang terdeteksi. Pembuktian tersebut dengan cara membandingkan

foto ketika sebelum fajar muncul dibandingkan dengan kisaran fajar akan muncul atau terdeteksi.

 18 Agustus 2023 Pict 121 04;02	 18 Agustus 2023 Pict 170 04;14
 18 Agustus 2023 Pict 182 04;17	 18 Agustus 2023 Pict 198 04;22
 18 Agustus 2023 Pict 213 04;25	 18 Agustus 2023 Pict 222 04;28
 18 Agustus 2023 Pict	 18 Agustus 2023 Pict

225 04;29	230 04;30
	
18 Agustus 2023 Pict 233 04;31	18 Agustus 2023 Pict 239 04;32

Beberapa hasil dari metode *3D surface* menunjukkan dari foto ke 121 yang bertepatan dengan 04:02 sampai foto ke 222 yang bertepatan 04:28 masih memiliki ketinggian yang sama dan perubahan tidak signifikan sedangkan pada pukul 04:29 memiliki ketinggian yang lebih tinggi dibanding dengan yang lainnya, sehingga pada pukul tersebut dapat dianggap sebagai awal dari fajar sadik. Waktu ini dapat kita bandingkan dengan citra foto yang ada.



2. 19 Agustus 2023 M / 02 Safar 1445 H

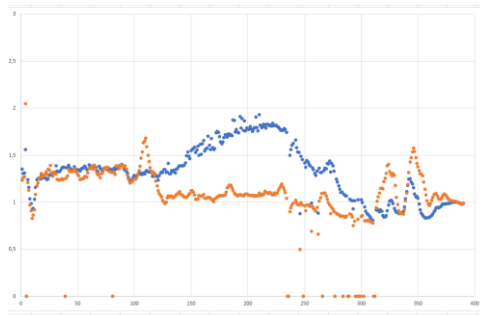
Pengamatan pada tanggal ini tidak dilakukan di tempat yang sama dikarena setelah melihat hasil foto tanggal 18 Agustus 2023 di Pantai Selayar cahaya fajar terhalang sedikit oleh bukit di bagian kiri. Keadaan inilah yang merubah posisi pengamatan diganti di Pantai mayangkara kecamatan Tambak Pulau Bawean. Keadaan ufuk Timur di tempat ini sangat bagus tidak terhalang oleh bukit, namun cuaca pada hari ini terbilang kurang bagus dikarenakan ada awan sedikit yang mrnghalangi nampaknya cahaya fajar di ufuk timur.

Pengamatan dimulai pada pukul 03:07 sampai 04:57, namun data pengamatan fajar ini tidak seluruhnya digunakan langsung dengan mengurangi beberapa data paling awal dan beberapa data paling akhir hingga menjadi 391 foto. Hasil foto ini membutuhkan sekitar 13,7 GB untuk diproses dalam aplikasi AIJ.

a. Perbandingan intensitas cahaya

Tanggal 19 Agustus 2023 mendapatkan hasil yang kurang bagus dikarenakan adanya awan yang menghalangi area muncul fajar. Awan ini mengganggu intensitas masing-masing titik

sehingga mendapatkan hasil kurva kurang bagus, namun hasil perbandingan antara $\frac{1}{2}$ sedikit lebih baik dibandingkan dengan $\frac{1}{3}$ dikarenakan posisinya memiliki rata-rata intensitas cahaya cukup stabil.



Hasil kurva tersebut menunjukkan pada perbandingan antara area 1 dan 2 terdeteksi munculnya fajar, sedangkan perbandingan antara area 1 dan 3 tidak dapat mendefinisikan kemunculan fajar karena hasil perbandingan menunjukkan ketidakstabilan intensitas yang dimiliki oleh area 3.

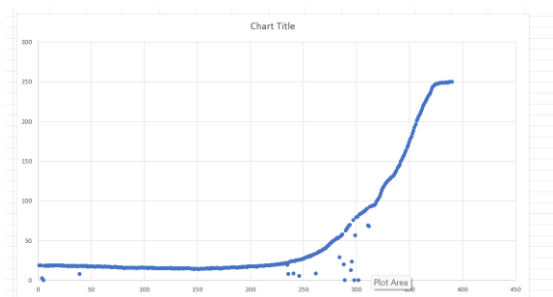
Kurva menunjukkan mulai terjadi penurunan pada foto ke 231. Hasil kurva ini dapat melihat citra yang didapat untuk mengetahui waktu pada foto tersebut.



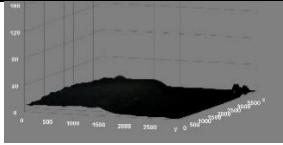
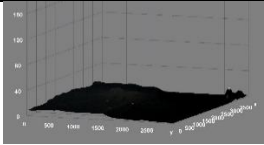
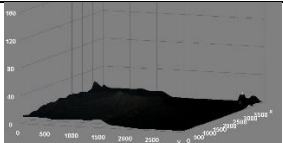
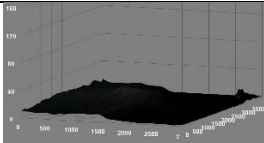
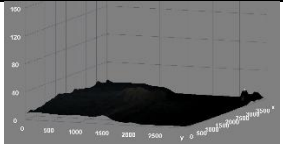
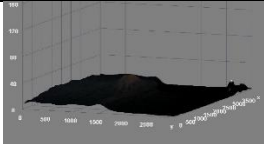
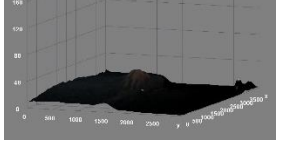
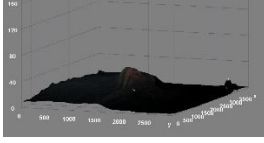
Foto ini menunjukkan bahwa awal fajar menggunakan perbandingan intensitas cahaya terdeteksi pada pukul 04:23.

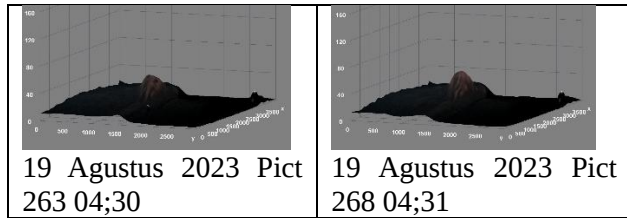
b. *3D surface*

Metode ini memerlukan kurva intensitas cahaya seperti penjelasan sebelumnya. Kurva yang dihasilkan dijadikan titik acuan untuk mensimulasikan *3D surface* pada titik tersebut



Kurva tersebut menunjukkan adanya penurunan intensitas cahaya dimulai dari foto ke 220-300. Kemudian dibuat interactive *3D surface* plot pada masing-masing foto yang dianggap sebagai awal kemunculan fajar.

 19 Agustus 2023 Pict 74 03;47	 19 Agustus 2023 Pict 196 04;15
 19 Agustus 2023 Pict 209 04;18	 19 Agustus 2023 Pict 223 04;21
 19 Agustus 2023 Pict 232 04;23	 19 Agustus 2023 Pict 244 04;26
 19 Agustus 2023 Pict 254 04;28	 19 Agustus 2023 Pict 259 04;29



Ketampakan fajar pada foto ke 74-244 belum terlihat perbedaan ketinggian yang signifikan pada simulasi 3D tersebut, namun berangsur-angsur mulai menunjukkan ketinggian pada foto ke 254 atau bertepatan pukul 04:28. Ketinggian tersebut mengidentifikasi bahwa awal fajar terdeteksi pada waktu tersebut.

3. 20 Agustus 2023 M / 03 Safar 1445 H

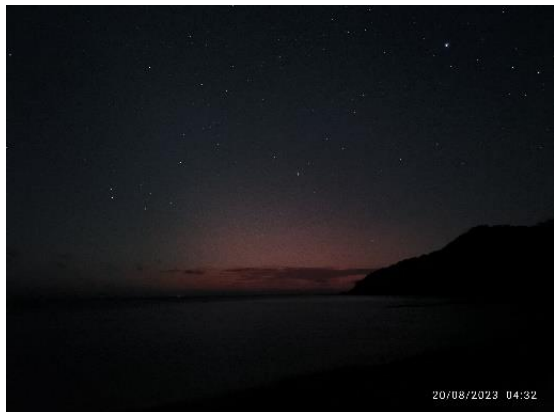
Tanggal 20 Agustus 2023 bertepatan dengan 03 Safar 1445 H. Waktu ini masih sangat dianggap waktu yang ideal dalam pengamatan fajar dikarenakan cahaya fajar dapat diamati dengan baik tanpa adanya gangguan cahaya bulan diufuk timur maupun di ufuk barat.

Pengamatan fajar dimulai pada pukul 03:21 dan berakhir pada pukul 05:09. Hasil pengamatan pada tanggal ini menunjukkan jangka waktu yang lumayan banyak, sehingga peneliti memotong mulai dari 03:31 sampai 04:57. Frame foto yang didapat sebanyak 382 dengan total penggunaan RAM sebesar 15GB.

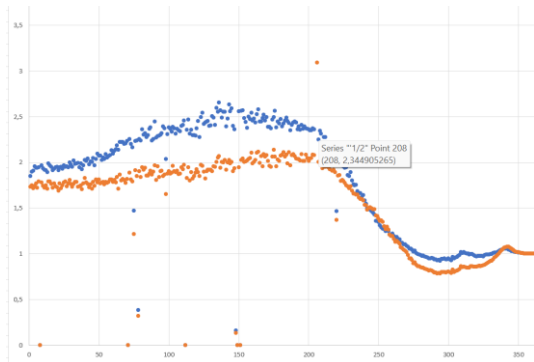
Keadaan ufuk timur pada tanggal ini terbilang paling bagus diantara tanggal yang lain. Dikarenakan tanggal ini terlihat ufuk timur sangat bersih tidak tertutupi awan maupun cahaya kapal mulai dari awal pengamatan hingga akhir pengamatan.

a. Perbandingan intensitas cahaya

Kurva hasil perbandingan antara area 1 dengan 2 dan 3 memiliki hasil yang sama dikarenakan pada hari ini memiliki ufuk yang sangat bagus tidak ada cahaya maupun awan yang mengganggu pada penelitian ini. Hari ini tergolong sebagai pengamatan paling ideal dibanding hari-hari yang lain. Kondisi ini memungkinkan setiap area yang dijadikan acuan memiliki hasil yang bagus.



Adapun kurva yang dihasilkan sebagai berikut:



Pada kurva ini dapat diketahui bahwa pada foto ke 50 sudah mengalami peningkatan nilai. Peningkatan nilai ini dikarenakan cahaya fajar kizib yang menjulang ke atas yang diwakili oleh area 1 lebih tinggi nilai intensitas cahayanya dibandingkan dengan cahaya di dekat ufuk. Perubahan inilah yang menandakan fajar kizib sudah mulai nampak.

Kemudian pada foto ke 208 sesuai informasi yang ditunjukkan oleh kursor pada kurva tersebut, menandakan mulai turunnya nilai dari perbandingan area 1 dan bertambahnya cahaya di area 2 maupun 3. Kenaikan ini terjadi karena fajar

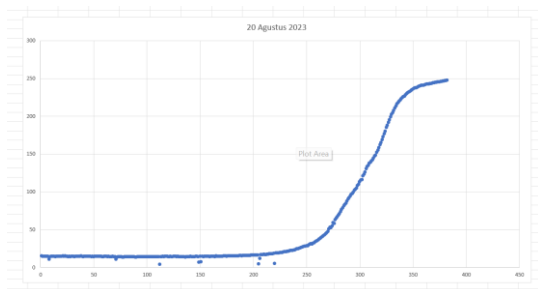
sadik yang memiliki ciri-ciri membentang di ufuk timur sudah mulai nampak.



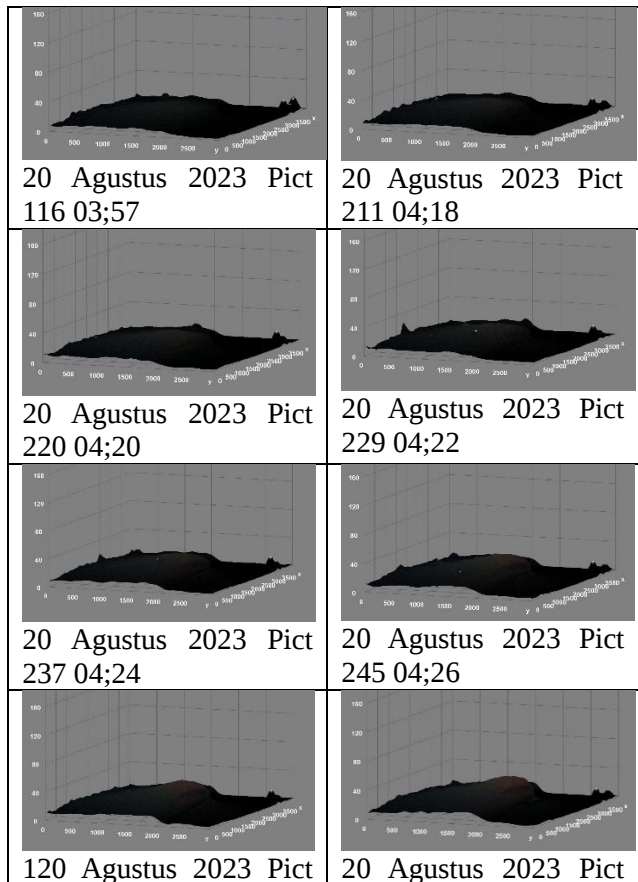
Pada foto ke 208 ini dapat diketahui bahwa fajar terdeteksi pada pukul 04:18

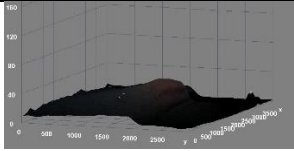
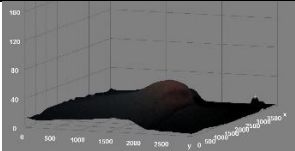
b. *3D surface*

Penentuan *3D surface* ini didasarkan pada kurva yang diambil dari rata-rata intensitas setiap foto dari awal pengamatan sampai akhir. Kurva tersebut adalah sebagai berikut:



Pada kurva tersebut dapat diketahui bahwa dari foto ke 210 an sudah mulai ada perubahan belokan. Dan sangat signifikan pada foto ke 250an. Penentuan awal fajar ini dapat diketahui dengan memeverifikasi *3D surface* pada rantang acuan tersebut.



250 04:27	254 04:28
	
20 Agustus 2023 Pict 257 04:29	20 Agustus 2023 Pict 261 04:30

Dari beberapa *3D surface* pada tanggal 20 Agustus 2023 M / 03 Safar 1445 H dapat dilihat bahwa pada pukul 03:57 pada foto ke 116 sampai 04:26 foto ke 245 belum terlihat perbedaan ketinggian pada *3D surface* tersebut. Kemudian setelah pukul 04:27 foto ke 250 mulailah tampak perbedaan ketinggian dengan foto yang awal dan berangsur-angsur lebih tinggi pada pukul 04:30



Jadi, citra fajar yang dianalisis menggunakan *3D surface* pada tanggal 20 Agustus 2023 M / 03 Safar 1445 H menunjukkan fajar sadik dapat terdeteksi pada foto ke 250 atau betepatan pada pukul 04:27.

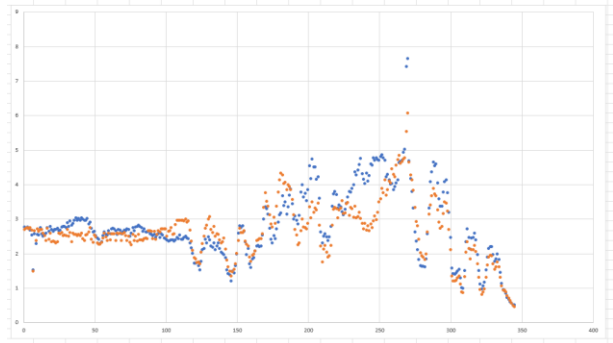
4. 21 Agustus 2023 M / 04 Safar 1445 H

Tanggal ini merupakan hari terakhir pengamatan di Pulau Bawean. Pengamatan terakhir ini mendapatkan hasil yang tidak baik, dikarenakan keadaan ufuk timur terdapat awan yang sangat tebal sehingga mengganggu analisa peneliti.

Pengamatan ini dimulai pada pukul 02:50 dan berakhir pada 04:48 dengan total 504 frame dan dipotong menjadi 345 foto dengan menggunakan RAM sebesar 12 GB.

a. Perbandingan intensitas cahaya

Perbandingan intensitas cahaya ini akan ideal jika ufuk terlihat bersih dari cahaya manusia maupun awan, dikarenakan keduanya sangat berpengaruh pada hasil nilai intensitas yang ada pada setiap area yang dihitung.



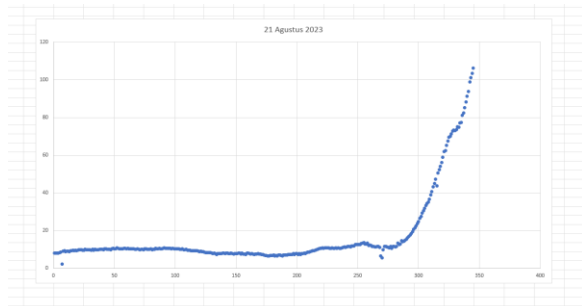
Pada awal pengamatan menunjukkan perbandingan yang stabil, namun berubah ketika foto ke 100 ke atas. Perbandingan intensitas cahaya ini tidak dapat mendefinisikan kemunculan fajar pada foto ke berapa. Analisis ini termasuk gagal untuk mendefinisikan fajar ketika ufuk dipenuhi awan yang selalu bergerak di area munculnya fajar. Jadi, fajar sadik pada tanggal ini tidak dapat diketahui kemunculannya ketika menggunakan metode Analisa perbandingan intensitas cahaya.



Kondisi awan di ufuk timur dapat kita lihat betapa tebalnya menutupi cahaya fajar.

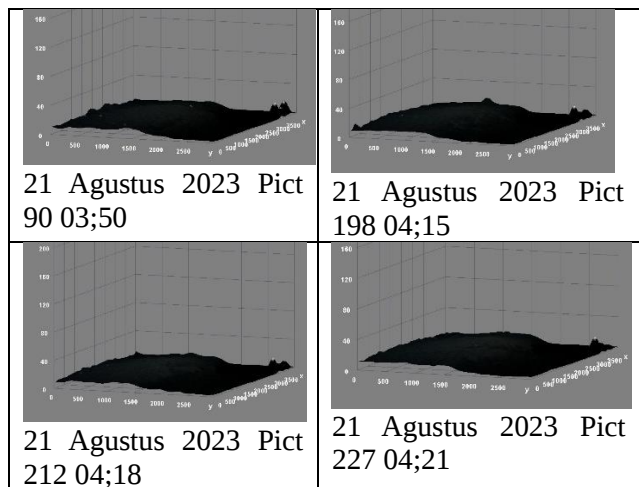
b. *3D surface*

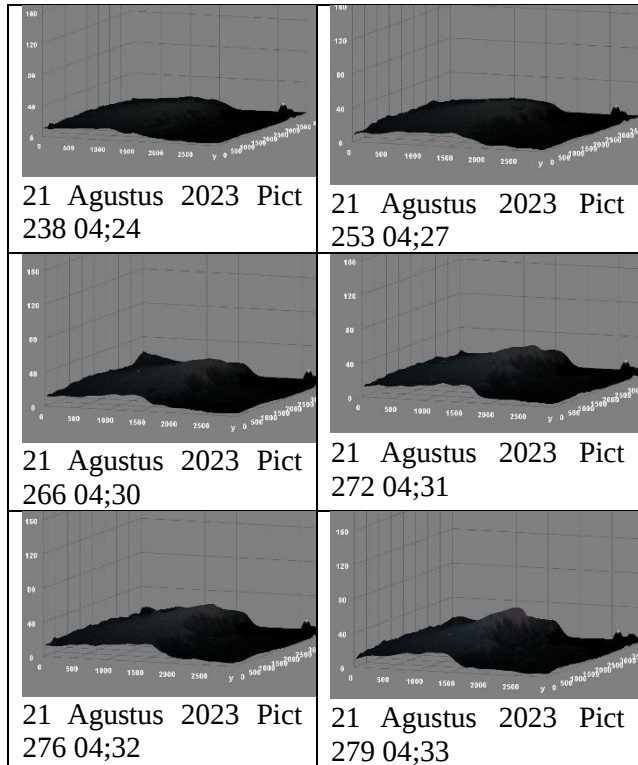
3D surface berbeda dengan perbandingan intensitas cahaya. *3D surface* dapat mengidentifikasi fajar walaupun dengan awan yang sangat tebal. Kurva yang dijadikan acuan penentuan *3D surface* adalah sebagai berikut;



Kurva tersebut dapat kita Analisa awal fajar ada 2 kemungkinan. Fajar dimulai foto ke 200 an atau 270an dikarenakan ada 2 belokan naik dari 200 dan turun kembali pada foto ke 250 kemudian naik pada fofu ke 270an.

Adapun hasil Analisa *3D surface* dapat kita lihat sebagai berikut:





Fajar sadik dapat terdeteksi ketika menggunakan analisis *3D surface*. Foto ke 50 pada pukul 03:50 masih belum menunjukkan adanya kenaikan pada foto tersebut dan mulai terdeteksi pada foto 272 atau bertepatan pada pukul 04:31.

B. Perbandingan Metode Analisa pada Citra Fajar

Pengamatan pada tanggal 18 – 21 Agustus 2023 menghasilkan citra fajar yang variative. Setidaknya penulis mengkalisifikasikan menjadi seperti di bawah ini:

No	Tanggal	Tempat	Keadaan Ufuk	Keterangan
1	18 Agustus 2023 M / 01 Safar 1445 H	Jl. Selayar Indah Desa Sungairujing, Kec. Sangkapura, Pulau Bawean Koordinat -5.855534 LS 112.685222 BT	Pada malam hari terdapat banyak nelayan mulai pukul 02.00 – 03.56 dan berangsur-angsur bersih hingga matahari terbit dengan jumlah awan sedikit dan ufuk sedikit tertutup bukit.	Bagus
2	19 Agustus 2023 M / 02 Safar 1445 H	Pantai Mayangkara, Desa Diponggo, Kec. Tambak, Pulau Bawean Koordinat -5.736311 LS 112.718402 BT	Langit malam terang dengan gangguan Cahaya nelayan lumayan sedikit namun awan menutupi ufuk sehingga sedikit mengganggu	Kurang bagus
3	20	Pantai	Ufuk cerah	Sangat

	Agustus 2023 M / 03 Safar 1445 H	Mayangkara, Desa Diponggo, Kec. Tambak, Pulau Bawean Koordinat -5.736311 LS 112.718402 BT	dari awal hingga akhir dan gangguan polusi Cahaya sangat sedikit	bagus
4	21 Agustus 2023 M / 03 Safar 1445 H	Pantai Mayangkara, Desa Diponggo, Kec. Tambak, Pulau Bawean Koordinat -5.736311 LS 112.718402 BT	Awan menutupi area fajar sangat banyak sehingga sangat mengganggu pengamatan	Tidak bagus

Citra fajar pada tanggal 18 Agustus 2023 dianggap sebagai citra yang bagus dikarenakan ketika fajar muncul tidak terdapat polusi cahaya maupun awan, namun pada saat terbitnya fajar sedikit di ufuk timur sedikit terhalang oleh bukit. Fajar pada tanggal 19 Agustus 2023 terbilang kurang baik dikarenakan ada sedikit awan yang mengganggu ketika fajar kizib muncul sampai matahari terbit. Adapun pada tanggal 20 Agustus 2023 terbilang opaling bagus diantara data yang telah ada dikarenakan ufuk timur tidak terganggu oleh polusi cahaya maupun awan. Pengamatan pada tanggal 21 Agustus 2023 menjadi foto fajar yang paling tidak bagus dikarenakan

mendung di ufuk timur terlalu banyak sehingga menghalangi pengamatan fajar.

Pengamatan fajar sadik pada tanggal 18-21 Agustus memiliki hasil sebagai berikut:

No	Tanggal	3D surface	Perbandingan Intensitas cahaya	Perbedaan
1	18 Agustus 2023 M / 01 Safar 1445 H	Foto ke 225 Waktu: 04:29	Foto ke 185 waktu: 04:18	11 Menit
2	19 Agustus 2023 M / 02 Safar 1445 H	Foto ke 254 Waktu: 04:28	Foto ke 231 waktu: 04:23	5 menit
3	20 Agustus 2023 M / 03	Foto ke 250 Waktu: 04:27	Foto ke 208 waktu: 04:18	9 menit

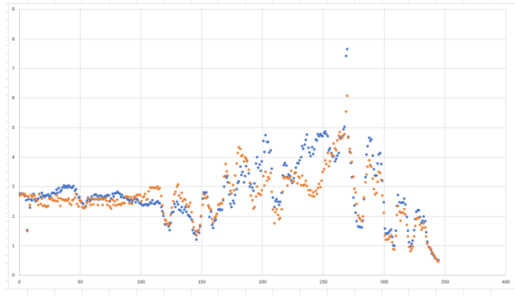
	Safar 1445 H			
4	21 Agustus 2023 M / 04 Safar 1445 H	Foto ke 272 Waktu: 04:31	Tidak teridentifikasi	Tidak tedefinisi

Hasil analisis pada citra fajar menggunakan metode perbandingan intensitas cahaya menunjukkan fajar terdeteksi lebih dini dibandingkan menggunakan analisis *3D surface*. Perbedaan ketampakan tersebut berkisar 5 sampai 11 menit. Perbedaan tersebut jika dikonfersikan kedalam derajat dengan asumsi per 1 derajat adalah 4 menit⁶⁰ dapat diketahui perbedaanya adalah sekitar 1° 15' sampai 2° 45'.

Metode perbandingan intensitas cahaya memiliki kelemahan dalam menganalisis citra fajar yang terkena cahaya maupun terhalang oleh awan yang tebal. Metode ini akan mengalami eror dalam mengetahui masing masing intensitas cahaya pada area yang dijadikan acuan, jika cahaya fajar

⁶⁰ Moelki Fahmi Ardliansyah, "Implementasi Titik Koordinat Tengah Kabupaten Atau Kota Dalam Perhitungan Jadwal Waktu Salat," *Al-Ahkam* 27, no. 2 (2017): 227, <https://doi.org/10.21580/ahkam.2017.27.2.1981>.

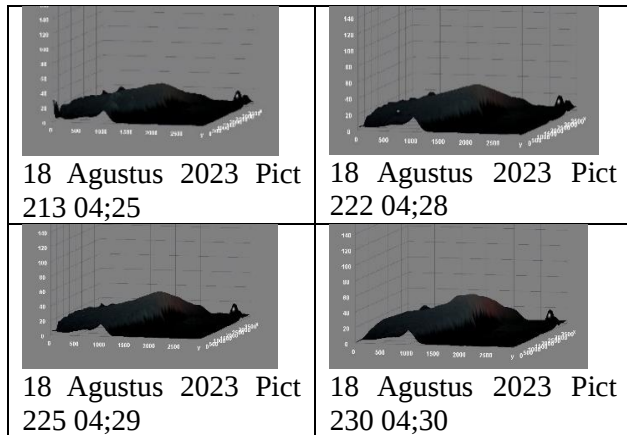
terhalang oleh awan. Alasan utama ketidakakuratan ini dikarenakan cahaya yang diukur tidak stabil. Hasil ini terjadi seperti pada tanggal 21 Agustus 2023.



Kurva yang ditunjukkan oleh perbandingan intensitas cahaya ini tidak dapat diketahui mana awal fajarnya dikarenakan ketidakteraturan pada kurva tersebut. Hasil inilah yang menjadikan perbandingan intensitas cahaya tidak akan valid pada foto yang terhalang oleh awan tebal di sekitaran terbitnya fajar. Sedangkan analisis *3D surface* dapat menganalisa data yang berawan tebal walaupun terbilang akan mengalami keterlambatan deteksi fajar, seperti pada tanggal 21 Agustus 2023 tetap bisa mengetahui kemunculan fajar pada pukul 04:31 lebih lambat dari hari-hari sebelumnya yang tampak pada pukul 04:27-04:29.

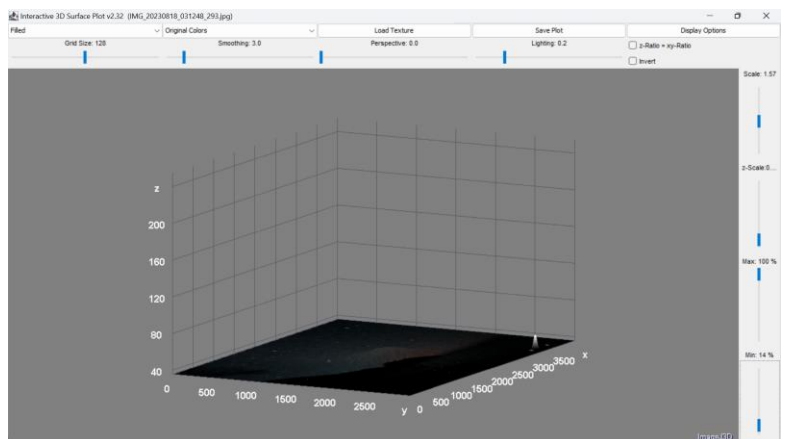
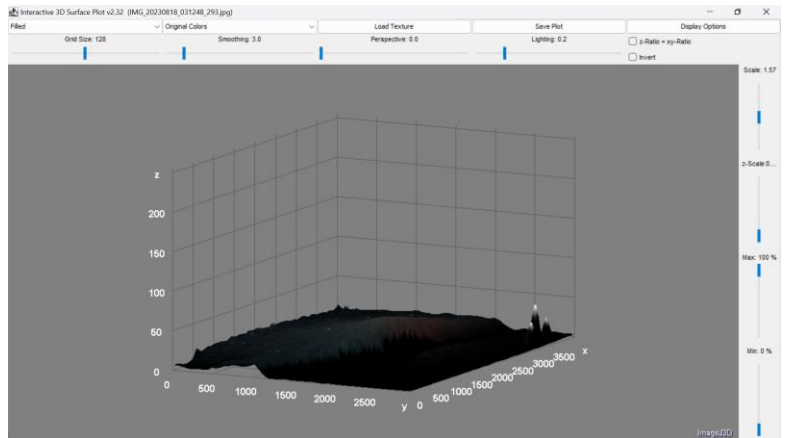
3D surface memiliki kelemahan dalam menganalisis fajar salah satunya adalah terlalu lambat untuk mendeteksi fajar. Perbedaan ini terlalu signifikan hingga 2 derajat lebih.

Selain itu, *3D surface* juga akan menemukan kebingungan dalam menentukan foto mana yang sudah muncul fajar, seperti pada tanggal 18 Agustus 2023 dalam menentukan foto yang termasuk sudah teridentifikasi fajar lumayan sulit untuk membedakannya sehingga ada perbedaan pendapat antara orang satu dengan yang lainnya



Pada 4 foto tersebut memiliki perbedaan yang tidak terlalu signifikan. Perbedaan sedikit itulah yang menjadikan setiap orang akan berfikir fajar sudah nampak pada pukul 04:25, 04:28, 04:29 atau 04:30.

Perbedaan perspektif dalam menggunakan skala juga akan mempengaruhi ketampakan fajar yang diamati. Ketika min dan max menggunakan nilai yang berbeda maka hasilpun akan berbeda seperti gambar berikut ini.



Pada gambar pertama menunjukkan adanya perbedaan ketinggian kontur sedangkan pada gambar ke dua tidak terlihat perbedaan kontur. Analisa dengan menambahkan minimal skala z adalah 14% maka akan terlihat datar.

BAB V

PENUTUP

A. Simpulan

Berdasarkan pada pembahasan sebelum dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Analisa fajar dapat menggunakan perbandingan intensitas cahaya maupun *3D surface*. Perbandingan intensitas cahaya memanfaatkan fungsi *multi measure* untuk menghitung intensitas cahaya di area yang ditentukan, sedangkan analisa *3D surface* memanfaatkan *tools interactive 3D surface plot* pada tab *Analyze*.
2. Kedua analisa ini dapat mendeteksi fajar dengan baik, namun ada perbedaan di antara keduanya. *3D surface* terbilang lebih terlambat mendeteksi fajar sadik sekitar 5-11 menit dibandingkan analisa perbandingan intensitas cahaya. *3D surface* juga menemukan kebingungan untuk mendeteksi foto mana yang sudah termasuk fajar. Kebingungan ini dikarenakan tidak ada ketentuan pasti kapan dianggap sebagai naik maupun belum. *3D surface* masih dapat menganalisa fajar yang terhalang oleh awan, sedangkan perbandingan intensitas cahaya ini akan kacau ketika menganalisa dalam keadaan tersebut.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian serta kesimpulan yang telah diuraikan di atas, terdapat beberapa saran yang perlu untuk dipertimbangkan, di antaranya sebagai berikut:

Bagi para peneliti, perlu melakukan kajian yang mendalam pada citra fajar dengan data yang sangat masif, sehingga dapat menarik kesimpulan lebih akurat lagi berdasarkan pada temuan-temuan yang ada pada banyak kasus yang diteliti. Para peneliti juga dapat membandingkan metode analisa citra fajar yang lain. Peneliti dapat menggunakan perbandingan intensitas cahaya ini dikarenakan mempunyai sensitivitas yang lebih baik dibandingkan *3D surface*.

C. PENUTUP

Syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan petunjuk dan kekuatan lahir batin sehingga tesis ini bisa diselesaikan. Meski telah berupaya seoptimal mungkin, disadari bahwa tesis ini masih memiliki berbagai kelemahan dan kekurangan, dan belum sempurna. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun sangat dibutuhkan untuk memperbaiki dan menyempurnakan tesis ini. Semoga tesis ini bermanfaat bagi penulis dan para pembaca.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Bukhari, Abu Abdullah Muhammad bin Ismail. "Shahih Al Bukhari." In *II*. Damaskus-Suriah: Daru Ibnu Katsir, 1993.
- Al-Naisaburi, Abu Al-Husain Muslim Ibn Al-Hajjaj Ibn Muslim Al-qusyairi. "Shahih Muslim." In *Juz II*. Turki: Al Amirah, 1916.
- Ardi, Unggul Suryo. "Problematika Awal Waktu Shubuh Antara Fiqih Dan Astronomi." *Al-AFAQ* 2, no. 2 (2020).
- Ardliansyah, Moelki Fahmi. "Implementasi Titik Koordinat Tengah Kabupaten Atau Kota Dalam Perhitungan Jadwal Waktu Salat." *Al-Ahkam* 27, no. 2 (2017): 213. <https://doi.org/10.21580/ahkam.2017.27.2.1981>.
- Bahali, Kassim, ABDul Latif Samian, Nazri Muslim, and Nurul Shazana ABDul Hamid. "Penilaian Semula Hitungan Waktu Subuh Di Alam Melayu." *International Journal of the Malay World and Civilisation* 7, no. 2 (2019): 37–48.
- Baihaqi, Imam. "Sunan Al-Kubara Al Baihaki." In *Juz I*. Beirut, Libanon: Dar al-Kutub al-Ilmiyah, 2003.
- . "Sunan Al Kubra Al Baihaqi." In *Juz IV*. Beirut, Libanon: Dar al-Kutub al-Ilmiyah, 2003.
- Basthoni, M. "Efek Polusi Cahaya Terhadap Penentuan Awal Waktu Subuh Di Indonesia." UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG, 2022.
- Butar-butur, Arwin Juli Rakhmadi. *Fajar Dan Syafaq Dalam Kesarjanaan Astronom Muslim Dan Ulama Nusantara*. 1st ed. Yogyakarta: LKiS, 2018.
- Collins, Karen A., John F. Kielkopf, Keivan G. Stassun, and Frederic V. Hessman. "Astroimagej: Image Processing and Photometric Extraction for Ultra-Precise Astronomical Light Curves." *The Astronomical Journal* 153, no. 2

- (2017): 77. <https://doi.org/10.3847/1538-3881/153/2/77>.
- Departemen Pendidikan Nasional. *Kamus Besar Bahasa Indonesia*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama, 2008.
- Dimiyati, Muhammad Syata Al. “Hasyiyah I’annah At-Thalibin.” In *I. Libanon*: Dar al-Fikr, n.d.
- Fahrurrazi, Djawahir, and Bambang Kun Cahyono. “Identifikasi Posisi Matahari Saat Terbit Fajar Shadiq Identifikasi Posisi Matahari Saat Terbit Fajar Shadiq.” *Annual Engineering Seminar 2013*, no. January (2013).
- Fuadi, Lutfi. “Fajar Penanda Awal Waktu Subuh Dan Puasa.” *Minhaj: Jurnal Ilmu Syariah* 2 (2021).
- Herdiwijaya, Dhani. “Sky Brightness and Twilight Measurements at Yogyakarta City, Indonesia.” *Journal of Physics: Conference Series* 771, no. 1 (2016). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/771/1/012033>.
- Jaelani, Zubair Umar Al. *Al Khulashah Al Wafiyah Fi Al Falak Bi Jadwali Al Lughugharitamiyah*. Kudus: Menara Kudus, n.d.
- Karimah, Niswatul. “Aplikasi Edge Detection Untuk Mengetahui Fajar Shadiq Sebagai Penentu Awal Waktu Subuh Menggunakan Gui Matlab.” Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, 2019.
- Kholilah, Fitri. “Ketampakan Mega Merah Di Daerah Polutif Dan Daerah Non Polutif Dalam Penentuan Awal Waktu Shalat Isya.” Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang, 2019.
- Nugroho, Adi. “Pengaruh Cahaya Bulan Terhadap Kemunculan Fajar Sidiq (Analisis Titik Belok Kurva Pada Penentuan Awal Waktu Subuh Menggunakan Alat Sky Quality Meter).” UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG, 2020.

- Putra, Sudarmadi. “Fajar Shadiq Dalam Perspektif Astronomi.” *Sanaamul Qur’an-Jurnal Wawasan Keislaman*, 2021.
- Qusthalaani, Imam. “Kajian Fajar Dan Syafaq Perspektif Fikih Dan Astronomi.” *Mahkamah : Jurnal Kajian Hukum Islam* 3, no. 1 (2018): 1. <https://doi.org/10.24235/mahkamah.v3i1.2744>.
- Raco, Jozef. *Metode Penelitian Kualitatif: Jenis, Karakteristik Dan Keunggulannya* ., 2018.
- Rizqo, Kanavino Ahmad. “ISRN Uhamka Nyatakan Waktu Salat Subuh Indonesia Lebih Awal 26 Menit, MUI Minta Diuji.” DetikNews, 2019. <https://news.detik.com/berita/d-4544931/isrn-uhamka-nyatakan-waktu-salat-subuh-indonesia-lebih-awal-26-menit-mui-minta-diuji>.
- Rohmat. “Fajar Dalam Perspektif Syari’ah.” *ASAS Jurnal Hukum Ekonomi Syariah* 04, no. 1 (2012).
- Saksono, Tono. “No Title,” n.d. <https://www.facebook.com/1212644976/posts/10223506875559345/?mibextid=rS40aB7S9Ucbxw6v>.
- Setyanto, Hendro. “Perubahan Warna Fajroni Dan Awal Fajar Sejati.” *Imahnoong Notes*, 2022, 2–8.
- Shihab, M. Quraish. “Tafsir Al-Mishbah Pesan, Kesan, Dan Keserasian Al Qur’an.” In 7, Cetakan II. Jakarta: Penerbit Lntera Hati, 2010.
- Thabari, Abi Ja’far Muhammad ibn Jarir At. “Tafsir At Thabari.” In *Jilid II*. Beirut, Libanon: Dar al-Kutub al-Ilmiyah, 1992.
- Thomas Djamaluddin. “Penentuan Waktu Shubuh: Pengamatan Dan Pengukuran Fajar Di Labuan Bajo.” Tdjamaluddin.wordpress, 2018. <https://tdjamaluddin.wordpress.com/2018/04/30/penentuan-waktu-shubuh-pengamatan-dan-pengukuran-fajar-di-labuan-bajo/>.

———. “Waktu Shubuh Ditinjau Secara Astronomi Dan Syar’i.”
Accessed September 26, 2018.
<https://tdjamaluddin.wordpress.com/2010/04/15/waktu-shubuh-ditinjau-secara-astronomidansyari/>.

LAMPIRAN



Pengamatan di pantai Selayar



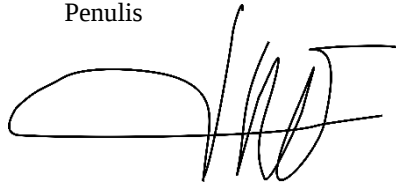
Pengamatan di Pantai Mayangkara

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama : M. Nur Iskandar Fajri
Tempat Lahir : Tegal, Jawa Tengah
Tanggal Lahir : 05 Desember 1998
Alamat Asli : Dk Wanagopa RT 05 RW 03 Desa Kreman
Kec. Warureja Kab. Tegal
Alamat Domisili : Jl Kyai Gilang RT 04 RW 04
Mangkangkulon Tugu Kota Semarang
Email : muhammadiskan0@gmail.com
Facebook/Instagram : M. Nur Iskandar Fajri, sahara_fajar
Pendidikan Formal:
2005-2011 : SDN Kreman 02
2011-2014 : MTs. NU Nurul Huda Semarang
2014-2017 : MA NU Nurul Huda Semarang
2017-2021 : S1 UIN Walisongo Semarang
Pendidikan Non Formal:
2004-2005 : TPQ Muslimat NU Nurushshibyan
2005-2009 :MDA Al Ibrohimiyah
2010-2011 : MDW Al Ibrohimiyah
2011-2017 : Pon.Pes. Al Ishlah Mangkang
Pengalaman Organisasi:
2013-2014 : Ketua IPNU Mts NU Nurul Huda
2016 : Ketua IPNU MA NU Nurul Huda
2019-2020 : Pengurus JQH Elfasya
2017-Sekarang : Pengurus PAC IPNU Tugu
2017-2023 : Sekretaris PP Al Ishlah
2022-Sekarang : Wasekjen PC IPNU Kota Semarang

Semarang, 18 Juni 2024

Penulis



M. Nur Iskandar Fajri

NIM. 2202048022

