

**PENGAMATAN FAJAR ŞĀDIQ MENGGUNAKAN
ALL SKY CAMERA DI KOTA MEDAN**

TESIS

Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Syarat
Guna Memperoleh Gelar Magister
dalam Ilmu Falak



Oleh:

MARATAON RITONGA

NIM: 2002048001

**PROGRAM MAGISTER ILMU FALAK
PASCASARJANA UIN WALISONGO
SEMARANG
2022**

MOTTO

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

*Dirikanlah salat sejak matahari tergelincir sampai gelapnya malam
dan (laksanakan pula salat) Subuh Sesungguhnya salat Subuh itu
disaksikan (oleh malaikat) QS. al-Isrā' :17/78.¹*

¹ Kementerian Agama RI *Al-Quran Dan Terjemahan* (Jakarta: Samad, 2014), h. 290.

PERSEMBAHAN

Tesis ini saya persembahkan untuk:

Hotnida Wakiyah Sari Hasibuan, M. Ag. (Istri)

Aurora Ufairroh Ritonga (Anak)

Muhammad Ous Ritonga (Ayah)

Nurhayani Rambe (Ibu)

H. Amir Husin Hasibuan (Bapak Mertua)

Hj. Mardiana Pulungan (Ibu Mertua)

PENGESAHAN



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

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

FTM-07

PENGESAHAN PERBAIKAN
OLEH MAJELIS PENGUJI UJIAN TESIS

Yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan bahwa tesis mahasiswa :

Nama : Marataan Ritonga
NIM : 2002048001
Prodi : S2 Ilmu Falak
Judul : Pengamatan Fajar Sadik Menggunakan All Sky Camera di Kota Medan

telah ditujikan pada tanggal 28 Juni 2022 dan dinyatakan **LULUS** oleh majelis penguji :

NAMA	TANGGAL	TANDA TANGAN
<u>Dr. Tolkah, MA.</u> Ketua Majelis	<u>7/7-2022</u>	
<u>Dr. Mahsun, M.Ag.</u> Sekretaris	<u>7/7-2022</u>	
<u>Prof. Dr. Muslich Shabir, MA.</u> Penguji 1	<u>7/7-2022</u>	<u>pas ar: -</u>
<u>Dr. Ahmad Izzuddin, M.Ag.</u> Penguji 2	<u>19/7/22</u>	

NOTA DINAS

NOTA DINAS

Semarang, 15 Juni 2022

Kepada

Yth, Bapak Dekan Fakultas Syariah dan Hukum

UIN Walisongo Semarang,

di Semarang

Assalamu 'alaikum Wr, Wb

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

Nama : Marataon Ritonga
NIM : 2002048001
Program Studi : S2 Ilmu Falak
Judul : Pengamatan Fajar Sadik Menggunakan
All Sky Camera di Kota Medan

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. H. Abdul Fatah Idris, M.SI.

NIP: 19520805 198303 1 002

NOTA DINAS

Semarang, 15 Juni 2022

Kepada

Yth, Bapak Dekan Fakultas Syariah dan Hukum

UIN Walisongo Semarang,

di Semarang

Assalamu 'alaikum Wr. Wb

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

Nama : **Marataon Ritonga**
NIM : 2002048001
Program Studi : S2 Ilmu Falak
Judul : **Pengamatan Fajar Sadik
Menggunakan All Sky Camera di Kota
Medan**

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. H. Mahsun, M. Ag.

NIP: 19680515 199303 1 002

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Marataon Ritonga
NIM : 2002048001
Program Studi : S2 Ilmu Falak

Menyatakan bahwa tesis ini yang berjudul:

PENGAMATAN FAJAR ŠADIQ MENGGUNAKAN *ALL SKY CAMERA* DI KOTA MEDAN

Secara keseluruhan adalah hasil penelitian/karya saya sendiri, kecuali bagian tertentu yang dirujuk dari sumbernya.

Semarang, 20 Juni 2022

Pembuat Pernyataan,



Marataon Ritonga

NIM. 2002048001

ABSTRAK

Judul : Pengamatan Fajar Šādiq Menggunakan *All Sky Camera* di Kota Medan

Penulis : Marataon Ritonga

NIM : 2002048001

Waktu salat Subuh dimulai ketika terbit fajar šādiq dan berakhir sampai terbit Matahari. Di Indonesia sendiri banyak ahli falak yang menetapkan kriteria ketinggian Matahari untuk menentukan awal waktu salat Subuh dengan ketinggian yang bervariasi, mulai dari -18° sampai -20° di bawah ufuk bahkan sampai pada ketinggian -13° di bawah ufuk. Kementerian Agama RI menetapkan ketinggian Matahari untuk waktu salat Subuh adalah -20° di bawah ufuk. Dengan adanya perbedaan dalam menetapkan ketinggian Matahari di bawah ufuk, para ahli falak maupun astronomi banyak melakukan pengamatan ulang terhadap kemunculan fajar šādiq. Salah satunya pengamatan fajar šādiq menggunakan *All Sky Camera*. Studi ini bertujuan untuk menjawab permasalahan: (1) Bagaimana akurasi pengamatan fajar šādiq menggunakan *All Sky Camera*? (2) Bagaimana pengaruh kondisi langit terhadap keterlihatan fajar šādiq menggunakan *All Sky Camera*?. Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan pendekatan lapangan (*field research*) melalui observasi untuk mengumpulkan data dilapangan secara langsung. Teknik pengumpulan data yang digunakan adalah observasi dan wawancara. Sedangkan teknik analisis data yang digunakan yaitu deskriptif statistik.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa (1) pengamatan dilakukan selama 6 bulan dengan rentang bulan Oktober-Nopember 2021 dan Januari-April 2022 didapatkan ketinggian Matahari antara -15° sampai -13° di bawah ufuk. Terdapat perbedaan ketinggian Matahari yang didapatkan disebabkan perbedaan tingkat polusi cahaya dilokasi pengamatan. Keakuratan *All Sky Camera* dalam mengamati fajar tergantung pada lokasi pengamatan, (2) Keterlihatan fajar šādiq menggunakan *All Sky Camera* sangat dipengaruhi kondisi kecerahan langit, seperti awan tebal, mendung (cuaca gelap) maupun yang disebabkan polusi cahaya, sehingga *All Sky Camera* lebih lambat dalam mendeteksi kemunculan fajar šādiq dibandingkan dengan pada saat kondisi langit cerah.

Kata Kunci: Waktu Subuh, *All Sky Camera*, Tinggi Matahari, Kondisi Kecerahan Langit.

ABSTRACT

Title : **Fajr Şādiq Observation Using *All Sky Camera* in Medan City**

Author : Marataon Ritonga

NIM : 2002048001

The time for the Fajr prayer begins at dawn şādiq and ends until the sun rises. In Indonesia, astronomers determine the criteria for the altitude of the Sun start of the Fajr prayer time with varying altitudes, in scale from -18° to -20° below the horizon and even up to an altitude of -13° below the horizon. The Ministry of Religion of the Republic of Indonesia has determined that the altitude of the Sun for the Fajr prayer is -20° below the horizon. With the difference in determining the altitude of the Sun below the horizon, astronomers and observers have made observations of the appearance of şādiq dawns. One of them is observing fajr şādiq using All Sky Camera. This study aims to answer the problems: (1) How accurate is the observation of şādiq dawn using the All Sky Camera? (2) How is the effect of sky conditions on the sight of şādiq dawn using the All Sky Camera?. This research is a quantitative research with a field research approach through observation to collect data in the field directly. Data collection techniques used are observation and interviews. While the data analysis technique used is descriptive statistics.

The results of this study indicate that (1) observations were made for 6 months with a range of October-November 2021 and January-April 2022, the Sun's altitude was between -15° to -13° below the horizon. There is a difference in the altitude of the Sun obtained due to differences in the level of light pollution at the observation location. The accuracy of the All Sky Camera in observing dawn depends on the location of observation, (2) The appearance of şādiq dawn using the All Sky Camera is strongly influenced by conditions of sky brightness, such as thick clouds, overcast (dark weather) or caused by light pollution, so All Sky Camera is slower in detecting the appearance of şādiq dawn compared to when the sky bright.

Keywords: Fajr Time, All Sky Camera, Sun Altitude, Sky brightness conditions.

ملخص

الموضوع : رصد الفجر الصادق باستخدام All Sky Camera في مدينة ميدان

باحث : ماراتون ريتونجا

رقم الطالب : ٢٠٠٢٠٤٨٠٠١

تبدأ صلاة الفجر عندما طلوع الفجر الصادق و ينتهى طلوع الشمس. وأكثر الفلكيين في إندونيسيا يقيمون معيار ارتفاع الشمس في أول صلاة الصبح بارتفاع تنوع، من 18° إلى 20° تحت الأفق حتى في ارتفاع 13° تحت الأفق. و تقييم وزارة شؤون الدينية الإندونيسية بارتفاع الشمس في أول صلاة الصبح 20° تحت الأفق. و مع ذلك الإختلاف في استقرار إرتفاع الشمس تحت الأفق، فيرصد الفلكيون بالإعادة لظهور الفجر الصادق. و كان احد بمراقبة في طلوع الفجر الصادق بالإستخدام (All Sky Camera). و يصمم هذه دراسة على رد مصاعب: ١. كيف عن الدقة لرصد الفجر الصادق بالإستخدام (All Sky Camera) ؟

٢. كيف التأثير عن حالة السماء لظهور الفجر الصادق بالإستخدام (All Sky Camera) ؟
و هذا البحث هو البحث الكمي بمقاربة بحث ميداني من مرقب ليجتمع معلومات في ميدان مباشرة. والطريقة بمجتمع معلومات مستعمل هي المراقبة و المقابلة و الطريقة محلل معلومات مستعمل هي الوصفي الاحصائية. و هذه نتيجة البحث تشير إلى (١) تقوم بملاحظة عندما ٦ شهور بصف شهر أكتوبر- نوفمبر ٢٠٢١ و يناير-إبريل ٢٠٢٢ فيوجد إرتفاع الشمس بين 15° الي 13° تحت الأفق. و هناك إختلاف في حصول إرتفاع الشمس بسبب إختلاف تلوث الضوئ في المبحث. و دقة الحصول تتعلق بموقعه.(٢) و ظهور الفجر الصادق باستخدامه يتعلق الي سطوع السماء كالعائم و السحابة الكثيفة و مع تلوث الضوئ. حتى هذه الآلة ابطن في وجود الفجر الصادق عن وجوده في حالة سطوع السماء.

الكلمات الرئيسية : وقت الصبح , All Sky Camera , ارتفاع الشمس, حالة سطوع السماء.

TRANSLITERASI ARAB-LATIN

Transliterasi kata Arab-Indonesia yang dipakai dalam penyusunan Tesis ini berpedoman pada Surat Keputusan Bersama Menteri Agama dan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia No: 158/1987 dan 0543b/U/1987 tertanggal 22 Januari 1988.

1. Konsonan Tunggal

Huruf Arab	Nama	Huruf Latin	Keterangan
أ	Alif	-	Tidak dilambangkan
ب	Ba	b	be
ت	Ta	t	te
ث	sa	š	es (dengan titik di atas)
ج	Jim	J	Je
ح	ha	ḥ	ha (dengan titik di bawah)
خ	Kha	kh	ka dan ha
د	dal	d	de
ذ	zal	ž	zet (dengan titik di atas)

ر	ra	r	Er
ز	zai	z	zet
س	sin	s	es
ش	syin	sy	es dan ye
ص	ṣad	ṣ	es (dengan titik di bawah)
ض	ḍad	ḍ	de (dengan titik di bawah)
ط	ṭa	ṭ	te (dengan titik di bawah)
ظ	ẓa	ẓ	zet (dengan titik di bawah)
ع	‘ain	‘...	koma tebalik di atas
غ	gain	g	ge
ف	fa	f	ef
ق	qaf	q	ki
ك	kaf	k	ka
ل	lam	l	el
م	mim	m	em
ن	nun	n	en

و	wau	w	we
هـ	ha	h	ha
ء	hamzah	...	apostrof
ي	ya	y	ye

2. Vokal

a. Vokal Tunggal

Tanda	Nama	Huru Latin	Nama
_____	Fathah	a	A
_____	Kasrah	i	I
_____	dammah	u	U

b. Vokal Rangkap

Tanda dan Huruf	Nama	Huru Latin	Nama
...ي	Fathah	ai	a dan i
...و	kasrah	au	a dan u

Contoh:

كُتِبَ	Ditulis	<i>Kataba</i>
--------	---------	---------------

يَذْهَبُ	Ditulis	<i>yaẓhabu</i>
سُئِلَ	Ditulis	<i>su'ila</i>

3. Maddah

Harakat dan huruf	Nama	Huruf dan tanda	Nama
... ا. ... ى.	fathah dan alif atau ya	ā	a dan garis di atas
ى.	kasrah dan ya	ī	i dan garis di atas
و.	ḍammah dan wau	ū	u dan garis di atas

Contoh:

قَالَ	Ditulis	<i>qāla</i>
رَمَى	Ditulis	<i>Ramā</i>
قِيلَ	Ditulis	<i>Qīla</i>
يَقُولُ	Ditulis	<i>Yaqūlu</i>

4. Ta Marbutah

Transliterasi untuk *ta marbutah* ada dua yaitu:

1. *Ta marbutah* yang hidup atau mendapat harkat fathah, kasrah, dan dammah, transliterasinya adalah /t/
2. *Ta marbutah* yang mati atau mendapat harkat sukun, transliterasinya adalah /h/

Jika pada kata yang terakhir dengan *ta marbutah* diikuti oleh kata yang menggunakan kata sandang al serta bacaan kedua kata itu terpisah, maka *ta marbutah* itu transliterasinya ha.

Contoh:

رَوْضَةُ الْأَطْفَالِ	Ditulis	<i>rauḍah al-atfāl</i>
الْمَدِينَةُ الْمُنَوَّرَةُ	Ditulis	<i>al-madīnah al-munawwarah</i>
طَلْحَةَ	Ditulis	<i>ṭalḥah</i>

5. Syaddah (tasydid)

رَبَّنَا	Ditulis	<i>Rabbanā</i>
نَزَّلَ	Ditulis	<i>Nazzala</i>

6. Kata sandang (ال)

Dalam transliterasi ini kata sandang dibedakan atas kata sandang yang diikuti oleh huruf *syamsiyah* dan kata sandang yang diikuti oleh huruf *qamariyah*.

1. Kata sandang yang diikuti oleh huruf *syamsiyah* ditransliterasikan sesuai bunyinya, yaitu huruf /1/ diganti dengan huruf yang langsung mengikuti kata sandang itu.
2. Kata sandang yang diikuti oleh huruf *qamariyah* ditransliterasikan sesuai dengan aturan yang digariskan di depan dan sesuai pula dengan bunyinya.

Contoh:

الرَّجُلُ	Ditulis	<i>ar-rajulu</i>
القَمَرُ	Ditulis	<i>al-qamaru</i>

7. Hamzah

Dinyatakan di depan bahwa hamzah ditransliterasikan dengan apostrof. Namun hanya berlaku bagi hamzah yang terletak ditengah dan diakhir kata. Bila hamzah itu terletak di awal kata, ia tidak dilambangkan, karena dalam tulisan Arab berupa alif.

Contoh:

النَّوْءُ	Ditulis	<i>an-nau'u</i>
سَيِّءٌ	Ditulis	<i>syai'un</i>
إِنَّ	Ditulis	<i>Inna</i>

8. Penulisan kata

Pada dasarnya setiap kata, baik *fi'il*, *isim* maupun *harf*, ditulis terpisah. Hanya kata-kata tertentu yang penulisannya dengan huruf Arab sudah lazim dirangkaikan dengan kata lain karena ada huruf atau harkat yang dihilangkan, maka dalam transliterasi ini penulisan kata tersebut dirangkaikan juga dengan kata yang lain yang mengikutinya.

Contoh:

وَإِنَّ اللَّهَ لَهُوَ خَيْرُ الرَّازِقِينَ	Ditulis	-Wainnallāha lahuwa <i>khair</i> <i>ar-rāziqīn</i> . -Wainnallāhu lahuwa <i>khairur-raziqīn</i> .
فَأَوْفُوا الْكَيْلَ وَالْمِيزَانَ	Ditulis	-Faaufū al-kaila wal-mizān. -Faauful-kaila wal-mizān.
بِسْمِ اللَّهِ مَجْرَهَا وَمُرْسَاهَا	Ditulis	<i>Bismillāhi majrēha wa</i> <i>mursāhā</i>

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji bagi Allah yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang, dengan taufik dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan penulisan tesis ini yang berjudul **“Pengamatan Fajar Şādiq Menggunakan *All Sky Camera* di Kota Medan”** dengan baik. Salawat dan Salam, semoga senantiasa Allah curahkan kepada Nabi Besar Muhammad SAW beserta seluruh keluarga dan para sahabat yang senantiasa kita harapkan barakah syafa’atnya pada hari akhir kelak nanti.

Penulis menyadari bahwa tesisnya ini dapat terselesaikan berkat adanya usaha dan bantuan baik berupa moral maupun spiritual dari berbagai pihak. Untuk itu, penulis sampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya terutama kepada:

1. LAZISMU Pusat, Majelis Diktilitbang Pimpinan Pusat Muhammadiyah, Majelis Tarjih dan Tajdid Pimpinan Pusat Muhammadiyah, yang telah memberikan dukungan kepada penulis melalui pemberian beasiswa secara penuh selama empat semester (2 tahun).
2. Bapak Lukman Hakim, yang selalu memotivasi penulis dan selalu siap mendengarkan keluhan penulis baik terkait perkuliahan maupun di luar perkuliahan dan tentunya membantu proses administrasi pemberian beasiswa

sehingga berjalan dengan lancar hingga tesis ini selesai dengan tepat waktu.


3. Bapak Prof. Dr. H. Abdul Fatah Idris, M.SI., selaku pembimbing I dan Bapak Dr. H. Mahsun, M. Ag., selaku pembimbing II yang telah waktu, tenaga dan pikiran dengan sabar dan tulus ikhlas untuk memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penyusunan tesis ini.
4. Dekan Fakultas Syari'ah dan Hukum UIN Walisongo Semarang dan Wakil-wakil Dekan yang telah memberikan izin kepada penulis untuk menulis tesis tersebut dan memberikan fasilitas untuk belajar dari awal hingga akhir.
5. Bapak Dr. K.H. Ahmad Izzuddin, M. Ag. Yang telah memberikan masukan dan arahan terhadap tesis saya ini khususnya terkait pengambilan data dan tempat penelitian sehingga penelitian ini mendapatkan hasil yang baik.
6. Ketua dan Sekretaris Jurusan Magister Ilmu Falak UIN Walisongo Semarang beserta staf-stafnya, terimakasih atas bimbingan dan dukungannya.
7. Kepada Kepala OIF UMSU Bapak Dr. Arwin Juli Rakhmadi Butar-Butar, MA beserta tim OIF UMSU yang telah bersedia mengizinkan menggunakan instrumen penelitian kepada penulis serta bersedia menemani dalam pengambilan data penelitian dan tentunya arahan dan dukungan hingga tesis ini selesai.

8. Teman-teman forum diskusi, Hariyadi Putraga, Muhammad Hidayat, dan Abu Yazid Raisal. Terima kasih atas sumbangan pemikirannya kepada penulis hingga tesis ini dapat diselesaikan dengan baik.
9. Mas Adi Damanhuri, terima kasih atas arahan dan bimbingannya dalam melakukan proses analisis data hingga tesis ini dapat diselesaikan dengan baik.
10. Teman-teman penerima beasiswa falak dan astronomi tahun 2020, Agung, Saif, Rodham, Mega, dan Fadilla. Terima kasih atas kebersamaannya selama ini yang selalu memotivasi penulis untuk terus semangat dalam menjalankan studi.
11. Teman-teman S2 IF angkatan 2020, atas kebersamaan yang telah kita lalui bersama hingga akhirnya kita dapat melalui semua ini dengan baik.
12. Semua pihak yang telah membantu dan memberikan dorongan kepada penulis selama menjalankan studi di Fakultas Syari'ah dan Hukum UIN Walisongo Semarang.
Tidak ada ucapan yang dapat penulis kemukakan disini atas jasa-jasa mereka, kecuali hanya harapan semoga pihak-pihak yang telah penulis kemukakan di atas selalu mendapat rahmat dan anugrah dari Allah SWT. Demikian tesis yang penulis susun ini sekalipun belum sempurna namun harapan penulis semoga akan

tetap bermanfaat dan menjadi sumbangan yang berharga
bagi khazanah keilmuan falak.

Semarang, 20 Juni 2022

Penulis

A handwritten signature in black ink, consisting of several loops and a horizontal line, positioned above the author's name.

Marataon Ritonga
NIM: 2002048001

DAFTAR ISI

HALAMAN COVER	i
MOTTO	ii
PERSEMBAHAN	iii
PENGESAHAN	iv
NOTA DINAS	v
PERNYATAAN KEASLIAN TESIS	vii
ABSTRAK	viii
TRANSLITERASI ARAB-LATIN	xi
KATA PENGANTAR	xviii
DAFTAR ISI	xxii
DAFTAR GAMBAR	xxv
DAFTAR TABEL	xxviii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	16
C. Tujuan Penelitian	17
D. Manfaat Penelitian	17
E. Kajian Pustaka	17
F. Hipotesis	22
G. Metode Penelitian	22
H. Sistematika Penulisan	33
BAB II LANDASAN TEORI TINJAUAN UMUM WAKTU SALAT SUBUH	35

A. Fajar dalam Tinjauan Fiqih dan Astronomi.....	35
B. Waktu Salat Subuh Menurut Fikih dan Astronomi	45
C. Ketinggian Matahari dalam Menentukan Waktu Salat Subuh.....	60
D. Peran Teknologi dalam Menentukan Ketinggian Fajar Şādiq.....	62
BAB III ALL SKY CAMERA DALAM PENGAMATAN KEMUNCULAN FAJAR ŞĀDIQ.....	65
A. Gambaran Umum <i>All Sky Camera</i>	65
B. Proses Kerja ASC <i>ALPHEA 6MW</i>	68
C. <i>Software Skywach All Sky Camera</i>	69
D. Proses Penggunaan <i>All Sky Camera ALPHEA 6MW</i>	72
E. Proses Pengambilan Data Fajar Menggunakan ASC.....	76
F. Pengolahan Data Citra dari ASC.....	79
G. Hasil Observasi Menggunakan ASC	86
BAB IV DESKRIPSI DAN ANALISIS	99
A. Pengamatan Fajar Şādiq Menggunakan <i>All Sky Camera</i> untuk Menentukan Awal Waktu Salat Subuh	99
B. Pengaruh kondisi Langit Terhadap Keterlihatan Fajar Şādiq Menggunakan <i>All Sky Camera</i>	124
BAB V PENUTUP	131
A. Kesimpulan.....	131
B. Saran-Saran.....	132
C. Penutup	133
DAFTAR PUSTAKA	135
LAMPIRAN.....	142

DAFTAR RIWAYAT HIDUP	164
-----------------------------------	------------

DAFTAR GAMBAR

- Gambar 1. Jadwal waktu salat berdasarkan hisab Kemenag RI.
- Gambar 2. Grafik kecerlangan langit berdasarkan nilai piksel menggunakan aplikasi *ImageJ*.
- Gambar 3. Hasil analisis nilai piksel untuk mendapatkan titik belok pada grafik menggunakan *gradien*.
- Gambar 4. Diagram proses Pengambilan Data Fajar.
- Gambar 5. Gambaran perbandingan fajar k̄azib dan fajar š̄adiq.
- Gambar 6. Pembagian fajar menurut astronomi berdasarkan ketinggian Matahari di bawah ufuk.
- Gambar 7. Gambaran umum posisi Matahari semu dan waktu salat.
- Gambar 8. ASC *ALPHEA 6MW Monochrome* tampak samping.
- Gambar 9. ASC *ALPHEA 6MW Monochrome* tampak atas.
- Gambar 10. ASC *ALPHEA 6MW Monochrome* terkoneksi dengan USB dan kabel adaptor.
- Gambar 11. Jendela utama *Software Skywach*.
- Gambar 12. ASC dihubungkan dengan komputer dan kabel power.
- Gambar 13. Tampilan awal *Skywach* pada layar komputer.
- Gambar 14. Tampilan utama *Skywach*.
- Gambar 15. Tampilan utama menu *options*.
- Gambar 16. Pengisian informasi data-data yang diperlukan.
- Gambar 17. Pengisian *interval* waktu pengambilan data fajar.
- Gambar 18. Pemasangan ASC pada tripod.

Gambar 19. Pemasangan ASC mengarah ke ufuk Timur.

Gambar 20. ASC merekan data selama pengamatan.

Gambar 21. Tampilan awal aplikasi *ImageJ* pada komputer.

Gambar 22. Membuka citra yang akan diakses jumlah nilai piksel.

Gambar 23. Proses *upload* citra hasil pengamatan pada aplikasi *ImageJ* di komputer.

Gambar 24. Proses *cropping* citra dan mengakses nilai piksel dari data citra yang di *upload*.

Gambar 25. Informasi nilai piksel yang tersimpan di *Notepad*.

Gambar 26. Grafik nilai piksel.

Gambar 27. Data ASC menggunakan *Simple Moving Average*. Derajat 5 dan menggunakan *Gradien*.

Gambar 28. Gambar awal munculnya fajar *ṣādiq* berdasarkan ASC.

Gambar 29. Grafik kecerlangan langit berdasarkan rata-rata nilai piksel.

Gambar 30. Kecerlangan langit pada saat titik belok pada gambar grafik.

Gambar 31. Grafik kecerlangan langit berdasarkan rata-rata nilai piksel.

Gambar 32. Gambar kecerlangan langit pada saat terjadinya titik belok pada gambar grafik.

Gambar 33. Grafik kecerlangan langit berdasarkan rata-rata nilai piksel.

Gambar 34. Kecerlangan langit pada saat titik belok pada grafik.

Gambar 35. Grafik kecerlangan langit berdasarkan rata-rata nilai piksel.

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Jadwal waktu salat berdasarkan pengamatan Tono Saksono di Medan.

Tabel 2. Jadwal waktu salat Subuh berdasarkan pengamatan Tono Saksono dan hisab Kemenag RI di Medan.

Tabel 3. Waktu salat Subuh berdasarkan pengamatan menggunakan ASC di Kota Medan.

Tabel 4. Sudut kedalaman Matahari untuk waktu Subuh dan Isya di beberapa negara.

Tabel 5. Sudut kedalaman Matahari untuk waktu Isya dan Subuh menurut astronom muslim.

Tabel 6. Sudut kedalaman Matahari untuk waktu Isya dan Subuh menurut ulama Nusantara.

Tabel 7. Menu utama pada jendela *Skywach*.

Tabel 8. *Control panel*/jendela informasi.

Tabel 9. Kondisi cuaca dilokasi selama pengambilan data fajar di Medan.

Tabel 10. Rata-rata nilai piksel yang diakses menggunakan aplikasi *ImageJ*.

Tabel 11. Citra hasil pengamatan menggunakan *Moving Average* derajat 5 dan *gradien*.

Tabel 12. Hasil pengamatan fajar *ṣādiq* menggunakan ASC dan mendapatkan ketinggian Matahari di kota Medan.

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Penentuan masuknya waktu salat adalah hal yang wajib diketahui bagi seluruh umat Islam, karena bagi umat Islam salat merupakan salah satu sarana komunikasi kepada Allah dalam sehari semalam.² Dalam mengerjakan ibadah salat, umat Islam tidak dapat mengerjakannya melainkan harus sesuai dengan waktunya,³ karena salat terikat dengan waktu-waktu yang telah ditentukan baik berdasarkan petunjuk dari al-Quran maupun penjelasan dari hadis Nabi Muhammad saw serta penjelasan dari para ulama.⁴ Dalam mengerjakan ibadah salat, umat Islam harus mengetahui kapan waktu salat tersebut karena mengerjakan salat harus sesuai dengan waktunya. Sebagaimana firman Allah QS. an-Nisā' ayat 103.

² Arwin Juli Rakhmadi Butar-Butar, *Pengantar Ilmu Falak Teori, Praktik, Dan Fikih* (Depok: Rajawali Pers, 2018), h. 29.

³ Arwin Juli Rakhmadi Butar-Butar Ritonga, Habibullah, "Peran Ilmu Falak Dalam Masalah Arah Kiblat, Waktu Salat, Dan Awal Bulan," *Al-Marshad: Jurnal Astronomi Islam dan Ilmu-Ilmu Berkaitan* 2, no. 2 (2016): h. 109.

⁴ Abu Yazid Raisal et al., "Pemanfaatan Metode Moving Average Dalam Menentukan Awal Waktu Salat Subuh Menggunakan Sky Quality Meter (SQM)," *Al-Marshad: Jurnal Astronomi Islam dan Ilmu-Ilmu Berkaitan* 5, no. 1 (2019): h. 2.

إِنَّ الصَّلَاةَ كَانَتْ عَلَى الْمُؤْمِنِينَ كِتَابًا مَّوْقُوتًا

“*Sesungguhnya salat itu adalah kewajiban yang ditentukan waktunya atas orang-orang yang beriman*” (QS. an-Nisā’/4:103).⁵

Penentuan waktu salat tidak terlepas dari posisi dan pergerakan Matahari.⁶ Posisi dan pergerakan Matahari merupakan faktor utama penyebab munculnya perbedaan waktu di Bumi sehingga mengakibatkan adanya perbedaan dalam menentukan waktu-waktu salat.⁷ Posisi Matahari pada saat kemunculan fajar *ṣādiq* berada di bawah ufuk hakiki dengan nilai ketinggian tertentu.⁸ Terdapat perbedaan dalam menentukan awal waktu salat Subuh disebabkan pemahaman dan penafsiran yang berbeda terhadap ketinggian Matahari pada saat kemunculan fajar *ṣādiq*.⁹ Waktu salat Subuh dimulai pada saat kemunculan fajar *ṣādiq*

⁵ Kementerian Agama RI, *Al-Quran Dan Terjemahannya* (Bandung: Cordoba, 2017), h. 95.

⁶ Alimuddin, “Perspektif Syar’i Dan Sains Awal Waktu Shalat,” *Al-Daulah* 1, no. 1 (2012): h. 124.

⁷ Arino Bemis Sado, “Waktu Shalat Dalam Perspektif Astronomi; Sebuah Integrasi Antara Sains Dan Agama,” *Mu’amalat* VII, no. 1 (2015): h. 75.

⁸ Lutfi Fuadi, “Fajar Penanda Awal Waktu Shubuh Dan Puasa,” *Minhaj: Jurnal Ilmu Syariah* 2, no. 1 (2021): h. 118.

⁹ Tamhid Amri, “Waktu Shalat Perspektif Syar’i,” *Asy-Syariah* 16, no. 3 (2014): h. 207.

hingga terbit Matahari.¹⁰ Sebagaimana firman Allah QS. al-Baqarah: 187

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

“Dan makan dan minumlah hingga terang bagimu benang putih dari benang hitam, yaitu fajar” (QS. al-Baqarah/2: 187).¹¹

Adapun fajar yang dimaksudkan dalam ayat tersebut adalah untuk memulai ibadah puasa dan awal waktu salat Subuh. Ayat di atas juga memberi penjelasan tentang perumpamaan fajar dengan benang putih dan benang hitam. Dalam perkembangannya, ada ragam interpretasi dan penafsiran dikalangan ulama terkait ‘benang putih’ dan ‘benang hitam’. Beberapa pendapat ulama terkait benang putih dan benang hitam sebagai berikut:

Asy-Syaukany menyatakan sebagai perumpamaan (*tasybih baligh*), dimana benang putih dimaksud disini adalah yang membentang (*al-mu'taridh*) di ufuk, bukan menjulang seperti ekor Serigala.

Ibn Faris menyatakan kata ‘*khait*’ sebagai sesuatu yang terbentang halus (*imtidad asy-syai' fi diqqah*). Kata *al-khait* yang

¹⁰ Majelis Tarjih dan Tajdid Pimpinan Pusat Muhammadiyah, *Himpunan Putusan Tarjih Muhammadiyah 3* (Yogyakarta, 2018), h. 54.

¹¹ Kementerian Agama RI, *Al-Quran Dan Terjemahannya*, h. 29.

telah populer ini juga bermakna cahaya putih siang (*bayadh an-nahar*).¹²

عَنْ مُحَمَّدِ بْنِ عَبْدِ الرَّحْمَنِ بْنِ تَوْبَانَ، قَالَ: قَالَ رَسُولُ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ: الْفَجْرُ فَجْرَانِ فَأَمَّا الْفَجْرُ الَّذِي يَكُونُ كَدَنْبِ السَّرْحَانِ فَلَا يُجِزُّ الصَّلَاةَ وَلَا يُحَرِّمُ الطَّعَامَ، وَأَمَّا الَّذِي يَذْهَبُ مُسْتَطِيلًا فِي الْأُفُقِ فَإِنَّهُ يُجِزُّ الصَّلَاةَ وَيُحَرِّمُ الطَّعَامَ.

Dari Muhammad bin Abdurrahman bin Tsauban, ia mengatakan, "Rasulullah SAW bersabda, 'Fajar itu ada dua macam: Fajar yang seperti ekor serigala (melengkung) tidak menghalalkan shalat (yakni belum masuk waktu Subuh) namun tidak mengharamkan makan (yakni bagi yang hendak berpuasa). Adapun fajar yang memancar memanjang di ufuk, itulah yang menghalalkan shalat (yakni shalat Subuh) dan mengharamkan makan (bagi yang hendak berpuasa). (HR. ad-Dāruqūṭhni).¹³

Dari hadis di atas, para ulama sepakat membagi fajar kepada dua, yaitu fajar ṣādiq dan fajar kāzib.¹⁴

¹² Arwin Juli Rakhmadi Butar-Butar, *Esai-Esai Waktu Subuh* (Medan: UMSU Press, 2021), h. 9.

¹³ Al-Hafiz al-kabir ali bin umar ad-Dāruqūṭhni, *Sunan Ad-Dāruqūṭhni*, Jilid I. (Beirut: al-Resalah Publisher, 2004), h. 505.

¹⁴ Nihayatur Rohmah, *Syafak & Fajar Verifikasi Dengan Aplikasi Fotometri: Tinjauan Syar'i Dan Astronomi* (Yogyakarta: Lintang Rasi Aksara Books, 2012), h. 45.

a. Fajar Ṣādiq

Fajar ṣādiq adalah cahaya putih yang nampak dan yang menyebar di ufuk Timur yang muncul beberapa saat setelah fajar kāzib. Lebih lanjut lagi, fajar ṣādiq merupakan fenomena penampakan cahaya Matahari beberapa saat sebelum Matahari terbit di ufuk langit Timur.¹⁵ Pada saat kemunculan fajar ini, umat Islam telah diperbolehkan untuk melaksanakan salat Subuh tetapi tidak diperbolehkan untuk makan sahur bagi yang hendak berpuasa. Fajar ṣādiq muncul dengan cahaya putih tanpa warna (sesungguhnya kebiruan, hanya saja tidak nampak disebabkan sangat redup) karena disekitar hamburan cahaya Matahari oleh atmosfer tinggi.¹⁶ Cahaya fajar ṣādiq tersebut akan terus bertambah terang hingga Matahari terbit.¹⁷ Sementara waktu salat Subuh berakhir ketika Matahari telah terbit.

b. Fajar Kāzib

Fajar kāzib adalah berupa cahaya yang terlihat dicakrawala Timur yang menjulang ke atas dan sering disebut sebagai cahaya

¹⁵ Ahmad Musonnif, *Ilmu Falak Metode Hisab Awal Waktu Shalat, Arah Kiblat, Hisab Urfi Dan Hisab Hakiki Awal Bulan* (Yogyakarta: Teras, 2011), h. 71.

¹⁶ Hendri, "Fenomen Fajar Shadiq Penanda Awal Waktu Shalat Subuh, Terbit Matahari, Dan Awal Waktu Dhuha," *Alhurriyah: Jurnal Hukum Islam* 02, no. 02 (2017): h. 157.

¹⁷ A Kadir, *Formula Baru Ilmu Falak Panduan Lengkap & Praktis* (Jakarta: Amzah, 2012), h. 60.

zodiak.¹⁸ Fajar kāzib merupakan fenomena yang muncul disebabkan oleh hamburan sinar Matahari oleh debu antar planet.¹⁹ Lebih lanjut lagi fajar kāzib ialah cahaya yang menjulang ke langit seperti ekor Serigala.²⁰ Secara astronomis, cahaya yang menjulang ke atas adalah akibat pantulan cahaya Matahari oleh partikel-partikel langit yang tersebar diantara planet-planet dalam tata surya.²¹ Kemunculan fajar ini hanya sementara waktu dan akan menghilang kembali. Pada saat kemunculan fajar ini, umat Islam diperbolehkan melaksanakan makan sahur bagi yang hendak berpuasa, namun dilarang untuk melaksanakan ibadah salat Subuh.²² Menurut an-Nawawi, dikatakan fajar kāzib (dusta) karena fajar ini pada awalnya tampak dan bersinar namun pada akhirnya menghilang kembali. Dengan demikian, kemunculan fajar kāzib tidak ada hubungannya dengan hukum syariat. Sehingga para

¹⁸ Tono Saksono, *Evaluasi Awal Waktu Subuh & Isya Perspektif Sains, Teknologi Dan Syariah* (Jakarta: Uhamka Press & LPP Aika Uhamka, 2017), h. 6.

¹⁹ Unggul Suryo Ardi, "Problematika Awal Waktu Shubuh Antara Fiqih Dan Astronomi," *AL - AFAQ: Jurnal Ilmu Falak dan Astronomi* 2, no. 2 (2020): h. 93.

²⁰ Qomarus Zaman, "Terbit Fajar Dan Waktu Subuh (Kajian Nash Syar'i Dan Astronomi)," *Ahakim* 2, no. 1 (2018): h. 36.

²¹ Saksono, *Evaluasi Awal Waktu Subuh & Isya Perspektif Sains, Teknologi Dan Syariah*, h. 8.

²² M Basthoni, "A Prototype of True Dawn Observation Automation System (Prototipe Sistem Otomatisasi Observasi Fajar)," *Jurnal Sains Dirgantara* 18, no. 1 (2020): h. 34.

ulama sepakat bahwa awal waktu salat Subuh bermula ketika terbit fajar yang kedua (fajar *ṣādiq*) fajar yang sebenarnya.²³

Di kalangan ahli astronomi hanya mengakui fajar *ṣādiq*, sebab cahaya yang telah tampak tidak mungkin kembali gelap lagi. Cahaya yang telah tampak akan terus berproses menuju titik edar dengan membentuk sudut yang lebih besar. Fajar (*morning twilight*) dalam tinjauan astronomi dibagi kepada tiga.²⁴ Pertama, *civil twilight* (fajar sipil) pada saat Matahari berada pada ketinggian -6° di bawah ufuk. Kedua, *nautical twilight* (fajar nautikal) pada saat Matahari berada pada ketinggian -12° di bawah ufuk. Ketiga, *astronomical twilight* (fajar astronomi) pada saat Matahari berada pada ketinggian -18° di bawah ufuk.

Di Indonesia, melalui Kementerian Agama RI dalam menetapkan masuknya waktu salat Subuh didasarkan pada paradigma fajar *ṣādiq* yaitu ketika Matahari berada pada ketinggian -20° di bawah ufuk dan hal itu sudah dianggap sesuai dengan syariat serta hasil penelitian.²⁵ Namun sampai saat ini, para pakar ilmu falak/astronomi belum menemukan data-data ataupun bukti saintifik yang menunjukkan bahwa fajar *ṣādiq* itu muncul pada

²³ Zaman, "Terbit Fajar Dan Waktu Subuh (Kajian Nash Syar'i Dan Astronomi)," h. 36.

²⁴ Butar-Butar, *Esai-Esai Waktu Subuh*, h. 2.

²⁵ Laksmiyanti Annake Harijadi Noor, "Uji Akurasi Hisab Awal Waktu Shalat Subuh Dengan SQM" (UIN Walisongo, 2016), h. 2.

ketinggian -20° di bawah ufuk.²⁶ Artinya, ketinggian -20° tersebut masih dipermasalahkan oleh orang-orang yang memiliki kepakaran dibidang falak dan astronomi dan hal itu dibuktikan dengan banyaknya para ahli yang melakukan pengamatan ulang terhadap kemunculan fajar *ṣādiq* dengan menggunakan instrumen *Sky Quality Meter* (SQM).

Permasalahan terhadap penentuan waktu salat Subuh terjadi sejak tahun 2010 hingga saat ini. Pada tahun 2010 yang lalu, Syaikh Mamduh Farhan al-Buhairi melalui tulisannya yang berjudul “Salah Kaprah Waktu Subuh” yang dimuat pada majalah *Qiblati* mempermasalahkan waktu salat Subuh yang dianggap terlalu dini sekitar 24 menit dari jadwal yang dipakai saat itu.²⁷ Jika hasil penelitian tersebut dikorelasikan ke dalam posisi Matahari, maka diperoleh awal waktu Subuh pada saat ketinggian Matahari antara -17° hingga -14° di bawah ufuk. Hasil tersebut sangat jauh berbeda bila dibandingkan dengan kriteria kemunculan fajar *ṣādiq* berdasarkan pada ketetapan dari Kemenag RI yaitu -20° di bawah ufuk.²⁸

²⁶ Saksono, *Evaluasi Awal Waktu Subuh & Isya Perspektif Sains, Teknologi Dan Syariah*, h. 27.

²⁷ Abdul Mughits, “Problematika Jadwal Waktu Salat Subuh Di Indonesia,” *Jurnal Ilmu Syari’ah dan Hukum* 48, no. 2 (2014): h. 468.

²⁸ Imam Qusthalaani, “Kajian Fajar Dan Syafaq Perspektif Fikih Dan Astronomi,” *Mahkamah : Jurnal Kajian Hukum Islam* 3, no. 1 (2018): h. 2.

Momentum pengkajian waktu Subuh kembali dan semakin mengemuka melalui sebuah penelitian yang dilakukan tim *Islamic Science Research Network* Universitas Muhammadiyah Prof. HAMKA (ISRN UHAMKA) Jakarta yang diketuai oleh Tono Saksono, yang mana dalam penelitian tersebut menyimpulkan bahwa waktu salat Subuh yang berjalan saat ini dinilai terlalu cepat sekitar 26 menit.²⁹ Bila hasil penelitian yang dilakukan di atas benar adanya, maka hal tersebut menjadi sebuah persoalan yang sangat serius dikalangan umat Islam sebab umat Islam melaksanakan salat Subuh sebelum masuk pada waktunya.

Tanggal	Subuh	Syuruq	Dzuhur	Asar	Maghrib	Isya
1/12/2018	5:20	6:16	12:14	15:37	18:12	18:59

Tabel 1. Jadwal waktu salat berdasarkan hasil pengamatan Tono Saksono di Medan³⁰

Sabtu, 01/12/2018

 IMSAK 04:46	 SUBUH 04:56	 TERBIT 06:13
 DUHA 06:42	 ZUHUR 12:17	 ASAR 15:40
 MAGRIB 18:15	 ISYA' 19:29	

²⁹ Arwin Juli Rakhmadi Butar-Butar, "Kontribusi Syaikh Muhammad Thahir Jalaluddin Dalam Bidang Ilmu Falak," *MIQOT: Jurnal Ilmu-ilmu Keislaman* 42, no. 2 (2018): h. 300.

³⁰ Saksono, *Evaluasi Awal Waktu Subuh & Isya Perspektif Sains, Teknologi Dan Syariah*, h. 125.

Gambar 1. Jadwal waktu salat berdasarkan hisab Kemenag RI di Medan diakses melalui situs Bimas Islam³¹

Berdasarkan pengamatan fajar *ṣādiq* yang dilakukan oleh Tono Saksono di Kota Medan pada tanggal 01 Desember 2018 yang lalu, yang mana pada tanggal tersebut fajar *ṣādiq* muncul pada pukul 05:20 WIB di Medan, Sumatera Utara. Sedangkan menurut jadwal waktu salat kemenag RI waktu salat Subuh di kota Medan, Sumatera Utara pada tanggal 01 Desember 2018 adalah pada pukul 04:56 WIB. Sehingga terdapat perbedaan waktu salat Subuh antara hasil penelitian yang dilakukan Tono Saksono dan berdasarkan hisab waktu salat Kemenag RI di Medan.

Dengan adanya selisih 24 menit antara hasil pengamatan Tono Saksono dan berdasarkan hisab Kemenag RI atau jika dikonversikan ke dalam besaran sudut adalah sebesar 24/4 menit atau sebesar 6°. Sehingga ketinggian Matahari pada saat salat Subuh di Medan pada tanggal 01 Desember 2018 menurut hasil penelitian Tono Saksono berada pada ketinggian -14° di bawah ufuk.

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa waktu salat Subuh berdasarkan pengamatan Tono Saksono dan berdasarkan hisab Kemenag RI memiliki selisih yang cukup jauh sebagaimana pada tabel dibawah ini.

³¹ Kemenag.go.id, “Bimas Islam,” Diakses pada bulan Desember 2021, <https://bimasislam.kemenag.go.id/jadwalshalat>.

Tanggal	Waktu Subuh		Selisih Waktu
	Pengamatan Tono Saksono	Hisab Kemenag RI	
01 Desember 2018	05:20 WIB	04:56 WIB	24 Menit

Tabel 2. Jadwal waktu salat Subuh berdasarkan hasil perhitungan Tono Saksono dan berdasarkan hisab Kemenag RI di Medan.

Adanya perbedaan antara kriteria awal waktu salat Subuh yang digunakan oleh Kemenag RI terhadap hasil penelitian awal waktu salat Subuh menggunakan instrumen modern seperti *Sky Quality Meter* (SQM), Kamera DSLR, *Sistem Otomatisasi Observasi Fajar* (SOOF), *All Sky Camera* (ASC), dan instrumen lainnya yang menunjukkan selisih yang sangat bervariasi dan menunjukkan kriteria awal waktu salat Subuh yang diterapkan saat ini dianggap terlalu dini sehingga sebenarnya belum masuk ke dalam waktu untuk melaksanakan salat Subuh. Oleh karena itu, para ahli falak/astronomi serta penggiat ilmu falak lainnya banyak melakukan penelitian ulang terhadap kemunculan fajar *ṣādiq* menggunakan instrumen modern yang dapat menangkap kemunculan cahaya fajar *ṣādiq* yang bertujuan untuk mengetahui apakah waktu Subuh yang ada saat ini memang terlalu cepat atau

sudah sesuai.³² Penelitian tersebut juga dilakukan para ahli falak maupun astronomi untuk menjawab polemik dikalangan masyarakat maupun dikalangan akademisi sendiri, yang mana hal itu memberikan keresahan kepada umat Islam secara umum karena adanya perbedaan dalam melaksanakan ibadah salat Subuh.³³

Penggunaan alat optik dan alat pengambil gambar digital seperti kamera merupakan sebuah terobosan baru dan sangat baik serta dapat menjadi bantuan untuk mengevaluasi perhitungan, kebenaran kemampuan melihat dengan mata yang dapat memberikan bukti secara fisik dan hitungan matematis. Dengan berbantuan alat optik seperti kamera, pengamat akan dapat melihat dengan jelas kemunculan fajar *ṣādiq*, yaitu dengan melihat perubahan dari gelap malam ke terang berdasarkan citra yang dihasilkan kamera tersebut.

All Sky Camera (seterusnya disebut dengan ASC) adalah sebuah alat optik berupa kamera dengan memiliki medan pandang 360° yang dapat digunakan untuk mengamati benda langit dan mengamati perubahan dari gelap malam ke terang.³⁴ Dengan menggunakan konsep pengumpulan cahaya dan benda yang

³² Marataon Ritonga, “Problematika Syafaq Dan Fajar Dalam Menentukan Waktu Salat Isyak Dan Subuh,” *Al-Marshad: Jurnal Astronomi Islam dan Ilmu-Ilmu Berkaitan* 7, no. 2 (2021): h. 178.

³³ Wawancara dengan Bapak Ismail Fahmi pada tanggal 06 Juni 2022.

³⁴ Saksono, *Evaluasi Awal Waktu Subuh & Isya Perspektif Sains, Teknologi Dan Syariah*, h. 64.

bersinar dilangit. Pengamatan fajar *ṣādiq* menggunakan ASC memiliki kelebihan tersendiri dibandingkan dengan instrumen lainnya seperti SQM, yang mana hasil pengamatan dari ASC dapat memperlihatkan secara visual atau bentuk fisik kondisi langit dari gelap malam kepada langit terang sehingga pengamat lebih mudah untuk mengamati kemunculan fajar *ṣādiq* melalui citra yang dihasilkan dari ASC.

Adapun data yang dihasilkan SQM tidak dapat menampilkan secara visual atau bentuk fisik perubahan kondisi langit dari gelap menuju terang, sebab SQM hanya mengukur kecerlangan langit malam dengan hasil bacaan dalam bentuk angka matematis yaitu besaran magnitudo per satuan detik busur persegi (mpdbp), yang mana nilai yang tinggi mencerminkan langit yang semakin gelap,³⁵ sehingga SQM tidak dapat membuktikan bentuk fisik yang menunjukkan kemunculan fajar *ṣādiq* tersebut.³⁶ Dengan demikian, penggunaan ASC lebih memungkinkan digunakan untuk mengamati kemunculan fajar *ṣādiq* dibandingkan dengan SQM.

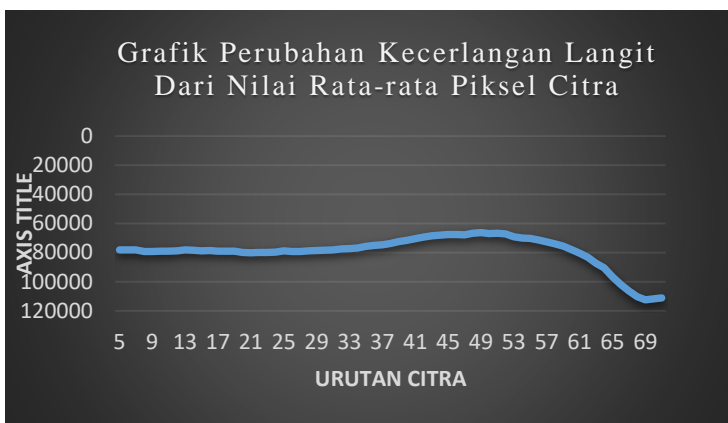
Pengamatan fajar *ṣādiq* dengan bantuan alat optik seperti kamera juga mengalami kesulitan-kesulitan tertentu dalam menetapkan posisi ketinggiannya di bawah ufuk. Sehingga dibutuhkan sebuah metode pengolahan citra untuk dapat melihat

³⁵ Dhani Herdiwijaya, “Waktu Subuh Tinjauan Pengamatan Astronomi,” *Jurnal Tarjih* 14, no. 1 (2017): h. 58.

³⁶ Disampaikan pada saat diskusi bersama penerima beasiswa Muhammadiyah Ilmu Falak dan Astronomi pada bulan Oktober 2021.

perubahan langit pada saat kemunculan fajar *ṣādiq* serta untuk mengetahui ketinggian Matahari pada saat kemunculan fajar *ṣādiq*.

Penulis sendiri telah melakukan pengamatan fajar *ṣādiq* menggunakan ASC dengan bantuan *software ImageJ* untuk mengambil nilai piksel yang ada pada citra tersebut. Pengamatan tersebut dilakukan di kota Medan pada tanggal 30 Oktober 2021, dengan mengambil sebanyak 71 citra. Hasil sementara dari pengamatan tersebut adalah berikut ini:



Gambar 2. Grafik kecerlangan langit berdasarkan rata-rata nilai piksel diakses menggunakan aplikasi *ImageJ*³⁷

Untuk memperhalus derau pada grafik hasil pengamatan, penulis menggunakan metode *Simple Moving Average* (SMA) derajat 5, dan menggunakan *gradien* untuk menentukan titik belok perubahan kecerlangan pada grafik. Dari gambar grafik di atas (2)

³⁷ Sumber data: hasil olahan penulis menggunakan aplikasi *ImageJ* menggunakan *All Sky Camera* di kota Medan.

Perubahan kecerlangan diperoleh pada citra ke-51 menuju citra ke-52 atau disebut sebagai titik belok sebagai indikasi awal munculnya fajar *ṣādiq*. Setelah dilakukan perhitungan, citra ke-51 pada pengamatan di Medan tanggal 30 Oktober 2021, menunjukkan waktu pukul 05:20:14 WIB dan bersesuaian dengan ketinggian Matahari -13.12° di bawah ufuk. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa pada pukul 05:20:14 adalah awal munculnya fajar *ṣādiq* sehingga dapat dijadikan sebagai acuan dalam menentukan awal waktu salat Subuh.



Gambar 3. Hasil analisis rata-rata nilai piksel untuk mendapatkan titik belok pada grafik menggunakan *gradien*.³⁸

³⁸ Sumber: Hasil olahan penulis untuk mencari titik belok pada grafik untuk menentukan kemunculan fajar *sadiq* berdasarkan rata-rata nilai *gradien*.

Berikut adalah rincian hasil perhitungan waktu salat Subuh berdasarkan pengamatan menggunakan *All Sky Camera* di Medan.

Tanggal	Waktu Subuh Berdasarkan Pengamatan Menggunakan ASC
30 Oktober 2021	05:20:14 WIB

Tabel 3. Waktu salat Subuh berdasarkan pengamatan menggunakan ASC di Medan.

Dengan banyaknya penelitian fajar *ṣādiq* yang dilakukan oleh berbagai kalangan di Indonesia yang tidak dapat memberikan bukti fajar *ṣādiq* secara visual atau bentuk fisik fajar *ṣādiq* tersebut, maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian lebih mendalam lagi terhadap kemunculan fajar *ṣādiq* menggunakan ASC, serta penulis juga meneliti dan mengkaji bagaimana pengaruh kondisi langit terhadap kemunculan fajar *ṣādiq* menggunakan ASC. Penelitian ini dilakukan di kota Medan, Sumatera Utara.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan pada uraian latar belakang yang penulis jabarkan di atas, maka dapat dirumuskan pokok-pokok permasalahan dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana akurasi pengamatan fajar *ṣādiq* menggunakan *All Sky Camera*?

2. Bagaimana pengaruh kondisi langit terhadap keterlihatan fajar ṣādiq menggunakan *All Sky Camera*?

C. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui akurasi pengamatan fajar ṣādiq menggunakan *All Sky Camera*.
2. Untuk mengetahui pengaruh kondisi langit terhadap keterlihatan fajar ṣādiq menggunakan *All Sky Camera*.

D. Manfaat Penelitian

1. Memperluas khazanah keilmuan dibidang falak/astronomi dalam mengamati kemunculan fajar ṣādiq untuk mengetahui awal waktu salat Subuh.
2. Memperbanyak data-data pengamatan fajar ṣādiq dalam menentukan awal waktu salat Subuh.
3. Menambah karya ilmiah, penelitian ini dapat menjadi salah satu rujukan bagi para ahli falak/astronomi yang ingin melakukan pengamatan fajar ṣādiq dikemudian hari.

E. Kajian Pustaka

Berdasarkan pada penelusuran peneliti, kepustakaan maupun penelitian-penelitian terdahulu yang mempunyai kaitan atau terdapat relevansi dengan kajian-kajian mengenai awal waktu

salat Subuh sudah banyak. Begitu juga dengan penelitian secara khusus terkait pengamatan fajar *ṣādiq* sudah banyak dilakukan dan kebanyakan yang peneliti temukan adalah dengan menggunakan instrumen *Sky Quality Meter* (SQM). Penelitian fajar *ṣādiq* dalam menentukan awal waktu salat Subuh menggunakan *All Sky Camera* (ASC) ataupun kamera DSLR masih tergolong sangat sedikit. Berikut beberapa kajian pustaka yang terkait dengan penelitian ini antara lain:

Pertama, penelitian berjudul “*A Prototype of True Dawn Observation Automation System*” (Prototipe Sistem Otomatisasi Observasi Fajar).³⁹ Penelitian ini ditulis oleh M. Basthoni, penelitian ini dilakukan di tiga lokasi yaitu Karimunjawa, Bayuwangi dan Semarang. Penelitian ini merupakan penelitian pertama terhadap kemunculan fajar *ṣādiq* menggunakan *Sistem Otomatisasi Observasi Fajar* (SOOF). Adapun fokus penelitian ini adalah untuk mengetahui seberapa besar pengaruh cahaya Bulan terhadap waktu deteksi fajar *ṣādiq* untuk mengetahui awal waktu salat Subuh. Lokasi Karimunjawa dan Bayuwangi merupakan lokasi yang memiliki polusi rendah sehingga dapat disimpulkan bahwa cahaya Bulan memiliki pengaruh yang sangat kuat terhadap deteksi fajar dilokasi yang minim polusi. Sementara itu, lokasi Semarang merupakan lokasi yang memiliki polusi cahaya tinggi

³⁹ Basthoni “A Prototype of True Dawn Observation Automation System (Prototipe Sistem Otomatisasi Observasi Fajar).”

tidak memiliki pengaruh yang signifikan terhadap deteksi fajar. Kesimpulan penelitian ini adalah mengusulkan bahwa fajar *ṣādiq* dapat dideteksi pada saat posisi Matahari berada pada ketinggian - 20° di bawah ufuk.

Adapun perbedaan penelitian yang dilakukan M. Basthoni dengan penelitian yang dilakukan penulis yaitu perbedaan instrumen observasi yang digunakan serta teknik pengolahan data yang digunakan. Dalam penelitian M. Bastoni menggunakan instrumen *Sistem Otomatisasi Observasi Fajar (SOOF)*, sedangkan penulis menggunakan instrumen *All Sky Camera (ASC)* dan menggunakan teknik analisis data melalui aplikasi *ImageJ*, *Simple Moving Average* derajat 5, dan *gradien*.

Kedua, tesis berjudul “Analisis Perubahan Kecerahan Langit Waktu Fajar Dengan *Sky Quality Meter*”.⁴⁰ Ditulis oleh Laksmiyanti Annake Harijadi Noor, penelitian ini bertujuan untuk mengukur kecerlangan langit pada waktu fajar di Imah Noong-Lembang, Pantai Tayu-Pati, Dermaga Branta-Madura, desa Pengkol-Pasuruan dan Observatorium e-Maya-Subang. Fokus penelitian ini adalah pada pengukuran kecerlangan langit menggunakan SQM untuk mengetahui awal waktu salat Subuh. Adapun lokasi Pantai Tayu merepresentasikan lokasi yang bebas

⁴⁰ Laksmiyanti Annake Harijadi Noor, “Analisis Perubahan Kecerahan Langit Waktu Fajar Dengan *Sky Quality Meter*” (Institut Teknologi Bandung, 2019).

dari polusi cahaya sementara dermaga Branta lokasi yang banyak mendapat pengaruh dari lampu-lampu kapal nelayan. Sedangkan Imah Noong, Pasuruan dan Observatorium e-Maya merupakan lokasi pinggiran kota yang mendapatkan penerangan dari pemukiman sekitar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa polusi baik cahaya Bulan maupun lampu kapal memengaruhi keterlihatan fajar *ṣādiq*, sehingga mendapatkan ketinggian Matahari yang bervariasi mulai dari -14° sampai -20° di bawah ufuk.

Perbedaan tesis Laksmiyanti Annake Harijadi Noor dengan penelitian yang dilakukan penulis adalah bahwa Laksmiyanti Annake Harijadi Noor membahas tentang analisis perubahan kecerahan langit waktu fajar menggunakan sensor SQM sedangkan penelitian penulis membahas tentang pengamatan fajar *ṣādiq* menggunakan *All Sky Camera* (ASC) melalui pengamatan perubahan langit malam kepada langit terang berdasarkan citra yang dihasilkan oleh ASC.

Ketiga, Skripsi berjudul “*Aplikasi Edge Detection* untuk Mengetahui Fajar *Ṣādiq* Sebagai Penentuan Awal Waktu Subuh Menggunakan *GUI Matlab*”. Ditulis oleh Niswatul Kariimah,⁴¹ penelitian ini dilakukan dikelurahan Dampit (lokasi persawahan). Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kemunculan fajar *ṣādiq*

⁴¹ Niswatul Karimah, “Aplikasi Edge Detection Untuk Mengetahui Fajar *Shadiq* Sebagai Penentua Awal Waktu Subuh Menggunakan GUI Matlab” (UIN Maulana Malik Ibrahim, 2019).

sebagai penanda awal waktu salat Subuh menggunakan *image processing* menggunakan *edge detection* dengan memanfaatkan GUI yang ada pada *software* Matlab. Adapun instrumen yang digunakan pada penelitian ini adalah Kamera DSLR *Canon EOS 1200D*. Hasil penelitian menyatakan bahwa aplikasi GUI yang dibuat dapat mendeteksi citra dengan baik, dan diperoleh nilai dip dengan rentang -17° sampai -20° di bawah ufuk.

Perbedaan skripsi Niswatul Kariimah dengan penelitian yang dilakukan penulis adalah perbedaan instrumen observasi yang digunakan serta perbedaan metode dalam pengolahan data untuk mendapatkan nilai ketinggian Matahari di bawah ufuk. Dalam penelitian Niswatul Kariimah menggunakan Kamera DSLR *Canon EOS 1200D* dan menggunakan teknik *edge detection* dalam menentukan kemunculan fajar *ṣādiq*, sedangkan penulis menggunakan *All Sky Camera (ASC)* dan menggunakan aplikasi *ImageJ* dalam menganalisis nilai piksel serta menggunakan *Simple Moving Average* derajat 5 dan *gradien* untuk menentukan titik belok pada nilai piksel sebagai indikasi kemunculan fajar *ṣādiq*.

Keempat, penelitian yang dilakukan oleh Tono Saksono yang dibukukan dengan judul "Evaluasi Awal Waktu Subuh & Isya Perspektif Sains, Teknologi, dan Syariah". Penelitian ini menggunakan sensor *Sky Quality Meter (SQM)* dan *All Sky*

Camera (ASC) berwarna.⁴² Penelitian ini dilakukan di daerah Depok. Hasil penelitian mengindikasikan bahwa fajar *ṣādiq* belum muncul pada ketinggian -20° di bawah ufuk. Sementara itu, rata-rata hasil penelitian menunjukkan bahwa fajar *ṣādiq* muncul pada ketinggian -13.4° di bawah ufuk. Dengan demikian, ketinggian -20° di bawah ufuk untuk awal waktu salat Subuh perlu dikoreksi dengan melakukan penelitian ulang terhadap kemunculan fajar *ṣādiq* berbagai instrumen modern yang dapat menangkap cahaya fajar *ṣādiq*.

F. Hipotesis

All Sky Camera adalah kamera khusus yang digunakan untuk mengamati langit malam sehingga diasumsikan bahwa *All Sky Camera* juga dapat dijadikan sebagai alat pendeteksi kemunculan fajar *ṣādiq*. *All Sky Camera* sangat akurat dalam mendeteksi kemunculan fajar *ṣādiq* karena memiliki sensor yang sangat sensitif terhadap cahaya.

G. Metode Penelitian

Dalam melaksanakan penelitian, seorang peneliti harus menggunakan metode penelitian yang tepat, agar peneliti dapat memperoleh gambaran yang jelas mengenai masalah yang

⁴² Saksono, *Evaluasi Awal Waktu Subuh & Isya Perspektif Sains, Teknologi Dan Syariah*, h. 29.

dihadapi serta langkah-langkah yang digunakan dalam menyelesaikan permasalahan yang diteliti. Dalam menyusun penelitian ini, peneliti menggunakan metode penelitian sebagai berikut:

1. Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan jenis penelitian kuantitatif dengan kajian penelitian *field research* , yakni observasi secara langsung dilapangan untuk melakukan pengumpulan data dengan menggunakan instrumen penelitian yang telah ditentukan. Pada penelitian ini, peneliti menekankan kajian terhadap perubahan langit malam kepada langit terang pada awal waktu salat Subuh melalui pengamatan fajar *ṣādiq* menggunakan instrumen *All Sky Camera* (ASC).

2. Sumber dan Jenis Data

Data penelitian menurut sumbernya digolongkan menjadi dua jenis, data primer dan data sekunder. Penelitian ini menggunakan kedua jenis sumber tersebut, yaitu:

a. Sumber Data Primer

Sumber data primer terkait penelitian ini adalah data yang berasal langsung dari sumber data yang dikumpulkan secara khusus dan berhubungan langsung dengan masalah yang diteliti,⁴³ yaitu data yang diperoleh melalui observasi menggunakan ASC

⁴³ Jonathan Sarwono, *Metode Penelitian Kuantitatif & Kualitatif* (Yogyakarta: Graha Ilmu, 2006), h. 129.

secara langsung untuk mendeteksi kemunculan fajar *ṣādiq*. Penelitian ini dilakukan di kota Medan, Sumatera Utara, yang diambil pada tiga titik di kota Medan yang merepresentasikan daerah kota Medan sebagai berikut: pertama, penelitian dilakukan di Gedung Kampus Pascasarjana Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, terletak di Jalan Denai, Kecamatan Medan Denai, Kota Medan, Sumatera Utara dengan titik koordinat $3^{\circ} 34' 55, 06''$ LU, $98^{\circ} 43' 17, 09''$ BT dan elevasi 32 mdpl. Kedua, penelitian dilakukan di pinggir kota Medan yang terletak di Jalan Medan Amplas, Sumatera Utara dengan koordinat $3^{\circ} 32' 42, 41''$ LU, $98^{\circ} 42' 34, 48''$ BT dan elevasi 32 mdpl, lokasi ini merupakan lokasi yang minim polusi cahaya buatan manusia karena lokasi tersebut berada dipinggiran kota Medan (masih termasuk lokasi pedesaan). Ketiga, penelitian dilakukan di pinggir Barat kota Medan yang terletak di jalan Medan Sunggal, kota Medan, Sumatera Utara dengan koordinat $3^{\circ} 34' 32, 17''$ LU, $98^{\circ} 37' 19, 39''$ BT dan elevasi 30 mdpl, lokasi tersebut berada dipinggiran kota Medan tetapi lokasi tersebut sudah banyak bangunan gedung-gedung tinggi sehingga menghasilkan lokasi yang terdampak polusi cahaya disebabkan lampu-lampu dari gedung-gedung tersebut.

b. Data Sekunder

Adapun data sekunder dalam penelitian ini yaitu data-data yang mendukung data primer yang tidak diperoleh secara langsung dari sumber utama melainkan melalui penelitian-penelitian

terdahulu maupun berupa tulisan-tulisan seperti jurnal-jurnal, buku-buku yang memiliki kaitan erat dengan penelitian ini, diantaranya adalah:

- 1) Buku “Evaluasi Awal Waktu Subuh & Isya Perspektif Sains, Teknologi dan Syariah”.
- 2) Buku “ Pengamatan dan Penelitian Awal Waktu Subuh Semua Bisa Melakukannya”.
- 3) Buku “Ilmu Falak I (Penentuan Awal Waktu Salat dan Arah Kiblat Seluruh Dunia)”.
- 4) Buku “ Esai-Esai Waktu Subuh”.
- 5) Buku “Fajar & Syafaq Dalam Kesarjanaan Astronom Muslim dan Ulama Nusantara”.
- 6) Buku “Syafaq & Fajar Verifikasi Dengan Aplikasi Fotometri: Tinjauan Syar’i dan Astronomi”.
- 7) Jurnal “Waktu Subuh Tinjauan Pengamatan Astronomi”.
- 8) Jurnal “Fajar Penanda Awal Waktu Shubuh dan Puasa”.
- 9) Jurnal “Fenomena Fajar Shadiq Penanda Awal Waktu Shalat Subuh, Terbit Matahari, dan Awal Waktu Dhuha”.
- 10) Jurnal “Problematika Jadwal Waktu Salat Subuh di Indonesia”.

11) Jurnal “Aplikasi Tingkat Kecerlangan Langit Dalam Penentuan Waktu Subuh”.

12) Jurnal “Pemanfaatan Metode *Moving Average* Dalam Menentukan Awal Waktu Salat Subuh Menggunakan *Sky Quality Meter*”.

3. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data merupakan cara-cara yang dapat digunakan oleh seorang peneliti untuk mengumpulkan data, keterangan, dan atau informasi dalam suatu penelitian. Teknik pengumpulan data adalah mengamati variabel yang diteliti dengan menggunakan metode tertentu. Menurut Sutrisno Hadi, baik buruknya suatu *research* sebagian tergantung kepada teknik-teknik dalam proses pengumpulan datanya.⁴⁴ Dengan demikian teknik pengumpulan data ikut serta menentukan baik-buruknya hasil penelitian yang dilakukan. Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Observasi

Observasi fajar dilakukan di kota Medan Sumatera Utara yang bertujuan untuk mendapatkan data kriteria fajar yang baik ketika cuaca dalam keadaan cerah maupun mendung. Supaya tujuan tersebut terwujud, maka observasi dilakukan disetiap tanggal 1 sampai tanggal 12 pada bulan *qamariah*. Hal itu

⁴⁴ Hadi Sutrisno, *Pengantar Metodologi Research II* (Yogyakarta: Fakultas Psikologi UGM, 1971), h. 97.

dilakukan untuk menghindari *nois* (gangguan) dari cahaya Bulan, baik cahaya Bulan sabit maupun cahaya Bulan pada saat purnama ketika pengambilan data fajar melalui *All Sky Camera*. Adapun waktu penelitian fajar *ṣādiq* menggunakan *All Sky Camera* dilakukan selama enam (6) bulan yang dimulai pada bulan Oktober -Nopember 2021 dan Januari -April 2022.

Dalam penelitian ini penulis menggunakan observasi sebagai salah satu metode yang digunakan karena pada dasarnya suatu objek dapat diungkap datanya apabila peneliti melakukan observasi secara langsung dilapangan. Observasi merupakan metode pengumpulan data yang menggunakan pengamatan terhadap obyek penelitian yang dapat dilaksanakan secara langsung maupun tidak langsung. Observasi dilakukan secara langsung untuk mengamati kemunculan fajar *ṣādiq* sebagai pertada masuknya awal waktu salat Subuh menggunakan ASC. Adapun pengambilan data dalam penelitian ini menggunakan *interval* waktu pengamatan tiap 30 detik.⁴⁵ Pengambilan data dilakukan dengan cara memasang ASC pada tiang yang telah disediakan ditempat yang datar serta tidak ada penghalang baik bangunan maupun penghalang lainnya sehingga mendapatkan data fajar sesuai dengan kemunculan fajar *ṣādiq* itu sendiri.

⁴⁵ Rinto Anugraha, *Mekanika Benda Langit (Diktat Jurusan Fisika Fakultas MIPA)* (Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada, 2012), h. 81.

Adapun alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah meliputi perangkat keras dan perangkat lunak untuk mendukung tercapainya tujuan dari penelitian ini sesuai yang diinginkan. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Perangkat keras

(1) Satu buah *All Sky Camera*, berfungsi sebagai pendeteksi kemunculan fajar *ṣādiq* melalui adanya perubahan langit dari malam ke terang dan menggunakan kabel USB sebagai penghubung ke komputer, (2) laptop lenovo, merupakan sarana untuk mendapatkan data penelitian yang diperoleh melalui *All Sky Camera*, (3) Dua buah kabel konektor, sebagai penghubung antara *All Sky Camera* dan laptop.

b. Perangkat lunak

(1) *ImageJ*, berfungsi untuk mengetahui dan mengambil jumlah nilai piksel yang ada pada sebuah citra yang diambil melalui *All Sky Camera*, (2) *Microsoft Excel*, berfungsi untuk mengumpulkan dan menggabungkan jumlah piksel pada sebuah citra yang diambil melalui *All Sky Camera*, (3) *Simple Moving Average* derajat 5, dan *gradien* berfungsi untuk menganalisis data yang telah digabungkan pada *Microsoft Excel*. Yaitu untuk mengetahui titik belok pada sebuah grafik yang dibuat melalui jumlah rata-rata nilai piksel yang di akses dari citra, dan (4) *Skywatch* berfungsi untuk menjalankan *All Sky Camera* pada laptop.

b. Wawancara (*interview*)

Wawancara merupakan proses untuk mendapatkan berbagai informasi yang lebih mendalam dari orang yang diwawancarai. Penulis telah mengumpulkan informasi terkait penentuan kriteria waktu salat Subuh serta instrumen yang digunakan dalam pengambilan data fajar dari Bapak H. Ismail Fahmi, S. Ag. Beliau merupakan Kasubdit Hisab Rukyat dan Syariah Direktorat Urusan Agama Islam dan Pembinaan Syariah Direktorat Jenderal Bimbingan Masyarakat Islam Kementerian Agama RI. Dalam wawancara telah didapatkan keterangan dan pandangan terkait instrumen dan pengolahan data yang digunakan dalam penentuan waktu salat Subuh di Indonesia menurut Kemenag RI.

Waktu salat Subuh yang ada saat ini sudah sesuai, hal itu telah dibuktikan dengan hasil pengamatan diporong, Bayuwangi dan P. Buru Maluku. Instrumen yang digunakan merupakan instrumen modern yaitu gabungan *Sky Quality Meter* dan kamera digital dengan sensor *Sony IMX477* yang sangat sensitif untuk merekan benda langit redup di ufuk Timur. Kedua instrumen tersebut diintegrasikan dalam satu sistem *otomatisasi* yang disebut dengan PTM (*Portable Twilight Meter*). Hasil yang didapatkan alat tersebut masuk dalam kategori baik karena di dalam sistem tersebut ditanamkan program *ephemeris* untuk menyajikan data posisi ketinggian Matahari dan Posisi Bulan.

Wawancara lainnya dilakukan kepada Bapak Muhammad Hidayat, M.Pd. Beliau merupakan bidang peneliti di Observatorium Ilmu Falak UMSU Medan, Sumatera Utara. Yang mana dalam kesehariannya beliau fokus meneliti benda-benda langit termasuk fajar dan syafaq menggunakan instrumen modern seperti SQM dan ASC. Dalam wawancara telah didapatkan penjelasan dan informasi terkait penggunaan ASC dalam mendeteksi kemunculan fajar *sādiq* serta tingkat akurasi *All Sky Camera* dalam pengambilan data fajar.

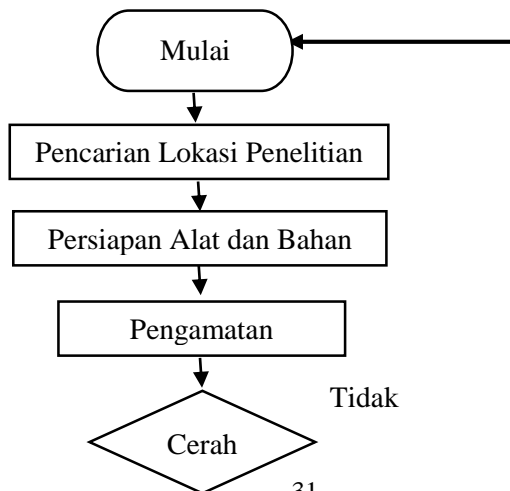
Secara prinsip, ASC dapat mendeteksi kemunculan fajar *sādiq* dengan baik karena ASC memiliki sensor yang sensitif terhadap cahaya. Keakuratan ASC dalam mengamati fajar *sādiq* tergantung pada lokasi pengamatan, lokasi yang terbebas dari polusi mendapatkan hasil yang baik namun sebaliknya lokasi yang tercemar polusi mendapatkan data yang rusak.

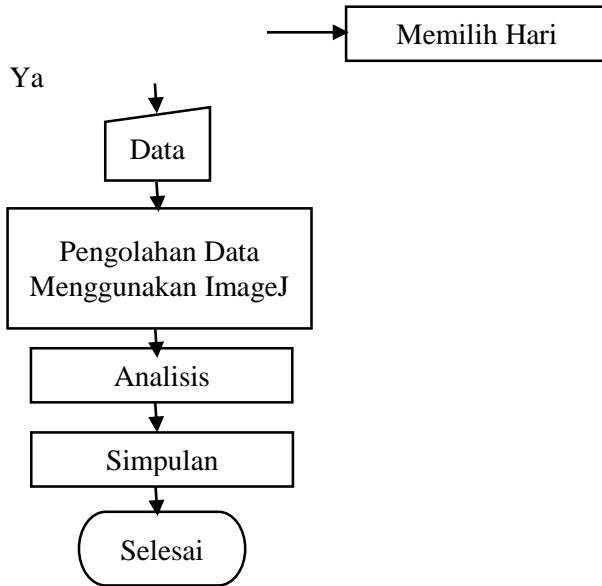
Selanjutnya wawancara juga dilakukan kepada Bapak Yudhiakto Pramudya, Ph.D beliau merupakan Kepala Pusat Studi Astronomi UAD Yogyakarta. Selain itu beliau juga merupakan salah satu tim Majelis Tarjih dan Tajdid Pimpinan Pusat Muhammadiyah (MTT PP Muhammadiyah) Divisi Hisab dan Iptek. Dalam wawancara tersebut beliau penulis poisikan sebagai Kepala Pusat Studi Astronomi UAD, yang mana UAD merupakan salah satu lembaga yang ditugaskan oleh Muhammadiyah untuk melakukan pengamatan fajar *sādiq*, dengan kata lain UAD salah

satu peyumbang data fajar kepada Muhammadiyah. Dalam wawancara telah didapatkan keterangan dan penjelasan terkait instrumen yang digunakan dalam mengamati fajar ṣādiq yang dijadikan sebagai acuan dalam menyusun jadwal waktu salat Subuh.

Instrumen yang digunakan dalam pengamatan fajar ṣādiq masih bersifat bebas karena belum ada kesepakatan. Dalam pengamatan fajar ṣādiq boleh menggunakan alat apa saja selagi alat yang digunakan sensitif terhadap cahaya dan dapat dipertanggungjawabkan melalui metode yang ilmiah. Ketiadaan standarisasi dalam pengamatan fajar ṣādiq menjadikan pengamatan fajar bersifat bebas sehingga beragam instrumen dan pengolahan data yang digunakan.

Adapun prosedur yang dilakukan dalam pengambilan data fajar menggunakan ASC adalah sebagai berikut:





Gambar 4. Diagram rangkaian pengambilan data fajar

4. Teknik Analisis Data

Dalam penelitian kuantitatif, analisis dilakukan setelah semua data yang dibutuhkan dalam penelitian terkumpul.⁴⁶ Data-data yang diperoleh kemudian dipelajari dan diolah.⁴⁷ Ada beberapa analisis yang dilakukan dalam tesis ini yaitu, pertama menghitung rata-rata nilai piksel dalam setiap data citra menggunakan aplikasi *ImageJ*, kedua menggunakan *Moving*

⁴⁶ Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif Dan R&D* (Bandung: Alfabeta, 2016), h. 147.

⁴⁷ Sumadi Suryabrata, *Metodologi Penelitian* (Jakarta: Rajawali Pers, 2011), h. 40.

Average derajat 5 untuk memperhalus derau pada rata-rata nilai piksel, ketiga mencari titik belok pada sebuah grafik berdasarkan nilai *gradien* yang ditandai dengan nilai negatif terakhir yang diikuti dengan nilai positif secara terus-menerus, keempat menentukan waktu terjadinya perubahan nilai piksel dalam sebuah citra, dan kelima menentukan ketinggian Matahari pada saat terjadinya fajar.

H. Sistematika Penulisan

Secara garis besar, penelitian tesis ini dibagi kepada lima (5) bab. Yang mana dalam setiap bab terdiri dari sub-sub pembahasan. Adapun sistematika dalam penulisan ini sebagai berikut:

BAB I : Pendahuluan

Dalam bab ini dijelaskan terkait dengan yang melatarbelakangi penelitian ini, kemudian mengemukakan rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, kajian pustaka, metodologi penelitian, hipotesis, dan sistematika penulisan.

BAB II : Landasan Teori Tinjauan Umum Waktu Salat Subuh

Pada bab ini berisi pembahasan tentang landasan teori yang menjelaskan tentang fajar *ṣādiq*

berdasarkan dalil naqli (al-Quran dan hadis) serta dalil aqli (secara keilmuan, santifik, dan teknologi) dalam penentuan waktu salat Subuh dalam tinjauan fikih dan astronomi.

BAB III : Aplikasi *All Sky Camera* dalam Pengamatan Fajar Şādiq

Menjelaskan tentang cara-cara penggunaan *All Sky Camera* secara umum dan khusus dalam pengambilan data fajar untuk mengetahui kemunculan fajar şādiq, dan hasil observasi.

BAB IV : Deskripsi dan Analisis

Pada bab ini dijelaskan terkait dengan deskripsi data, analisis data, terkait akurasi pengamatan fajar şādiq menggunakan *All Sky Camera* dan pengaruh kondisi langit terhadap keterlihatan fajar şādiq menggunakan *All Sky Camera*.

BAB V : Penutup

Pada bab ini berisi tentang simpulan, saran, dan penutup.

BAB II

LANDASAN TEORI

TINJAUAN UMUM WAKTU SALAT SUBUH

A. Fajar dalam Tinjauan Fiqih dan Astronomi

1. Fajar dalam Tinjauan Fiqih

Para ulama sepakat bahwa waktu salat Subuh bermula ketika terbit fajar yang kedua (fajar ṣādiq). Secara bahasa, fajar (*al-fajr*) adalah pencahayaan gelap malam dari sinar pagi.⁴⁸ Para ulama sepakat bahwa fajar ada dua yaitu fajar kāzib dan fajar ṣādiq. Sebagaimana hadis Nabi saw.

عَنْ مُحَمَّدِ بْنِ عَبْدِ الرَّحْمَنِ بْنِ ثَوْبَانَ , قَالَ: قَالَ رَسُولُ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ: الْفَجْرُ فَجْرَانِ فَأَمَّا الْفَجْرُ الَّذِي يَكُونُ كَذَنْبِ السَّرْحَانِ فَلَا يُحِلُّ الصَّلَاةَ وَلَا يُحْرِمُ الطَّعَامَ , وَأَمَّا الَّذِي يَذْهَبُ مُسْتَطِيلًا فِي الْأُفُقِ فَإِنَّهُ يُحِلُّ الصَّلَاةَ وَيُحْرِمُ الطَّعَامَ.

Dari Muhammad bin Abdurrahman bin Tsauban, ia mengatakan, "Rasulullah SAW bersabda, 'Fajar itu ada dua macam: Fajar yang seperti ekor serigala (melengkung) tidak menghalalkan shalat (yakni belum masuk waktu Subuh) namun tidak mengharamkan makan (yakni bagi yang hendak berpuasa). Adapun fajar yang memancar memanjang di ufuk, itulah yang menghalalkan shalat

⁴⁸ Arwin Juli Rakhmadi Butar-Butar, *Fajar & Syafak Dalam Kesarjanaan Astronom Muslim Dan Ulama Nusantara* (Yogyakarta: LKiS, 2017), h. 1.

(yakni shalat Subuh) dan mengharamkan makan (bagi yang hendak berpuasa)” (HR. ad-Dāruqūṭhni).⁴⁹

Adapun fajar kāzib adalah disebut juga dengan fajar pertama karena muncul pertama kali yang kemudian disusul dengan kemunculan fajar yang kedua (ṣādiq).⁵⁰ Kemunculan fajar kāzib hanya sementara waktu dan akan menghilang kembali sehingga kemunculan fajar tersebut tidak berkaitan sama sekali dengan hukum syara’. Dalam astronomi, fajar kāzib dikenal dengan istilah *zodiacal light*. Tanda-tanda daripada kemunculan fajar kāzib adalah muncul pada dini hari menjelang pagi yang mana cahayanya memanjang dan menjulang ke atas (*vertikal*) dilangit Timur ke Barat seperti ekor Serigala.⁵¹

Fajar ṣādiq merupakan fenomena penampakan cahaya putih yang menyebar dan berhamburan di ufuk Timur membentang Utara ke Selatan (*horizontal*) beberapa saat sebelum Matahari terbit.⁵² Dinamakan fajar ṣādiq sebab fajar inilah fajar yang ‘benar’ atau fajar yang sesungguhnya. Bermula dari munculnya cahaya putih yang menyebar dan membentang disepanjang ufuk Timur hingga kemudian secara berangsur-angsur

⁴⁹ ad-Dāruqūṭhni, *Sunan ad-Dāruqūṭhni*, h. 505.

⁵⁰ Butar-Butar, *Esai-Esai Waktu Subuh*, h. 2.

⁵¹ Zaman, “Terbit Fajar Dan Waktu Subuh (Kajian Nash Syar’i Dan Astronomi),” h. 36.

⁵² Musonnif, *Ilmu Falak Metode Hisab Awal Waktu Shalat, Arah Kiblat, Hisab Urfi Dan Hisab Hakiki Awal Bulan*, h. 71.

langit semakin terang.⁵³ Kemunculan fajar ṣādiq merupakan pertanda berakhirnya waktu salat Isya, pertanda masuknya waktu salat Subuh dan dimulainya ibadah puasa.⁵⁴ Sebelum Matahari terbit terdapat dua fajar, yang mana fajar pertama adalah fajar kāzib sedangkan fajar yang kedua adalah fajar ṣādiq. Selang beberapa saat setelah fajar ṣādiq, barulah kemudian terbit Matahari yang menandakan berakhirnya waktu salat Subuh. Maka waktu antara fajar ṣādiq dengan terbitnya Matahari adalah waktu salat Subuh. Kedua fajar tersebut muncul secara bergantian, sehingga munculnya fajar kāzib menjadi syarat bagi munculnya fajar ṣādiq.⁵⁵ Disisi lain, ada perbedaan pendapat dikalangan ulama dan ilmuwan terhadap jarak dan transisi antara fajar kāzib dan fajar ṣādiq. Secara umum, ada dua pandangan tentang jarak dan transisi kedua fajar tersebut. Pertama, fajar ṣādiq dan fajar kāzib memiliki rentang (jarak) yang cukup jauh. Kedua, fajar ṣādiq dan fajar kāzib tidak memiliki rentang (jarak) yang jauh.⁵⁶

⁵³ Kadir, *Formula Baru Ilmu Falak Panduan Lengkap & Praktis*, h. 60.

⁵⁴ Raihana Abdul Wahab Mohammaddin Abdul Niri and Abdul Razak Nayan Mohd Saiful Anwar Mohd Nawawi, "The Knowledge Integration Perspective on the Issue of Determining the Time for the Beginning of Fajr Prayer," *Jurnal Fiqh* 16, no. 2 (2019): h. 262.

⁵⁵ Butar-Butar, *Fajar & Syafak Dalam Kesarjanaan Astronom Muslim Dan Ulama Nusantara*, h. 2.

⁵⁶ Butar-Butar, *Esai-Esai Waktu Subuh*, h. 25.



Gambar 5. Gambaran perbandingan fajar kāzib (atas) dan fajar šādiq (bawah)⁵⁷

Di dalam al-Quran, istilah fajar disebut dengan dua istilah “*al-khaith al-abyadh*” (benang putih) sebagai fajar šādiq dan “*al-khaith al-aswad*” (benang hitam) sebagai fajar kāzib. Kedua istilah tersebut dapat dilihat dalam firman Allah surat al-Baqarah ayat 178.

⁵⁷<https://oif.umsu.ac.id/2021/01/fajar-kazib-dan-fajar-sadik/> (diakses pada bulan Mei 2022).

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

“Dan Makan dan minumlah hingga jelas bagimu (perbedaan) antara benang putih dan benang hitam, yaitu fajar (Q.S. al-Baqarah/2:187)”.⁵⁸

Ayat di atas memberikan penjelasan tentang waktu salat Subuh yang ditandai dengan kemunculan fajar. Ayat tersebut juga memberi perumpamaan benang putih (*al-khaith al-abyadh*) dan benang hitam (*al-khaith al-aswad*).

Para ulama berbeda pendapat terhadap keutamaan waktu salat Subuh apakah ketika langit masih *ghalas* (gelapnya malam yang telah bercampur dengan hadirnya fajar) atau ketika sudah *isfar*.⁵⁹ Sementara ukuran *ghalas* itu ditafsirkan sebagai suasana yang masih gelap, sehingga para sahabat kala itu masih belum mengenali wajah sahabat yang lain. Sedangkan *isfar* ditafsirkan ketika para sahabat sudah saling mengenali wajah sahabat lainnya.⁶⁰ Sejumlah ulama berpandangan bahwa waktu salat Subuh lebih utama dikerjakan pada saat *ghalas* dibandingkan pada saat *isfar*, ini merupakan pendapat imam Malik, Syafi'i, Ishaq dan lainnya.⁶¹ Sebagaimana hadis Nabi SAW.

⁵⁸ Kementerian Agama RI, *Al-Quran Dan Terjemahannya*, h. 29.

⁵⁹ Butar-Butar, *Esai-Esai Waktu Subuh*, h. 5.

⁶⁰ Saksono, *Evaluasi Awal Waktu Subuh & Isya Perspektif Sains, Teknologi Dan Syariah*, h. 48.

⁶¹ “Ghalas dan Isfar,” Diakses pada bulan Juni, 2022, <https://oif.umsu.ac.id/2021/01/ghalas-dan-isfar>.

عَنْ ابْنِ شِهَابٍ قَالَ أَخْبَرَنِي عُرْوَةُ بْنُ الرَّبِيعِ أَنَّ عَائِشَةَ أَخْبَرْتُهُ قَالَتْ كُنَّ نِسَاءُ الْمُؤْمِنَاتِ يَشْهَدْنَ مَعَ رَسُولِ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ صَلَاةَ الْفَجْرِ مُتَلَفِّعَاتٍ بِمُرُوطِهِنَّ ثُمَّ يَنْقَلِبْنَ إِلَى بُيُوتِهِنَّ حِينَ يَفْضِيْنَ الصَّلَاةَ لَا يَعْرِفُهُنَّ أَحَدٌ مِنَ الْعَلَسِ.

Dari Ibnu Syuhāb berkata, telah mengabarkan kepadaku 'Urwah bin az-Zubair bahwa 'Aisyah mengabarkan kepadanya, ia mengatakan, "Kami, wanita-wanita Mukminat, pernah ikut salat fajar bersama Rasulullah dengan menutup wajahnya dengan kerudung, kemudian kembali ke rumah mereka masing-masing setelah selesai salat tanpa diketahui oleh seorangpun karena waktu ghalas (sisa gelapnya malam)". (HR. Bukhori dan Muslim).⁶²

Hadis di atas menjelaskan bahwa orang-orang yang keluar setelah selesai melaksanakan salat Subuh masih belum mengenali satu sama lain, yang berarti fajar yang muncul belum begitu kuat cahaya yang dipancarkan kepada mata manusia. Adapun argumentasi terkait melaksanakan salat Subuh pada waktu *isfar*, sebagaimana hadis Rāfi' bin Khadij.

عَنْ رَافِعِ بْنِ خَدِيجٍ قَالَ سَمِعْتُ رَسُولَ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ يَقُولُ أَسْفَرُوا بِالْفَجْرِ فَإِنَّهُ أَكْبَرُ الْأَجْرِ

⁶² HR. Al-Bukhari no. 578 dan Muslim no. 645, *Ensiklopedi Hadis Kitab 9 Imam*.

Dari Rāfi' bin Khadij ia berkata, "Aku mendengar Rasulullah bersabda, "Shalatlah Subuh ketika agak siang, karena itu lebih banyak pahalanya."(HR. An-Nasā'i).⁶³

Para pendukung *isfar*, maksud hadis di atas memastikan terbitnya fajar itu sendiri. Adapun maksud “lebih banyak pahalanya” adalah semata hanya menunjukkan sahnya salat sebelum *isfar* namun ganjarannya lebih sedikit.

Periode waktu salat Subuh dibagi kepada empat waktu: (1) *waqt al-fadilah* (waktu utama), yaitu pada awal waktu, (2) *waqt al-ikhthiyar* (waktu pilihan), yaitu setelah waktu utama sampai hingga *isfar*, (3) *waqt al-jawaz* (waktu relatif), yaitu setelah waktu relatif hingga terbit awan merah (*al-humrah*), (4) *waqt al-karahah* (waktu makruh), yaitu ketika mulai terbit *al-humrah* (awan merah).⁶⁴

2. Fajar dalam Tinjauan Astronomi

Fajar dalam kajian astronomi memiliki perbedaan dengan pengertian fajar *ṣādiq* dan fajar *kāzib*. Fajar *ṣādiq* disebut juga dengan fajar sejati (asli) yang mana sinar Matahari telah mengenai lapisan *atmosfer* Bumi terutama lapisan yang paling tebal dan paling bawah (*troposfer*). Dengan demikian komponen cahaya yang tersebar ke bawah hingga menerangi lapisan *troposfer* yang

⁶³ HR. An-Nasā'i no 154 versi *Maktabatu al-Ma'arif Riyadh, Ensiklopedi Hadis Kitab 9 Imam*.

⁶⁴ Butar-Butar, *Pengantar Ilmu Falak Teori, Praktik, Dan Fikih*, h. 37-38.

lebih rendah.⁶⁵ Adapun fajar kāzib tidak bersentuhan dengan *atmosfer* Bumi sama sekali, namun ia dipantulkan oleh partikel debu *zodiak* diluar angkasa. Berlandaskan pada landasan *astronomis*, fenomena awal waktu Subuh hampir sama dengan waktu Isya.⁶⁶ Awal waktu Isya ditandai dengan mulai terlihatnya bintang-bintang dilangit disebabkan adanya perubahan langit dari terang ke gelap. Sedangkan waktu Subuh ditandai dengan mulai redupnya cahaya bintang-bintang dilangit disebabkan mulai munculnya sinar Matahari di ufuk Timur yang menandakan adanya perubahan langit dari gelap ke terang. Para astronom membagi fajar kepada dua macam, yaitu fajar pada waktu pagi dan fajar pada waktu senja.⁶⁷ Adapun fajar pada waktu senja lebih dikenal luas dengan sebutan *syafaq*.⁶⁸ Secara astronomis, fajar (*morning twilight*) dibedakan menjadi tiga macam berdasarkan pada ketinggian Matahari di bawah horizon.⁶⁹

⁶⁵ Hamzah Hasan Selfiah Febriani, Andi Muhammad Akmal, "Perspektif Thomas Djamaluddin Terhadap Eksistensi Fajar Sadiq Dalam Penentuan Awal Waktu Subuh," *Jurnal Hisabuna* 3, no. 1 (2022): h. 158.

⁶⁶ Ahmad Sarwat, *Waktu Salat* (Jakarta: Rumah Fiqih Publishing, 2018), h. 19.

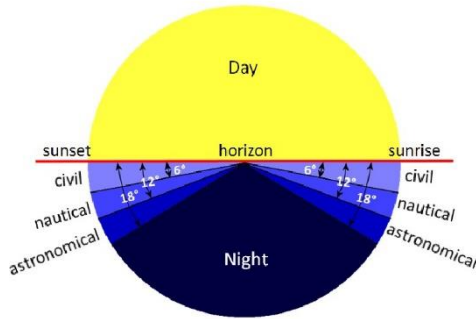
⁶⁷ Susiknan Azhari, *Ensiklopedi Hisab Rukyah* (Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2007), h. 53.

⁶⁸ Ismail, "Metode Penentuan Awal Waktu Salat Dalam Perspektif Ilmu Falak," *Jurnal Ilmiah Islam Futura* 14, no. 2 (2015): h. 88.

⁶⁹ Fuadi, "Fajar Penanda Awal Waktu Shubuh Dan Puasa," h. 131.

- a. Fajar astronomi (*astronomical twilight*) merupakan fajar yang digunakan sebagai pertanda akhir malam yang ditandai mulai meredupnya cahaya bintang-bintang, disebabkan mulai munculnya hamburan cahaya Matahari oleh atmosfer Bumi. Fajar astronomi hanya dapat dilihat pada tempat-tempat tertentu yang terbebas dari gangguan polusi cahaya baik cahaya buatan manusia maupun cahaya benda langit.⁷⁰ fajar astronomi terjadi pada saat Matahari berada pada ketinggian -18° di bawah ufuk.
- b. Fajar nautika (*nautical twilight*) kondisi langit lebih redup dari pada saat fajar sipil. Kondisi langit Timur sudah mulai bisa diidentifikasi walaupun masih membutuhkan bantuan pencahayaan. Fajar nautika merupakan fajar yang menampakkan kondisi ufuk bagi para pelaut, pada saat Matahari berada pada ketinggian -12° di bawah ufuk.
- c. Fajar sipil (*civil twilight*) tatkala Matahari belum terbit namun langit sudah cukup terang sehingga ufuk (dalam semua arah) dapat diidentifikasi dengan mudah. Benda-benda disekeliling juga dapat dikenali dengan mudah tanpa adanya bantuan pencahayaan. Awal fajar sipil dapat dikenali dimanapun selagi langit dalam keadaan cerah. Fajar sipil terjadi pada saat Matahari berada pada ketinggian -6° di bawah ufuk.

⁷⁰ Herdiwijaya, "Waktu Subuh Tinjauan Pengamatan Astronomi," h. 56.



Gambar 6. Pembagian fajar menurut astronomi berdasarkan ketinggian Matahari di bawah ufuk.⁷¹

Fajar *ṣādiq* dalam ilmu falak dipahami sebagai *astronomical twilight* (fajar astronomi),⁷² cahaya tersebut mulai muncul di ufuk Timur menjelang Matahari terbit pada saat Matahari berada pada posisi sekitar -18° di bawah ufuk atau jarak zenith Matahari 108° .⁷³ Sementara pendapat lain beranggapan bahwa fajar *ṣādiq* muncul pada saat posisi Matahari berada pada -20° di bawah ufuk atau jarak zenit Matahari 110° ,⁷⁴ selain itu ada juga yang beranggapan berdasarkan hasil penelitian yang

⁷¹ Ibid.

⁷² Susiknan Azhari, *Ilmu Falak Perjumpaan Khazanah Islam Dan Sains Modern* (Yogyakarta: Suara Muhammadiyah, 2007), h. 68.

⁷³ Ahmad Syifaul Anam, *Perangkat Rukyat Non Optik Kajian Terhadap Model Penggunaan Dan Akurasinya* (Semarang: Karya Abadi Jaya, 2015), h. 31.

⁷⁴ Alimuddin, "Perspektif Syar'i Dan Sains Awal Waktu Shalat," h. 128.

dilakukan bahwa fajar ṣādiq itu muncul pada ketinggian -13° di bawah ufuk.⁷⁵

B. Waktu Salat Subuh Menurut Fikih dan Astronomi

Salat merupakan paling krusial dalam Islam dan wajib dikerjakan oleh setiap individu serta salat menjadi salah satu poin dalam rukun Islam.⁷⁶ Al-Quran menegaskan bahwa pelaksanaan salat mesti sesuai dengan waktunya, jika salat dilaksanakan di luar waktunya, maka salatnya tidak sah. demikian pentingnya mengetahui waktu-waktu salat, hal ini sangat berkorelasi dengan sah tidak sahnya pelaksanaan salat.⁷⁷ Waktu-waktu salat telah banyak disebutkan dalam al-Quran serta diperjelas melalui hadis Nabi saw.⁷⁸ Waktu-waktu salat senantiasa didasarkan pada perjalanan Matahari harian sebagai akibat dari adanya rotasi Bumi dari Barat ke Timur.⁷⁹ Dalam perhitungan waktu salat, posisi Matahari menjadi faktor utama untuk mengetahui awal dan akhir

⁷⁵ Butar-Butar, *Esai-Esai Waktu Subuh*, h. 75.

⁷⁶ Adi Damanhuri, *Pengamatan Dan Penelitian Awal Waktu Subuh: Semua Bisa Melakukannya* (Sidoarjo: Nazamia Learning Center, 2021), h. 1.

⁷⁷ Sulidar, *Wawasan Hadis-Hadis Waktu Ibadah Salat* (Medan: Observatorium Ilmu Falak Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, 2018), h. 9.

⁷⁸ Raizza Kinka Intifada and Ahmad Izzuddin, "The Distinctions of the Beginning Praying Time Calculation By Rinto Anugraha," *Al-Hilal: Journal of Islamic Astronomy* 3, no. 1 (2021): h. 130.

⁷⁹ Maskufa, *Ilmu Falak* (Jakarta: Gaung Persada Press, 2009), h. 97.

waktu salat tersebut. Para ulama sepakat bahwa salat merupakan kewajiban yang harus dikerjakan pada batas-batas waktu yang telah ditentukan, sehingga salat termasuk ibadah *muwaqqat* yakni ibadah yang telah ditentukan waktu-waktunya. Sebagai konsekuensi dari kata *muwaqqat* adalah bahwa kaum muslimin tidak diperbolehkan mengerjakan salat disembarang waktu, tetapi harus dikerjakan berdasarkan waktunya sesuai dengan penjelasan dari al-Quran dan hadis Nabi saw. Hadis Nabi Muhammad saw.

عن ابن عباس قال: قال رسول الله صلى الله عليه وسلم "أقنني جبريل عليه السلام عند البيت مرتين، فصلّى بي الظهر حين زالت الشمس وكانت قدر البُشْرَاك، وصلّى بي العصر حين كان ظلُّه مثله، وصلّى بي يعني المغرب حين أفطر الصائم، وصلّى بي العشاء حين غاب الشفق، وصلّى بي الفجر حين حرم الطعام والشرب على الصائم، فلما كان الغد صلى بي الظهر حين كان ظلُّه مثله، وصلّى بي العصر حين كان ظلُّه مثليه، وصلّى بي المغرب حين أفطر الصائم، وصلّى بي العشاء إلى ثلث الليل، وصلّى بي الفجر فأسفر، ثم التفت إليّ فقال: يا محمد؛ هذا وقت الأنبياء من قبلك، والوقت ما بين هذين الوقتين. (رواه أبو داود، والترمذي، وابن ماجه)

Dari Ibn Abbas ia berkata, Rasulullah Saw telah bersabda: "Jibril as pernah mengimami saya untuk salat di Baitullah dua kali. Ia salat Zuhur mengimami saya ketika matahari tergelincir dan membentuk bayang-bayang sepanjang tali sepatu, dan salat Asar mengimamiku pada saat bayang-bayang sama panjang

dengan bendanya. Dan ia salat mengimamiku (maksudnya salat Magrib) ketika orang puasa berbuka. Ia salat Isya mengimamiku ketika syafak menghilang. Ia salat fajar mengimamiku ketika makanan dan minuman tidak lagi boleh disantap oleh orang berpuasa. Kemudian pada keesokan harinya ia salat Zuhur mengimamiku ketika bayang-bayang sama panjang dengan bendanya, ia salat Asar mengimami saya ketika bayang-bayang dua kali panjang bendanya; ia salat Magrib mengimamiku ketika orang puasa berbuka; ia salat Isya mengimamiku ketika menjelang berakhir sepertiga malam; dan ia salat Fajar mengimamiku ketika Subuh sudah sangat terang. Kemudian beliau berpaling kepadaku dan berkata: “wahai Muhammad, ini adalah waktu salat para Nabi sebelum engkau”. Waktu salat itu adalah antara kedua waktu ini” (HR. Abu Dāwud, Turmidzi, Ibn Mājah).⁸⁰

Firman Allah dalam QS. An-Nisā’ 04: 103)

إِنَّ الصَّلَاةَ كَانَتْ عَلَى الْمُؤْمِنِينَ كِتَابًا مَّوْقُوتًا

⁸⁰ Mu’ammal Hamidy, *Terjemahan Nailul Author Himpunan Hadis Hukum* (Surabaya: PT. Bina Ilmu, Jld I.), h. 285.

*Sesungguhnya salat itu adalah fardu yang ditentukan waktunya atas orang-orang yang beriman (QS. An-Nisā'/04: 103)*⁸¹

Berdasarkan ayat tersebut telah ditetapkan secara syar'i bahwa salat *maktubah* (salat yang diwajibkan) memiliki waktu-waktu yang telah ditentukan (*ibadah muwaqqat*).⁸² Al-Quran menjelaskan secara *mujmal* bahwa waktu-waktu salat telah ditentukan batas-batasnya, penjelasan secara rinci kemudian dijelaskan di dalam hadis-hadis Nabi Muhammad saw dimana waktu-waktu salat ditentukan berdasarkan pada kedudukan Matahari terhadap permukaan Bumi seorang muslim tersebut.⁸³

Kata *مَوْقُوتًا* dalam tafsir al-Misbah dijelaskan bahwa kata tersebut memiliki dua makna yaitu batas akhir kesempatan/peluang untuk menyelesaikan dan kewajiban yang tidak berubah.⁸⁴ Sedangkan adanya waktu-waktu untuk menyelesaikan salat yang ditetapkan tersebut memiliki tujuan untuk mengajarkan kepada

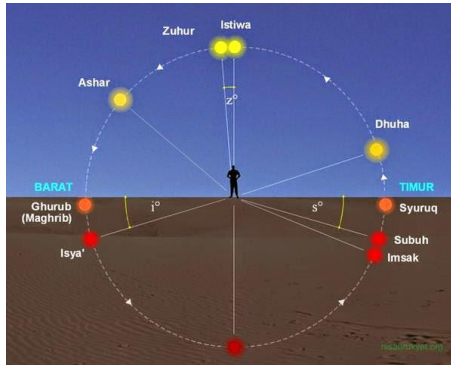
⁸¹ Kementerian Agama RI, al-Quran dan Terjemahannya,

⁸² Ahmad Izzuddin, "Hisab Rukyat Dimensi Masalahah," Diakses pada bulan Juni 2022, <https://www.ahmad-izzuddinalfalaky.id/2021>

⁸³ Muhammad Hadi Bashori, *Pengantar Ilmu Falak* (Jakarta: Pustaka Al-Kautsar, 2015), h. 13.

⁸⁴ M. Ihtirozun Ni'am and Khabib Suraya, "Analemma And The Beginning Of Maghrib Prayer Alteration (Correlation Of Analemma's Position Towards The Beginning Of Maghrib Prayer According To Ephemeris Calculation)," *Al-Hilal: Journal of Islamic Astronomy* 3, no. 1 (2021): h. 35.

manusia supaya senantiasa memiliki rencana jangka pendek, jangka panjang dan kedisiplinan.⁸⁵



Gambar 7. Gambaran umum posisi Matahari semu dan waktu salat⁸⁶

Berdasarkan penjelasan al-Quran dan hadis Nabi Muhammad saw di atas, dan berdasarkan berbagai penelitian dalam ilmu falak, maka dapat dijelaskan secara rinci terkait ketentuan waktu-waktu salat sebagai berikut:

1. Waktu Salat Dzuhur

Waktu salat Dzuhur adalah ketika Matahari sudah tergelincir, oleh ulama diartikan ketika Matahari mulai condong ke arah Barat hingga bayang-bayang seseorang sama dengan

⁸⁵ Quraish Shihab, *Tafsir Al-Misbah* (Jakarta: Lentera Hati, 2002), Jil.6, h. 525.

⁸⁶ archysig.wordpress.com, "Gerak Semu Matahari," Diakses pada bulan Mei 2022, <https://archysig.wordpress.com/2018/07/17/gerak-semu-matahari/>.

tingginya atau saat bayang-bayang suatu benda sama panjangnya dengan benda tersebut.⁸⁷ Ketika bayangan sudah menyamai suatu benda, habislah waktu salat Dzuhur dan masuk waktu Ashar.⁸⁸ Waktu Dzuhur biasanya dimulai sekitar 2 menit setelah titik *istiwa* (ketika Matahari pada titik *meridian* langit) dan waktu Dzuhur berakhir sampai awal waktu Ashar tiba.⁸⁹ Namun tentang akhir waktu Dzuhur, Malikiyah menyatakan: diantara akhir waktu Dzuhur dan awal Ashar terdapat waktu transisi yaitu sekitar selama mengerjakan salat empat rakaat.⁹⁰

2. Waktu Salat Ashar

Awal waktu salat Ashar adalah ketika “panjang bayang-bayang sama dengan tinggi benda sebenarnya” dan panjang bayang-bayang dua kali panjang benda sebenarnya,⁹¹ namun hal ini masih menimbulkan beberapa penafsiran. Dimana suatu ketika Nabi saw diajak salat Ashar oleh Malaikat Jibril pada saat panjang suatu benda satu kali panjang benda sebenarnya, pada waktu lain

⁸⁷ Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis* (Semarang: Pustaka Rizki Putra, 2017), h. 68.

⁸⁸ Slamet Hambali, *Ilmu Falak I (Penentuan Awal Waktu Salat Dan Arah Kiblat Seluruh Dunia)* (Semarang: Pascasarjana IAIN Walisongo Semarang, 2011), h. 126.

⁸⁹ Moh Murtadho, *Ilmu Falak Praktis* (Malang: UIN-Malang Press, 2008), h. 180.

⁹⁰ Muhajir, “Awal Waktu Shalat Telaah Fiqh Dan Sains,” *Jurnal Studi Islam* 6, no. 1 (2019): h. 43.

⁹¹ Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak Dalam Teori Dan Praktik* (Yogyakarta: Buana Pustaka, 2004), h. 88.

Nabi saw diajak salat Ashar ketika panjang bayangan dua kali tinggi benda sebenarnya.⁹²

Menurut imam Syafi'i dan imam Hanafi, waktu Ashar dimulai dari lebihnya bayang-bayang sesuatu dengan benda tersebut sampai terbenamnya Matahari. Sementara itu menurut imam Malik waktu Ashar memiliki dua waktu. Pertama disebut dengan waktu *ikhtiyari*, yaitu dimulai dari lebihnya bayang-bayang dari suatu benda hingga Matahari tampak menguning. Kedua disebut dengan *idhtirari*, yaitu dimulai dari Matahari yang tampak menguning sampai terbenamnya Matahari. Sementara imam Abu Hanifah berpendapat awal waktu Ashar yaitu ketika bayang-bayang sesuatu sama dengan dua kali bendanya.⁹³

3. Waktu Salat Maghrib

Terkait dalam menentukan awal waktu salat Maghrib, terdapat perbedaan pendapat dikalangan para ulama mazhab seperti menurut imam Hanafi, Hambali, dan Syafi'i berpendapat bahwa awal waktu salat Maghrib adalah sejak Matahari terbenam sampai datangnya waktu salat Isya, yaitu pada saat terbenamnya Matahari sampai menghilangnya mega merah di arah Barat. Sementara menurut imam Malik, waktu salat Maghrib sangat

⁹² Mughniyah Muhammad Jawad, *Fiqih Lima Mazhab* (Jakarta: Lentera, 2007), h. 74.

⁹³ Sarahsi Syamsudin, *Kitab Al-Mabsuth* (Beirut Libulanon: Darul Kitab al-Ilmiyah, n.d.), h. 143.

sempit ia hanya khusus dari awal tenggelamnya Matahari sampai diperkirakan dapat melaksanakan salat Maghrib tersebut.

Dalam kajian astronomis, terbenamnya Matahari yang menjadi tanda masuknya waktu salat Maghrib adalah ketika seluruh piringan Matahari berada di bawah ufuk dengan ketinggian Matahari -1° . Pada waktu tersebut garis ufuk bersinggungan dengan piringan Matahari bagian atas. Sementara besar jarak titik pusat Matahari terhadap ufuk adalah seperdua garis tengah Matahari. Adapun garis tengah Matahari rata-rata ialah $32'$, sehingga jarak titik pusat Matahari ke ufuk adalah $\frac{1}{2} \times 32 = 16$.⁹⁴ Oleh sebab itu, dalam menentukan waktu salat Maghrib diformulasikan dengan menambah jarak titik pusat Matahari atau sering disebut dengan *semidiameter*⁹⁵ Matahari, dengan koreksi *refraksi*⁹⁶ menggunakan data *refraksi* rata-rata pada saat Matahari $0^\circ 34'$ serta kerendahan ufuk. Dengan demikian diperoleh rumus untuk mencari tinggi Matahari (h_o) pada saat Maghrib sebagai berikut:

$$h_o = - (ku + ref + sd)$$

⁹⁴ Abdr Rachim, *Ilmu Falak* (Yogyakarta: Liberty, 1983), h. 25.

⁹⁵ *Semidiameter* adalah jarak titik pusat Matahari dengan piringan luarnya, atau seperdua garis piringan Matahari (jari-jari).

⁹⁶ *Refraksi* adalah pembiasan sinar Matahari, menyatakan selisih antara ketinggian benda langit menurut penglihatan dengan ketinggian sebenarnya. Semakin rendah kedudukan sebuah benda langit maka semakin besar pulak *refraksinya*.

4. Waktu Salat Isya

Berdasarkan informasi hadis-hadis Nabi Muhammad saw, permulaan waktu salat Isya dapat diketahui ketika mega merah telah hilang di ufuk Barat dan waktu Isya akan berakhir ketika fajar *ṣādiq* telah terbit (sampai masuk waktu salat Subuh). Terdapat perbedaan pendapat dikalangan ulama terkait batas waktu salat Isya, menurut imam Syafi'i dan Abu Hanifah, batas waktu Isya hingga sepertiga malam, semetara menurut imam Malik, batas waktu Isya sampai separoh malam, dan menurut imam Daud, waktu Isya sampai terbit fajar.

Berdasarkan kesepakatan para ulama khususnya di Indonesia, waktu Isya dimulai ketika memudarnya mega merah (*asy-Syafaq al-Ahmar*) dilangit sebelah Barat, dan hal itu merupakan pertanda masuknya gelap malam. Adapun peristiwa tersebut disebut sebagai akhir senja astronomi (*astronomical twilight*).⁹⁷

Dalam kajian astronomis, ketika Matahari telah berada di bawah ufuk, maka tidak ada lagi cahaya yang langsung mengenai Bumi melainkan hanya cahaya yang dipantulkan dan dibiaskan oleh partikel-partikel halus yang berada di udara hingga sampai kepada mata pengamat di Bumi.

Untuk mengetahui waktu Isya, dapat diketahui pada saat peristiwa *dusk astronomical twilight*, yaitu pada saat langit tampak

⁹⁷ Amri, "Waktu Shalat Perspektif Syar'i," h. 213.

gelap sebab cahaya Matahari di bawah ufuk tidak dapat lagi dibiarkan oleh *atmosfer*. Menurut referensi standar astronomi, sudut *altitude* untuk *astronomical twilight* adalah -18° di bawah ufuk. Pada saat Matahari berada pada ketinggian -18° di bawah ufuk, maka bayangan merah tidak dapat dilihat lagi oleh mata pengamat di Bumi dengan jarak pusat Matahari sama dengan 108° (posisi Matahari tenggelam $90^\circ + 18^\circ$).⁹⁸ Adapun ketentuan h Isya -18° ini dipegang oleh Saadoeddin Djambek, Abdur Rachim dan Husen Kamaluddin.⁹⁹

5. Waktu Salat Subuh

Waktu salat Subuh dimulai dari terbitnya fajar yang kedua (fajar *sādiq*) dan berlangsung hingga terbitnya Matahari.¹⁰⁰ Adapun batas akhir waktu Subuh terdapat perbedaan pendapat dikalangan ulama, diantaranya bahwa akhir waktu Subuh adalah ketika didapati sekurang-kurangnya satu rakaat sebelum Matahari terbit. Pendapat kedua mengatakan waktu Subuh berakhir hingga Matahari bersinar (*al-isfar*), pendapat ini didukung oleh Malik, Hanabilah dan sebahagian Syaifiyah.

Fajar *sādiq* juga dipahami sebagai *dawn astronomical twilight* (fajar astronomi) yang mana pada kondisi tersebut langit

⁹⁸ Rachim, *Ilmu Falak*, h. 39.

⁹⁹ Saadoe'ddin Djambek, *Pedoman Waktu Salat Sepanjang Masa* (Jakarta: Bulan Bintang, 1394), h. 32.

¹⁰⁰ Butar-Butar, "Kontribusi Syaikh Muhammad Thahir Jalaluddin Dalam Bidang Ilmu Falak," h. 307.

tidak lagi gelap dimana atmosfer Bumi sudah dapat membiaskan cahaya Matahari dari bawah ufuk.¹⁰¹ Cahaya tersebut mulai muncul disepanjang ufuk Timur pada saat menjelang terbit Matahari pada saat Matahari berada pada ketinggian -18° di bawah ufuk (jarak zenit Matahari 108°). Pendapat lain menyatakan terbitnya fajar *ṣādiq* dimulai pada saat posisi Matahari -20° di bawah ufuk (jarak zenit Matahari $110^\circ (90 + 20)$),¹⁰² bahkan pendapat lain mengatakan terbitnya fajar *ṣādiq* ketika posisi Matahari berada pada ketinggian -13° ¹⁰³ di bawah ufuk. Perbedaan dalam menentukan posisi Matahari di bawah ufuk (khususnya dalam menentukan waktu Isya dan Subuh) dari dahulu sampai saat ini masih terus berlanjut dan belum menemukan titik temu.

Para ulama ahli hisab dan rukyat telah merumuskan ketinggian Matahari di bawah ufuk, berdasarkan pada hasil ijtihad dan pengamatan ulama terdahulu ditetapkan ketinggian Matahari berkisar mulai -18° sampai -20° di bawah ufuk. Adapun di Indonesia melalui Kementerian Agama RI, waktu Subuh dimulai pada saat ketinggian Matahari berada pada -20° di bawah ufuk (*true horizon*).¹⁰⁴ Hal tersebut sudah dianggap sesuai dengan syariat dan hasil penelitian yang kuat. Kriteria inilah yang saat ini dipakai di

¹⁰¹ Herdiwijaya, "Waktu Subuh Tinjauan Pengamatan Astronomi," h. 55.

¹⁰² Rachim, *Ilmu Falak*, h. 39.

¹⁰³ Butar-Butar, *Esai-Esai Waktu Subuh*, h. 75.

¹⁰⁴ Zaman, "Terbit Fajar Dan Waktu Subuh (Kajian Nash Syar'i Dan Astronomi)," h. 40.

Indonesia melalui Kemenag RI untuk melaksanakan ibadah salat Subuh.

Standar -20° untuk waktu Subuh merupakan gagasan dari salah satu ahli falak Indonesia yaitu Saadoe'ddin Djambek, beliau juga disebut sebagai *mujaddid al-Hisab* (pembaharu pemikiran hisab). Menurutnya, waktu Subuh dimulai dengan tampaknya fajar yang kedua (fajar *ṣādiq*) disebelah ufuk Timur dan berakhir dengan terbitnya Matahari. Keterlihatan fajar *ṣādiq* didefinisikan dengan posisi Matahari sebesar -20° di bawah ufuk.¹⁰⁵ Sementara Abdur Rachim mengatakan bahwa waktu Subuh itu ketika fajar telah tampak dan pada saat itu ketinggian Matahari berada pada -20° di bawah ufuk.¹⁰⁶

Bila dilihat kebelakang, penggunaan standar -20° untuk waktu Subuh hingga saat ini belum menemukan titik keseragaman baik di Indonesia sendiri maupun di beberapa negara dan organisasi dunia. Berikut beberapa standar ketinggian Matahari untuk waktu Subuh di beberapa negara:

Tabel 4. Penggunaan sudut kedalaman Matahari untuk waktu Subuh dan Isya di beberapa negara¹⁰⁷

No	Organisasi	Isya	Subuh
1	<i>Islamic Society of North America (ISNA)</i>	-15°	-17.5°

¹⁰⁵ Djambek, *Pedoman Waktu Salat Sepanjang Masa*, h. 45.

¹⁰⁶ Susiknan Azhari, *Ilmu Falak: Teori Dan Praktek* (Yogyakarta: Suara Muhammadiyah, 2004), h. 52.

¹⁰⁷ Syamsul Anwar Tono Saksono, *Premature Dawn The Global Twilight Pattern* (Yogyakarta: Suara Muhammadiyah, 2021), h. 7.

2	<i>Muslim World League</i>	-17°	-18°
3	<i>Umm al-Qura University</i>	-22.5°	-18.5°
4	<i>Egyptian General Authority of Survey</i>	-17.5°	-19.5°
5	<i>University of Islamic Science, Karachi</i>	-18°	-18°
6	Malaysia	-18°	-18°
7	Indonesia	-18°	-20°

Dari tabel di atas menunjukkan bahwa kedalaman Matahari yang dipakai untuk waktu Isya dan Subuh dimulai dari -15° sampai -20° di bawah ufuk, yang mana *limit* -18° dan -17° adalah yang paling dominan.¹⁰⁸ Berdasarkan pada bacaan penulis, negara-negara tersebut tidak memberikan alasan secara astronomis tentang pemilihan angka-angka tersebut sebagai batas awal waktu Isya dan Subuh. Akan tetapi, diasumsikan bahwa data-data astronomis tersebut didasarkan pada fakta empiris dilapangan serta ditunjang dengan hasil penelitian dari masing-masing negara/organisasi tersebut sehingga ditetapkan sebagai standar untuk menentukan waktu salat Isya dan Subuh.

Khusus untuk Indonesia, bila ditelaah standar -18° dan -20° ini merupakan hasil bacaan Saadoe'ddin Djambek terhadap buku-buku ilmu falak (astronomi) baik yang berasal dari Timur Tengah maupun dari Nusantara sendiri, karena sampai saat ini

¹⁰⁸ Ritonga, "Problematika Syafaq dan Fajar Dalam Menentukan Waktu Salat Isyak dan Subuh," h. 178.

sejauh penelusuran penulis belum menemukan hasil penelitian maupun hasil observasi yang dilakukan oleh Saadod' ddi Djabatik yang dimuat dalam bentuk tabel (*jiz*).

Tabel 5. Penggunaan sudut kedalaman Matahari untuk waktu Isya dan Subuh menurut astronom muslim¹⁰⁹

No	Nama Tokoh	Isya	Subuh	Sumber
1	Jabir al-Battani (w. 317/929)	-18°	-18°	<i>Zij al-Battāny</i>
2	Abdurrahman ash-Shufi (w. 376/986)	-18°	-18°	<i>Isykaliyyat... (M. S. Audah)</i>
3	Abu Raihan al-Biruni (w. 440/1048)	-18°	-18°	<i>Al-Qānūn al-Mas'ūdy</i>
4	Abu Raihan al-Biruni (w. 440/1048)	- 18°/17°	- 18°/17°	<i>Isti'ab al-Wujuh</i>
5	Az-Zarqali (w. 493/1100)	-18°	-18°	<i>Isykaliyyat... (M. S. Audah)</i>
6	Nashiruddin al-Thusi (w. 672/1273)	-18°	-18°	at-Tadzkirah
7	Mu'ayyid ad-Din al-'Urdhy (w. 664/1266)	- 18°/19°	- 18°/19°	<i>Kitab al-Hai'ah</i>
8	Ibn Syathir (w. 777/1375)	-17°	-19°	<i>Risalah an-Naf' al-'Amm</i>
9	Jamaluddin al-Mardiny (w. 806/1403)	-17°	-19°	<i>Ad-Durr al-Mantsur</i>

¹⁰⁹ Butar-Butar, *Fajar & Syafak Dalam Kesarjanaan Astronom Muslim Dan Ulama Nusantara*, h. 155-116.

10	Qadhi Zadah (w. 840/1436)	-18°	-18°	<i>Syarh Mulakhkhash</i>
----	---------------------------	------	------	--------------------------

Pada tabel di atas dapat dilihat bahwa, penggunaan ketinggian Matahari untuk waktu Isya dan Subuh dimulai pada ketinggian -17° sampai -19° di bawah ufuk. Penggunaan *limit* -18° lebih dominan.

Tabel 6. Penggunaan sudut kedalaman Matahari untuk waktu Isya dan Subuh menurut ulama Nusantara yang pernah menetap dan belajar di *Haramain* (Makkah dan Madinah).¹¹⁰

No	Nama Tokoh	Isya	Subuh	Sumber
1	Ahmad Khatib Minangkabau (w. 1334/1915)	-17°	-19°	<i>Al-Jawahir an-Naqiyyah...</i>
2	Muhammad Mukhtar bin 'Atharid Bogor (w. 1349/1930)	-16°	-19°	<i>Taqrib al-Maqshad</i>
3	Hasan bin Yahya Jambi (w. 1940 M)	-17°	-19°	<i>Nail al-Mathlūb</i>
4	Muhammad Yasin bin Isa Padang (w. 1410/1990)	-17°	-19°	<i>Syarh Tsamarat al-Wasilah</i>
5	Zubair Umar al-Jailany (w. 1411/1990)	-18°	-18°	<i>Al-Khulashah al-Wafiyyah</i>
6	Teungku Muhammad Ali Irsyad	-17°	-19°	<i>Adh-Dhahwah al-Kubra</i>

¹¹⁰ Ibid., h. 120.

7	Muhammad Thahir Jalaluddin (w. 1376 H/1956 M)	-18°	-20°	<i>Nukhbah at-Taqrirat fi Hisab al-Auqat wa Samt al-Qiblah bi al-Lugharimat</i>
---	---	------	------	---

Pada tabel di atas dapat dilihat bahwa, standar untuk waktu Subuh rata-rata menetapkan antara -18° sampai -20° di bawah ufuk Timur. Sementara untuk waktu Isya terbentang antara -16° sampai -19° di bawah ufuk Barat. Dari tabel di atas juga dapat dilihat standar -20° untuk waktu Subuh hanya ditetapkan oleh Muhammad Thahir Jalaluddin, sehingga menimbulkan berbagai pertanyaan tentang adanya perbedaan dalam menetapkan ketinggian Matahari di bawah ufuk.

C. Ketinggian Matahari dalam Menentukan Waktu Salat Subuh

Dalam tinjauan Syar’i, kemunculan fajar sādiq merupakan pertanda masuknya awal waktu salat Subuh dan berakhir sampai terbit Matahari. Sementara dalam tinjauan astronomis, yang menjadi patokan dalam menentukan awal dan akhir waktu salat Subuh adalah letak posisi Matahari.¹¹¹ Untuk menentukan awal waktu salat Subuh, maka posisi Matahari sangat diperlukan untuk mengetahui ketinggiannya baik pada saat Matahari bernilai positif

¹¹¹ Zainuddin, “Posisi Matahari Dalam Menentukan Waktu Shalat Menurut Dalil Syar’i,” *Elfalaky* 4, no. 1 (2020): h. 36.

maupun pada saat bernilai negatif. Yang dimaksud dengan tinggi Matahari adalah ketinggian posisi Matahari yang terlihat (posisi Matahari *mar'i* bukan Matahari hakiki) pada awal atau akhir waktu salat diukur dari ufuk.¹¹² Jadwal waktu salat tersebut dibuat berdasarkan pada kriteria tinggi Matahari.

Perbedaan penentuan nilai ketinggian Matahari menimbulkan perbedaan awal waktu salat Subuh. Terdapat variasi ketinggian Matahari yang digunakan oleh berbagai organisasi, diantaranya -20° , -17° dan -18° di bawah ufuk.¹¹³ Sedangkan disisi lain berpendapat bahwa awal waktu salat Subuh dimulai ketika Matahari berada pada -15° , -16° , -17° , -18° , -19° , dan -21° di bawah ufuk.¹¹⁴ Ketinggian Matahari masih berada di bawah ufuk sehingga kondisi langit masih terlihat gelap. Perlahan bertambahnya ketinggian Matahari mendekati ufuk, secara otomatis langit berangsur-angsur menjadi terang. Adapun tinggi Matahari adalah jarak busur sepanjang lingkaran *vertikal* dihitung dari ufuk sampai Matahari. Sementara tinggi Matahari yang bernilai positif (+) yaitu ketika Matahari berada di atas ufuk, sedangkan Matahari bernilai negatif (-) yaitu ketika Matahari berada di bawah ufuk.

¹¹² Sriyatin KM Shadiq, *Ilmu Falak I* (Surabaya: Fakultas Syariah Universitas Muhammadiyah Surabaya, 1994), h. 73.

¹¹³ Yudhiakto Pramudya and Romadon Abu Yazid Raisal, "Aplikasi Tingkat Kecerlangan Langit Dalam Penentuan Waktu Subuh," *Tarjih* 14, no. I (2017): h. 66.

¹¹⁴ Azhari, *Ensiklopedi Hisab Rukyah*, h. 167.

Menentukan waktu salat Subuh dan Isya sangat berbeda dengan menentukan waktu-waktu salat lainnya, sebab waktu salat Subuh dan Isya posisi Matahari sudah tidak berada di atas ufuk lagi dan sudah tidak dapat dilihat secara kasat mata sehingga memberikan kesulitan kepada pengamat dalam menetapkan ketinggian Matahari untuk menentukan awal waktu salat Subuh dan Isya. Dalam mengamati kemunculan fajar *ṣādiq* menggunakan mata telanjang untuk menentukan awal waktu Subuh sebenarnya masih dapat dilakukan, diantaranya dapat dilakukan ditempat yang terhindar dari polusi cahaya (baik polusi cahaya buatan manusia maupun cahaya benda langit seperti Bulan, Galaksi dan lain-lain).

Namun hal itu sangat sulit mengingat polusi cahaya buatan manusia di Indonesia sudah tidak dapat dikondisikan lagi sehingga membutuhkan sebuah teknologi yang dapat menangkap cahaya fajar ketika berada di bawah ufuk. Mengingat perkembangan teknologi yang begitu pesat, maka tidak ada salahnya umat Islam untuk memanfaatkan teknologi tersebut dalam menentukan waktu salat Subuh melalui pengamatan fajar *ṣādiq* sehingga mendapat hasil yang jauh lebih akurat dibandingkan dengan pengamatan dengan mata telanjang.

D. Peran Teknologi dalam Menentukan Ketinggian Fajar *Ṣādiq*

Kemunculan fajar *ṣādiq* merupakan pertanda masuknya awal waktu salat Subuh. Untuk mengetahui waktu kemunculan

fajar *sādiq* serta ketinggian Matahari khususnya ketika berada di bawah ufuk, dibutuhkan sebuah teknologi atau alat optik yang dapat menangkap cahaya fajar *sādiq*. Dengan adanya teknologi yang dapat menangkap cahaya fajar *sādiq* memberikan kemudahan kepada peneliti dan umat Islam untuk memastikan kapan fajar *sādiq* muncul kaitannya untuk mengetahui awal waktu salat Subuh yang sebenarnya. Ketika umat Islam melaksanakan salat sebelum masuk waktunya maka salatnya tidak sah. Sebagaimana firman Allah dalam *QS. An-Nisā' 04: 103*.

إِنَّ الصَّلَاةَ كَانَتْ عَلَى الْمُؤْمِنِينَ كِتَابًا مَّوْقُوتًا

Sesungguhnya salat itu adalah fardu yang ditentukan waktunya atas orang-orang yang beriman (QS. An-Nisā'/04: 103)¹¹⁵.

Pada era sekarang ini, para ahli falak maupun astronomi dalam penentuan waktu Subuh (proses pengamatan fajar) sudah menggunakan dan memanfaatkan instrumen-instrumen optik seperti *Sky Quality Meter (SQM)*, *Kamera Digital Single –Lens Reflex (DSLR)*, *All Sky Camera (ASC)*, *Sistem Otomatisasi Observasi Fajar (SOOF)*, *Portable Twilight Meter (PTM)¹¹⁶*, dan instrumen lainnya. Disisi lain, penggunaan instrumen yang

¹¹⁵ Kementerian Agama RI, al-Quran dan Terjemahannya,

¹¹⁶ *Portable Twilight Meter (PTM)* merupakan instrumen yang digunakan Kemenag RI dalam pengamatan fajar sadik. Informasi tersebut didapatkan berdasarkan wawancara penulis kepada Bapak Islam Fahmi.

beragam menyebabkan adanya perbedaan dalam menetapkan ketinggian Matahari di bawah ufuk dalam menentukan awal waktu Subuh.¹¹⁷ Namun penggunaan teknologi yang ada sekarang lebih baik dibandingkan masih menggunakan instrumen klasik dan mata telanjang, sebab pengamatan menggunakan mata secara langsung terdapat kesulitan karena polusi cahaya yang tidak dapat dikondisikan lagi sehingga pengamatan fajar menggunakan instrumen modern lebih akurat dan lebih disarankan untuk meminimalisir kesalahan yang terjadi pada saat menetapkan ketinggian Matahari di bawah ufuk.

¹¹⁷ Butar-Butar, *Esai-Esai Waktu Subuh*, h. 78.

BAB III

ALL SKY CAMERA DALAM

PENGAMATAN KEMUNCULAN FAJAR ŠADIQ

A. Gambaran Umum *All Sky Camera*

All Sky Camera (ASC) pada dasarnya merupakan sebuah kamera DSLR biasa yang telah dilengkapi dengan *fish-eye lens* (lensa cembung) sehingga memungkinkan untuk memperoleh foto panoramik untuk wilayah 360°. ¹¹⁸ Adapun jenis ASC yang digunakan dalam penelitian fajar šadiq ini adalah *All Sky Camera type ALPHEA 6MW Monochrome* yang mana kamera tersebut memiliki kapasitas 6 mega piksel. Penelitian menggunakan ASC menghasilkan data berupa berbentuk citra yang terdiri atas 6.4 mega piksel per *frame*. ¹¹⁹ Diperlukan memori sekitar 6.4 MB untuk menyimpan data dalam satu kanal warna dan 19 MB untuk merekam satu *frame* citra dengan unsur kanal merah, hijau dan biru. Pengambilan data dapat dilakukan sepanjang malam dan secara praktis dapat digunakan untuk mendeteksi kemunculan fajar šadiq dalam menentukan awal waktu salat Subuh dengan cara

¹¹⁸ Alcor System, “Alcor System ALPHEA All Sky Camera,” Diakses pada bulan Mei 2022, last modified 2013, https://www.alcor-system.com/common/allSky/docs/Presentation_NEAF2013_camera_ALSKY.pdf.

¹¹⁹ Tono Saksono, *Premature Dawn The Global Twilight Pattern*, h. 65.

melihat perubahan pada citra dari gelap ke terang sehingga lebih memudahkan peneliti dalam mengamati kemunculan fajar *ṣādiq*.

ASC memiliki beragam jenis berdasarkan *spesifikasi* yang berbeda dari setiap jenisnya seperti *Alcor system* (warna), dan *Monochrome* (hitam-putih) maupun kemudahan dalam pengoperasiannya yaitu dalam pengambilan data dilapangan. Adapun jenis ASC yang digunakan dalam pengamatan fajar *ṣādiq* pada penelitian ini adalah *ASC ALPHEA 6MW-Monochrome*. *ASC Monochrome* merupakan model ASC yang masih dihubungkan dengan komputer dan masih menggunakan sambungan USB agar dapat merekam data fajar. Adapun citra yang dihasilkan oleh *ASC Monochrome* ini ditampilkan dalam bentuk hitam putih. Berikut *spesifikasi ASC ALPHEA 6MW*:¹²⁰

Ukuran	125mm diameter, 120 mm <i>altitude</i>
Berat	1.5 kg.
Daya Listrik	<i>PC powered, 24V and 0.1A</i>
Panjang Kabel Power	11 Meter
Panjang Kabel USB	12 Meter

¹²⁰ Alcor System, “Alcor System ALPHEA All Sky Camera,” Diakses pada bulan Mei 2022.

Berikut ini adalah gambaran fisik dari *ASC ALPHEA 6MW-Monochrome*:¹²¹



Gambar 8. *ASC ALPHEA 6MW Monochrome* tampak samping



Gambar 9. *ASC ALPHEA 6MW Monochrome* tampak atas

¹²¹ Dokumentasi pribadi saat peminjaman alat di Observatorium Ilmu Falak Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (OIF UMSU) di Medan.



Gambar 10. ASC ALPHEA 6MW Monochrome terkoneksi dengan USB dan kabel adaptor

B. Proses Kerja ASC ALPHEA 6MW

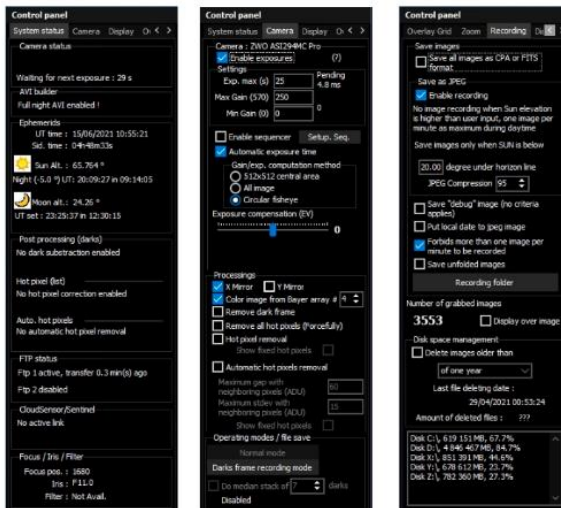
ASC ALPHEA 6MW pada dasarnya adalah kamera DSLR (*digital single lens reflex*) yang dilengkapi dengan *fish eye lens* (lensa cembung) dengan demikian mampu mengambil citra *panoramic 360°*. Adapun data yang dihasilkan ASC berbentuk citra yang terdiri 6.4 mega piksel per *frame*, untuk mendapatkan data tersebut ASC harus terkoneksi dengan kabel USB dan kabel power yang terhubung dengan komputer. ASC memiliki *memory* sebagai tempat penyimpanan data pengamatan yang berbentuk citra. Selama pengambilan data berlangsung, kamera akan menangkap cahaya seluas 360° sekeliling dan akan menghasilkan citra (gambar). Data yang dihasilkan oleh ASC berbentuk citra yang

dapat dilihat secara langsung oleh pengamat pada layar komputer. Dengan melihat citra tersebut pengamat dapat melihat secara jelas kondisi langit malam dengan mudah tanpa ada bantuan *software* atau aplikasi lainnya.

C. *Software Skywach All Sky Camera*

Skywach All Sky Camera adalah *software* yang digunakan untuk menjalankan dan membaca data yang diambil ASC. Selain itu, *Skywach* juga dapat digunakan untuk mengatur fungsi lainnya seperti kalibrasi mata angin supaya dapat menunjukkan arah kamera yang diinginkan seperti arah Utara maupun Timur.

Berikut ini tampilan *Skywach All Sky Camera* pada saat dioperasikan pada komputer:¹²²



¹²² Alcor System, “Alcor System ALPHEA All Sky Camera,” Diakses pada bulan Januari 2022.

Gambar 11. Jendela utama *Software Skywach* ditampilkan pada komputer.

Fungsi-fungsi utama yang ada pada jendela utama *Skywach* antara lain:

1. Jendela Kontrol

2. Kolom Menu

Adapun menu utama terdiri dari *file, options, Misc. About*, yang mana setiap menu memiliki fungsi masing-masing, sebagaimana dapat dilihat penjelasan di bawah ini:

Menu	Isi	Fungsi
<i>File</i>	<i>Open</i>	Melihat rekaman data sebelumnya
	<i>Exit</i>	Menghentikan proses pengambilan data
<i>Options</i>	<i>Camera Stup</i>	Memilih <i>type</i> kamera yang ingin dioperasikan
	<i>General Software Setup</i>	Memunculkan jendela pengisian koordinat, memunculkan tempat penyimpanan data, pengaturan <i>exposures</i> , perubahan negara, tempat dan lain-lain.

<i>Misc</i>	<i>Show Message Panel</i>	Menampilkan data <i>recording</i> dan lain-lain.
	<i>Check for an update</i>	Menampilkan <i>update</i> situs <i>alcor system</i>
<i>About</i>	<i>Software</i>	Menampilkan <i>software</i>

Tabel 7. Menu utama pada jendela *Skywach*

3. Menampilkan perangkat yang terhubung

Apabila ASC dihubungkan dengan komputer, secara otomatis terdeteksi dan terbaca perangkat yang dihubungkan. Apabila ASC tidak terdeteksi, klik **exit** lalu kembali ke aplikasi *Skywach* kemungkinan perangkat akan terbaca. Hal tersebut terjadi disebabkan *softwrenya* tidak terdeteksi ataupun ada gangguan virus pada komputer yang digunakan.

4. *Control Panel*/Jendela Informasi

Adapun *control panel*/jendela informasi berisi *System Status*, *Camera*, *Display*, *Overlay Grid*, *Zoom*, dan *Recording*. Penjelasan fungsi tersebut dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

<i>Control Panel</i>	Fungsi untuk menampilkan fitur-fitur yang ada di dalamnya
<i>System Status</i>	Menampilkan <i>Ephemeris</i> (ketinggian Matahari dan Bulan)
<i>Camera</i>	Menampilkan dan mengatur <i>exposures</i>

<i>Display</i>	Pengaturan <i>contrast</i> untuk keceahan penampilan ASC
<i>Overlay Grid</i>	Pengaturan <i>center (fixels)</i>
<i>Zoom</i>	Memperbesar obyek pada ASC
<i>Recording</i>	Tempat penyimpanan data dan informasi jumlah data yang terekam

Tabel 8. *Control panel*/jendela informasi

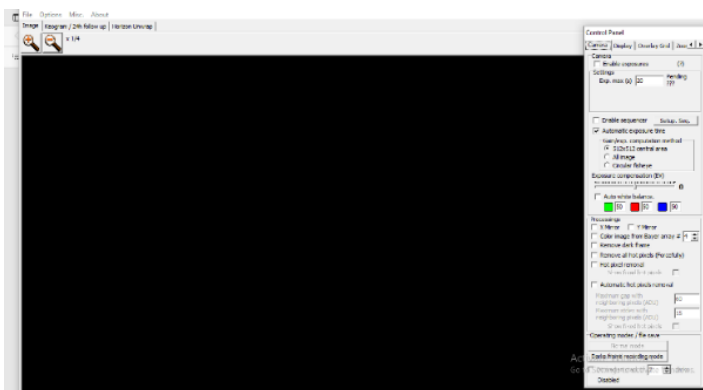
D. Proses Penggunaan *All Sky Camera ALPHEA 6MW*

Adapun langkah-langkah yang dilakukan dalam pengaturan ASC pada *software Skywach* sebagai berikut:

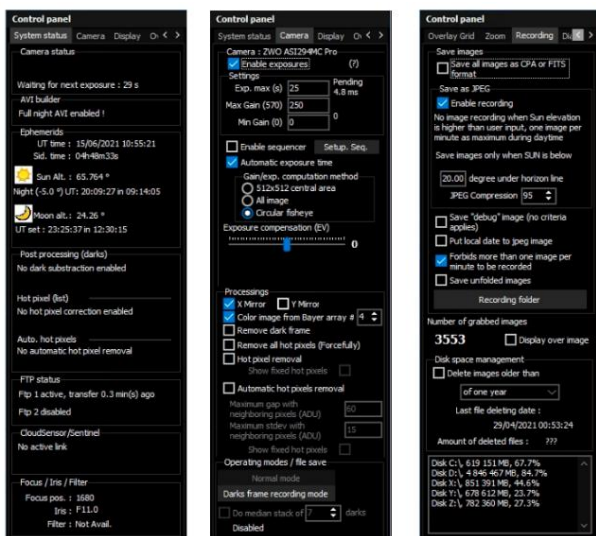


Gambar 12. ASC dihubungkan dengan komputer dan kabel power.

1. Buka *Skywach All Sky Camera* dan tunggu sebentar hingga jendela informasi terbuka sempurna.



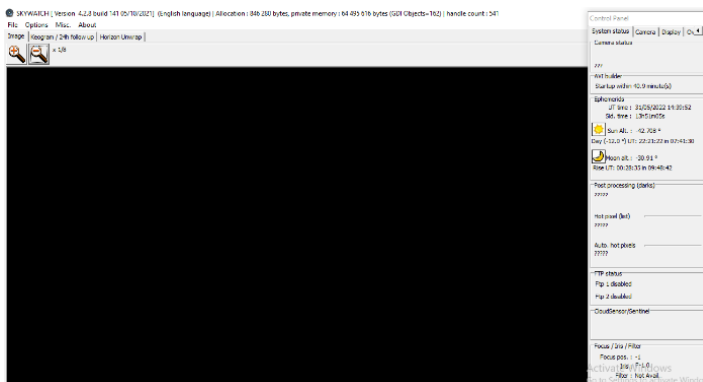
Gambar 13. Tampilan awal *Skywach* pada layar komputer



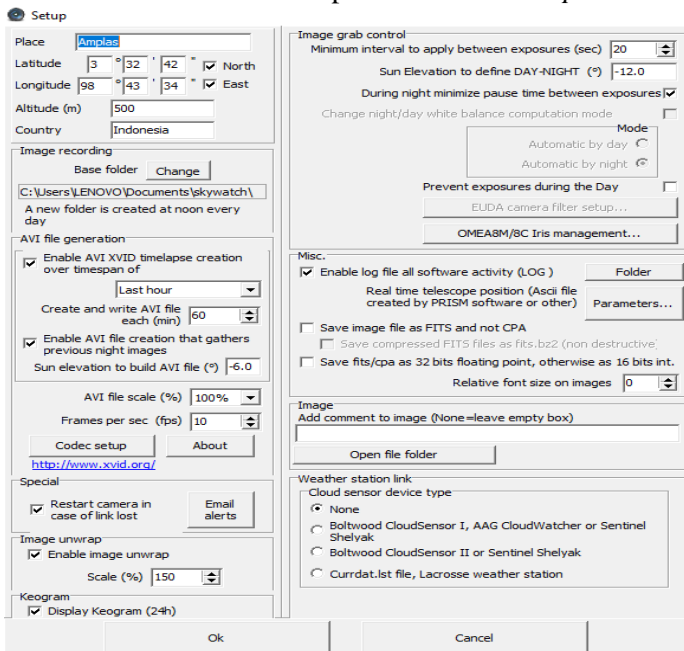
Gambar 14. Tampilan utama *Skywach*

2. Pada menu *options*, klik *general software* setup untuk mengisi dan mengedit data-data yang diperlukan seperti *location*

name, latitude dan longitude, country, image recording, dan lain-lain yang perlu diisi.

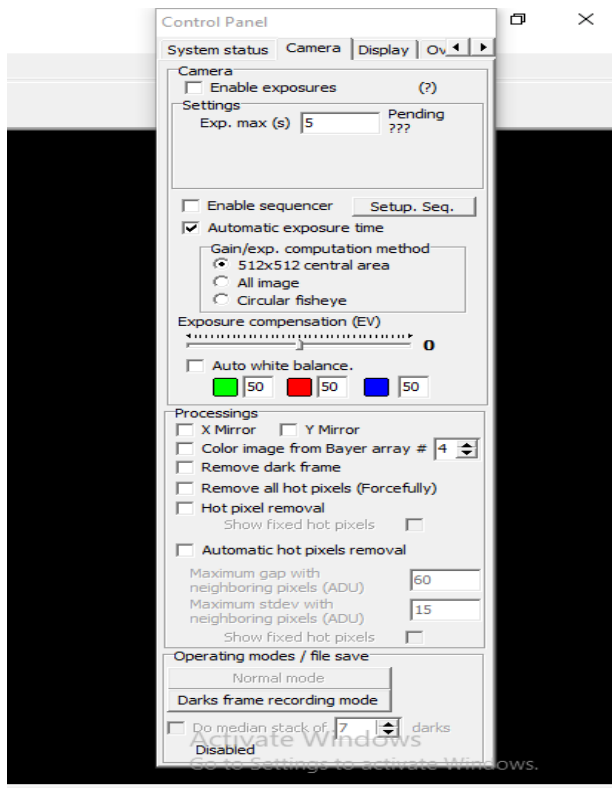


Gambar 15. Tampilan utama menu *options*



Gambar 16. Pengisian informasi data-data yang diperlukan

3. Pada *control panel*/informasi, klik *camera exposures set* 30, dengan demikian data akan direkam dengan interval setiap 30 detik atau sesuai interval yang diinginkan, hal tersebut dilakukan supaya data fajar dapat direkam serapat mungkin agar tidak kehilangan proses kemunculan awal fajar *ṣādiq*.



Gambar 17. Pengisian *interval* waktu pengambilan data fajar

E. Proses Pengambilan Data Fajar Menggunakan ASC

Berikut ini adalah berbagai tahapan dalam pengambilan data fajar menggunakan instrumen ASC:¹²³

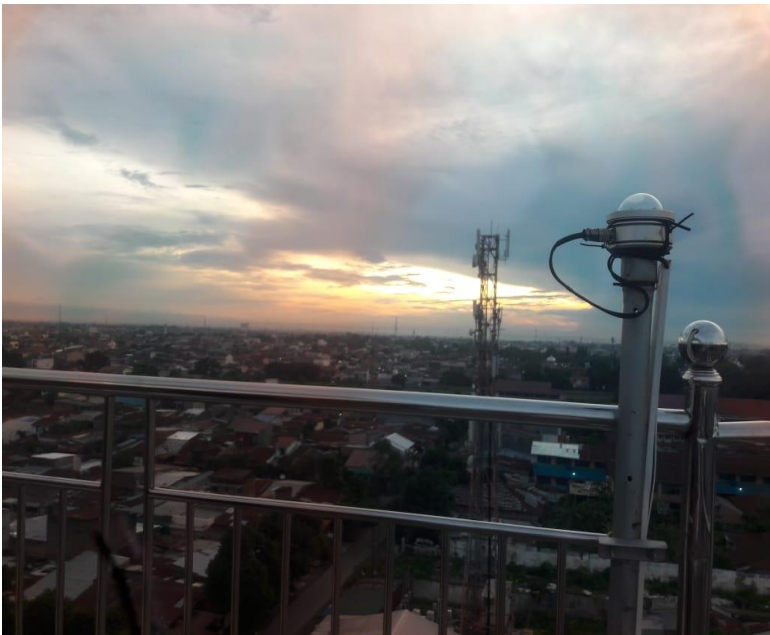
1. Pasang atau letakkan ASC ditempat yang datar, ditempat yang sudah disediakan seperti *tripod*, kemudian pastikan *tripod* tidak goyang ketika angin datang atau ketika ada gangguan lain karena hal itu akan menyebabkan kendala dalam pengamatan fajar.



Gambar 18. Pemasangan ASC pada tempat yang datar atau *tripod* yang telah disediakan.

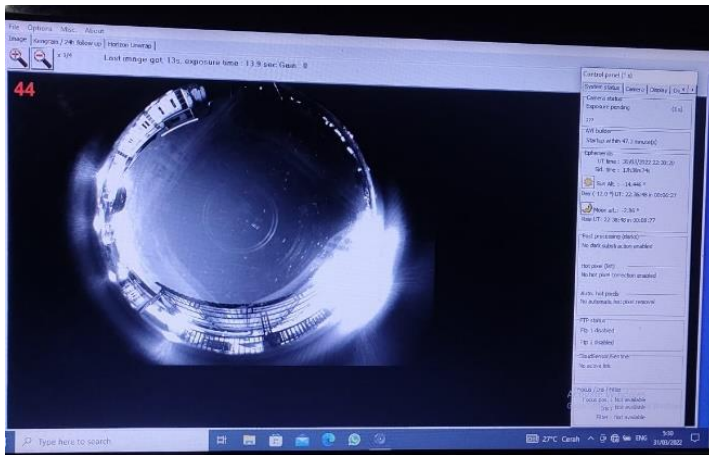
¹²³ Sumber gambar, dokumentasi penulis pada saat pengambilan data dilapangan.

2. Kemudian arahkan ASC ke arah Timur. Untuk menentukan arah sejati Timur dapat dilakukan dengan menggunakan alat *Theodolite* (alat yang biasa digunakan dalam mengukur sudut) atau minimal diukur menggunakan kompas dan menggunakan alat lainnya yang dapat menentukan arah Timur. Hal tersebut dilakukan agar pengambilan data fajar lebih fokus ke arah yang diinginkan. Ketika ASC diarahkan ke arah Timur secara persis maka akan memberikan kemudahan pada saat mendeteksi kemunculan fajar melalui citra hasil potretan dari ASC.



Gambar 19. Pemasangan ASC mengarah ke ufuk Timur dilokasi pengambilan data fajar.

3. Kemudian Sambungkan kabel USB *All Sky Camera* ke komputer serta kabel *adaftor*, secara otomatis ASC akan merekam data (citra) dengan interval waktu tiap 30 detik (sesuai kebutuhan interval waktu yang diinginkan) selama pengambilan data yang dilakukan dalam rentang waktu dari jam 04:30 WIB sampai dengan 05:30 WIB.



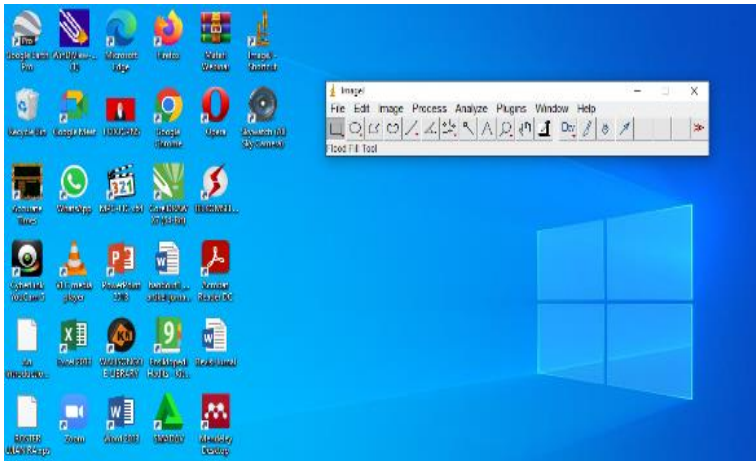
Gambar 20. ASC merekam data selama pengamatan berlangsung pada komputer.

4. Pengambilan data dilakukan sampai batas waktu yang telah ditentukan, kemudian untuk mengakhiri pengamatan, klik **exit** sehingga pengambilan data pun selesai. Setelah data fajar berhasil didapatkan, kemudian dilakukan pengolahan citra fajar hasil pengamatan menggunakan ASC dengan menggunakan metode yang ada.

F. Pengolahan Data Citra dari ASC

Setelah citra hasil pengamatan fajar didapatkan, selanjutnya dilakukan tahapan-tahapan pengolahan data fajar dengan mengakses nilai piksel dari seluruh citra. Setiap citra yang diambil harus diketahui nilai pikselnya menggunakan aplikasi *ImageJ*. Adapun langkah-langkah untuk menganalisis nilai piksel dari citra hasil pengamatan untuk mengetahui perubahan kecerlangan langit dari perubahan nilai piksel adalah sebagai berikut.¹²⁴

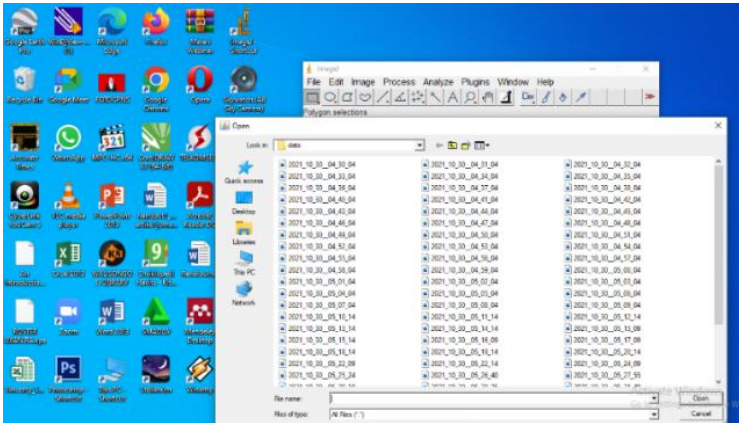
1. Buka Aplikasi *ImageJ*



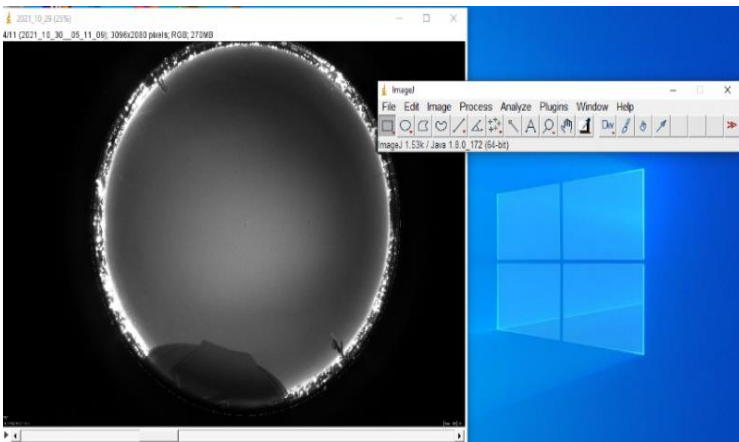
Gambar 21. Tampilan awal aplikasi *ImageJ* pada komputer

¹²⁴ Damanhuri, *Pengamatan Dan Penelitian Awal Waktu Subuh: Semua Bisa Melakukannya*, h. 78.

2. Klik pada menu *file*, lalu klik *import*, klik *image sequence*, kemudian pilih data dan *klik oke*, kemudian tunggu semua data berhasil *diupload* ke aplikasi *ImageJ*.

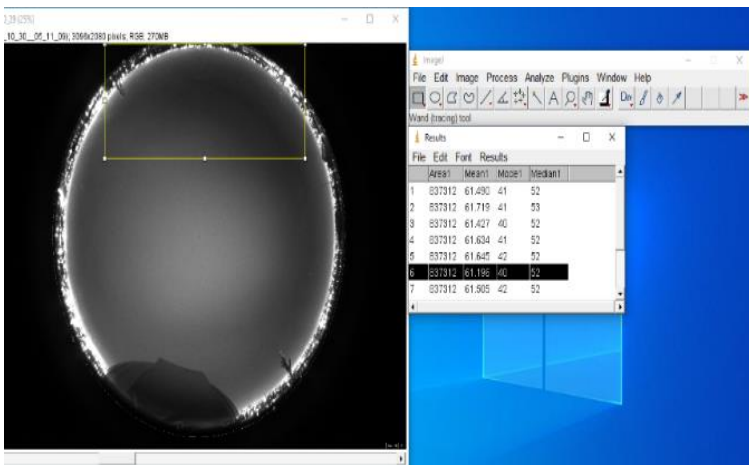


Gambar 22. Membuka citra yang akan diakses jumlah nilai pikselnya



Gambar 23. Proses *upload* citra hasil pengamatan pada aplikasi *ImageJ* di komputer.

3. Kemudian tentukan **area (Cropping)** pada citra (ufuk Timur), karena citra yang akan diambil nilai pikselnya hanya citra pada ufuk Timur saja. Kemudian untuk mencari nilai **Mean Gray Value, Median, dan Area**, klik pada menu **Analyze**, lalu klik **Set Measurement**, kemudian klik **Analyze**, pilih **tool**, kemudian pilih **ROI Manager**, lalu klik **Add (T)**, lalu klik **More** kemudian pilih **Multi Measure** lalu klik **ok**. Dengan demikian akan didapatkan jumlah rata-rata nilai piksel dari seluruh citra yang di *upload* pada *ImageJ*. Kemudian simpan nilai rata-rata piksel yang telah didapatkan dengan cara klik **file** lalu **Save AS**. Maka *file* (nilai piksel) akan tersimpan pada *Notepad* atau bila ingin disimpan langsung ke *Ms. Excel* langsung di blok kemudian di *copy* pada *Ms. Excel*.



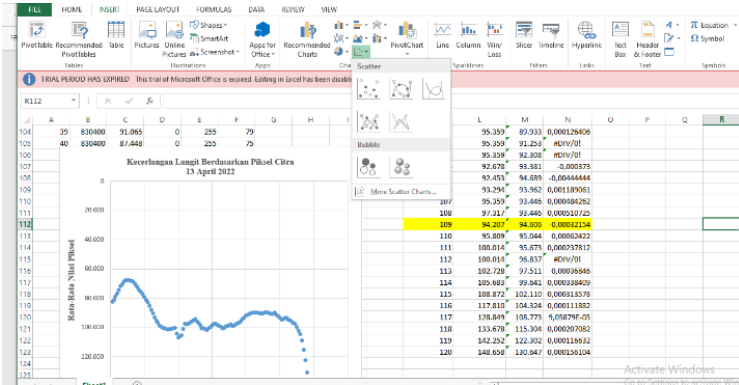
Gambar 24. Proses *cropping* pada citra dan mengakses nilai piksel dari data citra yang di *upload*

2 - Notepad

File	Edit	Format	View	Help					
		Area1	Mean1	Min1	Max1	Median1			
1		830400	96.449	0	255	84			
2		830400	97.716	0	255	85			
3		830400	97.495	0	255	84			
4		830400	97.699	0	255	84			
5		830400	96.129	2	255	82			
6		830400	101.312	0	255	86			
7		830400	99.784	0	255	84			
8		830400	100.598	0	255	84			
9		830400	100.972	0	255	85			
10		830400	101.061	0	255	85			
11		830400	94.663	0	255	80			
12		830400	98.841	0	255	84			
13		830400	100.160	0	255	85			
14		830400	97.773	0	255	84			
15		830400	98.215	0	255	86			
16		830400	98.194	0	255	86			
17		830400	97.170	1	255	85			
18		830400	94.639	0	255	83			
19		830400	96.318	0	255	85			
20		830400	92.816	0	255	81			
21		830400	91.527	0	255	80			
22		830400	92.668	0	255	81			
23		830400	90.049	0	255	78			

Gambar 25. Informasi nilai piksel yang tersimpan di *Notepad*

4. Buat grafik setelah mendapatkan nilai rata-rata piksel pada citra, yaitu dengan memilih bentuk grafik *scatter* atau tergantung bentuk grafik yang diinginkan. Dalam hal ini penulis menggunakan grafik *scatter* agar lebih mudah dalam mengamati titik turun pada grafik tersebut. Yang mana grafik yang menurun secara terus-menerus merupakan sebagai indikasi kemunculan fajar *ṣādiq*.



Gambar 26. Grafik nilai piksel yang diakses menggunakan aplikasi *ImageJ*.

5. Setelah nilai piksel pada citra didapatkan, maka tahap selanjutnya adalah membuat grafik dan melakukan analisis untuk menentukan titik belok pada grafik yang menandakan awal munculnya fajar *ṣādiq* dengan menggunakan *Simple Moving Average derajat 5*, dan menentukan titik belok pada grafik dengan menambahkan *gradien*. Adapun rumus yang digunakan dalam menentukan menurun atau menetapnya perubahan data digunakan pendekatan *gradien* dengan langkah-langkah sebagai berikut:

$$m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} \quad [1]$$

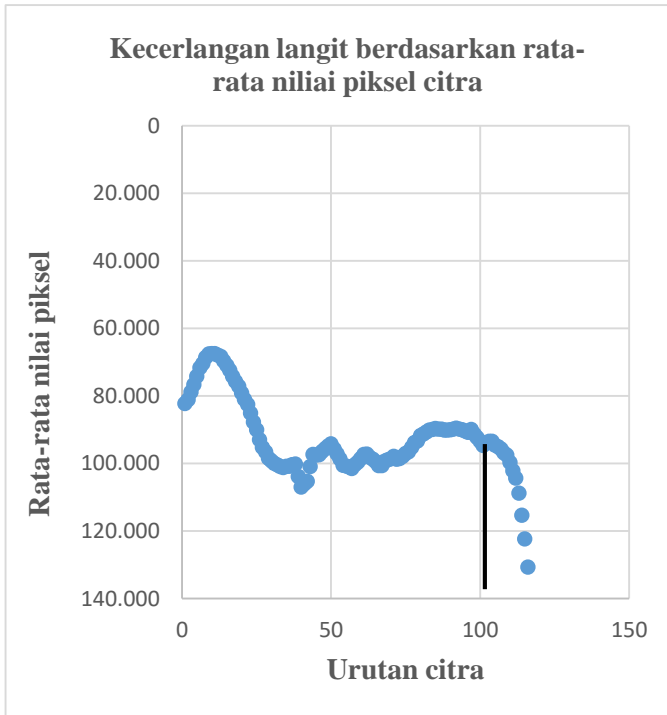
Untuk menentukan peralihan data ke-5 menuju data ke-6, maka rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$m = \frac{(\text{data ke-6}) - (\text{data ke-5})}{(\text{MA5 ke-6}) - (\text{MA5 ke-5})} \quad [2]$$

Urusan Citra	Jumlah Piksel	MA 5	Gradien
1	82.673		
2	82.673		
3	82.202		
4	81.361		
5	78.192	82.227	
6	73.416	81.107	-0,00020938
7	73.657	78.793	0,004149378
8	71.335	76.657	-0,00043066
9	68.097	74.150	-0,00030883
10	66.315	71.626	-0,00056117
11	66.611	69.851	0,003378378
12	65.277	68.090	-0,00074963
13	66.484	66.575	0,0008285
14	68.328	66.172	0,000542299
15	68.797	66.675	0,002132196
16	68.750	67.222	-0,0212766
17	72.717	68.090	0,00025208

Gambar 27. Jumlah rata-rata nilai piksel menggunakan *Simple Moving Average* Derajat 5 dan menggunakan *Gradien* untuk menentukan titik belok pada grafik.

6. Selanjutnya perhatikan grafik landai/menurun secara terus menerus dengan bantuan melihat nilai *gradien*, yang mana nilai *gradien* diakhiri dengan tanda negatif terakhir yang diikuti dengan nilai piksel positif secara terus-menerus. Maka nilai negatif terakhir tersebut merupakan sebagai awal munculnya fajar *ṣādiq*.



Gambar 28. Gambar awal munculnya fajar sādīq

Bila diperhatikan gambar grafik (28) memperlihatkan perubahan kecerlangan langit secara berangsur-angsur atau adanya perubahan dari langit malam menuju langit terang. Seperti terlihat pada grafik, dari data ke-10 menuju data ke-50 terjadi penurunan dan kenaikan yang mana pada saat itu memperlihatkan kondisi langit yang tidak stabil atau adanya *nois* (gangguan), namun data ke-90 menuju data ke-100 kecerlangan langit tidak berubah atau stabil,

namun data dari 109 menuju data ke-110 terjadi penurunan dan seterusnya mengalami penurunan. Dalam menentukan titik hadirnya fajar *ṣādiq*, maka data ke-109 menuju data ke-110 merupakan sebagai titik belok awal kehadiran fajar *ṣādiq*. Dengan demikian kemunculan fajar *ṣādiq* terdapat pada citra ke-109 menuju citra ke-110.

G. Hasil Observasi Menggunakan ASC

Pengamatan fajar menggunakan ASC ini dilakukan di kota Medan dengan mengambil tiga lokasi yang merepresentasikan daerah kota Medan. Adapun lokasi penelitian tersebut adalah sebagai berikut:

1. Pengamatan fajar *ṣādiq* dilakukan di Gedung Pascasarjana Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU) yang terletak di Jalan Denai, Medan Denai, kota Medan Sumatera Utara. Pengambilan data fajar dilokasi ini cukup ideal karena lokasinya yang tinggi berada pada *rooftop* lantai delapan sehingga dapat melihat ufuk Timur secara penuh. Namun dari segi tingkat kecerahan langit, lokasi ini tidak ideal karena dikelilingi oleh lampu-lampu gedung-gedung tinggi sehingga menjadikan lokasi ini tercemari polusi cahaya buatan manusia. Adapun koordinatnya adalah $3^{\circ} 34' 55, 06''$ LU & $98^{\circ} 43' 17, 09''$ BT dan elevasi 32 mdpl.

2. Pengambilan data fajar dilakukan di pinggiran kota Medan yang terletak di Medan Amplas (berbatasan langsung dengan Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara), lokasi ini merupakan masih tergolong pedesaan karena memiliki polusi cahaya yang minim dibandingkan dengan daerah lainnya yang ada di kota Medan. Sehingga lokasi ini menjadi lokasi yang sangat ideal untuk dijadikan sebagai tempat pengamatan fajar *sādiq*. Adapun koordinat lokasinya adalah $3^{\circ} 32' 42, 41''$ LU & $98^{\circ} 42' 34, 48''$ BT dan elevasi 32 mdpl.

3. Pengambilan data fajar dilakukan di Medan Sunggal, yang terletak di jalan Medan Sunggal, Sumatera Utara, lokasi ini merupakan daerah pinggiran Barat kota Medan, namun lokasi ini sudah tercemari oleh polusi cahaya buatan manusia karena banyaknya bangunan gedung-gedung tinggi yang menjadikan lokasi ini diterangi oleh lampu-lampu bangunan gedung-gedung tersebut. Adapun koordinat lokasi ini $3^{\circ} 34' 32, 17''$ LU & $98^{\circ} 37' 19, 39''$ BT dengan elevasi 30 mdpl.

Pengamatan fajar di Kota Medan dilakukan selama enam (6) bulan, yaitu pada bulan Oktober-Nopember 2021 dan Januari-April 2022. Total keseluruhan data selama 6 bulan adalah sebanyak 28 hari, namun pada saat pengambilan data fajar tidak selalu memiliki langit yang cerah, sehingga data yang berhasil didapatkan hanya 11 hari data. Selama 11 hari pengamatan tersebut kondisi

langit dalam keadaan cerah sehingga mendapatkan data yang baik untuk dilakukan tahap pengolahan dan analisis.

Pengambilan data fajar dilakukan dalam rentang waktu kurang lebih 1 jam dengan rincian setengah jam (30 menit) sebelum waktu salat Subuh dan setengah jam (30 menit) setelah salat Subuh berdasarkan jadwal salat hisab Kemenag RI. Durasi pengambilan data dilakukan antara rentang 30 detik untuk meminimalisir terjadinya kesalahan dalam mengamati awal munculnya fajar *ṣādiq*. Sehingga citra yang didapatkan melalui ASC bervariasi, mulai dari warna langit yang masih gelap, samar-samar hingga warna langit yang mulai keputih-putihan yang disebabkan oleh posisi Matahari semakin mendekati ufuk Timur. Nilai piksel yang didapatkan dari citra juga bervariasi atau tidak sama, yaitu mulai dari piksel yang bernilai negatif hingga piksel yang bernilai positif.

Berikut ini adalah gambaran kondisi langit pada saat pengambilan data dilakukan selama 28 hari di kota Medan: Gedung Pascasarjana UMSU, Medan Amplas, dan Medan Sunggal.

No	Tanggal	Cuaca	Hasil
1	18 Oktober 2021	Cerah	Berhasil
2	07 Nopember 2021	Cerah	Berhasil
3	09 Nopember 2021	Cerah	Berhasil
4	12 Nopember 2021	Mendung	Gagal

5	04 Januari 2022	Mendung	Gagal
6	06 Januari 2022	Mendung	Gagal
7	07 Januari 2022	Mendung	Gagal
8	08 Januari 2022	Mendung	Gagal
9	09 Januari 2022	Mendung	Gagal
10	02 Februari 2022	Cerah	Berhasil
11	05 Februari 2022	Cerah	Berhasil
12	08 Februari 2022	Cerah	Berhasil
13	09 Februari 2022	Mendung	Gagal
14	11 Februari 2022	Hujan	Gagal
15	12 Februari 2022	Mendung	Gagal
16	12 Maret 2022	Mendung tipis	Berhasil
17	02 April 2022	Grimis	Gagal
18	03 April 2020	Mendung	Gagal
19	05 April 2022	Hujan	Gagal
20	06 April 2022	Mendung	Gagal
21	07 April 2022	Mendung	Gagal
22	09 April 2022	Cerah	Berhasil
23	10 April 2022	Cerah	Berhasil
24	11 April 2022	Cerah	Berhasil
25	13 April 2022	Cerah	Berhasil
26	14 April 2022	Mendung	Gagal
27	15 April 2022	Hujan	Gagal

28	16 April 2022	Mendung	Gagal
----	---------------	---------	-------

Tabel 9. Kondisi cuaca dilokasi selama pengambilan data fajar di Medan.

Berikut ini adalah salah satu rata-rata nilai piksel pada citra hasil pengamatan menggunakan ASC yang diakses menggunakan aplikasi *ImageJ* pada tanggal 13 April 2022. Data-data di bawah ini kemudian diplot menjadi sebuah grafik untuk melihat perubahan kecerlangan langit dan untuk menentukan titik belok pada grafik sebagai indikasi awal munculnya fajar şādiq.

Urutan Citra	Jumlah Piksel	MA 5	Gradien
1	82.673	-	-
2	82.673	-	-
3	82.202	-	-
4	81.361	-	-
5	78.192	82.227	-
6	73.416	81.107	-0,0008927
7	73.657	78.793	-0,0004321
8	71.335	76.657	-0,0004681
9	68.097	74.150	-0,000399
10	66.315	71.626	-0,0003962
11	66.611	69.851	-0,0005633
12	65.277	68.090	-0,0005677
13	65.484	66.575	-0,0006603
14	68.328	65.922	-0,0015308
15	68.797	66.425	0,00198708
16	68.750	66.972	0,00182983

17	72.717	67.840	0,00115174
18	73.605	69.648	0,00055302
19	60.482	70.967	0,00075801
20	76.136	68.889	-0,0004811
21	78.480	70.735	0,00054157
22	79.514	72.176	0,00069408
23	82.171	73.653	0,00067693
24	70.936	79.075	0,00018443
25	84.318	77.775	-0,0007692
26	89.743	79.235	0,00068517
27	92.993	81.792	0,00039105
28	92.934	84.498	0,00036962
29	96.247	89.997	0,00018183
30	98.717	92.979	0,00033532
31	98.466	95.223	0,00044573
32	100.301	96.591	0,00073086
33	99.468	98.433	0,00054296
34	101.595	99.238	0,00124185
35	100.507	99.958	0,00138985
36	102.120	100.468	0,00195982
37	100.387	100.923	0,00219901
38	100.387	101.152	0,00435256
39	100.387	100.850	-0,0033113
40	100.115	100.820	-0,0333333
41	99.575	100.319	-0,001995
42	115.484	100.116	-0,0049261
43	112.676	103.890	0,00026495
44	96.524	106.963	0,00032549
45	96.524	106.065	-0,0011139

46	97.995	105.302	-0,001311
47	98.139	100.930	-0,0002287
48	97.436	97.296	-0,0002752
49	96.020	97.524	0,00438596
50	94.057	97.398	-0,0079365
51	94.914	96.413	-0,0010157
52	94.339	95.607	-0,0012403
53	93.296	94.833	-0,0012916
54	100.412	94.152	-0,0014684
55	100.412	95.740	0,00062943
56	100.412	97.115	0,00072754
57	90.948	98.633	0,00065865
58	100.959	98.046	-0,0017036
59	101.660	98.183	0,00731261
60	102.394	98.495	0,00320513
61	96.449	98.990	0,00201816
62	97.716	100.366	0,00072714
63	97.495	99.555	-0,0012334
64	97.699	98.514	-0,0009604
65	96.129	97.340	-0,000852
66	101.312	97.260	-0,0125
67	99.784	98.159	0,00111235
68	100.598	98.731	0,00174749
69	100.972	99.456	0,00137979
70	101.061	100.667	0,00082593
71	94.663	100.604	-0,0159363
72	98.841	99.324	-0,0007811
73	100.160	98.884	-0,0022766
74	97.773	98.681	-0,0049261

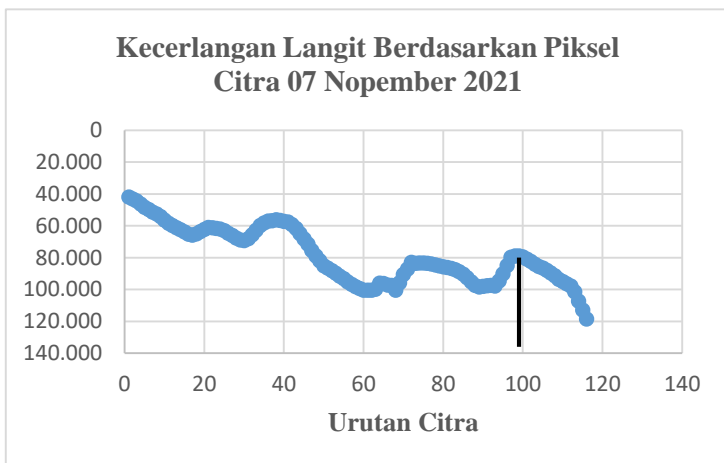
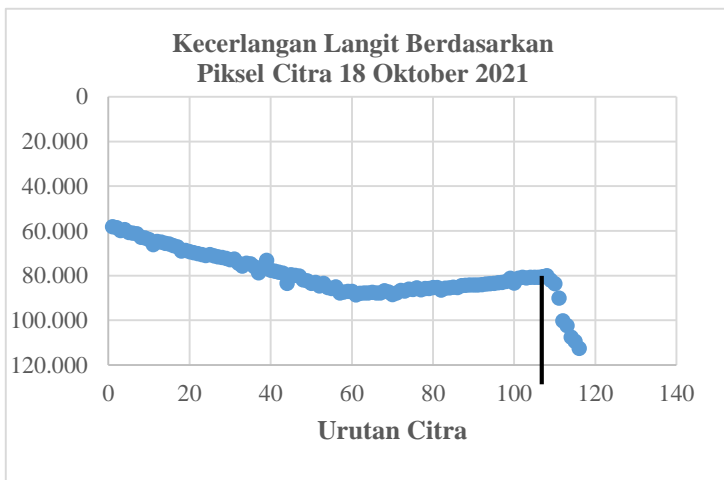
75	98.215	97.859	-0,0012165
76	98.194	98.747	0,00112613
77	97.170	98.586	-0,0061824
78	94.639	97.838	-0,0013378
79	96.318	97.055	-0,0012763
80	92.816	96.580	-0,0021086
81	91.527	95.236	-0,0007438
82	92.668	93.825	-0,0007088
83	90.049	93.332	-0,0020294
84	90.778	91.765	-0,0006381
85	89.201	91.256	-0,0019627
86	90.404	90.674	-0,0017197
87	89.287	90.108	-0,0017668
88	88.670	89.918	-0,0052493
89	90.025	89.391	-0,0018975
90	90.434	89.597	0,00485437
91	90.480	89.604	0,13333333
92	89.633	89.902	0,00335289
93	89.496	90.143	0,00415369
94	89.555	90.011	-0,0075614
95	89.584	89.791	-0,0045506
96	88.753	89.567	-0,0044643
97	90.081	89.347	-0,0045455
98	91.139	89.493	0,00683761
99	91.065	89.889	0,00252525
100	87.448	90.260	0,00270088
101	95.359	89.933	-0,0030651
102	95.359	91.253	0,00075786
103	95.359	92.308	0,00094787

104	92.678	93.381	0,00093153
105	92.453	94.689	0,00076482
106	91.294	93.962	-0,0013765
107	90.359	92.946	-0,000984
108	97.317	91.696	-0,0008
109	94.207	92.856	0,00086225
110	95.809	93.294	0,0022805
111	100.014	94.423	0,00088594
112	100.014	96.837	0,00041429
113	102.728	97.511	0,00148313
114	105.683	99.641	0,00046943
115	108.872	102.110	0,0004051
116	117.810	104.324	0,00045157
117	128.849	108.773	0,00022477
118	133.678	115.304	0,00015313
119	142.252	122.302	0,00014288
120	148.658	130.647	0,00011983

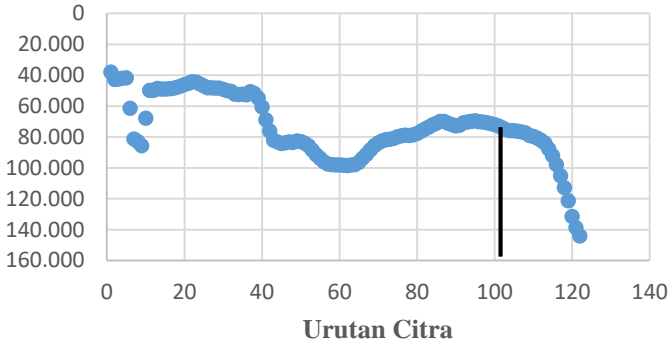
Tabel 10. Rata-rata nilai piksel yang diakses menggunakan aplikasi *ImageJ*

Nilai piksel di atas merupakan rata-rata piksel yang diperoleh dari citra pengamatan menggunakan ASC. Dari nilai piksel di atas kemudian diplot menjadi sebuah grafik untuk memudahkan dalam membaca kecerlangan langit melalui melihat penurunan pada sebuah grafik. Berdasarkan nilai piksel di atas juga diketahui titik belok sebuah grafik dengan melihat nilai piksel yang bernilai negatif terakhir yang

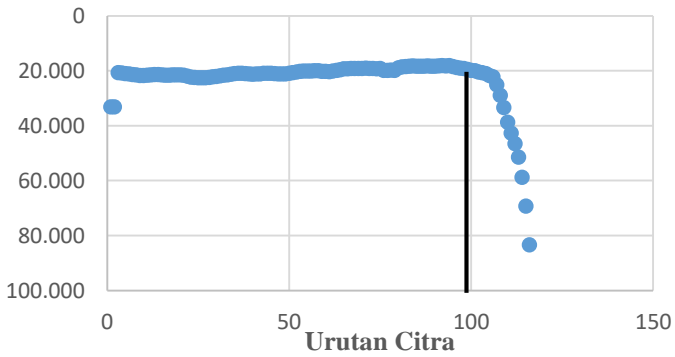
diiringi dengan nilai piksel positif secara terus-menerus. Berikut ini adalah hasil pengamatan fajar menggunakan ASC yang diplot dalam bentuk grafik:

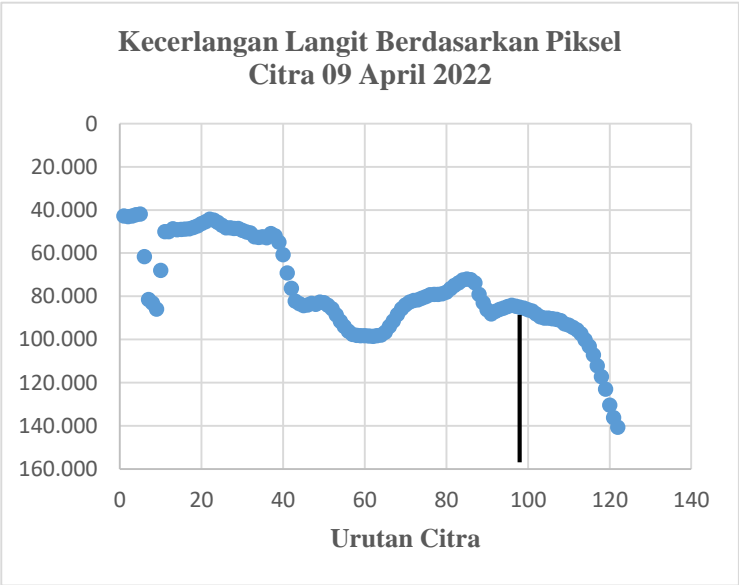
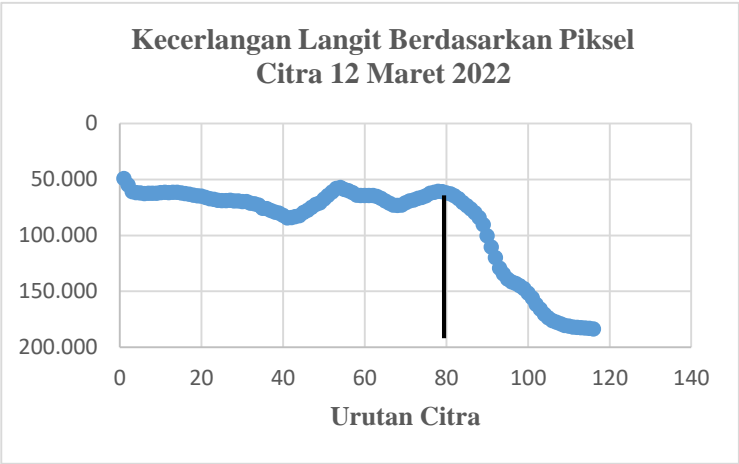


**Kecerlangan Langit Berdasarkan
Citra 09 Nopember 2021**

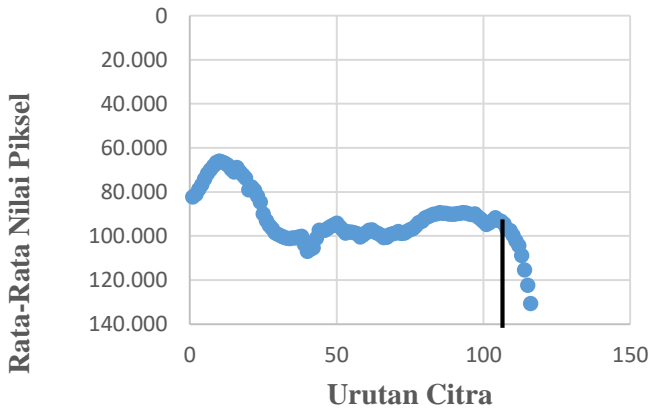


**Kecerlangan Langit Berdasarkan
Piksel Citra 05 Februari 2022**





Kecerlangan Langit Berdasarkan Pixel Citra 13 April 2022



BAB IV

DESKRIPSI DAN ANALISIS

A. Pengamatan Fajar Ṣādiq Menggunakan *All Sky Camera* untuk Menentukan Awal Waktu Salat Subuh

Penelitian ini merupakan jenis penelitian kuantitatif dengan kajian penelitian *field research*, yaitu observasi langsung dilapangan untuk pengumpulan data dengan instrumen *All Sky Camera (ASC)*. Adapun pengambilan data citra dilakukan untuk mendeteksi awal kemunculan fajar ṣādiq yang dilaksanakan pada bulan Oktober-Nopember 2021 dan Januari-April 2022. Pengambilan data tidak dapat dilakukan setiap hari disebabkan berbagai faktor, yaitu faktor cuaca (mendung, hujan dan lain-lain), dan cahaya yang berasal dari benda langit maupun faktor lainnya yang menghambat pengambilan data fajar menggunakan ASC. Pengambilan data fajar dilakukan dalam rentang antara tanggal 1 sampai tanggal 12 pada bulan *qamariyah*, hal itu dilakukan agar pengambilan data terhindar dari *nois* (gangguan) dari cahaya Bulan, baik ketika Bulan sabit maupun saat Bulan purnama. Cahaya Bulan memberikan *nois* (gangguan) yang tinggi terhadap pengambilan data fajar menggunakan ASC, dengan adanya gangguan tersebut akan memberikan data yang rusak dan mengalami kesulitan pada saat pengolahan data dan pada saat melakukan analisis terhadap data tersebut.

Adapun data yang ditampilkan di bawah ini merupakan jumlah rata-rata nilai piksel yang diambil dari citra hasil pengamatan menggunakan ASC, untuk mendukung keakuratan data, ditampilkan juga citra atau gambar berdasarkan pada waktu terjadinya penurunan atau titik belok pada grafik. Dengan kata lain, citra atau gambar tersebut dijadikan sebagai verifikasi terhadap titik belok pada grafik, yaitu dengan melihat secara langsung pada citra apakah sudah ada perubahan kondisi langit dari gelap malam menuju ke langit terang. Dengan dilakukan verifikasi tersebut menambah keakuratan data, yaitu memiliki kesesuaian antara data yang berbentuk angka matematis dengan kondisi langit pada saat dilapangan, sehingga ketika melakukan analisis untuk menentukan titik belok pada grafik¹²⁵ sebagai indikasi awal munculnya fajar *ṣādiq* lebih akurat. Berikut ini adalah salah satu nilai rata-rata piksel hasil pengamatan di kota Medan menggunakan ASC yang diakses menggunakan aplikasi *ImageJ* pada tanggal 13 April 2022.

¹²⁵ Grafik dan tabel merupakan hasil data dan olahan penulis. Yang mana, grafik merupakan kumpulan jumlah rata-rata nilai piksel pada citra, sementara tabel merupakan jumlah rata-rata nilai piksel untuk menentukan titik belok pada grafik menggunakan nilai *gradien*. Sehingga grafik yang menurun secara terus-menerus merupakan sebagai indikasi awal munculnya fajar *sadiq*.

Urutan Citra	Jumlah Piksel	MA 5	Gradien
1	82.673	-	-
2	82.673	-	-
3	82.202	-	-
4	81.361	-	-
5	78.192	82.227	-
6	73.416	81.107	-0,0008927
7	73.657	78.793	-0,0004321
8	71.335	76.657	-0,0004681
9	68.097	74.150	-0,000399
10	66.315	71.626	-0,0003962
11	66.611	69.851	-0,0005633
12	65.277	68.090	-0,0005677
13	65.484	66.575	-0,0006603
14	68.328	65.922	-0,0015308
15	68.797	66.425	0,00198708
16	68.750	66.972	0,00182983
17	72.717	67.840	0,00115174
18	73.605	69.648	0,00055302
19	60.482	70.967	0,00075801
20	76.136	68.889	-0,0004811
21	78.480	70.735	0,00054157
22	79.514	72.176	0,00069408
23	82.171	73.653	0,00067693
24	70.936	79.075	0,00018443
25	84.318	77.775	-0,0007692
26	89.743	79.235	0,00068517
27	92.993	81.792	0,00039105
28	92.934	84.498	0,00036962

29	96.247	89.997	0,00018183
30	98.717	92.979	0,00033532
31	98.466	95.223	0,00044573
32	100.301	96.591	0,00073086
33	99.468	98.433	0,00054296
34	101.595	99.238	0,00124185
35	100.507	99.958	0,00138985
36	102.120	100.468	0,00195982
37	100.387	100.923	0,00219901
38	100.387	101.152	0,00435256
39	100.387	100.850	-0,0033113
40	100.115	100.820	-0,0333333
41	99.575	100.319	-0,001995
42	115.484	100.116	-0,0049261
43	112.676	103.890	0,00026495
44	96.524	106.963	0,00032549
45	96.524	106.065	-0,0011139
46	97.995	105.302	-0,001311
47	98.139	100.930	-0,0002287
48	97.436	97.296	-0,0002752
49	96.020	97.524	0,00438596
50	94.057	97.398	-0,0079365
51	94.914	96.413	-0,0010157
52	94.339	95.607	-0,0012403
53	93.296	94.833	-0,0012916
54	100.412	94.152	-0,0014684
55	100.412	95.740	0,00062943
56	100.412	97.115	0,00072754
57	90.948	98.633	0,00065865

58	100.959	98.046	-0,0017036
59	101.660	98.183	0,00731261
60	102.394	98.495	0,00320513
61	96.449	98.990	0,00201816
62	97.716	100.366	0,00072714
63	97.495	99.555	-0,0012334
64	97.699	98.514	-0,0009604
65	96.129	97.340	-0,000852
66	101.312	97.260	-0,0125
67	99.784	98.159	0,00111235
68	100.598	98.731	0,00174749
69	100.972	99.456	0,00137979
70	101.061	100.667	0,00082593
71	94.663	100.604	-0,0159363
72	98.841	99.324	-0,0007811
73	100.160	98.884	-0,0022766
74	97.773	98.681	-0,0049261
75	98.215	97.859	-0,0012165
76	98.194	98.747	0,00112613
77	97.170	98.586	-0,0061824
78	94.639	97.838	-0,0013378
79	96.318	97.055	-0,0012763
80	92.816	96.580	-0,0021086
81	91.527	95.236	-0,0007438
82	92.668	93.825	-0,0007088
83	90.049	93.332	-0,0020294
84	90.778	91.765	-0,0006381
85	89.201	91.256	-0,0019627
86	90.404	90.674	-0,0017197

87	89.287	90.108	-0,0017668
88	88.670	89.918	-0,0052493
89	90.025	89.391	-0,0018975
90	90.434	89.597	0,00485437
91	90.480	89.604	0,13333333
92	89.633	89.902	0,00335289
93	89.496	90.143	0,00415369
94	89.555	90.011	-0,0075614
95	89.584	89.791	-0,0045506
96	88.753	89.567	-0,0044643
97	90.081	89.347	-0,0045455
98	91.139	89.493	0,00683761
99	91.065	89.889	0,00252525
100	87.448	90.260	0,00270088
101	95.359	89.933	-0,0030651
102	95.359	91.253	0,00075786
103	95.359	92.308	0,00094787
104	92.678	93.381	0,00093153
105	92.453	94.689	0,00076482
106	91.294	93.962	-0,0013765
107	90.359	92.946	-0,000984
108	97.317	91.696	-0,0008
109	94.207	92.856	0,00086225
110	95.809	93.294	0,0022805
111	100.014	94.423	0,00088594
112	100.014	96.837	0,00041429
113	102.728	97.511	0,00148313
114	105.683	99.641	0,00046943
115	108.872	102.110	0,0004051

116	117.810	104.324	0,00045157
117	128.849	108.773	0,00022477
118	133.678	115.304	0,00015313
119	142.252	122.302	0,00014288
120	148.658	130.647	0,00011983

Tabel 11. Rata-rata nilai piksel pengamatan pada tanggal 13 April 2022 beserta penggunaan *Moving Average* derajat 5 dan *gradien* (untuk menentukan titik belok pada grafik).

Tabel di atas (11) merupakan tampilan dari rata-rata nilai piksel citra pada tanggal 13 April 2022 beserta hasil olahan hitungan matematis berupa nilai beda kecerlangan yang merupakan simpangan nilai perubahan kecerlangan langit selama pengamatan berlangsung.

Pada tabel di atas, dapat dilihat pada awal pengamatan nilai rata-rata piksel relatif stabil walaupun terkadang nilai pikselnya terus mengalami perubahan dari nilai positif ke nilai negatif atau sebaliknya. Perubahan nilai piksel dari nilai kecil hingga nilai besar merupakan hasil tangkapan dari ASC terhadap cahaya yang ada disekitar lokasi pengamatan. Semakin banyak cahaya yang didapatkan oleh ASC, maka semakin besar pula nilai piksel yang didapatkan. Dengan adanya perbedaan nilai piksel yang didapatkan secara otomatis nilai kecerlangan langit juga akan mengalami kenaikan, penurunan, dan stabil hingga terbit Matahari.

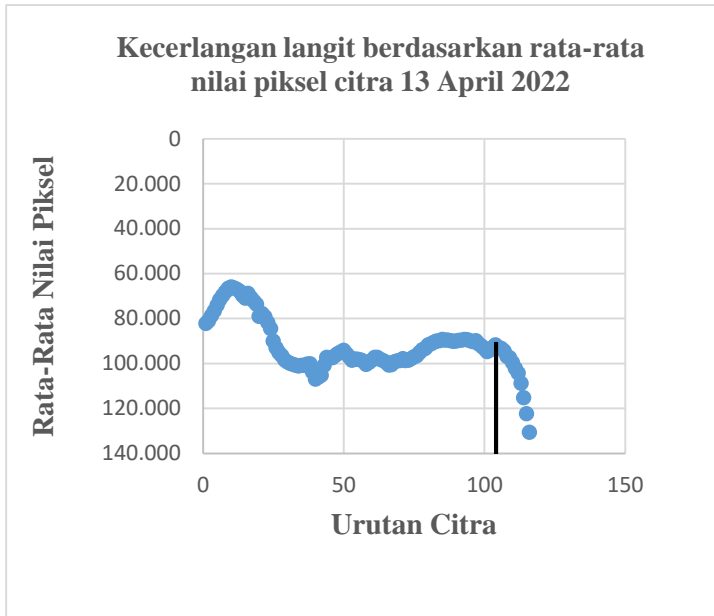
Moving Average derajat 5 pada tabel difungsikan untuk memperhalus derau pada rata-rata nilai piksel sehingga kecerahan

langit dapat diidentifikasi lebih mudah dan jelas. Metode *Moving Average* juga merupakan sebuah metode yang sering digunakan dalam analisis teknis yang menunjukkan nilai rata-rata selama periode yang ditetapkan. Data yang dirata-ratakan merupakan data yang bergantung waktu (*time series*).

Gradien difungsikan untuk menentukan titik belok pada grafik, ketika nilai *gradiennya* bernilai negatif yang diikuti nilai positif secara terus-menerus, maka pada nilai tersebutlah dikatakan sebagai titik belok yang menandakan awal munculnya fajar *ṣādiq*.

Adapun grafik yang ditampilkan di bawah ini merupakan perwakilan dari hasil pengamatan yang dilakukan di kota Medan selama kurang lebih 1 jam (30 menit sebelum Subuh dan 30 menit setelah Subuh versi hisab Kemenag RI), untuk mengetahui kemunculan fajar *ṣādiq* sebagai awal waktu salat Subuh oleh ASC di kota Medan.

Selain grafik hasil pengamatan, citra atau gambar hasil pengamatan menggunakan ASC juga ditampilkan untuk memverifikasi titik belok pada grafik dengan melihat perubahan pada citra yaitu perubahan dari langit malam kepada langit terang. Dengan dilakukannya verifikasi melalui citra hasil pengamatan memberikan keyakinan kepada penulis dalam menetapkan titik belok pada grafik sebagai awal kemunculan fajar *ṣādiq* sebagai awal waktu salat Subuh.



Gambar 29. Grafik kecerlangan langit berdasarkan rata-rata nilai piksel pada 13 April 2022 lokasi Medan Amplas.

Gambar grafik di atas (29) merupakan salah satu hasil penelitian pada tanggal 13 April 2022 pada jam: 05:20 WIB bersesuaian dengan ketinggian Matahari -15° di bawah ufuk di Medan Amplas. Data tersebut diakses menggunakan aplikasi *ImageJ* dan menggunakan *gradien* untuk menentukan titik belok pada grafik tersebut. Grafik di atas menunjukkan bahwa adanya perubahan kecerlangan langit dari gelap (ditandai dengan grafik yang tidak stabil) ke terang (ditandai dengan grafik menurun dan terus menurun hingga Matahari terbit). Pada saat grafik menurun

secara terus menerus, maka disebut sebagai pertanda berakhirnya malam menuju datangnya siang (awal munculnya fajar *ṣādiq*). Dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa titik belok terjadi pada citra ke-108 menuju citra ke-109 (untuk melihat nilai titik beloknya dapat dilihat pada tabel di atas).¹²⁶ Dalam menentukan kemunculan fajar *ṣādiq* melalui titik belok pada grafik, dapat dicari melalui nilai beda pada kecerlangan langit pada nilai *gradien*. Dengan melihat perubahan nilai *gradien* yaitu nilai negatif yang diikuti dengan nilai positif secara terus-menerus. Maka nilai tersebut dijadikan sebagai titik belok pada grafik sebagai awal kemunculan fajar *ṣādiq*.



Gambar 30. Kecerlangan langit pada saat titik belok pada

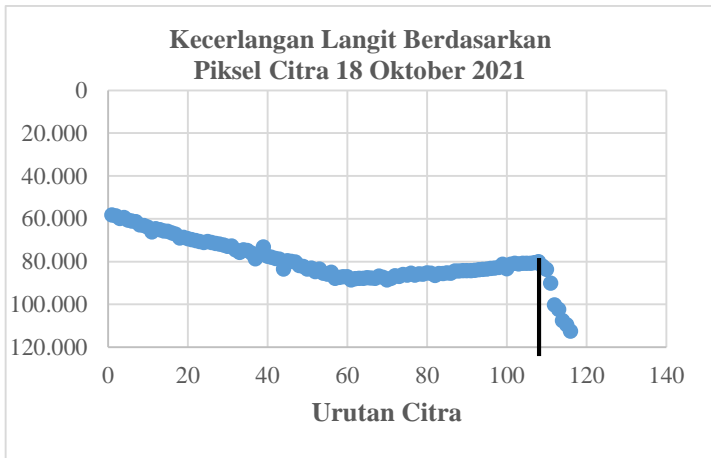
¹²⁶ Jumlah rata-rata nilai piksel pada citra tanggal 13 April 2022. Adapun data-data yang dimuat pada tabel yaitu: urutan citra, jumlah rata-rata nilai piksel, nilai *Moving Average*, dan nilai *Gradien*.

gambar grafik (29) pada tanggal 13 April 2022 jam: 05:20 WIB.
Sumber gambar hasil pengamatan menggunakan ASC.

Gambar (30) merupakan kondisi langit pada saat terjadinya titik belok pada grafik di atas (29). Dapat dilihat kondisi langit ufuk Timur sudah kelihatan dengan jelas yaitu adanya perubahan dari langit malam kepada langit terang yaitu adanya cahaya yang menyebar dan membentang di ufuk Timur. Dengan kondisi langit yang sudah mulai terang di ufuk Timur yaitu adanya perubahan langit malam kepada langit terang, maka kondisi tersebut dikategorikan sebagai awal munculnya fajar *ṣādiq* sebagai pertanda masuknya awal waktu salat Subuh.

Dari gambar di atas (30) dapat dilihat kondisi langit sudah tampak terang di ufuk Timur, yaitu adanya cahaya yang menyebar dan membentang yang dihasilkan oleh pantulan sinar Matahari oleh planet-planet (debu) atmosfer Bumi.¹²⁷ Dengan adanya perubahan dari langit malam kepada langit terang maka pada saat itu dihukumi sebagai awal kemunculan fajar *ṣādiq*. Sebaliknya, ketika kondisi langit ufuk Timur masih dalam keadaan gelap yaitu belum adanya cahaya yang menyebar dan membentang di ufuk Timur, maka kondisi tersebut dikategorikan sebagai malam sehingga belum dapat untuk melaksanakan salat Subuh.

¹²⁷ Hendri, “Fenomen Fajar Shadiq Penanda Awal Waktu Shalat Subuh, Terbit Matahari, Dan Awal Waktu Dhuha,” h. 157.



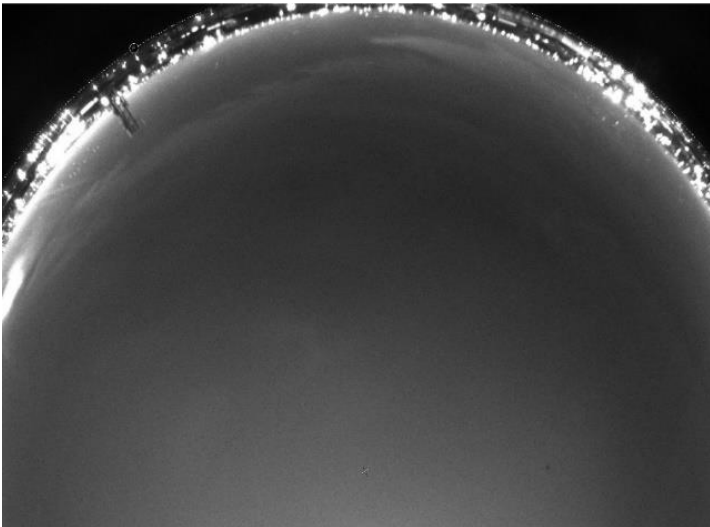
Gambar 31. Grafik kecerlangan langit berdasarkan rata-rata nilai piksel pada 18 Oktober 2021 di Gedung Pascasarjana UMSU.

Gambar grafik di atas (31) merupakan salah satu hasil penelitian pada tanggal 18 Oktober 2021 pada jam: 05:18 WIB bersesuaian dengan ketinggian Matahari -13° di bawah ufuk di Gedung Pascasarjana UMSU. Data tersebut diakses menggunakan aplikasi *ImageJ* dan menggunakan *gradien* untuk menentukan titik belok pada grafik. Dari grafik di atas dapat dilihat bahwa titik belok terjadi pada citra ke- 112 menuju citra ke-113 (untuk melihat nilai *gradiennya* (titik belok) dapat dilihat pada lampiran).

Terjadinya penurunan pada grafik merupakan sebagai indikasi awal munculnya fajar *ṣādiq* berdasarkan pengamatan menggunakan ASC yang ditandai dengan nilai piksel yang bernilai

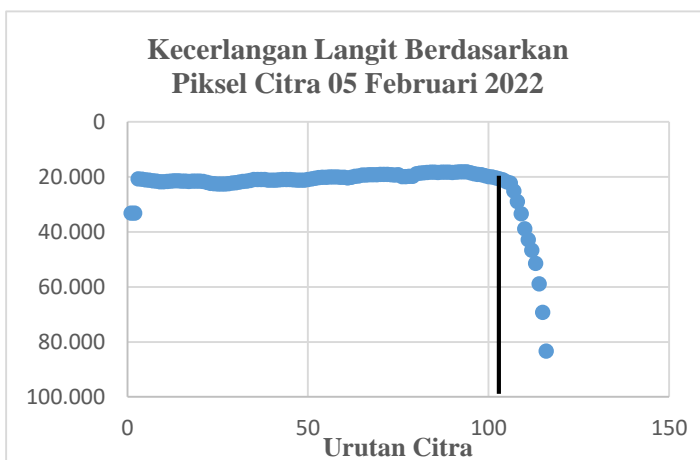
negatif yang diikuti dengan nilai piksel yang bernilai positif secara terus-menerus. Sehingga dapat disimpulkan bahwa pada saat grafik turun secara terus-menerus merupakan awal kemunculan fajar *ṣādiq* sebagai awal waktu salat Subuh berdasarkan pengamatan menggunakan ASC.

Terjadinya penurunan pada grafik secara terus-menerus merupakan karena posisi Matahari semakin mendekati ufuk Timur. Sebaliknya, penurunan grafik yang hanya sewaktu-waktu lalu kemudian naik kembali hal itu merupakan hasil tangkapan ASC terhadap cahaya yang ada di sekitar pengamatan, baik cahaya yang bersumber dari lampu-lampu buatan manusia maupun cahaya yang bersumber dari benda langit.



Gambar 32. Kecerlangan langit pada saat terjadinya titik belok pada gambar grafik (31) pada tanggal 18 Oktober 2021 jam: 05:18 WIB di Gedung Pascasarjana UMSU

Gambar di atas (32) merupakan kondisi langit pada saat terjadinya titik belok pada grafik di atas (31). Yang mana dapat dilihat kondisi langit di ufuk Timur sudah mulai kelihatan adanya cahaya tipis yang menyebar dan membentang di ufuk Timur walaupun pada citra tersebut belum terlalu jelas bila diamati dengan mata, namun dapat dilihat bahwa sudah ada perubahan dari langit malam kepada langit terang yaitu adanya cahaya yang menyebar dan membentang halus di ufuk langit Timur. Dengan kondisi langit seperti di atas, maka dikategorika sebagai awal munculnya fajar *ṣādiq* dan awal waktu salat Subuh berdasarkan pengamatan menggunakan ASC.



Gambar 33. Grafik kecerlangan langit berdasarkan rata-rata nilai piksel pada 05 Februari 2022 di Medan Sunggal.

Gambar grafik di atas (33) merupakan salah satu hasil penelitian pada tanggal 05 Februari 2022 pada jam: 05:48 WIB bersesuaian dengan ketinggian Matahari -13° di bawah ufuk di Medan Sunggal. Data tersebut diakses menggunakan aplikasi *ImageJ* dan menggunakan *gradien* untuk menentukan titik belok pada grafik. Dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa titik belok terjadi pada citra ke- 103- menuju citra ke-104 (untuk melihat nilai *gradiennya* (titik belok) dapat dilihat pada lampiran).

Terjadinya penurunan pada grafik merupakan sebagai indikasi awal munculnya fajar *ṣādiq* yang ditandai dengan nilai piksel yang bernilai negatif yang diikuti dengan nilai piksel yang bernilai positif secara terus-menerus. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa pada saat grafik turun secara terus-menerus merupakan sebagai awal munculnya fajar *ṣādiq* dan dapat dijadikan sebagai acuan dalam melaksanakan waktu salat Subuh berdasarkan pengamatan menggunakan ASC di Medan Sunggal.

Penurunan grafik bisa juga terjadi pada saat banyaknya *nois* (gangguan) berupa polusi cahaya buatan manusia maupun cahaya yang bersumber dari benda langit yang ditangkap oleh ASC, namun hal itu tidak selamanya terjadi penurunan pada grafik sehingga grafiknya akan mengalami kenaikan dan penurunan atau disebut sebagai grafik yang tidak stabil. Berbeda halnya dengan kemunculan fajar *ṣādiq*, grafiknya secara perlahan mengalami

penurunan secara terus menerus disebabkan posisi Matahari semakin mendekati ufuk Timur.



Gambar 34. Kecerlangan langit pada saat titik belok pada grafik (33) pada tanggal 05 Februari 2022 jam: 05:48 WIB. Citra diambil menggunakan ASC di Medan Sunggal.

Gambar di atas (34) merupakan kondisi langit pada saat terjadinya titik belok pada grafik di atas (33). Dapat dilihat kondisi langit di ufuk Timur sudah mulai kelihatan terang dengan adanya cahaya yang menyebar dan membentang walaupun belum terlalu jelas, namun bila dilihat dengan lebih dekat (melalui zoom pada citra) sudah terlihat adanya perubahan dari langit malam kepada langit terang dan hal itu menandakan fajar *ṣādiq* sudah muncul. Perlu diketahui, pada saat pengambilan data dilapangan terdapat bias lampu gedung-gedung disekitar pengamatan sehingga bias

lampu tersebut ditangkap oleh ASC yang mengakibatkan kondisi disekeliling ufuk Timur terlihat bercahaya, namun kehadiran fajar sudah dapat dideteksi dengan adanya perubahan langit malam kepada langit terang di ufuk Timur.

Dari berbagai gambar di atas hasil pengamatan menggunakan ASC dapat disimpulkan bahwa ketika kondisi langit di ufuk Timur sudah terang yaitu adanya cahaya yang menyebar dan membentang di ufuk Timur, maka kondisi tersebut dapat dikategorikan sebagai awal munculnya fajar *ṣādiq*. Namun sebaliknya, ketika kondisi langit di ufuk Timur belum terjadi perubahan dari langit gelap kepada langit terang, maka dapat disimpulkan pada saat itu fajar *ṣādiq* belum muncul. Adanya perubahan dari langit malam kepada langit terang sebagai indikasi kemunculan fajar *ṣādiq* berlandaskan pada firman Allah dalam QS. al-Baqarah ayat 178.

وَكُلُوا وَاشْرَبُوا حَتَّى يَبَيِّنَ لَكُمْ الْخَيْطُ الْأَبْيَضُ مِنَ الْخَيْطِ الْأَسْوَدِ مِنَ الْفَجْرِ

*“Dan Makan dan minumlah hingga jelas bagimu (perbedaan) antara benang putih dan benang hitam, yaitu fajar (Q.S. al-Baqarah/2:187)”.*¹²⁸

Ayat di atas memberikan penjelasan tentang waktu salat Subuh yang ditandai dengan kemunculan fajar *ṣādiq* yang mana

¹²⁸ Kementerian Agama RI, *Al-Quran Dan Terjemahannya*, h. 29.

Allah memberi perumpamaan Benang putih (*al-khaith al-abyadh*) sebagai fajar ṣādiq dan benang hitam (*al-khaith al-aswad*) sebagai fajar kāzib. Dari ayat di atas dapat disimpulkan bahwa cahaya yang menyebar dan membentang di ufuk Timur merupakan sebagai fajar ṣādiq. Ketika kondisi langit di ufuk Timur masih dalam keadaan gelap yaitu belum adanya perubahan, maka dapat dikategorikan pada saat itu sebagai malam sehingga belum dapat untuk melaksanakan salat Subuh. Sebagaimana hadis Nabi Muhammad saw.

عَنْ مُحَمَّدِ بْنِ عَبْدِ الرَّحْمَنِ بْنِ تَوْبَانَ , قَالَ: قَالَ رَسُولُ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ: الْفَجْرُ فَجْرَانِ فَأَمَّا الْفَجْرُ الَّذِي يَكُونُ كَدَنْبِ السَّرْحَانِ فَلَا يُجِلُّ الصَّلَاةَ وَلَا يُحْرِمُ الطَّعَامَ , وَأَمَّا الَّذِي يَذْهَبُ مُسْتَطِيلًا فِي الْأَفْقِ فَإِنَّهُ يُجِلُّ الصَّلَاةَ وَيُحْرِمُ الطَّعَامَ.

Dari Muhammad bin Abdurrahman bin Tsauban, ia mengatakan, "Rasulullah SAW bersabda, 'Fajar itu ada dua macam: Fajar yang seperti ekor serigala (melengkung) tidak menghalalkan shalat (yakni belum masuk waktu Subuh) namun tidak mengharamkan makan (yakni bagi yang hendak berpuasa). Adapun fajar yang memancar memanjang di ufuk, itulah yang menghalalkan shalat (yakni shalat Subuh) dan mengharamkan makan (bagi yang hendak berpuasa). (HR. ad-Dāruqūṭhni)¹²⁹

Hadis di atas memberikan penjelasan tentang dua jenis fajar menurut syari'at, fajar ṣādiq dan fajar kāzib. Waktu salat

¹²⁹ *ad-Dāruqūṭhni, Sunan ad-Dāruqūṭhni, h. 505.*

Subuh dimulai ketika sudah muncul fajar yang kedua (fajar *ṣādiq*). Adapun fajar *ṣādiq* adalah ketika cahayanya mulai menyebar dan membentang (*horizontal*) di langit ufuk Timur. Sehingga, sesuai citra (gambar) hasil penelitian menggunakan ASC di atas dikategorikan telah masuk fajar ketika telah tampak adanya perubahan dari langit malam kepada langit terang dengan adanya cahaya yang menyebar dan membentang di ufuk Timur. Sebaliknya, ketika ufuk Timur masih dalam keadaan gelap atau belum adanya perubahan dari langit malam kepada langit terang, maka citra tersebut dikategorikan sebagai malam atau belum terbit fajar *ṣādiq*. Dengan kondisi langit yang belum terdapat perubahan dari langit malam kepada langit terang belum dapat untuk melaksanakan salat Subuh berdasarkan pada firman Allah di atas (QS. al-Baqarah/2:187).

Dengan dilakukannya pengamatan fajar *ṣādiq* di kota Medan, maka didapatkan pula ketinggian Matahari berdasarkan hasil pengamatan fajar menggunakan ASC dan setelah melakukan perhitungan matematis untuk mendapatkan ketinggian Matahari dari hasil pengamatan tersebut.

Berikut ini adalah hasil pengamatan fajar *ṣādiq* di kota Medan menggunakan ASC yang telah diolah dan dianalisis menggunakan metode yang ada sebagai berikut:

Ketinggian Matahari berdasarkan hasil pengamatan fajar *ṣādiq* menggunakan *All Sky Camera* di kota Medan.

No	Tanggal	Waktu Kemunculan Fajar Şādiq	DIP
1	18 Oktober 2021	05: 18 WIB	-13°
2	07 Nopember 2021	05: 14 WIB	-14°
3	09 Nopember 2021	05: 19 WIB	-13°
4	02 Februari 2022	05: 50 WIB	-13°
5	05 Februari 2022	05: 48 WIB	-13°
6	08 Februari 2022	05: 40 WIB	-15°
7	12 Maret 2022	05: 38 WIB	-14°
8	09 April 2022	05: 23 WIB	-14°
9	10 April 2022	05: 21 WIB	-15°
10	11 April 2022	05: 23 WIB	-15°
11	13 April 2022	05: 20 WIB	-15°

Tabel 12. Hasil pengamatan fajar şādiq menggunakan ASC dan mendapatkan ketinggian Matahari di kota Medan.

Berdasarkan pada pengamatan fajar şādiq menggunakan *All Sky Camera* di kota Medan didapatkan hasil yang bervariasi yaitu mulai -15° sampai kepada -13° di bawah ufuk. Awal waktu salat Subuh hasil penelitian ini telah dicocokkan dengan kondisi

pada saat dilapangan, yaitu setiap dilakukan pengamatan selalu didokumentasikan (baik berupa dalam bentuk foto maupun keterangan tentang kondisi langit pada saat pengambilan data dilakukan) yang bertujuan sebagai bahan verifikasi terhadap kemunculan fajar *ṣādiq* dan hal tersebut terbukti sesuai.

Adanya perbedaan ketinggian Matahari yang didapatkan melalui pengamatan menggunakan ASC disebabkan karena lokasi pengamatan yang memiliki polusi cahaya yang minim dan lokasi yang memiliki polusi cahaya yang tinggi. Semakin gelap lokasi pengamatan fajar maka semakin baik pula hasil yang didapatkan sebab ASC sangat sensitif terhadap cahaya sehingga ketika lokasi yang memiliki polusi yang minim, maka ASC akan dapat menangkap cahaya pada awal kemunculan fajar *ṣādiq*. Sebaliknya, ketika pengamatan dilakukan dilokasi yang memiliki polusi cahaya yang tinggi maka ASC akan menangkap semua cahaya yang ada disekitarnya sehingga sulit untuk membedakan antara polusi cahaya dengan cahaya fajar *ṣādiq*. Sebagaimana pengamatan fajar *ṣādiq* yang penulis lakukan di kota Medan yaitu memiliki tingkat polusi yang berbeda antara satu lokasi dengan lokasi yang lainnya.

Lokasi Medan Amplas merupakan lokasi yang memiliki polusi cahaya yang minim, artinya kondisi dilokasi pengamatan masih gelap belum tercemari oleh cahaya polusi buatan manusia sehingga tempat tersebut masih sangat ideal dalam pengamatan fajar *ṣādiq*. Dikatakan ideal karena lokasi tersebut masih gelap dan

masih tergolong pedesaan sehingga terhindar dari polusi cahaya buatan manusia. Salah satu ciri atau tanda lokasi yang ideal untuk pengamatan fajar *ṣādiq* adalah terlihatnya bintang-bintang dilangit pada malam hari, sehingga dengan kondisi langit seperti ini termasuk kategori ideal untuk dilakukan pengamatan fajar *ṣādiq*.¹³⁰

Lokasi Medan Amplas bila diamati pada malam hari, masih tergolong pada ciri di atas, yaitu masih dapat melihat bintang-bintang dilangit bila kondisi langit malam dalam keadaan cerah. Dengan demikian lokasi Medan Amplas masih ideal untuk melakukan pengamatan fajar *ṣādiq*. Adapun ketinggian Matahari yang didapatkan di lokasi Medan Amplas adalah sebesar -15° di bawah ufuk.

Adapun lokasi gedung Pascasarjana UMSU dan Medan Sunggal merupakan lokasi yang mendapatkan banyak polusi cahaya buatan manusia disebabkan banyaknya lampu-lampu gedung tinggi disekitaran lokasi tersebut. Sehingga lokasi ini kurang ideal untuk pengamatan fajar *ṣādiq* menggunakan ASC karena ASC memiliki sensor yang sangat sensitif terhadap cahaya. Pengamatan fajar *ṣādiq* ditempat yang memiliki polusi cahaya yang tinggi tidak disarankan menggunakan ASC sebab data-data yang didapatkan nantinya akan rusak (nilai pikselnya tidak

¹³⁰ Diskusi dengan Bapak M. Basthoni dikediaman beliau pada tanggal 03 Juli 2022. Dalam diskusi tersebut beliau menyampaikan salah satu ciri lokasi yang ideal untuk melakukan pengamatan fajar *sadiq*.

beraturan) disebabkan sensor yang dimiliki ASC yang sangat sensitif terhadap cahaya. Adapun ketinggian Matahari yang didapatkan pada kedua lokasi ini adalah antara rentang -14° sampai -13° di bawah ufuk.

Dengan demikian, penggunaan perangkat ASC dalam pengamatan fajar *ṣādiq* untuk menentukan awal waktu salat Subuh akurat dan dapat dijadikan sebagai acuan dalam melaksanakan salat Subuh dengan kriteria: (1) akurat bila pengamatan fajar *ṣādiq* menggunakan ASC dilakukan ditempat yang minim polusi cahaya, baik polusi cahaya buatan manusia maupun cahaya yang bersumber dari benda langit. Pengamatan fajar *ṣādiq* menggunakan ASC ditempat yang gelap (tidak ada polusi) menghasilkan data yang baik, sehingga lebih jelas dan mudah dalam menentukan titik belok pada grafik sebagai indikasi awal munculnya fajar *ṣādiq*. (2) tidak akurat bila pengamatan fajar *ṣādiq* dilakukan ditempat yang memiliki polusi cahaya yang tinggi, baik polusi cahaya buatan manusia maupun polusi cahaya yang bersumber dari benda langit. Dengan adanya polusi cahaya yang tinggi ditempat pengamatan fajar *ṣādiq*, menyebabkan kerusakan data sehingga memberikan kesulitan pada saat menentukan titik belok pada grafik untuk menentukan indikasi awal munculnya fajar *ṣādiq*. Selain itu, adanya polusi cahaya yang tinggi dilokasi pengamatan menyebabkan keterlambatan ASC dalam mendeteksi kemunculan

cahaya fajar, walaupun menurut hisab seharusnya ASC sudah dapat mendeteksi kemunculan cahaya fajar.

Menurut Muhammad Hidayat,¹³¹ secara prinsip ASC dapat memotret 360° derajat bagian langit dengan bentuk citra, adapun kaitannya terhadap kemunculan fajar *ṣādiq* itu terkait dengan pengolahan dan analisis dari citra ASC itu sendiri. Secara prinsip, ASC dapat mendeteksi kemunculan fajar *ṣādiq* dengan baik karena ASC memiliki sensor yang sensitif terhadap cahaya. Dengan memiliki sensor yang sensitif terhadap cahaya, maka dengan sendirinya alat tersebut dapat menangkap cahaya fajar. Penggunaan ASC hendaknya dilakukan ditempat yang gelap atau terbebas dari polusi cahaya sehingga menghasilkan data yang baik.

Sejauh ini belum ada penelitian yang membandingkan antara ASC dengan instrumen lainnya terhadap deteksi kemunculan fajar *ṣādiq*, karena masih sedikit yang melakukan penelitian menggunakan ASC. ASC memiliki keunikan tersendiri yaitu dapat memotret seluas 360° derajat bagian langit sehingga lebih mudah dalam menganalisis dan melihat kemunculan fajar *ṣādiq* pada citra, berbeda dengan instrumen lainnya yang hanya dapat mengambil objek pada sudut tertentu saja. Sehingga ketika posisi arah Timurnya tidak sesuai, maka beresiko tidak

¹³¹ Wawancara dilakukan dengan Muhammad Hidayat pada hari Selasa, 14 Juni 2022.

mendapatkan awal munculnya fajar ṣādiq karena medan pandang yang dimiliki instrumen selain ASC masih terbatas.¹³²

Penggunaan instrumen dalam pengamatan fajar ṣādiq sampai saat ini belum ada ketentuan atau standarisasi dari lembaga yang berwenang khususnya di Indonesia terkait instrumen yang digunakan. Sehingga instrumen yang digunakan dalam pengamatan fajar ṣādiq di Indonesia masih bersifat bebas, artinya selagi instrumen tersebut dapat menangkap cahaya benda langit atau memiliki sensitifitas terhadap cahaya, instrumen tersebut dapat dijadikan sebagai instrumen deteksi fajar ṣādiq.

Hal itu sebagaimana yang disampaikan Yudhiakto Pramudya¹³³, instrumen yang digunakan dalam pengambilan data fajar di Indonesia masih bersifat bebas, belum adanya instrumen yang disepakati karena belum ada standarisasi sehingga masih bersifat bebas. Dalam pengambilan data fajar tidak masalah menggunakan instrumen apa saja selagi bisa dibuktikan dengan metode yang ilmiah.

Berdasarkan hasil wawancara tersebut dapat disimpulkan bahwa instrumen ASC dapat digunakan sebagai instrumen dalam mengamati kemunculan fajar ṣādiq karena memiliki sensitifitas yang tinggi terhadap cahaya. Ketiadaan standarisasi dalam

¹³² Wawancara dengan Muhammad Hidayat pada hari Selasa, 14 Juni 2022

¹³³ Wawancara dengan Yudhiakto Pramudya pada hari Kamis, 2 Juni 2022

pengamatan fajar *ṣādiq* menjadikan instrumen yang digunakan masih bersifat bebas sehingga instrumen dalam pengamatan fajar masih bebas.

B. Pengaruh kondisi Langit Terhadap Keterlihatan Fajar *Ṣādiq* Menggunakan *All Sky Camera*.

Malam hari tidak gelap sempurna disebabkan adanya kontribusi oleh cahaya alami, yaitu hamburan oleh atmosfer Bumi dari cahaya bintang dan adanya cahaya *zodiak* atau yang dikenal dengan istilah fajar semu (fajar *kāzib*).¹³⁴ Cahaya *zodiak* berasal dari hamburan cahaya Matahari oleh partikel-partikel debu (berukuran 1-300 *mikrometer*) di ruang antar planet atau diluar atmosfer Bumi. Ada enam (6) faktor yang berkontribusi terhadap kondisi kecerahan langit malam oleh benda langit: 1. Perpaduan cahaya dari galaksi yang jauh, 2. Perpaduan cahaya bintang di dalam galaksi bima sakti, 3. Cahaya *zodiak*, 4. *Airglow* malam, 5. Aurora, dan 6. Garis emisi senja. *Airglow* malam, aurora, dan garis emisi senja adalah hasil dari atmosfer dan medan magnet. *Airglow* malam adalah pendaran dari atom dan molekul di udara dari eksitasi fotokimia.¹³⁵

¹³⁴ Herdiwijaya, "WAKTU SUBUH Tinjauan Pengamatan Astronomi," h. 55.

¹³⁵ A.H. Hassan et al., "Naked Eye Observations for Morning Twilight at Different Sites in Egypt," *NRIAG Journal of Astronomy and Geophysics* 3, no. 1 (2014): h. 1-2,

Pengambilan data fajar menggunakan ASC dilakukan di kota Medan selama 6 bulan, namun faktanya tidak semua data dapat diproses dan dianalisis disebabkan kecerahan langit yang tidak stabil atau tidak mendukung untuk dilakukan pengambilan data fajar. Adapun faktor-faktor yang memengaruhi keterlihatan fajar menggunakan ASC adalah, seperti (1) polusi cahaya buatan manusia¹³⁶, (2) hujan, (3) mendung, (4) awan tebal, (5) cuaca yang terlalu lembab, dan (6) cahaya benda langit. Dengan kondisi langit seperti di atas memberikan pengaruh yang sangat besar terhadap keterlihatan fajar *ṣādiq* menggunakan ASC.

Cahaya buatan walaupun dalam jumlah yang sedikit dapat mengganggu keseimbangan warna langit dan menutupi cahaya fajar maupun cahaya bintang. Polusi cahaya telah menjadi masalah di seluruh dunia karena secara bertahap mengurangi kemampuan untuk mengamati bintang-bintang dan cahaya fajar baik menggunakan mata maupun teknologi.

Kecerahan langit memberikan pengaruh besar terhadap keterlihatan fajar *ṣādiq* menggunakan ASC, yang mana dengan kondisi langit yang tidak stabil dengan adanya *nois* (gangguan) yang berlebihan menghasilkan perbedaan dalam menetapkan

¹³⁶ Tdjamaluddin wordpress.com, “Bukti Pengaruh Polusi Cahaya Pengamatan Fajar,” Diakses pada bulan Juni 2022, <https://tdjamaluddin.wordpress.com/2021/04/07/bukti-pengaruh-polusi-cahaya-pengamatan-fajar-di-banyuwangi-dan-semarang/>.

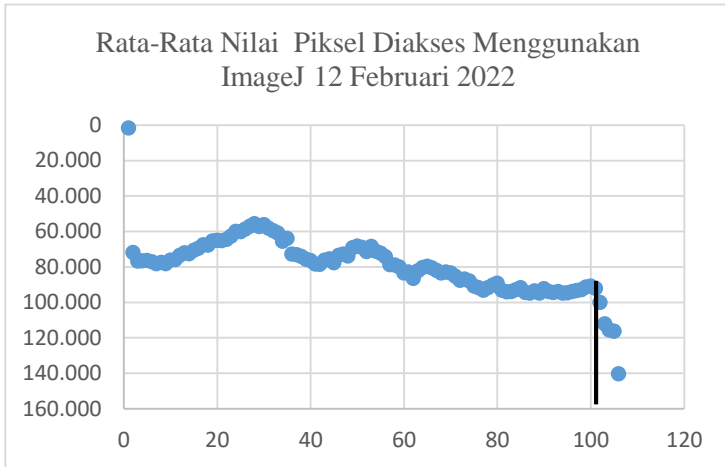
ketinggian Matahari di bawah ufuk oleh instrumen yang digunakan.¹³⁷

Instrumen yang memiliki sensitifitas tinggi menangkap semua cahaya yang ada disekitarnya, sehingga menghasilkan data yang rusak dan sulit untuk melakukan analisis terhadap kemunculan fajar *ṣādiq*. Begitu juga dengan kondisi langit yang mendung atau memiliki awan tebal, berdampak pada adanya keterlambatan instrumen dalam menangkap kemunculan awal fajar *ṣādiq*. Hal itu dapat penulis utarakan karena pada saat pengambilan data fajar ketika kondisi mendung dan cerah menghasilkan nilai yang berbeda dan mendapatkan ketinggian Matahari yang berbeda pula.

Sebagaimana yang dialami penulis dalam mengamati fajar *ṣādiq* menggunakan ASC, terdapat beberapa data hasil pengamatan yang tidak dapat diolah dan dianalisis disebabkan faktor-faktor di atas, sehingga ASC sendiri terlambat dalam menangkap cahaya fajar walaupun menurut hisab ketinggian Matahari sudah berada pada batas yang semestinya sudah terdeteksi oleh ASC.

Berikut ini adalah grafik hasil pengamatan fajar *ṣādiq* menggunakan ASC dengan kondisi langit yang tidak cerah.

¹³⁷ Pramudya and Abu Yazid Raisal, “Aplikasi Tingkat Kecerlangan Langit Dalam Penentuan Waktu Subuh,” h. 70.



Gambar 35. Grafik kecerlangan langit berdasarkan rata-rata nilai piksel pada 12 Februari 2022 di Medan Sunggal menggunakan ASC.

Gambar grafik di atas (35) merupakan salah satu hasil penelitian pada tanggal 12 Februari 2022 pada jam: 05:54 WIB bersesuaian dengan ketinggian Matahari -12° di bawah ufuk di Medan Sunggal. Data tersebut diakses menggunakan aplikasi *ImageJ* dan menggunakan *gradien* untuk menentukan titik belok pada grafik. Dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa titik belok terjadi pada citra ke-102 menuju citra ke-103 (untuk melihat nilai gradiennya atau titik belok dapat dilihat pada lampiran).

Terjadinya penurunan grafik merupakan sebagai indikasi awal munculnya fajar *sādiq* yang ditandai dengan nilai piksel yang bernilai negatif yang diikuti dengan nilai piksel positif secara terus-menerus, sehingga dapat disimpulkan pada saat grafik turun

merupakan awal waktu salat Subuh berdasarkan pengamatan menggunakan ASC. Waktu pengambilan data tersebut merupakan kondisi kecerahan langit yang tidak stabil, yaitu adanya awan yang tebal dan kondisi langit yang gelap karena cuaca mendung sehingga menurut hemat penulis penurunan grafik mengalami keterlambatan dibandingkan dengan penelitian pada saat kondisi kecerahan langit dalam keadaan cerah dan bersih. Pengambilan data fajar dalam keadaan kondisi langit yang tidak stabil atau kondisi langit gelap karena awan, cuaca mendung dan lain-lain menyebabkan rata-rata nilai piksel pada citra tersebut rusak (berantakan) sehingga berdampak pada bacaan grafik yang sukar untuk dipahami karena banyaknya *nois* (gangguan) yang terdapat pada grafik tersebut. Hal itu dapat dilihat pada grafik di atas, yang mana grafiknya sangat kacau atau berantakan yaitu terjadinya naik turun yang tidak stabil disebabkan oleh kondisi langit mendung sehingga memberikan kesulitan pada saat menganalisis titik belok sebagai indikasi kemunculan fajar *ṣādiq*.

Dengan kondisi langit yang tidak stabil, baik karena gangguan awan tebal, cuaca gelap, polusi dan keadaan yang lainnya menjadikan ASC lebih lambat dalam mendeteksi kemunculan fajar *ṣādiq* dibandingkan dengan saat kondisi langit dalam keadaan cerah. Dengan demikian, kondisi langit sangat berpengaruh terhadap keterlihatan fajar *ṣādiq* menggunakan ASC.

Adapun kategori kondisi langit dalam mendeteksi kemunculan fajar *ṣādiq* menggunakan ASC adalah sebagai berikut:

(1). Keterlihatan fajar *ṣādiq* menggunakan ASC sangat dipengaruhi oleh kecerahan langit yang disebabkan awan tebal, mendung, polusi cahaya buatan manusia maupun cahaya yang bersumber dari benda langit sehingga menjadikan ASC lebih lambat dalam mendeteksi kemunculan cahaya fajar *ṣādiq*.

(2). Pengamatan fajar *ṣādiq* menggunakan ASC ditempat yang minim polusi cahaya, baik cahaya buatan manusia maupun cahaya benda langit lebih cepat mendeteksi kemunculan cahaya fajar *ṣādiq*. Pada saat kondisi langit terbebas dari awan tebal, polusi cahaya buatan manusia maupun cahaya benda langit keterlihatan fajar lebih awal oleh ASC karena ASC hanya menangkap cahaya yang bersumber dari fajar tersebut.

Untuk mendapatkan hasil yang baik dan maksimal, pengamatan fajar *ṣādiq* semestinya dilakukan pada saat kondisi langit dalam keadaan cerah, yaitu terhindar dari awan tebal, mendung, polusi cahaya dan lainnya sehingga ASC dapat menangkap cahaya fajar dengan baik tanpa adanya gangguan. Dengan demikian keterlihatan fajar *ṣādiq* menggunakan ASC akan sesuai dengan kemunculan fajar *ṣādiq* yang sebenarnya.

Sebagaimana yang disampaikan Bapak Ismail Fahmi, pengamatan fajar *ṣādiq* hendaknya dilakukan ditempat yang gelap, yaitu tempat yang terbebas dari polusi cahaya sehingga keterlihatan

fajar itu benar-benar terlihat pada saat awal kemunculan fajar yang sebenarnya.¹³⁸ Dengan kondisi yang gelap yang terhindar dari polusi, akan dapat mengamati *Milky Way*, *Zodiacal Light* dan lain-lain.

¹³⁸ Wawancara dengan Ismail Fahmi pada hari Senin, 06 Juni 2022.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

- 1) Pengamatan fajar *ṣādiq* menggunakan *All Sky Camera* (ASC) sangat baik selain data yang didapatkan dalam bentuk jumlah rata-rata nilai piksel, ASC juga menampilkan citra secara langsung atau gambar yang dapat memperlihatkan kondisi langit secara langsung kepada pengamat. Dengan kata lain, keterlihatan fajar *ṣādiq* itu dapat diverifikasi melalui citra yang dihasilkan ASC tersebut. Pengamatan fajar *ṣādiq* dilakukan selama 6 bulan dengan rentang bulan Oktober-Nopember 2021 dan Januari-April 2022. Adapun ketinggian Matahari yang didapatkan adalah antara -15° sampai -13° di bawah ufuk. Perlu diketahui, ASC dapat digunakan atau untuk mendapatkan hasil yang baik pengamatan fajar harus dilakukan ditempat yang minim polusi cahaya karena sensor yang dimiliki ASC sangat sensitif, sehingga keakuratan ASC dalam mengamati fajar *ṣādiq* tergantung pada lokasi pengamatan. ASC akurat bila pengamatan fajar dilakukan ditempat yang bebas dari polusi cahaya, sebaliknya ASC tidak akurat bila pengamatan fajar dilakukan ditempat yang memiliki polusi cahaya tinggi. Lokasi gedung Kampus Pascasarjana UMSU dan Medan

Sunggal kurang ideal dalam pengamatan fajar *ṣādiq* menggunakan ASC karena lokasi tersebut memiliki polusi cahaya yang sangat tinggi, sementara lokasi Medan Amplas masih tergolong lokasi yang ideal karena masih termasuk lokasi pedesaan dan masih minim polusi cahaya.

- 2) Keterlihatan fajar *ṣādiq* menggunakan ASC sangat dipengaruhi oleh kondisi kecerahan langit, baik pada saat kondisi langit memiliki awan tebal, mendung (cuaca gelap) ataupun yang disebabkan polusi cahaya buatan manusia maupun cahaya yang berasal dari benda langit. Hal itu terbukti ASC lebih lambat dalam mendeteksi kemunculan cahaya fajar bila dibandingkan dengan kondisi langit pada saat cerah dan terdapat beberapa data yang tidak dapat diolah dan dianalisis karena banyaknya *nois* (gangguan) yang disebabkan kondisi kecerahan langit yang tidak stabil.

B. Saran-Saran

1. *All Sky Camera* dapat dijadikan sebagai salah satu instrumen untuk mengamati kemunculan fajar *ṣādiq*. Tetapi perlu diketahui, dalam pengamatan fajar *ṣādiq* harus terhindar dari polusi cahaya, baik polusi cahaya buatan manusia maupun cahaya benda langit, karena ASC memiliki sensor yang sangat sensitif terhadap cahaya. Untuk itu, pengamatan fajar

ṣādiq hendaknya dilakukan ditempat yang gelap yang bebas dari gangguan polusi agar mendapatkan data yang baik.

2. Penelitian menggunakan ASC ini hendaknya diteruskan para peneliti selanjutnya untuk memberikan data yang lebih banyak dan memperbaiki kualitas data dengan melakukan penelitian ditempat yang berbeda dan ditempat yang bebas dari gangguan polusi supaya dapat menjadi acuan dalam melaksanakan salat Subuh yang sebenarnya.
3. Dibutuhkan sebuah SOP (*Standar Operasional Prosedur*) dalam pengamatan fajar ṣādiq agar penelitian fajar ṣādiq yang dilakukan tidak bersifat liar/bebas baik dalam penggunaan instrumen maupun dalam pengolahan data.

C. Penutup

Alhamdulillah *robbil 'alaamin*, Puji syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan *rahmat* dan *rahimnya* serta kekuatan kepada penulis, dengan itu penulis dapat menyelesaikan penelitian ini dalam bentuk tesis sebagai tugas akhir sebagai syarat kelulusan dalam jurusan Ilmu Falak, Fakultas Syariah dan Hukum UIN Walisongo Semarang.

Dalam penulisan tesis ini, penulis sudah melakukan semaksimal mungkin, tetapi penulis menyadari bahwa dalam penulisan tesis ini masih banyak kekurangan dan kelemahan. Untuk itu, kritik dan saran yang membangun senantiasa penulis harapkan demi

kebaikan bersama. Mudah-mudahan tesis ini dapat memberikan manfaat dalam bidang Ilmu Falak. *Amin.*

DAFAR PUSTAKA

- ad-Dāruqūṭhni, Al-Hafiz al-kabir ali bin umar. *Sunan Ad-Dāruqūṭhni*. Jilid I. Beirut: al-Resalah Publisher, 2004.
- Alimuddin. “Perspektif Syar’i Dan Sains Awal Waktu Shalat.” *Al-Daulah* 1, no. 1 (2012): 120–131.
- Amri, Tamhid. “Waktu Shalat Perspektif Syar’i.” *Asy-Syariah* 16, no. 3 (2014).
- Anugraha, Rinto. *Mekanika Benda Langit (Diktat Jurusan Fisika Fakultas MIPA)*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada, 2012.
- Ardi, Unggul Suryo. “Problematika Awal Waktu Shubuh Antara Fiqih Dan Astronomi.” *AL - AFAQ : Jurnal Ilmu Falak dan Astronomi* 2, no. 2 (2020): 87–102.
- Azhari, Susiknan. *Ensiklopedi Hisab Rukyah*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2007.
- . *Ilmu Falak: Teori Dan Praktek*. Yogyakarta: Suara Muhammadiyah, 2004.
- . *Ilmu Falak Perjumpaan Khazanah Islam Dan Sains Modern*. Yogyakarta: Suara Muhammadiyah, 2007.
- Basthoni, M. “A Prototype of True Dawn Observation Automation System (Prototipe Sistem Otomatisasi Observasi Fajar).” *Jurnal Sains Dirgantara* 18, no. 1 (2020): 33–42.
- Butar-Butar, Arwin Juli Rakhmadi. *Esai-Esai Waktu Subuh*. Medan: UMSU Press, 2021.
- . *Fajar & Syafak Dalam Kesarjanaan Astronom Muslim Dan Ulama Nusantara*. Yogyakarta: LKiS, 2017.
- . “Kontribusi Syaikh Muhammad Thahir Jalaluddin Dalam

- Bidang Ilmu Falak.” *MIQOT: Jurnal Ilmu-ilmu Keislaman* 42, no. 2 (2018): 300.
- . *Pengantar Ilmu Falak Teori, Praktik, Dan Fikih*. Depok: Rajawali Pers, 2018.
- Damanhuri, Adi. *Pengamatan Dan Penelitian Awal Waktu Subuh: Semua Bisa Melakukannya*. Sidoarjo: Nazamia Learning Center, 2021.
- Djambek, Saadoe’ddin. *Pedoman Waktu Salat Sepanjang Masa*. Jakarta: Bulan Bintang, 1394.
- Fuadi, Lutfi. “Fajar Penanda Awal Waktu Shubuh Dan Puasa.” *Minhaj: Jurnal Ilmu Syariah* 2, no. 1 (2021): 107–120.
- Hadi Bashori, Muhammad. *Pengantar Ilmu Falak*. Jakarta: Pustaka Al-Kautsar, 2015.
- Hambali, Slamet. *Ilmu Falak I (Penentuan Awal Waktu Salat Dan Arah Kiblat Seluruh Dunia)*. Semarang: Pascasarjana IAIN Walisongo Semarang, 2011.
- Hamidy, Mu’ammal. *Terjemahan Nailul Author Himpunan Hadis Hukum*. Surabaya: PT. Bina Ilmu, n.d.
- Harijadi Noor, Laksmiyanti Annake. “Analisis Perubahan Kecerahan Langit Waktu Fajar Dengan Sky Quality Meter.” Institut Teknologi Bandung, 2019.
- . “Uji Akurasi Hisab Awal Waktu Shalat Subuh Dengan SQM.” UIN Walisongo, 2016.
- Hassan, A.H., Yasser A. Abdel-Hadi, I.A. Issa, and N.Y. Hassanin. “Naked Eye Observations for Morning Twilight at Different Sites in Egypt.” *NRIAG Journal of Astronomy and Geophysics* 3, no.1(2014):2326.<http://dx.doi.org/10.1016/j.nrjag.2014.02.002>.
- Hendri. “Fenomen Fajar Shadiq Penanda Awal Waktu Shalat

- Subuh, Terbit Matahari, Dan Awal Waktu Dhuha.” *Alhurriyah: Jurnal Hukum Islam* 02, no. 02 (2017): 1–16.
- Herdiwijaya, Dhani. “Waktu Subuh Tinjauan Pengamatan Astronomi.” *Jurnal Tarjih* 14, no. 1 (2017): 51–64.
- Intifada, Raizza Kinka, and Ahmad Izzuddin. “The Distinctions of the Beginning Praying Time Calculation By Rinto Anugraha.” *Al-Hilal: Journal of Islamic Astronomy* 3, no. 1 (2021): 129–148.
- Ismail. “Metode Penentuan Awal Waktu Salat Dalam Perspektif Ilmu Falak.” *Jurnal Ilmiah Islam Futura* 14, no. 2 (2015): 218.
- Izzuddin, Ahmad. *Ilmu Falak Praktis*. Semarang: Pustaka Rizki Putra, 2017.
- Kadir, A. *Formula Baru Ilmu Falak Panduan Lengkap & Praktis*. Jakarta: Amzah, 2012.
- Karimah, Niswatul. “Aplikasi Edge Detection Untuk Mengetahui Fajar Shadiq Sebagai Penentua Awal Waktu Subuh Menggunakan GUI Matlab.” UIN Maulana Malik Ibrahim, 2019.
- Kementerian Agama RI. *Al-Quran Dan Terjemahannya*. Bandung: Cordoba, 2017.
- Khazin, Muhyiddin. *Ilmu Falak Dalam Teori Dan Praktik*. Yogyakarta: Buana Pustaka, 2004.
- KM Shadiq, Sriyatin. *Ilmu Falak I*. Surabaya: Fakultas Syariah Universitas Muhammadiyah Surabaya, 1994.
- Majelis Tarjih dan Tajdid Pimpinan Pusat Muhammadiyah. *Himpunan Putusan Tarjih Muhammadiyah 3*. Yogyakarta, 2018.
- Maskufa. *Ilmu Falak*. Jakarta: Gaung Persada Press, 2009.

- Mohammaddin Abdul Niri, Raihana Abdul Wahab, and Abdul Razak Nayan Mohd Saiful Anwar Mohd Nawawi. “The Knowledge Integration Perspective on the Issue of Determining the Time for the Beginning of Fajr Prayer.” *Jurnal Fiqh* 16, no. 2 (2019): 253–288.
- Mughits, Abdul. “Problematika Jadwal Waktu Salat Subuh Di Indonesia.” *Jurnal Ilmu Syari’ah dan Hukum* 48, no. 2 (2014): 467–487.
- Muhajir. “Awal Waktu Shalat Telaah Fiqh Dan Sains.” *Jurnal Studi Islam* 6, no. 1 (2019): 39–50.
- Muhammad Jawad, Mughniyah. *Fiqh Lima Mazhab*. Jakarta: Lentera, 2007.
- Murtadho, Moh. *Ilmu Falak Praktis*. Malang: UIN-Malang Press, 2008.
- Musonnif, Ahmad. *Ilmu Falak Metode Hisab Awal Waktu Shalat, Arah Kiblat, Hisab Urfi Dan Hisab Hakiki Awal Bulan*. Yogyakarta: Teras, 2011.
- Ni’am, M. Ihtirozun, and Khabib Suraya. “Analemma And The Beginning Of Maghrib Prayer Alteration (Correlation Of Analemma’s Position Towards The Beginning Of Maghrib Prayer According To Ephemeris Calculation).” *Al-Hilal: Journal of Islamic Astronomy* 3, no. 1 (2021): 29–54.
- Pramudya, Yudhiakto, and Romadon Abu Yazid Raisal. “Aplikasi Tingkat Kecerlangan Langit Dalam Penentuan Waktu Subuh.” *Tarjih* 14, no. I (2017): 65–71.
- Qusthalaani, Imam. “Kajian Fajar Dan Syafaq Perspektif Fikih Dan Astronomi.” *Mahkamah : Jurnal Kajian Hukum Islam* 3, no. 1 (2018): 2.
- Rachim, Abdr. *Ilmu Falak*. Yogyakarta: Liberti, 1983.
- Raisal, Abu Yazid, Yudhiakto Pramudya, Okimustava, and

- Muchlas. “Pemanfaatan Metode Moving Average Dalam Menentukan Awal Waktu Salat Subuh Menggunakan Sky Quality Meter (SQM).” *Al-Marshad: Jurnal Astronomi Islam dan Ilmu-Ilmu Berkaitan* 5, no. 1 (2019): 1–13.
- Ritonga, Habibullah, Arwin Juli Rakhmadi Butar-Butar. “Peran Ilmu Falak Dalam Masalah Arah Kiblat, Waktu Salat, Dan Awal Bulan.” *Al-Marshad: Jurnal Astronomi Islam dan Ilmu-Ilmu Berkaitan* 2, no. 2 (2016).
- Ritonga, Marataon. “Problematika Syafaq Dan Fajar Dalam Menentukan Waktu Salat Isyak Dan Subuh.” *Al-Marshad: Jurnal Astronomi Islam dan Ilmu-Ilmu Berkaitan* 7, no. 2 (2021).
- Rohmah, Nihayatur. *Syafak & Fajar Verifikasi Dengan Aplikasi Fotometri: Tinjauan Syar’i Dan Astronomi*. Yogyakarta: Lintang Rasi Aksara Books, 2012.
- Sado, Arino Bemi. “Waktu Shalat Dalam Perspektif Astronomi; Sebuah Integrasi Antara Sains Dan Agama.” *Mu’amalat* VII, no. 1 (2015): 69–83.
- Saksono, Tono. *Evaluasi Awal Waktu Subuh & Isya Perspektif Sains, Teknologi Dan Syariah*. Jakarta: Uhamka Press & LPP Aika Uhamka, 2017.
- Sarwat, Ahmad. *Waktu Salat*. Jakarta: Rumah Fiqih Publishing, 2018.
- Sarwono, Jonathan. *Metode Penelitian Kuantitatif & Kualitatif*. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2006.
- Selfiah Febriani, Andi Muhammad Akmal, Hamzah Hasan. “Perspektif Thomas Djamiluddin Terhadap Eksistensi Fajar Sadiq Dalam Penentuan Awal Waktu Subuh.” *Jurnal Hisabuna* 3, no. 1 (2022): 149–167.
- Shihab, Quraish. *Tafsir Al-Misbah*. Jakarta: Lentera Hati, 2002.

- Sugiyono. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif Dan R&D*. Bandung: Alfabeta, 2016.
- Sulidar. *Wawasan Hadis-Hadis Waktu Ibadah Salat*. Medan: Observatorium Ilmu Falak Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, 2018.
- Suryabrata, Sumadi. *Metodologi Penelitian*. Jakarta: Rajawali Pers, 2011.
- Sutrisno, Hadi. *Pengantar Metodologi Research II*. Yogyakarta: Fakultas Psikologi UGM, 1971.
- Syamsudin, Sarakhsi. *Kitab Al-Mabsuth*. Beirut Libulanon: Darul Kitab al-Ilmiyah, n.d.
- Syifaul Anam, Ahmad. *Perangkat Rukyat Non Optik Kajian Terhadap Model Penggunaan Dan Akurasinya*. Semarang: Karya Abadi Jaya, 2015.
- Tono Saksono, Syamsul Anwar. *Premature Dawn The Global Twilight Pattern*. Yogyakarta: Suara Muhammadiyah, 2021.
- Zainuddin. "Posisi Matahari Dalam Menentukan Waktu Shalat Menurut Dalil Syar'I." *Elfalaky* 4, no. 1 (2020): 36–55.
- Zaman, Qomarus. "Terbit Fajar Dan Waktu Subuh (Kajian Nash Syar'i Dan Astronomi)." *Ahakim* 2, no. 1 (2018): 27–44.
- Kementerian Agama RI Al-Quran Dan Terjemahan*. Jakarta: Samad, 2014.

Website:

- Alcor System. "Alcor System ALPHEA All Sky Camera." Last modified 2013. https://www.alcorsystem.com/common/allsky/docs/Presentation_NEAF2013_camera_ALLSKY.pdf.
- archysig.wordpress.com. "Gerak Semu Matahari." Last modified

2018<https://archysig.wordpress.com/2018/07/17/gerak-semu-matahari/>.

“Hisab Rukyat Dimensi Masalahah.” [https://www.ahmad-izzuddin-alfalaky.id/2021/12/hisab-rukayah-demensi masalahah_4.html](https://www.ahmad-izzuddin-alfalaky.id/2021/12/hisab-rukayah-demensi-maslahah_4.html).

Kemenag.go.id. “BimasIslam.” <https://bimasislam.kemenag.go.id/jadwalshalat>.

Ghalas, isfar.” Last modified 2022. <https://oif.umsu.ac.id/2021/01/ghalas-dan-isfar>.

Tdjamaluddin wordpress.com. “Bukti Pengaruh Polusi Cahaya Pengamatan Fajar.” Last modified 2022. <https://tdjamaluddin.wordpress.com/2021/04/07/bukti-pengaruh-polusi-cahaya-pengamatan-fajar-di-banyuwangi-dan-semarang/>.

Wawancara:

Wawancara dengan Bapak Ismail Fahmi pada bulan Juni 2022.

Wawancara dengan Bapak Yudhiakto Pramudya pada bulan Juni 2022.

Wawancara dengan Bapak Muhammad Hidayat pada bulan Juni 2022.

LAMPIRAN

1. Dokumentasi Penelitian Surat Peminjaman Instrumen ke OIF UMSU.



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG
FAKULTAS SYARIAH DAN HUKUM
PROGRAM STUDI S2 ILMU FALAK

Jl. Prof. Dr. H. Hani (Kompos III) Ngalyan Telp/Fax (024) 791291, Semarang, Kode Pos 58185

Nomor : B-2105/Un.10.1.U6/TL.01/04/2022
Perihal : Permohonan untuk Pinjam Alat

Semarang, 14 April 2022

Yang Terhormat,
Kepala Observatorium Ilmu Falak
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
di
Kota Medan, Sumatera Utara

Assalamualaikum Wr. Wb.

Yang bertanda tangan di bawah ini menerangkan bahwa, mahasiswa kami :

Nama : Maratoon Roberga

NIM : 2002048001

Status : Mahasiswa S2 Ilmu Falak

yang melakukan penelitian tesis dengan judul :

"Pengamatan Fajar Shadiq Menggunakan All Sky Camera di Kota Medan".

Untuk itu kami mohon kepada Bapak agar mahasiswa tersebut diberi izin untuk meminjam alat **All Sky Camera** di Instansi yang Bapak pimpin guna penulisan penelitian tesis tersebut.

Demikian surat permohonan ini, atas kerjasama Bapak, kami sampaikan terima kasih.

Wassalamualaikum Wr. Wb.

Ketua Prodi S2 Ilmu Falak,

Dr. Mahsun, M.Ag.

Peminjaman Alat *All Sky Camera* di Observatorium Ilmu Falak
UMSU (bersama tim peneliti OIF UMSU)



Pemasangan *All Sky Camera* di Gedung Pascasarjana UMSU



Pengambilan Data Fajar Menggunakan ASC





2. Wawancara bersama Bapak Ismail Fahmi (WA +62 812-1829-1525).

Penulis :

- 1) Bagaimanakah Bapak Ismail Fahmi (Selaku Kasubdit Hisab Rukyat Kemenag RI) melihat kriteria waktu Subuh yang ada saat ini di Indonesia? apakah sudah sesuai atau memang harus perlu dikoreksi kembali?

Bapak Ismail Fahmi, S. Ag.

Sejauh ini kriteria Subuh sudah sesuai, dengan bukti hasil pengamatan di Porong, Banyuwangi & P. Buru Maluku dalam rentang Nov 2021 - Mei 2022. Insya Allah alat di lokasi tersebut akan terus merekam & dianalisis untuk

menjawab polemik di masyarakat berdasarkan pengamatan jangka panjang.

Penulis :

- 2) Terkait penentuan waktu salat Subuh di Kemenag RI, instrumen yang digunakan dalam mengamati fajar *sādiq*, apakah sudah menggunakan instrumen modern atau instrumen klasik dan atau bahkan sudah menggabungkan keduanya?

Bapak Ismail Fahmi, S. Ag.

Intrumen yang digunakan adalah instrumen modern, yaitu gabungan antara SQM yg merekam data kecerlangan langit malam & kamera digital dengan sensor *Sony IMX477* yang sensitif untuk merekam benda langit redup di ufuk Timur, dengan bukti kamera tersebut mampu merekam dengan baik ketampakan *Milky Way*, *Zodiacal Light* ketika dipasang di lokasi yang ideal/gelap.

Penulis :

- 3) Bila boleh tau, sejauh mana keakuratan instrumen yang digunakan?

Bapak Ismail Fahmi, S. Ag.

Instrumen telah diuji para ahlinya. Diantaranya: *linearitas* & *stabilitas* SQM telah diuji oleh para astronom & banyak digunakan untuk pemetaan polusi cahaya & penelitian astronomi yang lain.

Sedangkan kamera *Sony IMX477* juga telah banyak digunakan oleh para astronom pegiat astrofotografi untuk merekam *Deep Sky Object* karena kamera tersebut memiliki *sensitifitas* yang baik dalam deteksi cahaya redup.

Dua komponen tersebut (SQM & kamera) diintegrasikan dalam satu sistem *otomatisasi* yang kemudian disebut dengan PTM (*Portable Twilight Meter*). Sistem PTM ini menggunakan sistem yang sama dengan *SOOF (Sistem Otomatisasi Observasi Fajar)* yang telah dikaji dalam penelitian skripsi di UIN Walisongo & hasil akurasiya masuk kategori baik karena di dalam sistem tersebut juga ditanamkan program *ephemeris* berbasis *algoritma Jean Meeus* untuk menyajikan data yang direkam oleh sistem menjadi data posisi ketinggian Matahari & posisi Bulan.

Penulis :

- 4) Teknik apa yang digunakan dalam mengolah data fajar tersebut?

Bapak Ismail Fahmi, S. Ag. :

Untuk teknik analisis pakai pendekatan garis *linear* terhadap pola kecerlangan langit malam sebelum perkiraan terbit fajar.

Metode ini telah dipresentasikan di seminar internasional di UNS Solo pada April 2021 & telah terpublish di Prosiding terindex Scopus.

3. Wawancara bersama Bapak Yudhiakto Pramudya (WA +62 853-3722-5062).

Penulis :

- 5) Menurut Bapak, penggunaan instrumen dalam pengamatan fajar *ṣādiq* apakah harus menggunakan instrumen tertentu atau bagaimana Pak? atau apakah sudah ada kesepakatan dalam penggunaan instrumen dalam pengamatan fajar *ṣādiq*?

Bapak Yudhiakto Pramudya, Ph.D:

Ada banyak sekali kebebasan dalam hal ini, Instrumen yang digunakan dalam pengambilan data fajar masih bersifat bebas atau belum ada kesepakatan. Sebenarnya adanya sepakat dan tidak sepakat itu berdasarkan standar atau pendekatan yang digunakan. Belum adanya instrumen yang disepakati karena belum ada standarisasi sehingga masih bersifat bebas. Dalam pengambilan data fajar tidak masalah menggunakan instrumen apa saja selagi bisa dibuktikan dengan metode yang ilmiah. Seperti penggunaan SQM, All Sky Camera dan lain-lain.

Penulis :

- 6) Bagaimana Bapak mengambil data fajar dan menggunakan instrumen apa?

Bapak Yudhiakto Pramudya, Ph.D:

Pada awal memulai mengumpulkan data fajar menggunakan SQM (*Sky Quality Meter*), Sebeleum pengambilan data fajar dilakukan saya dan mahasiswa UAD menghadiri sesi diskusi Pak Dhani Herdijaya (dosen ITB Bandung) di UAD, pada saat itu beliau cerita tentang riset Subuh dan penggunaan SQM, yang mana waktu itu konsepnya mencoba memperkirakan waktu salat Subuh menggunakan SQM. Berawal dari situ saya mengambil data fajar menggunakan SQM di UAD hingga saat ini.

4. Bersama Bapak Muhammad Hidayat (WA +62 853-6116-2933).

Penulis :

- 7) Apakah *All Sky Camera* itu dapat dijadikan sebagai alat untuk mendeteksi kemunculan fajar *ṣādiq*?

Bapak Muhammad Hidayat

Secara prinsip ASC dapat memotret 360° derajat bagian langit dengan bentuk citra, adapun kaitannya terhadap kemunculan fajar *ṣādiq* itu terkait dengan pengolahan dan analisis dari citra ASC itu sendiri. Secara prinsip, ASC dapat mendeteksi kemunculan fajar *ṣādiq* dengan baik

karena ASC memiliki sensor yang *sensitif* terhadap cahaya.

Penulis :

- 8) Bagaimana tingkat akurasi *All Sky Camera* terhadap deteksi fajar *ṣādiq* dibandingkan dengan instrumen lainnya?

Bapak Muhammad Hidayat

Sejauh ini belum ada penelitian yang membandingkan antara ASC dengan instrumen lainnya terhadap deteksi kemunculan fajar *ṣādiq*, karena masih sedikit yang melakukan penelitian menggunakan ASC. ASC memiliki keunikan tersendiri yaitu dapat memotret seluas 360° derajat bagian langit sehingga lebih mudah dalam menganalisis dan melihat kemunculan fajar *ṣādiq* pada citra, berbeda dengan instrumen lainnya yang hanya dapat mengambil objek pada sudut tertentu saja seperti SQM dan lain-lain. Sehingga ketika posisi arah Timurnya tidak sesuai maka beresiko tidak mendapatkan awal munculnya fajar *ṣādiq*. Karena medan pandang yang dimiliki instrumen selain ASC masih terbatas.

**Jumlah Rata-rata Nilai Pixel yang Diakses Menggunakan
ImageJ pada 18 Oktober 2022 di Gedung Kampus
Pascasarjana UMSU**

Urutan Citra	Jumlah Pixel	MA	Gradien
1	55.377	-	-
2	56.647	-	-
3	56.696	-	-
4	57.654	-	-
5	58.190	58.190	-
6	58.610	58.610	0,002380952
7	59.878	59.878	0,000788644
8	59.382	59.382	-0,002016129
9	60.687	60.687	0,000766284
10	60.996	60.996	0,003236246
11	61.324	61.324	0,00304878
12	62.822	62.822	0,000667557
13	63.212	63.212	0,002564103
14	63.843	63.843	0,001584786
15	66.135	66.135	0,0004363
16	64.666	64.666	-0,000680735
17	65.037	65.037	0,002695418
18	65.638	65.638	0,001663894
19	65.833	65.833	0,005128205
20	66.574	66.574	0,001349528
21	67.180	67.180	0,001650165
22	69.019	69.019	0,000543774
23	68.722	68.722	-0,003367003
24	69.247	69.247	0,001904762
25	69.748	69.748	0,001996008

26	70.217	70.217	0,002132196
27	70.654	70.654	0,00228833
28	71.074	71.074	0,002380952
29	70.660	70.660	-0,002415459
30	71.118	71.118	0,002183406
31	71.592	71.592	0,002109705
32	71.856	71.856	0,003787879
33	72.289	72.289	0,002309469
34	72.875	72.875	0,001706485
35	72.655	72.655	-0,004545455
36	74.446	74.446	0,000558347
37	75.763	75.763	0,000759301
38	74.460	74.460	-0,00076746
39	74.795	74.795	0,002985075
40	76.041	76.041	0,000802568
41	78.745	78.745	0,000369822
42	76.908	76.908	-0,000544366
43	73.198	73.198	-0,000269542
44	77.573	77.573	0,000228571
45	78.012	78.012	0,002277904
46	78.518	78.518	0,001976285
47	78.866	78.866	0,002873563
48	83.536	83.536	0,000214133
49	79.575	79.575	-0,000252461
50	79.959	79.959	0,002604167
51	80.270	80.270	0,003215434
52	81.862	81.862	0,000628141
53	82.303	82.303	0,002267574
54	83.470	83.470	0,000856898

55	83.072	83.072	-0,002512563
56	84.635	84.635	0,000639795
57	83.551	83.551	-0,000922509
58	85.429	85.429	0,000532481
59	85.823	85.823	0,002538071
60	85.050	85.050	-0,001293661
61	87.852	87.852	0,000356888
62	87.308	87.308	-0,001838235
63	87.032	87.032	-0,003623188
64	87.130	87.130	0,010204082
65	88.592	88.592	0,000683995
66	87.957	87.957	-0,001574803
67	87.749	87.749	-0,004807692
68	87.754	87.754	0,2
69	87.463	87.463	-0,003436426
70	87.742	87.742	0,003584229
71	87.755	87.755	0,076923077
72	86.736	86.736	-0,000981354
73	87.396	87.396	0,001515152
74	88.580	88.580	0,000844595
75	87.785	87.785	-0,001257862
76	86.635	86.635	-0,000869565
77	86.912	86.912	0,003610108
78	86.082	86.082	-0,001204819
79	86.267	86.267	0,005405405
80	85.451	85.451	-0,00122549
81	86.340	86.340	0,001124859
82	85.795	85.795	-0,001834862
83	85.828	85.828	0,03030303

84	85.332	85.332	-0,002016129
85	85.393	85.393	0,016393443
86	86.499	86.499	0,000904159
87	85.611	85.611	-0,001126126
88	85.503	85.503	-0,009259259
89	85.277	85.277	-0,004424779
90	85.412	85.412	0,007407407
91	84.436	84.436	-0,00102459
92	84.377	84.377	-0,016949153
93	84.235	84.235	-0,007042254
94	84.175	84.175	-0,016666667
95	84.180	84.180	0,2
96	84.080	84.080	-0,01
97	83.844	83.844	-0,004237288
98	83.659	83.659	-0,005405405
99	83.472	83.472	-0,005347594
100	83.195	83.195	-0,003610108
101	83.064	83.064	-0,007633588
102	82.686	82.686	-0,002645503
103	81.205	81.205	-0,000675219
104	83.293	83.293	0,000478927
105	81.240	81.240	-0,000487092
106	80.843	80.843	-0,002518892
107	81.046	81.046	0,004926108
108	80.824	80.824	-0,004504505
109	80.741	80.741	-0,012048193
110	80.722	80.722	-0,052631579
111	80.528	80.528	-0,005154639
112	80.025	80.025	-0,001988072

113	82.110	82.110	0,000479616
114	83.689	83.689	0,000633312
115	90.038	90.038	0,000157505
116	100.279	100.279	9,764671E-05
117	102.381	102.381	0,000475737
118	107.540	107.540	0,000193836
119	109.450	109.450	0,00052356
120	112.538	112.538	0,000323834

**Jumlah Rata-rata Nilai Piksel yang Diakses Menggunakan
ImageJ pada 05 Februari 2022 di Medan Sunggal**

Urutan Citra	Nilai Piksel	MA	Gradien
1	40.640	-	-
2	41.640	-	-
3	42.386	-	-
4	43.115	-	-
5	44.848	41.945	-
6	46.463	42.997	0,000951
7	50.563	44.203	0,000829
8	50.890	46.247	0,000489
9	50.615	48.191	0,000514
10	52.795	49.633	0,000694
11	55.790	51.216	0,000632
12	57.563	52.523	0,000765
13	59.381	54.191	0,000599
14	60.404	56.382	0,000456
15	61.836	58.285	0,000526
16	62.767	59.796	0,000662
17	64.331	61.097	0,000769

18	65.888	62.335	0,000808
19	67.508	63.706	0,000729
20	65.448	65.124	0,000705
21	60.644	65.794	0,001492
22	60.917	64.872	-0,00108
23	61.397	63.629	-0,0008
24	61.187	62.102	-0,00065
25	61.151	61.036	-0,00094
26	62.245	61.163	0,00789
27	63.246	61.495	0,003012
28	65.018	61.957	0,002163
29	67.572	62.915	0,001044
30	68.276	64.520	0,000623
31	69.804	66.028	0,000663
32	69.561	67.668	0,00061
33	69.272	68.803	0,00088
34	63.016	69.228	0,002353
35	60.373	67.913	-0,00076
36	58.273	65.556	-0,00042
37	57.556	62.734	-0,00035
38	56.654	59.805	-0,00034
39	55.051	58.214	-0,00063
40	57.822	56.884	-0,00075
41	54.704	56.771	-0,00887
42	58.424	56.058	-0,0014
43	57.745	56.500	0,00226
44	59.357	57.174	0,001485
45	60.891	57.558	0,002606
46	68.572	59.104	0,000647

47	70.609	61.641	0,000394
48	72.994	64.857	0,000311
49	73.587	68.267	0,000293
50	84.332	71.441	0,000315
51	84.290	75.381	0,000254
52	84.850	78.801	0,000292
53	86.901	81.765	0,000337
54	89.706	85.093	0,0003
55	90.845	86.437	0,000744
56	91.663	88.076	0,00061
57	93.594	89.779	0,000587
58	96.280	91.452	0,000598
59	98.968	93.096	0,000608
60	98.267	95.126	0,000492
61	99.402	96.777	0,000606
62	100.402	98.229	0,000689
63	102.984	99.260	0,00097
64	98.985	100.264	0,000996
65	99.396	100.443	0,005571
66	97.701	100.442	-0,66667
67	87.251	99.767	-0,00148
68	100.044	95.833	-0,00025
69	103.654	96.098	0,003777
70	98.152	97.163	0,000939
71	99.836	97.275	0,008869
72	81.018	100.422	0,000318
73	83.213	95.665	-0,00021
74	84.191	90.555	-0,0002
75	83.245	87.065	-0,00029

76	83.151	82.917	-0,00024
77	82.746	83.450	0,001875
78	83.577	83.333	-0,00857
79	84.521	83.180	-0,00651
80	84.714	83.499	0,003135
81	85.389	83.890	0,002559
82	85.756	84.550	0,001513
83	86.594	85.095	0,001836
84	86.643	85.613	0,00193
85	87.491	86.096	0,002074
86	89.514	86.621	0,001903
87	90.924	87.561	0,001064
88	93.325	88.643	0,000924
89	96.487	90.314	0,000599
90	99.425	92.563	0,000445
91	99.755	95.040	0,000404
92	97.779	97.248	0,000453
93	94.558	98.362	0,000898
94	97.880	97.879	-0,00207
95	99.302	97.493	-0,00259
96	99.357	97.380	-0,00883
97	81.367	97.774	0,002535
98	80.361	94.477	-0,0003
99	78.516	90.097	-0,00023
100	78.553	84.900	-0,00019
101	78.215	79.699	-0,00019
102	79.885	78.911	-0,00127
103	81.352	78.792	-0,0084
104	83.659	79.501	0,00141

105	84.349	80.778	0,000783
106	86.810	82.311	0,000652
107	87.037	84.043	0,000578
108	87.527	85.464	0,000704
109	89.975	86.431	0,001034
110	93.131	87.837	0,000711
111	94.671	89.418	0,000633
112	95.936	91.326	0,000524
113	96.268	93.428	0,000476
114	98.544	95.002	0,000636
115	99.998	96.355	0,000739
116	110.263	97.687	0,000751
117	119.810	101.268	0,000279
118	120.810	107.154	0,00017
119	123.066	112.720	0,00018
120	124.066	118.487	0,000173

**Jumlah Rata-rata Nilai Pikel yang Diakses
Menggunakan *ImageJ* pada 12 Februari 2022
di Medan Sunggal**

Urutan Citra	Nilai Pikel	MA	Gradien
1	1.579	-	-
2	71.898	-	-
3	76.814	-	-
4	76.556	-	-
5	76.327	56.712	-
6	77.080	75.399	5,351E-05
7	78.281	76.694	0,0007719
8	77.569	77.061	0,0027267

9	78.223	77.314	0,0039487
10	76.261	77.788	0,0021097
11	75.885	77.584	-0,004884
12	73.609	76.985	-0,001669
13	72.086	75.995	-0,00101
14	72.667	74.460	-0,000652
15	70.627	73.562	-0,001113
16	69.624	72.247	-0,000761
17	67.527	71.251	-0,001004
18	67.710	70.111	-0,000877
19	65.387	68.872	-0,000807
20	64.998	67.562	-0,000763
21	65.153	66.406	-0,000865
22	64.561	65.812	-0,001685
23	62.644	65.025	-0,00127
24	59.952	64.339	-0,001458
25	60.210	63.078	-0,000793
26	58.708	61.842	-0,000809
27	57.056	60.379	-0,000683
28	55.644	58.982	-0,000716
29	57.298	57.905	-0,000929
30	56.122	57.177	-0,001374
31	58.132	56.530	-0,001547
32	59.691	56.799	0,0037175
33	60.867	57.811	0,0009884
34	65.647	58.703	0,0011208
35	63.983	61.084	0,0004199
36	72.711	62.547	0,0006836
37	73.075	65.802	0,0003072

38	74.049	68.854	0,0003277
39	75.758	70.955	0,0004761
40	76.337	73.898	0,0003397
41	78.350	74.805	0,0011031
42	78.587	76.124	0,0007583
43	76.171	77.258	0,0008814
44	75.464	77.361	0,0096852
45	77.768	77.143	-0,004582
46	73.611	76.998	-0,006873
47	72.728	75.754	-0,000804
48	73.815	74.893	-0,001162
49	69.218	74.481	-0,002426
50	68.274	72.343	-0,000468
51	69.069	71.009	-0,000749
52	71.364	70.094	-0,001093
53	68.512	69.481	-0,001632
54	71.158	69.305	-0,005666
55	72.332	70.026	0,001387
56	74.191	70.842	0,0012259
57	78.738	71.548	0,0014149
58	78.982	74.105	0,0003912
59	80.034	76.061	0,0005112
60	83.446	77.986	0,0005193
61	82.915	80.300	0,0004322
62	86.472	81.344	0,0009576
63	82.144	83.217	0,000534
64	80.479	83.744	0,0018957
65	79.739	83.003	-0,001348
66	80.556	82.209	-0,001259

67	82.106	80.730	-0,000676
68	83.465	80.720	-0,105263
69	82.868	81.467	0,0013396
70	83.544	82.249	0,0012784
71	85.181	82.996	0,0013387
72	87.589	83.765	0,0013008
73	86.886	84.796	0,0009699
74	87.913	85.800	0,0009955
75	90.782	86.892	0,0009155
76	91.709	88.293	0,0007142
77	93.168	89.323	0,0009709
78	91.774	90.893	0,0006367
79	90.375	91.858	0,001036
80	89.206	91.757	-0,009828
81	93.144	91.131	-0,001598
82	94.099	91.125	-0,166667
83	93.947	91.706	0,0017204
84	92.808	92.599	0,0011198
85	91.807	93.500	0,0011105
86	94.498	93.165	-0,002992
87	94.920	93.265	0,0100251
88	93.634	93.508	0,004111
89	94.811	93.715	0,0048426
90	92.267	94.466	0,0013316
91	93.913	93.908	-0,001793
92	94.499	93.656	-0,003972
93	93.933	93.873	0,0046243
94	94.898	93.653	-0,004556
95	94.601	94.311	0,0015203

96	93.914	94.483	0,005814
97	93.406	94.337	-0,006838
98	92.841	94.205	-0,00759
99	91.326	93.691	-0,001945
100	90.907	92.872	-0,001221
101	92.219	92.120	-0,00133
102	100.052	91.823	-0,00337
103	110.223	93.626	0,0005547
104	115.613	98.350	0,0002117
105	116.350	104.527	0,0001619
106	140.406	110.560	0,0001658

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama : Marataon Ritonga
Tempat, Tanggal Lahir : Simatorkis, 27 Juli 1991
Alamat Asal : Jln. Menteng VII Gg. Cempaka
No. 7 Medan Tenggara, Medan
Denai, Kota Medan, Sumatera
Utara.
Alamat Domisili : Jln. Prof. Dr. Hamka,
Ringinsari I, Semarang.
Riwayat Pendidikan :
Pendidikan Formal

- a. SD Negeri Batanggarut, lulus tahun 2005
- b. MTSs Nurul Falah Tanjung Marulak, lulus tahun 2008
- c. MA Darussalam Parmeraan, lulus tahun 2011
- d. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, lulus tahun 2015

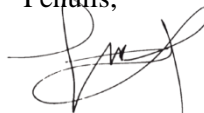
Publikasi

- 1) Problematika Syafaq dan Fajar dalam Menentukan Waktu Salat Isyak dan Subuh (Jurnal Al-Marshad, 2021).
- 2) Simulasi Perhitungan Waktu Salat Menggunakan Spreadsheet (Jurnal Al-Marshad, 2022).

Demikian riwayat pendidikan ini dibuat dengan sebenarnya untuk menjadi maklum dan periksa adanya.

Semarang, 20 Juni 2022

Penulis,



Marataon Ritonga