

**SISTEM PENENTUAN AWAL WAKTU SALAT SUBUH
MENGUNAKAN SISTEM OTOMATISASI OBSERVASI FAJAR (SOOF)**

SKRIPSI

Diajukan Guna Memenuhi Tugas dan Melengkapi Syarat Guna Memperoleh

Gelar Sarjana Program Strata 1 (S1)



Disusun oleh:

SHIFA FAUZIYAH

1602046112

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

2021

Dr. H. Mohamad Arja Imroni, M.Ag.
Jl. Mahoni D.IV / 03 Perumahan Beringin Indah, Kel. Beringin, Kec. Ngaliyan
Kota Semarang

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Lamp. : 4 (empat) eks.

Hal : Naskah Skripsi
An. Sdr. Shifa Fauziyah

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

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

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

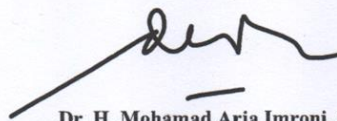
N a m a : Shifa Fauziyah
NIM : 1602046116
Prodi : Ilmu Falak
Judul : **Sistem Penentuan Awal Waktu Salat Subuh
Menggunakan Sistem Otomatisasi Observasi Fajar
(SOOF)**

Dengan ini saya mohon kiranya skripsi Saudara tersebut dapat segera
dimunaqsyahkan.

Demikian harap menjadikan maklum.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Semarang, 10 Juli 2021
Pembimbing I



Dr. H. Mohamad Arja Imroni, M.Ag
NIP. 196907091997031001

Dr. Ahmad Izzuddin, M.Ag.
Jl. Raya Bukit Beringin Lestari Barat Kav. C No. 131 Kelurahan Wonosari, Ngaliyan, Semarang
50186

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Lamp. : 4 (empat) eks.

Hal : Naskah Skripsi

An. Sdr. Shifa Fauziyah

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

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

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

N a m a : Shifa Fauziyah

NIM : 1602046112

Prodi : Ilmu Falak

Judul : **Sistem Penentuan Awal Waktu Salat Subuh Menggunakan Sistem Otomatisasi Observasi Fajar (SOOF)**

Dengan ini saya mohon kiranya skripsi Saudara tersebut dapat segera dimunaqsyahkan.

Demikian harap menjadikan maklum.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Gemarang, 21 Juni 2021
Pembimbing II



Dr. H. Ahmad Izzuddin, M.Ag.
NIP. 19720512 199903 003



**KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN) WALISONGO
FAKULTAS SYARI'AH DAN HUKUM**

Alamat : Jl. Prof. DR. HAMKA Kampus III Ngaliyan Telp./Fax. (024) 7601291, 7624691 Semarang 50185

SURAT KETERANGAN PENGESAHAN SKRIPSI

Nomor : B-4543/Un.10.1/D.1/PP.00.9/10/2021

Pimpinan Fakultas Syari'ah dan Hukum Universitas Islam Negeri (UIN) Walisongo Semarang menerangkan bahwa skripsi Saudara,

Nama : Shifa Fauziyah
NIM : 1602046112
Program studi : Ilmu Falak
Judul : Sistem Penentuan Awal Waktu Salat Subuh Menggunakan Sistem Otomatisasi Observasi Fajar (SOOF)

Pembimbing I : Dr. H. Mohamad Arja Imroni, M.Ag.
Pembimbing II : Dr. H. Ahmad Izzuddin, M.Ag.

Telah dimunaqasahkan pada tanggal 18 Agustus 2021 oleh Dewan Penguji Fakultas Syari'ah dan Hukum yang terdiri dari :

Penguji I / Ketua Sidang : Moh. Khasan, M.Ag.
Penguji II / Sekretaris Sidang : Dr. H. Ahmad Izzuddin, M.Ag.
Penguji III : Drs. H. Maksun, M. Ag.
Penguji IV : Ahmad Munif, MSI.

dan dinyatakan **LULUS** serta dapat diterima sebagai syarat guna memperoleh gelar Sarjana Strata I (S.1) pada Fakultas Syariah dan Hukum UIN Walisongo.

Demikian surat keterangan ini dibuat dan diberikan kepada yang bersangkutan untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

A.n. Dekan,
Wakil Dekan Bidang Akademik
& Kelembagaan



Dr. H. Ali Imron, SH., M.Ag.

Semarang, 14 Oktober 2021
Ketua Program Studi,

Moh. Khasan, M. Ag.

MOTTO

وَهُوَ الَّذِي جَعَلَ اللَّيْلَ وَالنَّهَارَ خِلْفَةً لِّمَنْ أَرَادَ أَنْ يَذَّكَّرَ أَوْ أَرَادَ شُكُورًا

*Dan Dia (pula) yang menjadikan malam dan siang silih berganti bagi orang yang
ingi mengambil pelajaran atau orang yang ingin bersyukur*

(Q.S. 25 [al-Furqon] : 62)

PERSEMBAHAN

Alhamdu Lillahi Robbil ‘Alamin, atas rahmat karunia serta izin Allah SwT, tidak ada hentinya penulis mengucapkan rasa syukur kepada-Nya yang telah memberi kemudahan dan kelancaran sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulis ingin mempersembahkan skripsi ini untuk orang-orang yang selalu hadir, mendukung dan memberi semangat selama ini, kepada :

Kedua orangtua tercinta, Bapak Ali Marzuqi dan ibu Maslakhah, yang selalu menghujani penulis dengan limpahan doa dan kasih sayang, yang selalu mengajarkan arti sebuah kehidupan. Semoga Allah selalu senantiasa mengasihi dan membalas segala kebaikan beliau berdua. Aamiin.

Kedua adik tersayang Abghi Salma Ali dan Muhammad Saif Ali Robbany, yang memberikan dukungan dan motivasi tiada henti untuk terus berjuang menjalani kehidupan dan menggapai cita-cita. Semoga Allah SWT senantiasa memberi kesehatan dan keberkahan sepanjang umurnya. Aamiin.

Kyai dan guru

Terimakasih untuk segala ilmu dan tuntunanya untuk menjadi insan yang lebih baik dan berguna bagi lainnya.

DEKLARASI

DEKLARASI

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

Semarang, 21 Juni 2021

Deklarator.



Shifa Fauziah

1602046112

PEDOMAN TRANSLITERASI ARAB-LATIN

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

A. Konsonan

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

26	و	Waw	W
27	هـ	Ha	H
28	ء	Hamzah	'
29	ي	Ya	Y

B. Konsonan Rangkap

Konsonan rangkap (*tasydid*) ditulis rangkap

Contoh : *مقدمة* ditulis *Muqoddimah*

C. Vokal

1. Vokal Tunggal

Fathah ditulis “a”. Contoh : *فتح* ditulis *fataha*

Kasrah ditulis “i”. Contoh : *علم* ditulis *‘alima*

Dammah ditulis “u”. Contoh : *كتب* ditulis *kutub*

2. Vokal Rangkap

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

Vokal rangkap (*fathah dan wawu*) ditulis “au”. Contoh : *حول* ditulis *hau*

D. Vokal Panjang

Fathah ditulis “a”. Contoh : *باع* ditulis *ba’a*

Kasrah ditulis “i”. Contoh : *علم* ditulis *‘alimun*

Dammah ditulis “u”. Contoh : *علوم* ditulis *‘ulumun*

E. Hamzah

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

Contoh : *اي* ditulis *ayu*

F. Lafsul Jalalah

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

G. Kata Sandang “al-”

1. Kata sandang “al-” tetap ditulis “al-”, baik pada kata yang dimulai dengan huruf *qamariyah* maupun *syamsiyah*.
2. Huruf “a” pada kata sandang “al-” tetap ditulis dengan huruf kecil.
3. Kata sandang “al-” di awal kalimat dan pada kata “al-Qur’an” ditulis dengan huruf kapital.

H. Ta Marbutah (ة)

Bila terletak di akhir kalimat, ditulis h, contoh : البقرة: ditulis *al-baqarah*.

Bila di tengah kalimat ditulis t, contoh : زكاة المال: ditulis *zakâh al-mâl* atau *zakâtul mâl*.

ABSTRAK

Penelitian mengenai fajar *Şadik* sebagai indikasi awal waktu salat subuh selalu menarik perhatian untuk diteliti dan dipelajari. Dalam penentuan awal waktu subuh, ketinggian matahari menjadi patokan utama mengetahui kapan fajar *Şadik* muncul sebagai indikasi masuk awal waktu salat subuh. Dari hal tersebut banyak dilakukan penelitian penentuan awal waktu salat subuh. Namun, banyak kendala yang dihadapi oleh pengamat saat melakukan pengamatan. Untuk mempermudah pengamatan, untuk mempermudah pengamatan, Muhammad Basthoni membuat Sistem Otomatisasi Observasi Fajar (SOOF) yang memakai SQM sebagai sensor utama yang merekam penampakan langit malam.

Permasalahan yang dikaji dalam penelitian ini adalah 1) Bagaimanakah algoritma kerja SOOF dalam menentukan ketinggian matahari awal waktu salat subuh dan 2) Apa Saja kelebihan dan kekurangan SOOF. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui algoritma yang digunakan SOOF dalam menentukan ketinggian matahari pada awal waktu subuh dan untuk mengetahui kekurangan dan kelebihan dari SOOF.

Penelitian ini termasuk ke dalam jenis penelitian kualitatif yang bersifat *library* research atau penelitian pustaka. Dengan mengamati dan menganalisa data yang diperoleh dari SOOF sebagai sumber primernya dan data sekundernya menggunakan literasi-literasi yang berkaitan dengan awal waktu subuh seperti Artikel, jurnal, kitab falak, serta laporan-laporan penelitian yang berkaitan dengan waktu subuh.

Sistem otomatisasi Observasi Fajar (SOOF) bekerja dengan SQM yang hanya merekam kecerlangan langit malam dan data secara otomatis masuk ke dalam *SD Card* setelah data terkumpul maka secara otomatis akan terkirim ke Google Drive dalam bentuk kurva, gambar dan file data SQM. Dari hasil itu dilakukan analisis hingga menemukan bahwa ketinggian matahari awal waktu salat subuh adalah 19 derajat dibawah ufuk. Dengan selisih 4-5 menit atau 1 derajat dari kriteria yang ditetapkan oleh Kemenag. Sehingga SOOF direkomendasikan bagi pengamat untuk melakukan pengamatan fajar *Şadik*.

***Kata Kunci* : Waktu Salat Subuh, Fajar, SOOF**

KATA PEGANTAR

Assalamu'alakum Wr. Wb.

Alhamdulillah puji syukur penulis haturkan kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya yang senantiasa membarka semangat penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Sistem Penentuan Ketinggian Matahari Menggunakan Sistem Otomatisasi Observasi Fajar (SOOF)”.

Shalawat serta salam selalu tercurahkan kepada beliau Nabi Agung Muhammad SAW, yang senantiasa kita nantikan Syafaatnya kelak pada hari akhir. Semga kita semua termasuk golongan umatnya dan dapat dipersatukan kembali kelak pada hari akhir bersama beliau yang selalu kita rindukan kehadirannya.

Skripsi ini disusun untuk memenuhi syarat akademik guna memperoleh gelar Sarjana Hukum pada Fakultas Syari'at dan Hukum di Universitas Islam Negeri Walisongo. Selain itu, penulisan skripsi ini bertujuan untuk memberikan pengetahuan kepada para pembaca mengenai bagaimana ketentuan ketinggian Matahari awal waktu subuh Kementerian Agama RI menggunakan Sistem Otomatisasi Observasi Fajar (SOOF).

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

1. Bapak Prof. Imam Taufik, M.Ag. selaku Rektor UIN Walisongo, Bapak Mohamad Arja Imroni, M.Ag selaku Dekan Fakultas Syari'ah dan Hukum, Bapak Moh. Khasan, M. Ag, selaku ketua jurusan Ilmu Falak dan Bapak Ahmad Munif, M. Si, selaku Sekretaris jurusan Ilmu Falak Fakultas Syari'ah dan Hukum UIN Walisongo Semarang, yang telah memberikan izin untuk mengkaji permasalahan dalam skripsi ini.

2. Bapak Mohamad Arja Imroni, M.Ag sebagai dosen pembimbing I dan Bapak K.H. Ahmad Izzuddin, M. Ag, selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan banyak bantuan dengan meluangkan waktu, tenaga dan pikirannya semata-mata untuk memberikan arahan dan bimbingan kepada penulis untuk menyusun skripsi ini.
3. Bapak dan ibu Dosen Fakultas Syari'ah dan hukum UIN Walisongo Semarang, yang telah mengajar berbagai disiplin ilmu.
4. Bapak Muhammad Basthoni selaku Perancang SOOF yang selalu meluangkan waktunya untuk mengajarkan saya menggunakan SOOF.
5. Keluarga Besar Pergerakan Mahasiswa Islam Indonesia (PMII) Rayon Syari'ah Komisariat UIN Walisongo Semarang terkhusus Gatot Kaca 2016.
6. Teman-teman Jurusan Ilmu Falak C Angkatan 2016 (Mahfudz, Siti Khurin Indasah, Riris Cahaya Andini, Baba Fadlika, Ahmad Abror, Adi Nugraha, Habiburrahman, Faqih Brilianta, Farhan Nur Fawaid, Tiflan Eka Setiawan, Wahidatul
Yang selalu memberikan dorongan semangat dan waktunya untuk membantu menyelesaikan skripsi ini.
7. Keluarga Para Petani (Siti Khurin Indasah, Riris Cahaya Andini dan Baba Fadlika) yang selalu mendengarkan keluh kesah perskripsian dan memberikan semangat motivasi untuk menyelesaikan skripsi ini.
8. Keluarga Wedding Organizer Buyung Puyuh (Mahfudz, Iin, Dhika, Syarif, , Reza, Emak dan Baba) yang telah berjuang bersama di DEMA FSH dan DEMA UIN Walisongo Semarang.
9. Keluarga Bolo Umuk (Mbak icha, Salma, Mben Nunuk, Sarimen, Danul, Bu Desi, Pontil, dan Mbah Ipil) yang telah memberikan motivasi kepada penulis walau jauh disana. Semoga kita dipermudah untuk meraih apa yang kita cita-citakan.
10. Keluarga Ma'had 41 (Mbak Kiki, Mbak Firoh, Mbak Ria, Iin, Emak, Baba, Endah, R dan Helmalia) yang telah sukarela memberikan penulis "Rumah" untuk beristirahat dan belajar.

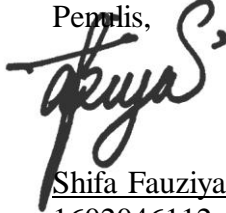
Semoga Allah SWT senantiasa membalas kebaikan mereka dan selalu memberikan keberkahan dan kemudahan menjalani hidupnya untuk mencapai kesuksesan dunia dan akhirat. penulis juga menyadari sepenuhnya bahwa skripsi ini masih sanga jauh dari kata sempurna, naik dari segi bahasa, penulisan, isi, analisisnya ataupun yang lainnya, sehingga penulis mengharapkan masukan berupa kritik dan saran dari pembaca atas penyusunan skripsi ini.

Penulis berharap walaupun skripsi ini masih banyak kekurangan, akan tetapi semoga dapat sedikit memberikan manfaat bagi paraa pembacanya sebagai media informasi tambahan ataupun yang lainnya, amiin Ya Robbal Alamin.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Semarang, 21 Juni 2021

Penulis,



Shifa Fauziyah
1602046112

DAFTAR ISI

PERSETUJUAN PEMBIMBING	i
PENGESAHAN	iii
MOTTO	iv
PERSEMBAHAN	iiiv
DEKLARASI	iiiv
PEDOMAN PENULISAN	viv
ABSTRAK.....	viiv
KATA PENGANTAR.....	viiv
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xiiv
DAFTAR TABEL	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	4
C. Tujuan Penelitian	5
D. Telaah Pustaka	5
E. Metodologi Penelitian.....	7
1. Jenis Penelitian.....	7
2. Sumber Data.....	8
3. Teknik Pengumpulan Data.....	8
4. Teknik Analisis Data	9
F. Sistematika Penulisan.....	10
BAB II FIKIH HISAB AWAL WAKTU SALAT SUBUH	
A. Dasar Hukum Salat Subuh.....	14
1. Alqur'an	14
2. Hadist.....	16
B. Fajar sebagai awal waktu shalat subuh.....	18
C. Konsep Astronomi Awal waktu Subuh	22
D. Metode Hisab Awal Waktu Salat Subuh	26

BAB III APLIKASI ALAT SISTEM OTOMATISASI OBSERVASI FAJAR (SOOF) DALAM PENGAMATAN KETINGGIAN MATAHARI AWAL WAKTU SHALAT SUBUH

A. Sistem Otomatisasi Observasi Fajar	31
1. Gambaran Umum SOOF	31
2. Metode yang digunakan SOOF	34
3. Software yang digunakan SOOF	34
4. Penginstalan SOOF	36
5. Pengujian Sistem SOOF	40
B. Hasil Data SOOF.....	40
C. Pengolahan Data.....	41
D. Teknik Analisis Data.....	44
E. Hasil Pengolahan Data SOOF	46

BAB IV ANALISIS KETINGGIAN MATAHARI AWAL WAKTU SHALAT SUBUH MENGGUNAKAN SISTEM OTOMATISASI OBSERVASI FAJAR (SOOF)

A. Analisis Ketinggian Matahari Awal Waktu Salat Subuh	51
B. Kelebihan dan Kekurangan SOOF.....	56

BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan	59
B. Saran-Saran	60
C. Penutup	60

DAFTAR PUSTAKA

62

LAMPIRAN

65

RIWAYAT HIDUP

72

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 SOOF yang dipasang di Banyuwangi.....	33
Gambar 3.2 Perangkat keras SOOF.....	36
Gambar 3.3 Grafik SOOF	41
Gambar 3.4 Citra Fajar yang dipotret oleh SOOF.....	42
Gambar 3.5 Tampilan Menu Open	42
Gambar 3.6 Tampilan Dialog Teks Import Wizard.....	42
Gambar 3.7 Step 2 pilih Semicolon.....	43
Gambar 3.8 Pengaturan Advanced	43
Gambar 3.9 Tampilan data pengamatan dalam Ms. Excel	44
Gambar 3.10 Pilihan grafik Scatter.....	44
Gambar 3.11 Tampilan Grafik Scatter.....	44
Gambar 3.12 Waktu Kemunculan Fajar	45
Gambar 3.13 Waktu Kemuncula Fajar dengan Format Exis	45
Gambar 3.14 Kurva SOOF tanggal 12 Mei 2021	47
Gambar 3.15 Kurva SOOF tanggal 11 Mei 2021	47
Gambar 3.16 Kurva SOOF tanggal 14 Mei 2021	48
Gambar 3.17 Kurva SOOF tanggal 15 Mei 2021	48
Gambar 3.18Kurva tanggal 11 Mei 2021.....	49
Gambar 3.19 Kurva tanggal 12 Mei 2021.....	49
Gambar 3.20 Kurva tanggal 14 Mei 2021.....	50
Gambar 3.21 Kurva tanggal 15 Mei 2021.....	50
Gambar 4.1 Kurva SOOF tanggal 14 Mei 2021	52
Gambar 4.2Kurva 14 Mei 2021	53

Gambar 4.3 Kurva 14 Mei 2021 setelah dianalisis.....	53
Gambar 4.4 Foto penampaka Fajar pada pukul 04:24	54
Gambar 4.5 Kurva 11 Mei 2021 setelah dianalisis.....	55
Gambar 4.6 Foto penampaka Fajar pada pukul 04:23	55

DAFTAR TABEL

Table 2.1 Posisi matahari Awal Waktu Salat Subuh	26
Table 2.2 Kriteria ketinggian matahari awal waktu subuh	27
Table 4.1 Hasil analisis dari ke 4 data SOOF.....	57

BAB I PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Salat merupakan media ibadah bagi orang-orang beriman untuk berinteraksi secara langsung dengan Tuhannya yang telah ditentukan waktu-waktunya .sebagaimana Allah berfirman dalam Surah An Nisa'[4] ayat 103 :

فَإِذَا قَضَيْتُمُ الصَّلَاةَ فَادْكُرُوا اللَّهَ قِيَمًا وَرُغُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِكُمْ فَإِذَا اطْمَأَنَّكُمْ
فَأَقِيمُوا الصَّلَاةَ إِنَّا الصَّلَاةَ كَانَتْ عَلَى الْمُؤْمِنِينَ كِتَابًا مَّوْقُوتًا (سورة النساء : 103)

“Maka apabila kamu telah menyelesaikan shalat(mu), ingatlah Allah diwaktu berdiri, di waktu duduk dan diwaktu berbaring. Kemudian apabila kamu merasa aman, Maka dirikanlah shalat itu (sebagaimana biasa). Sesungguhnya shalat itu adalah fardlu yang ditentukan waktunya atas orang-orang yang beriman.”¹ (Q.S. 4 [An-Nisa] : 103)

Maka menurut para Ulama bahwa salat merupakan kewajiban yang harus dilaksanakan pada batas-batas waktu yang telah ditentukan, sehingga salat termasuk ibadah muwaqqat, yaitu ibadah yang telah ditentukan waktunya. Waktu-waktu shalat secara terinci sudah banyak disinggung dalam Al-qur'an dan Hadist-Hadist Nabi Muhammad SAW.²

Masalah waktu shalat sangatlah penting. Jika jam dari instrument per jam lebih cepat, waktu salat akan lebih singkat dan sebaliknya, jika waktu yang ditentukan lebih lambat, maka waktu salat akan lebih lambat. Dampak signifikan karena menentukan waktu salat diluar waktu memiliki resiko yang lebih besar, maka waktu yang salah dapat membatalkan salat.masalah yang lebih besar jika kesalahan waktu salat diikuti oleh banyak orang atau jamaah di suatu tempat ibadah. Batalnya salat juga bisa berpengaruh pada puasa, karena ketika memasuki ramadhan masalah

¹ Kementerian Agama Republik Indonesia, *Al-Qur'an dan Tafsirnya*, 602

² Zainal Arifin, *Ilmu Falak*, (Lukita : 2012), 31

semakin pelik karena ada tambahan waktu untuk salat dan tidak dapat dipisahkan dari waktu salat subuh dan isya'.³

Walaupun tidak dijelaskan secara gamblang waktu-waktu, namun secara *isyari*, al-Qur'an telah menentukannya. Sedangkan penjelasan waktu-waktu yang terperinci diterangkan dalam hadis-hadis Nabi. Dari hadis-hadis waktu salat itulah, para ulama' fiqh memberikan batasan-batasan waktu salat dengan berbagai cara atau metode yang mereka asumsikan untuk menentukan waktu-waktu salat tersebut. Ada sebagian mereka yang mengasumsikan cara melihat langsung pada tanda-tanda alam sebagaimana secara tekstual dalam hadist-hadist Nabi tersebut, seperti menggunakan alat bantu tongkat istiwa' atau *miqyas* atau *hemispherium*. Inilah metode atau cara yang digunakan oleh madzhab Rukyah dalam persoalan penentuan waktu-waktu salat. Sehingga waktu-waktu salat yang ditentukan disebut dengan *al-Auqat al-Mar'iyah* atau *al-Waktu al-Mar'y*.⁴

Penentuan awal waktu salat pada Masa Nabi dan awal era islam hanya tertumpu pada pengamatan langsung yang tidak mudah untuk dilakukan. Para masa itu cara untuk menentukan awal waktu salat adalah dengan mengamati matahari dan bintang-bintang dilangit. Kondisi ini mendorong umat islam, khususnya para Astronom muslim pada abad pertengahan untuk merumuskan waktu salat matematis. Para astronom muslimmenentukan waktu salat dengan posisi benda langit yang dikenal dengan *al-muwaqqit*.⁵

Dalam penentuan awal waktu salat, para ulama telah sepakat tidak mendikotomikan antara perspektif syari'at dan saintifik.⁶ Bahwa nash,

³Ahmad Izzuddin dan Raizza Kinka Intifada, "The Distinctions Of The Beginning Praying Time Calculation By Rinto Anugraha", *Jurnal al Hilal*, Vol 3 no. 1, 2021, 130

⁴Ahmad Izzuddin, "Ilmu Falak Praktis", (Jakarta : Sub Direktorat Pembinaan Syari'ah dan Hisab Rukyah Direktorat Urusan Agama Islam dan Pembinaan Syari'at Direktorat Jenderal Bimbingan MAsyarakat Islam), 2013, 80-81

⁵Muhammad Syaqqi Nahwandi, "The Reformulation Of Algorithm For Calculating Star's Position As The Sign Of Isya and Fajr Prayer Times", *Jurnal al Hilal*, Vol 1 No. 1, 2019, 54

⁶Berdasarkan pada pemahaman pada waktu-waktu salat yang dijelaskan dalam nash alqu'an dan hadist berupa fenomena alam yang prlu diterjemahkan oleh ilmu falak/astronomi menjadi data astronomi sebagai acuan dengan criteria yang lebih mudah dipahami. Hal ini telah disepakati dan diterima baik oleh

yaitu al-Qur'an dan hadist menjadi landasan untuk melakukan observasi berdasarkan saintifik terhadap penentuan awal waktu salat. Karena penentuan awal waktu salat didasarkan pada posisi matahari. Namun masih sering kita jumpai permasalahan tentang penentuan awal waktu salat.

Dalam penentuan waktu salat mengacu pada gerakan benda-benda langit salah satunya adalah Matahari, seperti waktu zuhur yang dimulai pada saat matahari tergelincir dari titik kulminasi, dan waktu ashar selama matahari menguning, waktu maghrib pada saat matahari terbenam, waktu isya pada saat mega merah hilang, dan waktu subuh pada saat terbitnya cahaya fajar.⁷

Waktu Subuh sering juga disebut sebagai salat fajar. Fajar secara bahasa adalah *al-Shafaq* bermakna mega. Fenomena fajar di langit terjadi di langit timur sebelum matahari terbit. Terdapat dua macam fajar, yaitu *fajar kādhib* dan *fajar Ṣadik*. *Fajar kādhib* adalah fajar dengan ditandai munculnya cahaya putih yang memanjang yang muncul dari penjuru langit, dalam waktu tidak lama kemudian hilang. Adapun *fajar Ṣadik* yaitu seberkas cahaya putih yang menyebar yang berasal dari ufuk ke langit, kemudian bertambah dan bertambah, sehingga keadaan langit semakin cerah sampai dengan terbitnya matahari. Ketika posisi matahari semakin dekat dengan ufuk timur yang menandakan akan terbit matahari, maka *fajar Ṣadik* ini akan semakin bertambah. Fajar yang menjadi acuan dalam masuknya awal waktu Subuh yaitu *fajar Ṣadik*. Ketinggian matahari ketika *fajar Ṣadik* di Indonesia ditetapkan -20° , namun pada kenyataannya perlu dianalisa lebih lanjut.¹⁶ Jadi awal waktu Subuh ditandai dengan terbitnya *fajar Ṣadik* di langit sebelah timur. Akhir daripada waktu salat Subuh

para ulama maupun masyarakat dibawah ketetapan Kementerian Agama RI. (Thomas Djamaluddin, *Waktu Shubuh Ditinjau Secara Astronomi dan Syar'I* (online, <http://tdjamalyddin.wordpress.com/2010/04/15/waktu-waktu-ditinjau-secara-astronomi-dan-syar'i/>), diakses 16 februari 2021)

⁷Ibn Hajar al-Asqolany, *Bulughul Maram*, (Jakarta : Dar al-Kutub al-Islamiyyah, 2002), 40

ditandai dengan terbitnya matahari. Matahari dinyatakan terbit ketika piringan atasnya sudah melintasi ufuk suatu tempat.⁸

Ditilik dari sejarah, awal waktu subuh Indonesia sempat terjadi perubahan acuan dan landasan, dahulu yang menjadi pijakan adalah analisis sebagian ahli falak yaitu sudut -18° , sebab para ulama ahli hisab dahulu mendefinisikan fajar shidiq dengan kriteria beragam, berkisar -17° sampai -20° . Kemudian diundur lagi ditambah karena kehati-hatian hingga menjadi -20° . Ini diprakarsai oleh ahli falak terkemuka, yang dikenal dengan “pembaharu ilmu falak”, Bapak Sa’adoeddin Djambek, Ketua Badan Hisab Rukyah Kemenag RI yang pertama tahun 1972 dalam bukunya Pedoman Waktu Salat Sepanjang Masa.⁹

Polemik awal waktu subuh yang dilandaskan kepada perhitungan satronomi, mulai dikenal secara luas di abad 20 ini. Beberapa penelitian dan tulisan yang mengajak masyarakat umum dan astronomi muslim untuk menelaah kembali waktu salat, seperti yang ditulis oleh Hanafi S Djamari dalam sebuah makalah yang berjudul “Menelaah Kembali Awal Waktu Subuh” yang dimuat di harian *Republika* 21 Mei 1999. Selanjutnya banyak ulama yang menyampaikan kritikan, bahwa penentuan waktu salat berdasarkan jadwal yang dibangun di atas sudut -18° tersebut mendahului kemunculan fajar *Ṣadik*. Dengan demikian, kajian dan penelitian tentang masalah ini masih relevan dan bahkan tetap menjadi prioritas, mengingat kaitannya dengan ibadah yang agung dalam Islam, yakni salat.¹⁰

Permasalahan mengenai penentuan awal waktu salat subuh kembali meruncing setelah keluar hasil Musyawarah Nasional Tarjih ke 31 Muhammadiyah pada akhir tahun 2020. Berdasarkan temuan ketiga lembaga penelitian astronomi dan ilmu falak Muhammadiyah menyimpulkan bahwa ketentuan Kementerian Agama tentang ketinggian

⁸Encep Abdul Rojak dkk, “Koreksi Ketinggian Tempat Terhadap Fikih Waktu Salat : Analisis Jadwal Waktu Salat Kota Bandung”`, *Jurnal al Ahkam*, Vol. 27, No. 2, 2017, 253

⁹Agus Hasan Bashori dan M. Syu’aeb al-Faiz, *Waktu Subuh Secara Sya’i, Astronomi dan Empiris*, (Malang : YBM, 2017), 6

¹⁰Agus Hasan Bashori dan M. Syu’aeb al-Faiz, *Waktu Subuh Secara Sya’i, Astronomi dan Empiri*, (Malang : YBM, 2017), 7-11

matahari pada waktu subuh di angka -20 derajat perlu dikoreksi dan Majelis Tarjih menilai -18 derajat merupakan angka yang lebih akurat. Pergerakan satu derajat membutuhkan waktu 4 menit. Jika menggunakan patokan -20 derajat waktu subuh jatuh pada pukul 3:52 WIB, maka ditambah 8 menit jadi pukul 4:00 WIB. Rencananya keputusan tersebut juga akan diusulkan ke pemerintah untuk turut mengoreksi patokan waktu dimulainya shalat Subuh di Indonesia.¹¹

Guna menverifikasi penentuan awal waktu subuh di Indonesia ini kemudian banyak diadakan oleh para ahli falak maupun astronomi dengan berbagai kajian kecerlangan langit. Pengembangan system pemantauan kecerlangan langit malam yang memanfaatkan *Sky Quality Meter* (SQM) telah dilakukan pada penelitian lain. Hingga saat ini penggunaan SQM yang di produksi oleh Unihedron masih mendominasi dalam mengamati kecerlangan langit malam karena memiliki akurasi dan stabilitas pengukuran yang baik.¹²

Mengamati fajar membutuhkan usaha yang lebih besar dan waktu yang panjang daripada mengamati waktu salat lainnya. Temperatur yang tidak bersahabat dan kondisi lapangan yang tidak menentu sering dijumpai pengamat untuk mendapatkan data terbaik dilokasi yang jauh dari polusi cahaya perkotaan.¹³ Dari faktor itulah terciptanya SOOF (System Otomatisasi Observasi Fajar) yang dibuat oleh Bapak Muhammad Basthoni. Beliau menuangkan kegelisahannya dalam melakukan pengamatan di lokasi dengan menciptakan sebuah sistem dimana pengamatan bisa memperoleh data pengamatan tanpa harus berada dilokasi pengamatan sehari-hari.

SOOF bekerja lebih simple karena data yang direkam oleh SOOF secara otomatis diunggah ke cloud storage dan dapat diakses oleh public untuk proses analisis selanjutnya. Sehingga data bisa kita mengakses

¹¹ Ilham Ibrani, "Rangkuman Putusan Munas Tarjih ke 31", <http://www.Muhammadiyah.or.id>, diakses pada tanggal 21 februari 2021

¹² M. Basthoni, A Prototype of True Dawn Observation Automation System, *Jurnal Sains Nusantara*, Vol. 18 No.1, 2020, 35

¹³Ibid.

melalui Google Drive yang bisa diunduh dimanapun dan kapanpun dibutuhkan selagi ada jaringan internet. SOOF merekam selama 24 jam sehingga data yang dihasilkan adalah data setiap hari selama SOOF dipasang. Walaupun masih banyak kekurangan yang dimiliki oleh SOOF tetapi sistem baru ini bisa digunakan untuk melakukan pengamatan fajar dengan lebih efisien dan praktis.

Sensor utama yang digunakan SOOF adalah SQM LU DL yang terhubung dengan Rasbian sebagai kontrol utama. PySQM digunakan untuk membaca, menyimpan, dan merencanakan data dari SQM_LU dalam pustaka PyEphem yang memakai algoritma Jean Meeus Low Accuracy dan diplotting secara otomatis oleh sistem. Raspistill untuk menangkap gambar dengan modul kamera dan mencoder untuk menyimpan gambar, file video dan video yang ditangkap oleh Raspistill. Allsky digunakan sebagai kamera tambahan dan Rclone untuk mensinkronisasikan file dan direktori lokal dari beberapa penyimpanan online. Dengan software yang sudah diprogram secara otomatis SOOF dapat menghasilkan data berupa File daily data yang berisi file.dat dari SQM, Daily Grafik yang berisi grafik kecerlangan langit dan ketinggian matahari, foto, dan Video timeline. Yang dapat digunakan sebagai data tambahan.

Hal inilah yang menjadi landasan oleh peneliti untuk meneliti dan mengkaji lebih dalam mengenai penentuan awal waktu salat subuh, yang berbeda dengan penelitian –penelitian yang sudah ada sebelumnya¹⁴ menggunakan SOOF. Dimana SOOF ini dipasang di 3 tempat yaitu Karimunjawa sebagai lokasi yang representative untuk dilakukan pengamatan kemunculan fajar *Şadik*. Adapun penelitian mengangkat kajian ini dalam sebuah penelitian dengan judul **“Sistem Penentuan Awal Waktu Salat Subuh Menggunakan Sistem Otomatisasi Observasi Fajar (SOOF)”**.

¹⁴ Penelitian oleh mahasiswa S1 dan S2 Uin Walisongo Semarang sebelumnya menggunakan SQM

B. RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, dapat dikemukakan pokok masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini, diantaranya :

1. Bagaimanakah algoritma kerja SOOF dalam menentukan ketinggian matahari awal waktu salat subuh ?
2. Apa saja kelebihan dan kekurangan SOOF dalam menentukan ketinggian matahari awal waktu salat subuh ?

C. TUJUAN MASALAH

Adapun tujuan yang dapat dicapai dalam penulisan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui algoritma yang digunakan SOOF dalam menentukan ketinggian matahari awal waktu salat subuh
2. Untuk mengetahui kelebihan dan kekurangan SOOF dalam menentukan ketinggian matahari awal waktu salat subuh

D. MANFAAT PENELITIAN

Manfaat dari penelitian yang dilakukan penulis adalah :

1. Bermanfaat untuk menambah wawasan dan pemahaman berkaitan dengan waktu salat khususnya waktu subuh.
2. Sebagai pelengkap data-data kajian penentuan awal waktu subuh di Indonesia.
3. Bermanfaat untuk menambah wawasan dan pemahaman terhadap sistem kerja SOOF dan keefektifannya.
4. Mengetahui kapan dan lokasi yang baik untuk melakukan pengamatan fajar *Ṣadik*.

E. TELAAH PUSTAKA

Sepanjang pengamatan penulis, belum ditemukannya beberapa penelitian secara spesifik yang berkaitan dengan awal waktu subuh di Indonesia menggunakan Sistem Otomasi Observasi Fajar (SOOF). karena banyak diantaranya menggunakan SQM, mengingat SQM adalah alat yang

sederhana untuk mengukur kecerlangan langit dan kontras langit malam sangat berpengaruh dalam penentuan awal waktu salat subuh, maka kiranya perlu sebagai bahan kajian lain.

Skripsi Ayu Khoirunnissak “*Analisi Awal Waktu Salat Subuh (Kajian Atas Relevansi Nilai Ketinggian Matahari Terhadap Kemunculan Fajar Şadik)*”¹⁵ dalam penelitian ini diseutkan bahwasannya menurut perspektif fikih munculnya *Fajar Şadik* adalah awal waktu dari salat subuh sedangkan menurut perspektif astronomi adalah ketika tinggi matahari berada pada ketinggian -18° - -14° . Dan dari penelitian tersebut juga disebutkan ada yang menyatakan pada fajar *Şadik* pada ketinggian -20° di beberapa wilayah di Indonesia, namun dari fenomena tersebut para pakar Ilmu Falak masih condong menggunakan ketinggian matahari -18° sebagai kriteria dari awal waktu salat subuh.

Skripsi Adi Nugraha dengan judul *Pengaruh Cahaya Bulan Terhadap Kemunculan Fajar Şadik (Analisis Titik Belok Kurva Pada Penentuan Awal Waktu Subuh Menggunakan Alat Sky Quality Meter)* menerangkan pengaruh cahaya bulan terhadap kemuculan fajar *Şadik* menggunakan SQM. Beliau melakukan pengamatan di Bawean dan Pantai Mumbhul selama beberapa hari dan menghasilkan bahwa cahaya bulan sangat berpegaruh terhadap penampaka fajar yangg direkam oleh SQM.¹⁶

Skripsi Ahmad Abror yang berjudul “*Analisis Dalam Penentuan Awal Waktu Salat Isya’ Berdasarka Syafa’Abyad di Pulau Masalembu (Menggunakan Sky Quality Meter)*”. Beliau mengguakan SQM sebagai alat untuk merekam kecerlangan langi senja guna menganalisis syafa’ abyad dengan mencari titik belok kurva sebagai indikasi munculnya syafa’ abyad dengan menggunakan analisis visual program Ms. Ecxel.¹⁷

¹⁵ Ayuk Khoirunnissak, “Analisis Awal Waktu Salat Subuh (Kajian Atas Relevansi Nilai Ketinggian Matahari Terhadap Kemunculan Fajar Shadi)”, *Skripsi* Fakultas Syari’ah IAIN Walisongo (Semarang, 2017)

¹⁶ Adi Nugraha, “Pengaruh Cahaya Bulan Terhadap Kemunculan Fajar Sidiq (Analisis Titik Belok Kurva Pada Penentuan Awal Waktu Subuh Menggunakan Alat Sky Quality Meter)”, *Skripsi* Fakultas Syari’ah dan Hukum UIN Walisongo (Semarang, 2020)

¹⁷ Ahmad Abror, “Analisis Dalam Penentuan Awal Waktu Salat Isya’ Berdasarka Syafa’Abyad di Pulau Masalembu (Menggunakan Sky Quality Meter)”, *Skripsi* Fakultas Syari’ah dan Hukum UIN Walisongo (Semarang, 2020)

Skripsi Laskmiyanti Anakke Harijadi Noor dengan judul *Uji Akurasi Hisab Awal Waktu Subuh dengan Sky Quality Meter* menerangkan tentang verifikasi hisab manual dengan pengamatan langsung dengan menggunakan SQM. Beliau melakukan pengamatan di Tayu Pati sebagai tempat observasi selama beberapa hari untuk menghasilkan data yang beragam sehingga bisa dibandingkan antar data yang didapat. Secara umum beliau melakukan uji akurasi hisab awal waktu salat subuh dengan ketersediaan teknologi baru.¹⁸

Skripsi Ahmad Ridwan Al Faruq “Kecerlangan Langit Malam Arah Zenit di Observatorium Bosscha dan Analisis Awal Waktu Shalat Subuh dan Isya’ Menggunakan Sky Quality Meter”. Penelitian ini membahas pada pengukuran kecerlangan langit untuk menganalisis data kemunculan syafaq sebagai tanda awal masuk waktu salat isya’ dan fajar sebagai tanda awal masuk waktu salat subuh.¹⁹

Makalah Hanafi S. Djumari “ Menelaah kembali Awal Waktu subuh” yang dimuat di harian Republika 21 Mei 1999. Yang mengajak masyarakat pada umumnya dan pakar astronomi oada khususnya untuk mengkaji kembali awal waktu subuh di Indonesia.²⁰

Artikel yang ditulis oleh Muhammad Basthoni dalam Jurnal Sains Nusantara yang berjudul “ A Prototy of True Dawn Observation Automation System (Prototipe Sistem Otomatisasi Observasi Fajar)” penelitian ini membahas cara kerja SOOF dan komponen-komponen yang ada pada SOOF.²¹

Sehingga sebagaimana yang telah dipaparkan, fokus utama dari tanda awal waktu subuh adalah masalah kontras yang berada pada langit malam ketika kemunculan fajar. Maka yang membedakan penelitian ini

¹⁸ Lakmiyanti Anakke Harijadi Noor, “Uji Akurasi Awal Waktu Salat Subuh dengan Sky Quality Meter”. *Skripsi* Fakultas Syari’ah IAIN Walisongo(Semarang, 2011)

¹⁹ Ahmad Ridwan Al Faruq, “Kecerlangan LAngit Malam Arah Zenit di Observatorium Bosscha dan Analisis Awal Waktu Salat Subuh dan Isya’ Menggunakan Sky Quality Meter”, *Skripsi*, Universitas Pendidikan Indonesia (Bandung : 2013)

²⁰Hanafi S. Djumari, “ *Menelaah Kembali Awal Waktu Subuh*” (Surabaya : Republika, 1999), 23

²¹ M. Basthoni, “ A Prototy of True dawn Observation Automation System (Prototipe Sistem Otomatisasi Observasi Fajar), *SainsNusantara*, Vol. 18 No.1, 2020, 33-42

dengan penelitian sebelumnya adalah penelitian ini membahas mengenai ketinggian matahari saat munculnya fajar *Şadik* menggunakan alat baru yaitu Sistem Otomasi Observasi Fajar (SOOF) . Kemunculan fajar *Şadik* sebagai awal waktu salat subuh terpengaruh dengan kecerlangan langit, dibuktikan dengan rekaman SOOF yang nantinya akan diolah dalam bentuk kurva dan dapat diakses melalui Google drive.

F. METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan metode penelitian sebagai berikut :

1. Jenis penelitian

Penelitian adalah proses kegiatan yang bertujuan untuk mengetahui sesuatu secara teliti, kritis dalam mencari fakta-fakta dengan menggunakan langkah-langkah tertentu. Jenis penelitian ini adalah jenis penelitian kualitatif dengan kajian penelitian *field research*, yaitu observasi untuk melakukan pengumpulan data dengan menggunakan instrument penelitian dan *library research* (penelitian perpustakaan). Dalam penelitian ini, penulis menggunakan jenis penelitian *library reserarch* yang mana penulis meneliti karya tulis ilmiah yang berkaitan dengan fenomena *fajar shadiq* atau fenomena awal waktu subuh dan meneliti data yang dihasilkan oleh sebuah alat Sistem Otomatisasi Observasi Fajar (SOOF)

2. Sumber Data

a. Data Primer

Data primer dalam penelitian yang bersifat *Library research* atau penelitian pustaka ini adalah data-data yang diperoleh dari SOOF, yang mana SOOF ini berada di Karimun Jawa terhitung sejak 11 Mei 2021 sampai 15 Mei 2021.

b. Data sekunder

Data sekunder merupakan data-data yang mendukung data primer yang di dapat melalui penelitian-penelitian terdahulu berupa buku, jurnal, majalah maupun artikel-artikel ilmiah yang berkaitan dengan kajian penelitian.²²

3. Teknik pengumpulan data

Adapun teknik yang dikumpulkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

a. Wawancara

Wawancara adalah suatu percakapan tanya jawab lisan dengan bertatap langsung dan bertemu secara fisik yang mengarah kepada suatu permasalahan dengan dua orang atau lebih. Wawancara juga mempermudah dan mempercepat peneliti untuk mendapat informasi.²³ Dalam penelitian kali ini peneliti mengumpulkan data menggunakan metode wawancara dengan Bapak Muhammad Basthoni selaku penemu alat SOOF untuk mendapatkan informasi mengenai awal waktu Subuh yang diperoleh dari SOOF dan juga mekanisme SOOF dalam menentukan ketinggian Matahari untuk awal waktu subuh.

b. Dokumentasi

Dokumentasi adalah catatan atau karya seseorang tentang sesuatu yang sudah berlalu. Dokumentasi dapat berupa teks tertulis, grafik, gambar maupun foto.²⁴ Pada penelitian ini penulis menggunakan teks tertulis terdahulu yang berkaitan tentang awal waktu subuh untuk dijadikan acuan pada penelitian ini.

²² Ibid

²³Widodo, *Metodologi Penelitian Populer & Praktis*, (Jakarta : Rajawali Press, 2017), 74

²⁴ Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif dan R & D*, (Bandung : Alfabeta, 2009), 24

4. Metode analisis data

Setelah melengkapi data – data dilanjutkan untuk menganalisa data yang sudah dilengkapi dan juga mengambil kesimpulan dari data-data tersebut. Semakin banyak data yang diambil maka semakin banyak variasi-variasi yang dihasilkan dan harus difokuskan pada suatu masalah tertentu. Untuk mendapatkan fokus tersebut digunakanlah teknik analisis deskriptif-kualitatif.

Penelitian deskriptif yaitu penelitian yang bertujuan untuk membuat deskripsi atau penggambaran mengenai fakta-fakta, sifat-sifat, serta hubungan antara fenomena yang diselidiki kemudian dianalisis.²⁵Penulis berusaha untuk mengumpulkan data yang berkaitan dengan awal waktu subuh dari dokumentasi dan wawancara untuk memberikan penggambaran agar bisa terfokus dan mendapatkan hasil dari penelitian. Dokumen yang akan penulis gunakan berupa data-data yang dihasilkan oleh SOOF.

G. SISTEMATIKA PENELITIAN

Secara garis besar penulisan penelitian ini disusun per-bab, yang terdiri atas lima bab, didalam setiap babnya terdapat sub-sub pembahasan, dengan sistematika sebagai berikut :

Bab pertama yang berisi pendahuluan. Bab ini terdapat beberapa sub bab, diantaranya adalah *latar belakang, rumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, telaah pustaka* terhadap buku, jurnal juga pendapat dari para narasumber terkait *SOOF* dalam penentuan ketinggian matahari awal waktu salat subuh, *kerangka teori, metode penelitian* yang menjelaskan teknis analisis yang dilakukan peneliti dalam penelitian dan *sistematika penulisan* yang digunakan di dalamnya

Bab kedua ini berisi kerangka teori landasan keilmuan. Pembahasan tersebut berupa dasar hukum salat subuh, konsep pengertian salat subuh, pandangan ulama mengenai waktu pelaksanaan salat subuh

²⁵ Saifudin Azwar, *Metode Penelitian*, (Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2010), 128

dan pendapat mengenai ketinggian matahari sebagai tanda masuknya waktu subuh..

Bab ketiga ini mengulas tentang pengenalan alat SOOF yang berisi gambaran umum SOOF yaitu biografi penemu SOOF. Pada bab ini juga menerangkan tentang cara kerja SOOF, pemrograman yang ada dalam SOOF, software-software yang digunakan SOOF, tata cara pemakaian SOOF, dan mulai cara perakitan, pengambilan data sampai tata cara pengolahan data menjadi kurva pada Microsoft Excel.

Bab keempat ini merupakan pokok dari pembahasan penulisan penelitian yang penulis lakukan antaranya mengenai sistem SOOF dalam menganalisis ketinggian matahari guna menentukan awal waktu subuh, kelebihan dan kekurangan pada SOOF.

Bab kelima ini berisi kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan, saran yang diberikan penulis kepada pembaca serta kata penutup.

BAB II

FIKIH HISAB AWAL WAKTU SALAT SHUBUH

A. Dasar hukum salat subuh

1. Al-qur'an

a. Surah Ar-Rum [30] ayat 17

فَسُبْحَانَ اللَّهِ حِينَ تُمْسُونَ وَحِينَ تُصْبِحُونَ

“Maka bertasbihlah kepada Allah pada petang hari dan pada pagi hari (waktu subuh).” (Q.S 30 [Ar-Rum] : 17)

Ayat ini memerintah kepada setiap orang muslim untuk bertasbih yaitu menyucikan Allah SWT. Perintah menyucikan Allah SWT merupakan perintah melaksanakan salat, baik pada petang hari yang berarti salat ashar, maupun pada pagi hari yang berarti salat subuh. Adapun tasbih dalam salat ketika ruku' membaca *subhaana rabbiyal adziim* (Maha Suci yang Maha Agung) dan sujud membaca *subhaana rabbiyal a'la* (Maha Suci Tuhanku yang Maha Tinggi).¹

b. Surat An Nisa' [4] ayat 103

إِنَّ الصَّلَاةَ كَانَتْ عَلَى الْمُؤْمِنِينَ كِتَابًا مَّوْقُوتًا

“Sungguh salat adalah kewajiban yang telah ditentukan waktunya”.²
(Q.S 4 [An-Nisa]:103)

Ayat diatas merupakan ayat yang menjelaskan waktu salat secara universal. kata *Mauquta* berasal dari kata *Waqtun* yang memiliki arti Waktu atau bisa juga disebutkan memiliki batasan ataupun kesempatan untuk menyelesaikan pekerjaannya. Dengan demikian dalam pelaksanaan salat haruslah dilakukan sesuai dengan waktu yang sudah ditetapkan

c. Surat Thaha [20] ayat 130

¹ Kemenag RI, *Al-Qur'an dan Tafsirnya*, 471

² Kemenag RI, *Al-Qur'an dan Tafsirnya*, 123

فَاصْبِرْ عَلَىٰ مَا يَقُولُونَ وَسَبِّحْ بِحَمْدِ رَبِّكَ قَبْلَ طُلُوعِ الشَّمْسِ وَقَبْلَ
عُرُوبِهَا وَمِنْ أَنَاءِ اللَّيْلِ فَسَبِّحْ وَأَطْرَافَ النَّهَارِ لَعَلَّكَ تَرْضَىٰ

“Maka sabarlah Engkau (Muhammad) atas apa yang mereka katakan, dan bertasbihlah dengan memuji tuhanmu, sebelum matahari terbit, dan sebelum matahari terbenam, dan bertasbihlah pada waktu tengah malam dan diujung siang hari, agar engkau merasa tenang.”(Q.S. 20 [Thaha] :130)

Ayat ini menjadi isyarat tentang waktu-waktu shalat ditetapkan Allah SWT, termasuk waktu shalat subuh yaitu قَبْلَ طُلُوعِ الشَّمْسِ yang berarti “ sebelum matahari terbit”.

Adapun di akhir ayat disebutkan bahwa orang yang menyucikan dan memuji Allah SWT dalam shalat akan menciptakan rasa tenang dalam jiwa.³

d. Surat al- Isra' [17] ayat 78

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

“Dirikanlah shalat dari sesudah matahari tergelincir sampai gelap malam dan (dirikanlah pula shalat) subuh. Sungguh shalat subuh itu disaksikan (oleh malaikat)”. (Q.S. 17 [al-Isra’] : 78)

Ayat tersebut menjelaskan tentang perintah untuk mendirikan shalat wajib lima waktu dalam sehari bagi setiap mukmin, yaitu sejak matahari tergelincir dari posisinya di pertengahan langit pada siang hari (salat Dhuhur) sampai kepada permulaan dalam (salat Isya’) dan juga salat di waktu fajar yaitu salat Subuh”.⁴

Kalimat قُرْآنَ الْفَجْرِ secara harfiah berarti bacaan di waktu fajar, tetapi karena ayat ini berbicara dalam konteks kewajiban salat⁵, maka

³ M. Quraish Shihab, *Tafsir Al-Misbah*, (Tangerang, Lentera Hati :2005) Cet. 5 Vol. 8, 710.

⁴ Muhammad Habsi Ash Shiddieqy, *Tafsir Al-Qur’anul Majid An-Nuur*, (Semarang, Pustaka Rizki Putra : 2000), 2356

⁵ Kata قرآن dibaca *manshub* karena *ma’thuf* kepada kata الصلوة

diartikan sebagai salat Subuh. Disamping itu, tidak ada bacaan wajib pada fajar kecuali bacaan al-Qur'an yang dilaksanakan ketika salat subuh.⁶

Dalam ayat ini disebutkan pula bahwa salat Subuh disaksikan para malaikat. Karena pada saat fajar, yaitu saat sebelum matahari terbit, berkumpul malaikat penjaga malam dan malaikat penjaga siang untuk pergantian tugas dan keduanya melaporkan kepada Allah SWT bahwa orang yang bersangkutan sedang melaksanakan salat Subuh ketika mereka tinggalkan.⁷ Hal ini mengisyaratkan keutamaan salat Subuh yaitu dilaksanakan di awal waktu.

2. Hadist

a. Hadist riwayat Muslim

عَنْ عَبْدِ اللَّهِ بْنِ عَمْرٍو رَضِيَ اللَّهُ عَنْهُمَا أَنَّ النَّبِيَّ صَلَّى اللَّهُ وَسَلَّمَ قَالَ : وَقْتُ الظُّهْرِ إِذَا زَالَتِ الشَّمْسُ وَكَانَ ظِلُّ الرَّجُلِ كَطُولِهِ مَا لَمْ يَحْضُرْ وَقْتُ العَصْرِ, وَقْتُ العَصْرِ مَا لَمْ تَصْفُرْ الشَّمْسُ, وَقْتُ صَلَاةِ المَغْرِبِ مَا لَمْ يَغِبِ الشَّفَقُ, وَقْتُ صَلَاةِ العِشَاءِ إِلَى نِصْفِ اللَّيْلِ الأَوْسَطِ, وَقْتُ صَلَاةِ الصُّبْحِ الفَجْرِ مَا لَمْ تَطْلُعِ الشَّمْسُ (رواه مسلم)

“dari Abdullah ib Amr r.a berkata : Sabda Rasulullah SAW : waktu zuhur apabila tergelincir matahari, sampai bayang-bayang seseorang sama dengan tingginya, yaitu selama sebelum datang waktu ashar. Dan waktu Ashar selama matahari belum menguning. Dan waktu Maghrib selama syafaq belum terbenam (mega merah), dan sampai tengah malam yang pertengahan, dan waktu subuh mulai fajar menyingsing sampai selama matahari terbit. (HR. Muslim)⁸

Hadist diatas menjelaskan tentang permulaan dan akhir waktu shalat lima waktu yang wajib dilaksanakan setiap muslim. Hadist diatas juga menjelaskan bahwa waktu salat yang ditentukan mengikuti pergerakan benda-benda langit yaitu Matahari, tidak terkecuali waktu subuh. Berdasarkan penjelasan hadist diatas disebutkan bahwa waktu

⁶ M. Quraisy Shihab, *Tafsir Al-Misbah : Pesan, Kesan dan Keserasian al-Qur'an*, (Jakarta, Lentera Hati : 2002), 165

⁷ Kemenag RI, *Al-Qur'an dan Tafsirnya*, hlm. 526

⁸ Ibn Hajar al-asqolany, *Bulughul Marom*, (Jakarta : Dar al-Kutub al-Islamiyah, 2002), Cet. Ke-V,

subuh dimulai dari terbitnya fajar sampai terbitnya matahari, sehingga Matahari terbit itulah akhir waktu subuh.⁹

b. Hadist riwayat Imam Muslim

حَدَّثَنَا شَيْبَانُ بْنُ فَرُّوخَ حَدَّثَنَا عَبْدُ الْوَارِثِ عَنْ عَبْدِ اللَّهِ بْنِ سَوَادَةَ
الْفُسَيْرِيِّ حَدَّثَنِي أَنَّهُ سَمِعَ سَمُرَةَ بْنَ جُنْدُبٍ يَقُولُ سَمِعْتُ مُحَمَّدًا صَلَّى
اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ يَقُولُ لَا يَغْرَنَ أَحَدُكُمْ نِدَاءً بِلَالٍ مِنَ السَّحُورِ وَلَا هَذَا
الْبَيَاضُ حَتَّى يَسْتَطِيرَ (روه المسلم)

“telah menceritakan kepada kami Syaiban bin Farrukh, telah menceritakan kepada kami Abdul Warits dari Abdullah bin Sawadah Al-Qusyari, telah menceritakan kepadaku, bapakku, bahwa ia mendengar Samurah bin Jundub berkata : Saya mendengar (Nabi) Muhammad SAW bersabda : “Janganlah kalian terpedaya (untuk tidak makan sahur) oleh adzan Bilal di waktu sahur, dan jangan pula oleh cahaya putih ini hingga telah tersebar (cahayanya di ufuk).” (HR. Muslim)¹⁰

Pada hadist tersebut diterangkan bahwa permulaan waktu subuh adalah ketika cahaya sudah tersebar secara horizontal di area ufuk yang berarti fajar *Ṣadik* bukan dengan cahaya yang tersebar secara vertikal karena yang demikian adalah fajar *Kadib*.

Hadist tersebut juga diperkuat dengan hadist lain yang menerangkan tentang adanya dua fajar yang mempunyai tanda atau kriteria masing-masing, seperti contoh pada hadist yang diriwayatkan oleh Ibnu Khuzaimah dan Hakim dalam kitab *Bulughul Maram* :

وَعَنْ ابْنِ عَبَّاسٍ رَضِيَ اللَّهُ عَنْهُمَا قَالَ : قَالَ رَسُولُ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ
عَلَيْهِ وَسَلَّمَ الْفَجْرُ فَجْرَانِ : فَجْوٌ يُحْرَمُ الطَّعَامُ وَتَجِلُّ فِيهِ الصَّلَاةُ
وَفَجْرٌ تَحْرُمُ فِيهِ الصَّلَاةُ – أَي : صَلَاةُ الصُّبْحِ – وَيَجِلُّ فِيهِ الطَّعَامُ
(روه ابن خزيمة والحاكم وصحاه)

“Dari Ibnu Abbas r.a. bahwa Rasulullah SAW bersabda : “Fajar itu ada dua macam yaitu fajar diharamkan memakan makanan dan diperbolehkan melakukan salat dan fajar yang diharamkan

⁹ Muhammad bin ismail, as-Shon'any, *Subulussalam Syarh Bulughul Marom*, juz ke-1, (Riyadh : Maktabah al-Ma'arif Li an-Nasyar wa at-Tawzi', 2006), Cet. Ke-1, 321-322

¹⁰ Lakmiyanti Anakke Harijadi Noor, *“Uji Akurasi Hisab Awal Waktu Shalat Subuh dengan Sky Quality Meter”*, Skripsi Fakultas Syari'ah UIN Walisongo (Semarang, 2016), 20

melakukan salat Subuh yakni salat Subuh dan diperbolehkan makan makanan. (HR. Ibnu Khuzaimah dan Hakim hadist shahih keduanya).¹¹

وَالْحَاكِمِ فِي حَدِيثِ جَابِرِ رَضِيَ اللَّهُ عَنْهُ نَحْوَهُ وَزَدَا فِي الَّذِي يُحَرَّمُ
الطَّعَامَ : (إِنَّهُ يَذْهَبُ مُسْتَطِيلًا فِي الْأُفُقِ) وَفِي الْآخِرِ : (إِنَّهُ كَذَنْبِ
السِّرْحَانِ)

“menurut riwayat Hakim, dari hadist Jabir ada hadist serupa dengan tambahan tentang fajar yang mengharamkan memakan makanan : “Fajar yang memanjang di ufuk” Dan fajar yang satunya lagi disebutkan : “Dia seperti ekor serigala”.¹²

Menurut hadist diatas fajar ada dua macam, yaitu fajar yang diharamkan untuk salat dan diperbolehkan makan dan minum yang muncul secara vertikal seperti ekor serigala adalah fajar kizib. Dan fajar yang diharamkan untuk makan dan minum diperbolehkan salat yang muncul merata secara horizontal di ufuk adalah fajar *Ṣadik*.

c. Riwayat Imam Bukhori

حَدَّثَنَا عَمْرُ بْنُ عَاصِمٍ قَالَ : حَدَّثَنَا هَمَّامُ عَنْ قَتَادَةَ, عَنْ أَنَسٍ : أَنَّ
زَيْدَ بْنَ ثَابِتٍ حَدَّثَهُ : أَنَّهُمْ تَسَحَّرُوا مَعَ النَّبِيِّ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ ثُمَّ
قَامُوا إِلَى الصَّلَاةِ قَالَتْ : كَمْ بَيْنَهُمَا ؟ قَالَ قَدْرَ خَمْسِينَ أَوْ سِتِّينَ,
يَعْنِي آيَةَ (رواه البخاري)

“menceritakan kepada kami ‘Amr bin ‘Ashim berkata, menceritakan kepada kami Hammam dari Qatadah dari Anas bahwa Zaid bin Tsabit telah menceritakan kepadanya bahwa mereka makan sahur bersama Nabi Muhammad SAW kemudian mereka mengerjakan salat. Saya (Anas) bertanya : “Berapa jarak antara keduanya?” Dia (Zaid bin Tsabit) berkata, “kira-kira lima puluh atau enam puluh, yakni ayat (al-Qur’an).” (HR. Bukhori)

Waktu antara subuh dan masuknya waktu salat Subuh adalah seperti lamanya membaca lima puluh ayat atau yang semisal dengannya. Yaitu lamanya antara waktu sahur dengan adzan Ibnu Ummi Maktum. Imam Bukhari menjadikannya sebagai dalil bahwa awal waktu salat Subuh

¹¹ Ibnu Hajar Al Asqani, *Bulughul Marammin Adillatil Ahkam*, 181

¹² *Ibid.*, 182

adalah terbitnya fajar, karena merupakan waktu diharamkan makan dan minum.¹³

Sebagaimana hadist dari *Ummul Mukminin*, ‘Aisyah r.a. :

عَنْ عَائِشَةَ رَضِيَ اللَّهُ عَنْهَا : أَنَّ بِلَالَ كَانَ يُؤَدِّنُ بِلَيْلٍ, فَقَالَ رَسُولُ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ : كُلُوا وَاشْرَبُوا حَتَّى يُؤَدِّنَ ابْنُ أُمِّ مَكْتُومٍ, فَإِنَّهُ لَا يُؤَدِّنُ حَتَّى يَطْلُعَ الْفَجْرُ (رواه المسلم)

“sesungguhnya Bilal adzan pada waktu (sepertiga) malam. Karena itu Rasulullah SAW bersabda : Makan dan minumlah kalian sampai Ibnu Ummi Maktum adzan. Karena ia tidak akan adzan kecuali setelah terbitnya fajar (fajar *Ṣadik*).” (HR. Muslim)¹⁴

B. Fajar sebagai awal waktu shalat subuh

Dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia kata fajar diartikan sebagai cahaya kemerah-merahan di langit sebelah timur pada menjelang matahari terbit. Dalam kamus *Mu’jamul Ma’aanii al Jaami’* diterangkan bahwa fajar adalah :

*Pencahayaan gelap malam dari sinar pagi*¹⁵

Pencahayaan sinar pagi yang dimaksud bukanlah matahari, melainkan cahaya putih¹⁶ agak terang yang muncul di ufuk timur beberapa saat sebelum matahari terbit.¹⁷

Di kamus tersebut juga disebutkan :

وَهُمَا فَجْرَانِ : أَحَدُهُمَا : الْمُسْتَطِيلُ, وَهُوَ الْكَاذِبُ, وَالْآخَرُ : الْمُسْتَطِيرُ الْمُنْتَشِرُ الْأَفْقَ, وَهُوَ الْأَصَادِقُ

“Terdapat dua macam fajar, yaitu yang pertama yang memanjang (secara vertikal) disebut fajar *kazib*, dan yang lainnya yang merata dan meluas di ufuk (secara horizontal) disebut fajar *Ṣadik*.”¹⁸

¹³ Ibnu Hajar Al Asqani, *Fathul Baari* : Syarah Shahih Bukhari, (Jakarta, Pustaka Azzam : 2003) 423

¹⁴ Lidwa Hadist 9 Imam, *Shahih Muslim*, Kitab Syihaam, Bab Bayaan dan dukhuul fi shaumi yahshilu bi yhuluu’i fajr, 1827

¹⁵ Mu’jamul Ma’aanii al Jaami’, www.almaany.com/dict/ar-ar/الفجر, diakses 13 juni 2021

¹⁶ Adapun cahaya putih adalah hamburan cahaya matahari di atmosfer yang masih dibawah ufuk

¹⁷ Slamet Hambali, *Ilmu Falak 1 Penentuan Awal Waktu Salat dan Arah Kiblat Seluruh Dunia*, (Semarang : Program Pascasarjana IAIN Walisongo, 2011), 124

¹⁸ Mu’jamul Ma’aanii al Jaami’, www.almaany.com/dict/ar-ar/الفجر, diakses 13 Juni 2021

Seperti yang sudah diterangkan pada beberapa hadist dan berbagai literatur, bahwa fajar dibagi menjadi dua yaitu fajar kazib dan fajar *Şadik*. Keduanya mempunyai ciri-ciri tersendiri yang dapat kita identifikasi.

Fajar kazib sebagaimana yang diterangkan dalam hadist Jabir adalah fajar yang melarang melaksanakan salat Subuh, akan tetapi masih diperbolehkan makan dan minum pada waktu puasa. Fajar ini juga terbit tegak lurus dengan horizon ke arah langit seperti ekor musang, ada juga yang menyebutkan seperti ekor serigala, kemudian menghilang dan diikuti kegelapan kembali.¹⁹

Secara fenomena alam fajar kazib adalah cahaya merah yang bersinar keatas secara vertikal yang membentuk seperti ekor serigala, yang merupakan fenomena dari pantulan sinar matahari menjelang munculnya fajar *Şadik*. Dikatakan kazib karena cahaya tersebut bukanlah awal permulaan waktu subuh.²⁰

Fajar kazib yang muncul lebih dulu sebelum fajar *Şadik* secara vertikal di ufuk timur merupakan fenomena astronomi yang disebut dengan *zodiacal light* (cahaya zodiak), yaitu refleksi dan hamburan dari cahaya matahari oleh debu antar planet. Thomas Djamaluddin dalam Tulisannya "*Waktu Subuh ditinjau secara Astronomi dan Syar'i*" menyebutkan bahwa :

*Fajar kazib memang bukan fajar dalam pemahaman umum, yang secara astronomi disebut cahaya zodiak. Cahaya zodiak disebabkan oleh hamburan cahaya matahari oleh debu-debu antar planet yang tersebar dibidang ekliptika yang tampak di langit melintasi rangkaian zodiak (rangkaiannya rasi bintang yang tampaknya dilalui matahari). Oleh karenanya fajar kazib tampak menjulur ke atas seperti ekor serigala, yang arahnya sesuai dengan arah ekliptika. Fajar kazib muncul sebelum fajar Şadik ketika masih gelap.*²¹

¹⁹ T. Djamaluddin, "Twilight Menurut Astronomi", Tulisan ini disampaikan dalam temu kerja evaluasi Hisab dan Rukyah tahun 2010 Kementerian Agama RI Direktorat Jendral Bimbingan Masyarakat Islam di Hotel Horizon Semarang, pada hari selasa-kamis, 23-25 Februari 2010.

²⁰ Sholahuddin Ahmad Muhammad 'Amir, *Ilmu al-Mawaqib wa al-Qiblat wa al-Ahillah*, (Kuwait : Dar azh-zhariyyah, 2019), cet Ke-1, 91-92

²¹ T. Djamaluddin, "Waktu Shubuh Ditinjau secara Astronomi dan Syar'i", online, <https://tdjamaluddin.wordpress.com/2010/04/15/waktu-shubuh-ditinjau-secara-astronomi-dan-syari///>, diakses Kamis, 6 Mei 2021

Dari ciri-ciri yang sudah diterangkan diatas, dapat diketahui bahwa fajar kazib muncul sebelum fajar *Ṣadik*, yang dimana pada saat kemunculan fajar kazib langit terlihat seperti ada cahaya menjulang secara vertikal di ufuk timur dalam beberapa menit, lalu menjadi gelap kembali. Keadaan langit menjadi gelap kembali ini sebagai tanda fajar kazib telah terbenam, kemudian disusul cahaya fajar *Ṣadik* yang menyebar secara horizontal ke seluruh ufuk.

Berdasarkan pada dalil al-Qur'an dan Hadist, para Ulama telah sepakat bahwa fajar *Ṣadik* merupakan fajar yang menjadi pertanda masuknya waktu subuh. Dinamakan fajar *Ṣadik* karena fajar inilah fajar yang 'benar' atau fajar yang sesungguhnya. Cahaya putih yang membentang cahaya secara horizontal sepanjang ufuk timur kemudian berangsur-angsur sesaat sebelum matahari terbit.

Thomas Djamaluddin dalam tulisannya “ *Waktu Shubuh Ditinjau secara Astronomi dan Syar'i*” juga menyebutkan mengenai fajar *Ṣadik* :

Fajar Ṣadik adalah hamburan cahaya matahari oleh partikel-partikel di udara yang melingkupi bumi (atmosfer). Dalam bahasa al-Qur'an fenomena itu diibaratkan dengan ungkapan “terang bagimu benang putih dari benang hitam”, yaitu peralihan dari gelap malam (hitam) menuju munculnya cahaya (putih). Dalam bahasa fisika hitam bermakna tidak ada cahaya yang dipancarkan, dan putih bermakna ada cahaya yang dipancarkan. Karena sumber cahaya itu dari matahari dan penghamburnya adalah udara, maka cahaya fajar melintang disepanjang ufuk (horizon, kaka langit). Itu pertanda akhir malam, menjelang matahari terbit. Semakin matahari mendekati ufuk, semakin terang fajar Ṣadik. Jadi, batasan yang bisa digunakan adalah jarak matahari di bawah ufuk.²²

Menurut al-Qur'an, Hadist dan beberapa literatur, fajar *Ṣadik* mempunyai 3 warna yang dihasilkan dari pengaruh kualitas langit malam di masing-masing daerah. Semakin kecil polusi cahaya di daerah tersebut maka akan semakin bagus juga kualitas langit malamnya, sehingga kemunculan fajar akan semakin akurat untuk diamati.

²² T. Djamaluddin, “Waktu Shubuh Ditinjau secara Astronomi dan Syar'i”, online, <https://tdjamaluddin.wordpress.com/2010/04/15/waktu-shubuh-ditinjau-secara-astronomi-dan-syari//>, diakses Kamis, 6 Mei 2021

Berikut adalah warna-warna fajar *Ṣadik* :

1. Putih Membentang

Dalam surat Al-Baqarah ayat 187 diterangkan kata *الخيطة الأبيض* yang memiliki arti benang putih. Benang putih yang dimaksud adalah putihnya siang bukan sekedar cahaya siang. Sifat dari putihnya cahaya siang tersebut adalah menyebar memenuhi langit, putihnya dan cahayanya memenuhi jalan-jalan.²³ Kondisi ini bisa dilihat atau dibedakan warna putih dan hitam gelang yang dipakai di pergelangan kaki. Kondisi tersebut menunjukkan matahari sudah mulai naik ke atas ufuk, kemudian terlihat cahayanya di atas ufuk yang kemudian menyebar membentang di langit ufuk.²⁴

2. Merah Membentang (putih kekuningan atau kemerah-merahan membentang).

Salah satu perbedaan fajar *Ṣadik* dan fajar kazib adalah fajar *Ṣadik* awal kemunculannya membentang di ufuk dibarengi dengan warna merah yang ringan dan tipis, sedangkan fajar kazib maka tidak pernah diiringi dengan warna merah.²⁵

3. Biru membentang

Dalam bait penyair kondang zaman Abbasi (205-284 H/ 821-898 M) disebutkan, bahwa beliau melihat sebelum terbitnya cahaya putih ada cahaya biru di langit timur di musim hujan yang terjadi di gunung pasir di negeri Syinqith. Cahaya biru itu membentang ke kanan dan ke kiri, tidak ada gelap setelahnya. Syaikh Abdul Malik al-Kulaib penulis *Risalah Adzan al-Fajr* berkata bahwa dalam pengamatannya terhadap fajar di al-Hawiyah dia melihat pertama kali sesuatu yang menyerupai warna biru kemudian merah. Hal ini terjadi di musim hujan. Warna biru itu

²³ Agus Hasan Bashori, *Waktu Shubuh secara Syar'i, Astronomi, dan Empiris*, (Malang : YBM) 2016, cet.1, 47

²⁴ Kementerian Agama RI, *Buku Saku Hisab Rukyah*, (Jakarta : Sub Direktorat Pembinaan Syariah dan Hisab Rukyah Direktorat Urusan Agama Islam dan Pembinaan Syariah Direktorat Jenderal Bimbingan Masyarakat Islam, 2013), 83

²⁵ Agus Hasan Bashori, *Waktu Shubuh secara Syar'i, Astronomi, dan Empiris*, (Malang : YBM, 2016), cet.1, 54

memanjang membentang ke utara dan selatan. Dia menjadikan sudut derajat matahari untuk awal fajar dari situ.²⁶

C. Konsep Astronomi Awal waktu Subuh

Penentuan awal waktu salat didasarkan pada fenomena benda langit yaitu pergerakan harian matahari akibat rotasi bumi. Posisi kedudukan matahari selama pergerakannya dari sejak terbit hingga terbenam menjadi faktor utama penyebab timbulnya perbedaan ruang dan waktu di bumi yang mengakibatkan akan berbedanya pula waktu pelaksanaan salat. Posisi matahari, termasuk ketinggian atau jarak zenith, merupakan data astronomi terpenting kaitanya dengan kemunculan fajar *Ṣadik* khususnya sebagai pertanda masuknya waktu subuh.²⁷

Secara Astronomi, fenomena alam sehubungan dengan posisi matahari saat fajar terbagi menjadi jenis yakni :

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

Yaitu ketika matahari berada pada posisi 18° sampai 12° di bawah ufuk. Cahaya fajar ini sebagai tanda berakhirnya malam dikarenakan cahaya bintang mulai redup akibat penyebaran cahaya matahari yang muncul.

2. Fajar pelayaran / *bahry(nautical twilight)*

Yaitu ketika matahari berada pada posisi 12° sampai 6° di bawah ufuk. Cahaya fajar ini menampakkan ufuk atau kaki langit yang terlihat semakin jelas ketika di laut.

3. Fajar sipil / *madany (civil twilight)*

Yaitu ketika matahari berada pada posisi 6° sampai 0° di bawah ufuk. Pada saat matahari berada dalam ketinggian tersebut benda-benda yang ada disekitar sudah dapat terlihat meski tanpa cahaya lampu penerangan.²⁸

²⁶ Agus Hasan Bashori, *Waktu Shubuh secara Syar'i, Astronomi, dan Empiris*, (Malang : YBM, 2016), cet.1, 67

²⁷ Thomas Djamaluddin, "Matahari dan Penentuan Jadwal Shalat", Online :<https://tdjamiluddin.wordpress.com/2010/04/19/matahari-dan-penentuan-jadwal-shalat/>, diakses Kamis, 6 Mei 2021.

²⁸ Lakmiyanti Annake Harijadi Noor, "The Dawn Sky Brightness Observation in the Preliminary Shubuh Prayer Time Determination", *Qudus International of Islamic Studies*, 2018, Vol. 6, No. 1, 30

Awal subuh ditandai dengan munculnya cahaya putih yang menyebar di ufuk timur seiring dengan mulai meredupnya cahaya bintang akibat pengaruh cahaya matahari yang mulai muncul. Maka secara astronomis, kemunculan fajar *Şadik* dapat dipahami sebagai waktu fajar astronomi (*dawn astronomical twilight*) berlangsung ketika langit tidak lagi gelap saat posisi matahari berada pada 18° di bawah ufuk (-18°) atau pada jarak zenit $z = 108^\circ$.²⁹

Kementerian Agama (Kemenag) RI telah menetapkan ketinggian matahari awal waktu salat subuh yaitu -19° + tinggi matahari terbit sebagai standar yang menjadi acuan waktu salat subuh di Indonesia.³⁰ Kriteria ketinggian matahari awal waktu subuh Kemenag ini sejatinya telah mengalami perubahan. Pada mulanya, Kemenag telah menetapkan ketinggian matahari pada -20° (20° di bawah ufuk) atau jarak zenith $z = 110^\circ$. Hal ini sesuai dengan pendapat ahli falak Indonesia, Saadoddein Djambek yang menyatakan bahwa waktu subuh dimulai dengan tampaknya fajar di ufuk timur yang dalam ilmu falak didefinisikan posisi matahari sebesar 20° di bawah ufuk.³¹

Alasan penetapan ketinggian matahari sebesar -20° adalah karena waktu Shubuh merupakan perubahan keadaan langit dari gelap ke terang yang mempengaruhi kepekaan mata dalam melihat adanya perubahan cahaya, terutama cahaya yang redup. Kenampakan fisis waktu fajar tidak dapat dengan mudah ditangkap oleh penglihatan karena suasana yang gelap dan mata tidak sensitif untuk melihat pergantian cahaya redup. Sehingga jika ketinggian matahari saat fajar astronomi -18° cahaya putih

²⁹ Rinto Anugraha, *Mekanika Benda Langit (diklat Jurusan Fisika Fakultas MIPA)*, (Yogyakarta : Universitas Gajah Mada, 2012), 90

³⁰ Kementerian Agama RI, *Buku Saku Hisab Rukyah*, (Jakarta : Sub Direktorat Pembinaan Syariah dan Hisab Rukyah Direktorat Urusan Agama Islam dan Pembinaan Syariah direktorat Jenderal Bimbingan Masyarakat Islam, 2013), 83

³¹ Slamet Hambali, *Ilmu Falak 1 Penentuan Awal Waktu Shalat dan Arah Kiblat Seluruh dunia*, (Semarang : Program Pasca Sarjana IAIN Walisongo, 2011), 125

sudah dapat dilihat, maka dengan asumsi bahwa fajar *Ṣadik* sesungguhnya telah lebih dahulu muncul sebelum fajar astronomi, yaitu pada -20° .³²

Kriteria ketinggian matahari -20° menjadi salah satu pokok masalah yang dibahas dalam beberapa Temu Kerja Hisab Rukyah pada 19-21 Juni 2013 di Batam Kepulauan Riau, yang akan meninjau kembali kriteria ketinggian matahari waktu subuh. Dan Temu Kerja Hisab Rukyah pada 3-5 April 2014 di Bogor ditetapkan kriteria ketinggian matahari awal waktu subuh baru yaitu mengambil pendapat dari ahli falak Indonesia, Slamet Hambali, mengatakan bahwa ketinggian matahari waktu salat subuh adalah $-19^\circ +$ tinggi matahari terbit.³³

Permasalahan mengenai penentuan awal waktu salat subuh kembali meruncing setelah keluar hasil Musyawarah Nasional Tarjih ke 31 Muhammadiyah pada akhir tahun 2020. Berdasarkan temuan ketiga lembaga penelitian astronomi dan ilmu falak Muhammadiyah menyimpulkan bahwa ketentuan Kementerian Agama tentang ketinggian matahari pada waktu subuh di angka -20 derajat perlu dikoreksi dan Majelis Tarjih menilai -18 derajat merupakan angka yang lebih akurat.³⁴ Dan Pada 14 Maret 2021 PP Muhammadiyah menetapkan ketinggian waktu salat Subuh baru yaitu 18 derajat di bawah ufuk. Pandangan ini didukung dengan pandangan mayoritas para ulama ahli yang bisa diakses Majelis Tarjih. Penambahan waktu subuh selama delapan menit ini akan diberlakukan bulan Ramadhan 1442 Hijriyah nanti.³⁵

Menurut pendapat ahli falak lainnya di Indonesia, antara lain³⁶ :

³² Dhani Herdiwijaya, *Waktu Shubuh : Tinjauan Pengamatan Astronomi*, Makalah Halaqah Nasional Ahli Hisab dan Fikih “Kajian Ulang Atas Waktu Shubuh dan Tindak Lanjut Konsep Kalender Global Tunggal” Majelis Tarjih dan Tajdid Pimpinan Pusat Muhammadiyah di Auditorium Pusat Tarjih Muhammadiyah (Islamic Center UAD) Yogyakarta, 20-21 Agustus 2016

³³ Kementerian Agama RI, *Buku Saku Hisab Rukyah*, (Jakarta : Sub Direktorat Pembinaan Syariah dan Hisab Rukyah Direktorat Urusan Agama Islam dan Pembinaan Syariah direktorat Jenderal Bimbingan Masyarakat Islam, 2013), 83

³⁴ Ilham Ibrani, “Rangkuman Putusan Munas Tarjih ke 3”, <http://www.Muhammadiyah.or.id>, diakses pada tanggal 6 Mei 2021

³⁵ Mela Arnani, “Resmi, Muhammadiyah Putuskan Awal Waktu Subuh Ditambah 8 Menit” (online : <https://www.kompas.com/tren/read/2021/03/15/151500265/resmi-muhammadiyah-putuskan-awal-waktu-subuh-ditambah-8-menit?page=all>), diakses Kamis, 6 Mei 2021

³⁶ Nihayatur Rohman, *Syafa’ dan Fajar : verifikasi dengan Aplikasi Fotometri : Tinjauan Syar’i dan Astronomi*, (Yogyakarta : Lintang Rasi Aksara Books, 2012), 48

No.	Ahli Falak	Posisi Matahari
1.	Zubair Umar al-Jailani	-18°
2.	Muhammad Ma'shum bin Ali	-19°
3.	Abdur Rachim	-20°
4.	Noor Ahmad SS	-20°
5.	Thomas Djamaluddin	-18°
6.	Muhyiddin Khazin	-20°

Tabel 2.1 Posisi matahari Awal Waktu Salat Subuh
Menurut Ahli Falak Indonesia

Sedangkan kriteria ketinggian matahari awal waktu subuh dalam kitab-kitab falak adalah sebagai berikut³⁷ :

No.	Nama Kitab	Posisi Matahari
1.	<i>Durusul Falakiyah</i>	-19°
2.	<i>Manahijul Hamidiyah</i>	-19°
3.	<i>Khulashah Wafiyah</i>	-19°
4.	<i>Tashilul Mualamah</i>	-19°
5.	<i>Anfa'ul Wasilah</i>	-20°
6.	<i>Irsyadul Murid</i>	-20°
7.	<i>Syawariqul Anwar</i>	-20°
8.	<i>Taqribul Maqshad</i>	-19°
9.	<i>Tibyanul Miqot</i>	-19°

Tabel 2.2 kriteria ketinggian matahari awal waktu subuh
dalam kitab-kitab falak

D. Metode Hisab Awal Waktu Salat Subuh

³⁷ Hendro Setyanto, "Benarkah Awal Waktu Salat Subuh Perlu dikoreksi?", online : <https://www.nu.or.id/post/read/85574/benarkah-awal-waktu-salat-subuh-perlu-dikoreksi> diakses 7 Mei 2021

Dalam menghitung awal waktu shalat subuh dibutuhkan data-data sebagai berikut³⁸ :

1. Lintang Tempat dan Bujur Tempat

Lintang merupakan jarak sudut sepanjang titik di atas permukaan bumi dari titik utara maupun titik selatan khatulistiwa dengan belahan bumi bagian utara disebut Lintang Utara (LU) bertanda positif (+) dan belahan bumi bagian selatan disebut Lintang Selatan (LS) bertanda negatif(-) dengan nilai minimal 0° dan maksimal 90° .

Bujur merupakan jarak sudut suatu tempat di permukaan bumi yang diproyeksikan sepanjang ekuator bumi dihitung dari meridian yang melewati kota Greenwich.³⁹ Tempat-tempat yang berada di sebelah timur kota Greenwich disebut Bujur Timur (BT) bertanda positif (+) dan yang berada di sebelah barat kota Greenwich disebut Bujur Barat (BB) bertanda negatif (-).

2. Deklinasi Matahari

Deklinasi (δ) adalah jarak sepanjang lingkaran deklinasi dihitung dari equator sampai matahari.⁴⁰ Apabila matahari berada di sebelah utara equator maka nilai deklinasinya positif (+) dan jika matahari berada di sebelah selatan maka nilai deklinasinya negatif (-). Dan ketika matahari melintasi khatulistiwa maka deklinasinya adalah 0° .⁴¹

3. *Equation of time* (perata waktu)

Equation of time (e) merupakan selisih antara waktu kulminasi matahari hakiki dengan waktu kulminasi matahari pertengahan, karena matahari dalam mencapai titik kulminasi tidak selalu tepat pada jam 12:00 melainkan terkadang lebih atau kurang.⁴² Namun kini data

³⁸ Muhyidin Khazin, *Kamus Ilmu Falak*, (Jogjakarta : Buana Pustaka, 2005), 40

³⁹ Muhyidin Khazin, *Kamus Ilmu Falak*, (Jogjakarta : Buana Pustaka, 2005), 77

⁴⁰ Muhyidin Khazin, *Kamus Ilmu Falak*, (Jogjakarta : Buana Pustaka, 2005), 52

⁴¹ Slamet Hambali, *Ilmu Falak 1 Penentuan Awal Waktu Shalat dan Arah Kiblat Seluruh dunia*, (Semarang : Program Pasca Sarjana IAIN Walisongo, 2011), 55

⁴² Muhyidin Khazin, *Kamus Ilmu Falak*, (Jogjakarta : Buana Pustaka), 2005, h. 83

tersebut dapat diperoleh melalui buku *Ephemeris* yang didalamnya terdapat perhitungan akurat.

4. Tinggi Tempat

Tinggi tempat dapat diperoleh dengan bantuan altimeter atau juga dengan GPS. Tinggi tempat diperlukan guna menentukan besar kecilnya kerendahan ufuk.⁴³ Tinggi tempat juga mempengaruhi penentuan awal waktu salat, dataran tinggi akan lebih cepat daripada awal waktu awal waktu salat di dataran rendah karena pengamat di dataran tinggi akan lebih dahulu dapat melihat matahari yang muncul di ufuk daripada pengamat yang berada di dataran rendah.⁴⁴

5. Tinggi matahari saat terbit/terbenam

Dalam hisab awal waktu salat subuh diperlukan data Tinggi matahari saat terbit/terbenam. Untuk mengetahuinya dapat dicari menggunakan rumus $h \text{ terbit} = - (\text{ref} + \text{sd} + \text{ku})$.

6. Refraksi (ref)

Adalah pembiasan cahaya matahari. Refraksi menyatakan selisih antara menda langit menurut penglihatan dengan ketinggian sebenarnya karena pengaruh atmosfer. Refraksi tertinggi matahari adalah $0^{\circ} 34'$.⁴⁵

7. Semidiameter (sd)

Adalah jarak titik pusat matahari dengan pinggiran luarnya (jari-jari). Data sd diperlukan guna menghitung secara tepat saat matahari terbit dan tenggelam. Nilai sd rata-rata adalah $0^{\circ} 16'$.⁴⁶

8. Tinggi matahari saat subuh

Tinggi matahari saat subuh yaitu sesuai dengan kriteria ketinggian matahari yang telah ditetapkan oleh Kemenag yaitu $-19^{\circ} + h_0 \text{ terbit}$.

9. Sudut waktu Matahari (t_0)

⁴³ Encup supriatna, *Hisab Rukyah & Aplikasinya*, (bandung : PT. Refika Aditama), 2007, h.24

⁴⁴ Muhyidin Khazin, *Kamus Ilmu Falak*, (Jogjakarta : Buana Pustaka), 2005, h. 79

⁴⁵ Arwin Juli Rakhmadi Butar-butur, *Wakru Salat Menurut Fikih dan Astronomi*, (Medan : LPPM UISU,2016),.76

⁴⁶Ibid., 80

Dapat dicari dengan menggunakan rumus $\cos t_o = \sin h_o : \cos \phi : \cos \delta - \tan \phi \times \tan \delta$ dengan sudut waktu matahari untuk subuh bernilai negatif (-).

10. Mengubah Waktu Hakiki (WH) menjadi Waktu Daerah (WD)

Untuk mengubah WH menjadi WD menggunakan rumus $WD = WH - e + (\lambda^d - \lambda^z) : 15$ dengan nilai WIB 105°, WITA 120°, dan WIT 135°. ⁴⁷

11. Ikhtiyat

Ikhtiyat adalah suatu langkah kehati-hatian dengan cara menambahkan atau mengurangi waktu agar jadwal salat tidak mendahului awal waktu atau melampaui akhir waktu sebenarnya. ⁴⁸ Ikhtiyat memiliki ketentuan sebagai berikut :

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

Contoh perhitungan awal waktu salat subuh untuk kota Semarang pada tanggal 29 Desember 2011 M. Dengan data sebagai berikut :

Lintang (ϕ)	: -7° 00' BT
Bujur (λ)	: 110° 24' LS
Tinggi Tempat	: 200 meter
Deklinasi Matahari (δ)	: -23° 14' 44"
Equation of Time (e)	: -0° 1' 44"
Kerendahan Ufuk	: $0^\circ 1,76' \times \sqrt{200} = 0^\circ 24' 53,41''$
Tinggi Matahari Subuh (h)	: - (0° 34' + 0° 16' + 0° 24' 53,41'') = -1° 14' 53,41''

- Sudut waktu matahari (h_o) = $-19^\circ + (-1^\circ 14' 53,41'')$
= $-19^\circ - 1^\circ 14' 53,41''$
= $-20^\circ 14' 53,41''$

⁴⁷ Arwin Juli Rakhmadi Butar-butur, *Wakru Salat Menurut Fikih dan Astronomi*, (Medan : LPPM UISU, 2016), 86

⁴⁸ Susiknan Azharai, *ilmu Falak Perumpaan Khzanah Islam dan Sains Modern*, (Yogyakarta : Suara Muhammadiyah, 2011), 73

b. Sudut waktu Matahari (t_o)

$$\begin{aligned} \cos t_o &= \sin h_o : \cos \phi : \cos \delta - \tan \phi \times \tan \delta \\ &= \sin -20^\circ 14' 53,41'' : \cos -7^\circ 00' : \cos -23^\circ 14' \\ &\quad 44'' \\ &\quad - \tan -7^\circ 00' \times \tan -23^\circ 14' 44'' \\ t_o &= 115^\circ 36' 33'' \\ WH &= -07^J 42^m 26,26^d \end{aligned}$$

c. Awal Waktu Subuh

$$\begin{aligned} &= \text{pkl. } 12 + (-07^J 42^m 26,26^d) \\ &= \text{pkl. } 04^J 17^m 33,74^d \text{ waktu hakiki } -0^J 19^m 52^d \\ &= \text{pkl. } 03: 57 : 41,74 \\ &= \text{pkl. } 04:00 \text{ WIB}^{49} \end{aligned}$$

⁴⁹ Kementerian Agama RI, *Ilmu Falak Praktis*, (Jakarta : Sub Direktorat Pembinaan Syariah dan Hisab Rukyah Direktorat Urusan Agama Islam dan Pembinaan Syariah direktorat Jenderal Bimbingan Masyarakat Islam, 2013), 91

BAB III
APLIKASI ALAT SISTEM OTOMATISASI OBSERVASI FAJAR (SOOF)
DALAM PENGAMATAN KETINGGIAN MATAHARI AWAL WAKTU
SALAT SUBUH

A. Sistem Otomasi Observasi Fajar (SOOF)

1. Gambaran Umum SOOF

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

Berawal dari minimnya data pengamatan fajar *Şadik* yang beliau peroleh dari berbagai sumber untuk mengerjakan disertasi S3 beliau. Dan beberapa kali beliau melakukan pengamatan di beberapa daerah seperti,

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

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

Sistem otomasi observasi fajar ini menggunakan beberapa software yang dirangkai dengan sedemikian rupa. Cara kerja SOOF cukup simple karena sensor SQM hanya merekam dan langsung masuk di Kartu SD setelah terkumpul maka otomatis terkirim ke Goole Drive. Hasil pembacaan data menghasilkan foto, video, file .dat, dan kurva plotting data. Untuk saat ini Google Drive hanya bisa diakses oleh beliau Bapak Muhammad Basthoni sehingga kita bisa meminta izin dahulu kepada beliau untuk melihat hasil data pengamatan menggunakan SOOF.



Gambar 3.1 SOOF yang dipasang di Banyuwangi

Untuk saat ini sudah 3 tempat yang telah dipasang SOOF yaitu di Banyuwangi, Karimunjawa, dan Semarang. Diawal perkembangannya SOOF ini banyak mengalami kendala, mulai dari adaptor yang mati karena menyala selama 24 jam, jaringan sinyal yang hilang, dan listrik yang mati. Dari situasi itu maka Bapak Muhammad Basthoni memodifikasi SOOF dengan bisa mengontrol on dan off nya menggunakan Remote.it, tenaga listrik diganti dengan solar cell. Untuk perkembangan selanjutnya

SOOFini akan bisa mengamati fajar dan syafaq dengan syarat dipasang didaerah yang kelihatan ufuk barat dan timur. ¹

2. Metode yang digunakan dalam SOOF

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

3. Software yang digunakan dalam SOOF

a. Sistem Operasi Rasbian

Adalah sistem operasi linux gratis berbasis daban yang telah dioptimalkan untuk perangkat keras Raspberry Pi, yang telah secara resmi disediakan oleh Raspberry Pi Foundation sebagai sistem operasi utama untuk keluarga Raspberry dari komputer papan tunggal kompak. Raspberry Pi adalah cara cepat dan mudah untuk menginstal sistem operasi ke kartu micro SD yang siap digunakan dengan Raspberry Pi.³

b. Python Sky Quality Meter (PySQM)

¹ Hasil wawancara penulis kepada Bapak Muhammad Basthni pada tanggal 9 juni 2021

² M. Basthoni, " A Prototy of True dawn Observation Automation System (Prototipe Sistem Otomatisasi Observasi Fajar), *SainsNusantara*, Vol. 18 No.1:33-42 (2020)

³www.raspberrypi.org diakses pada hari jum'at, 11 Juni 2020 pukul 00:10

Adalah perangkat lunak berbasis bahasa python yang dirancang oleh Nievas & Zamorano (2014) untuk membaca, menyimpan, dan merencanakan data dari SQM- LU dan SQM – LE. Perangkat Lunak ini akan terhubung ke SQM dan melakukan beberapa tes untuk menghubungkan ke SQM untuk memastikan siap untuk pengambilan data kecerahan langit. Program ini secara otomatis akan menyimpan data dalam dua format.

c. Raspistill dan Mencoder

Raspistill adalah program berbasis CLI (command line interface) yang berfungsi untuk menangkap gambar dengan modul kamera, sedangkan Mencoder adalah kode pelengkap dari aplikasi Mplayer yang dapat menyandikan file audio, gambar dan video menjadi video yang kompatibel. Dengan aplikasi Mplayer dan beberapa aplikasi pemutar video lainnya.

d. AllSky

Adalah kamera AllSky Nirkabel yang dioperasikan oleh Raspberry Pi5. Kami menggunakan perangkat lunak ini ketika kami menggunakan kamera Raspberry Pi HQ tau seri ZWO ASI di sistem ini.

e. Rclone (Rsync for Cloud Storage)

Adalah program berbasis CLI yang berfungsi untuk melakukan sinkronisasi file dan direktori lokal ke dan dari beberapa penyimpanan online (cloud storage), misalnya Google Drive, Box dan sebagainya.⁴

⁴ M. Basthoni, “ A Prototy of True dawn Observation Automation System (Prototipe Sistem Otomatisasi Observasi Fajar), *SainsNusantara*, Vol. 18 No.1:33-42 (2020)



Sumber : Hp Redmi note 9

Gambar 3.2 Perangkat keras SOOF

4. Penginstalan SOOF

- a. Unduh citra Rasbian dari situs web The Raspberry Foundation ⁷
- b. Flash gambar ke SD dengan salah satu Program imager (balenaEtcher, Win32DiskImager, imgFlasher, atau lainnya)

Sebelum mengunduh program lain, kita perlu mengkonfigurasi jaringan Wifi dari Raspbian karena proses instalasi untuk program selanjutnya dilakukan dari jarak jauh melalui jaringan Wifi yang dipancarkan oleh USB 4G Wifi. Untuk tujuan ini, dua file perlu dibuat di direktori root kartu SD yang telah diinstal oleh Raspbian. Kedua file tersebut merupakan file kosong dengan nama ssh berfungsi untuk mengaktifkan fitur ssh (secure shell connection) pada Raspbian OS. File kedua adalah file wpa_supplicant.conf dengan konten sebagai berikut :⁵

```
Country=ID
```

```
Ctrl_interface=DIR=/var/run/wpa_supplicant GROUP=netdev
```

```
Update_config=1
```

```
Network={
```

```
ssid="NETWORK-NAME"
```

⁵M. Basthoni, " A Prototy of True dawn Observation Automation System (Prototipe Sistem Otomatisasi Observasi Fajar), *SainsNusantara*, Vol. 18 No.1:33-42 (2020)

```
Psk="NETWORK-PASSWORD"
```

```
Key_mgmt=WPA-PSK}
```

Dimana data ssid diganti dengan nama jaringan wifi yang digunakan dan psk diisi dengan password jaringan wifi.

Proses pemeliharaan dan penginstalan perangkat lunak apapun ke sistem dapat dilakukan dari jarak jauh dengan menginstal program Remote.It dengan perintah berikut :

```
$>sudo apt update
```

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

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

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

Dan ekstrak dengan perintah

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

Sebelum menjalankan program PySQM, perlu dilakukan penyesuaian data di file konfigurasi yang ada di file PySQM/config.py. Data yang perlu disesuaikan antara lain

- (1) Nama dan koordinat lokasi pengamatan
- (2) Nama identitas SQM

- (3) Port koneksi yang dibutuhkan SQM dengan sistem Raspbian⁶
- (4) Lokasi folder penyimpanan data observasi
- (5) Batas waktu untuk memplot kurva dari data observasi

Hingga saat ini sistem berjalan secara otomatis merekam data cahaya fajar yang terdeteksi oleh SQM. Untuk melengkapi data observasi tersebut maka diperlukan suatu aplikasi untuk menangkap citra sinar fajar sehingga dapat digunakan sebagai data pembanding untuk data SQM. Dalam hal ini, aplikasi yang digunakan adalah aplikasi `mencoder` dan `raspistill` yang memiliki proses instalasi berturut-turut sebagai berikut :

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

Aplikasi `raspistill` tidak perlu diinstal karena sudah termasuk dalam sistem operasi Raspbian. Modul kamera dapat diaktifkan melalui perintah

```
$>raspi-config
```

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

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

```
$>git clone --recursive https://github.com/thomasjacquin/allsky.git
```

```
$>cd allsky
```

```
$>sudo ./install.sh
```

Data observasi yang direkam secara otomatis oleh PySQM, `raspistill`, `mencoder`, dan AllSky akan disimpan di Drive lokal. Untuk memudahkan akses data, data yang akan diunggah secara otomatis ke

⁶ M. Basthoni, "A Prototy of True dawn Observation Automation System (Prototipe Sistem Otomatisasi Observasi Fajar), *SainsNusantara*, Vol. 18 No.1:33-42 (2020)

penyimpanan cloud oleh aplikasi RClone dengan langkah-langkah instalasi sebagai berikut :⁷

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

Proses konfigurasi RClone dan Google Drive berlanjut dengan perintah dan konfigurasi berikut :

```
$>rclone config
```

```
n/s/q> n          # choose n (new)
```

```
name>gdrive      # fill with free caption, for example, Gdrive
```

```
Stroge>         # Select the number that matches the Google Drive
number
```

```
Client_id>      # can be left empty
```

```
Client_secret> # can be left empty
```

```
Scope>         # select scope, for example 1
```

```
Root_folder_id> # can be left empty service_account_file>
```

```
/home/bas/myfile.json # This is where the JSON file
goes!
```

```
y/n           # choose y for automatic configuration
```

Konfigurasi selanjutnya program PySQM, mencoder, raspistill, AllSky, dan RClone sudah diatur sehingga akan berjalan secara otomatis saat sistem melakukan booting dan secara otomatis merekam data pada

⁷ M. Basthoni, “ A Prototy of True dawn Observation Automation System (Prototipe Sistem Otomatisasi Observasi Fajar), *SainsNusantara*, Vol. 18 No.1:33-42 (2020)

waktu yang diinginkan. Untuk tujuan ini, konfigurasi tambahan diperlukan dalam file `rc local`.⁸

5. Pengujian Sistem SOOF

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

B. Hasil data SOOF

Adapun data yang masuk ke Google Drive berupa :

1. Daily_data

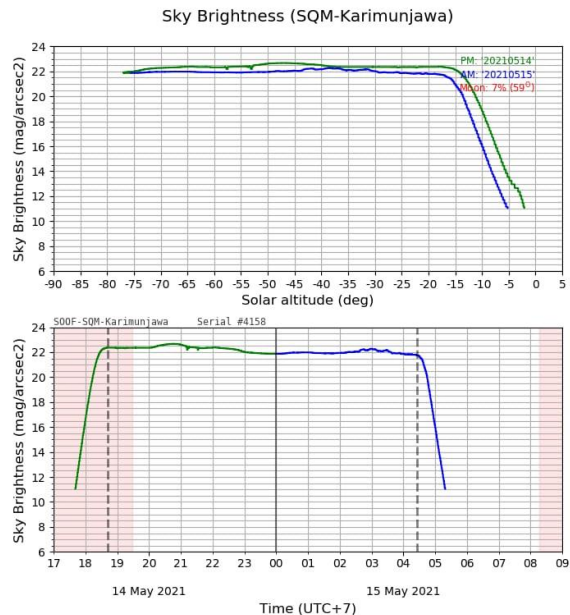
⁸ M. Basthoni, "A Prototy of True dawn Observation Automation System (Prototipe Sistem Otomatisasi Observasi Fajar), *SainsNusantara*, Vol. 18 No.1:33-42 (2020)

File ini berisi file .dat yang direkam oleh SQM yang direkam per 2 detik.

2. Daily_grafik

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

Gambar 3.3 Grafik SOOF



Sumber : SOOF

3. Foto

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

Gambar 3.4 Citra Fajar yang dipotret oleh SOOF



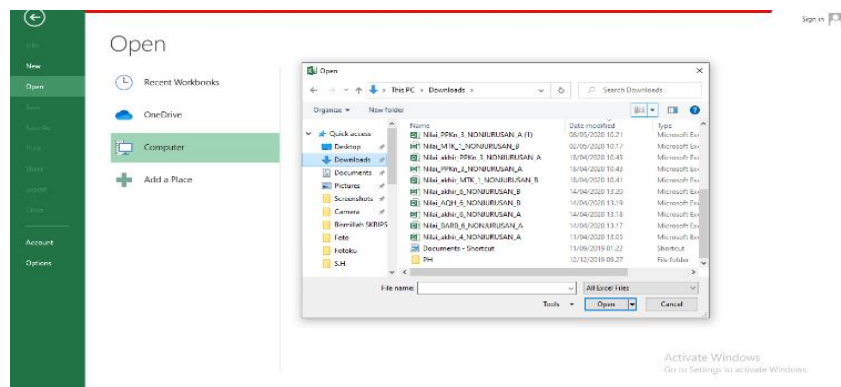
Sumber : SOOF

C. Pengolahan Data

Pengolahan Data hasil pengamatan SOOF adalah sebagai berikut :

1. Buka Ms. Excel, File open pilih data yang sudah di download dari Google Drive yang ingin diolah.

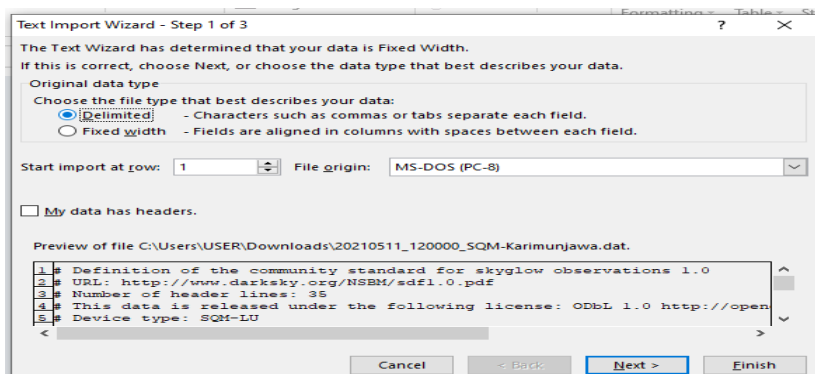
Gambar 3.5 Tampilan Menu Open



Sumber : Aplikasi Microsoft Excel

2. Muncul dialog *Text Import Wizard*, kemudian pilih “Delimited”

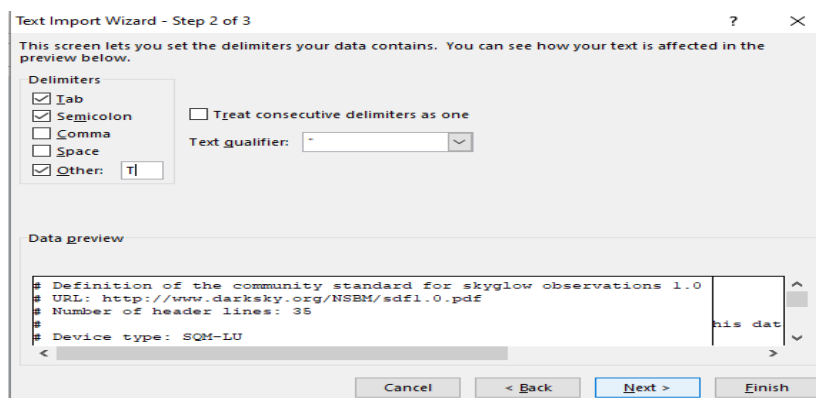
Gambar 3.6 Tampilan Dialog Teks Import Wizard



Sumber : Aplikasi Microsoft Excel

3. Kemudian pilih Tab, Semicolon, dan other setelah itu Tulis huruf "T" pada kolom other, kemudian next

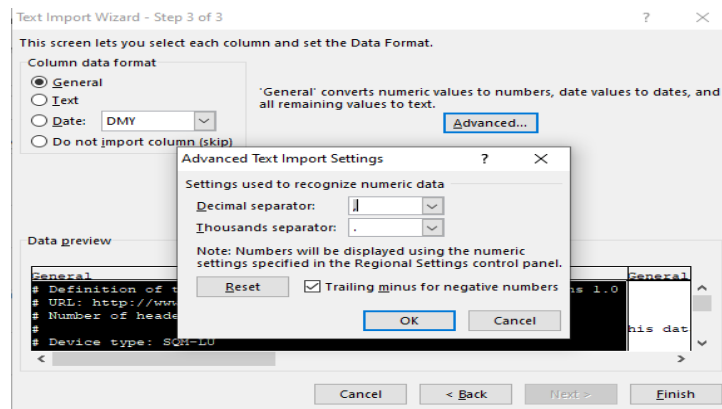
Gambar 3.7 Step 2 pilih Semicolon



Sumber : Aplikasi Microsoft Excel

4. Kemudian pilih General dan Advanced, dan ubah pengaturan dari tanda koma (,) ke tanda titik (.) ataupun sebaliknya. Dan klik Finish.

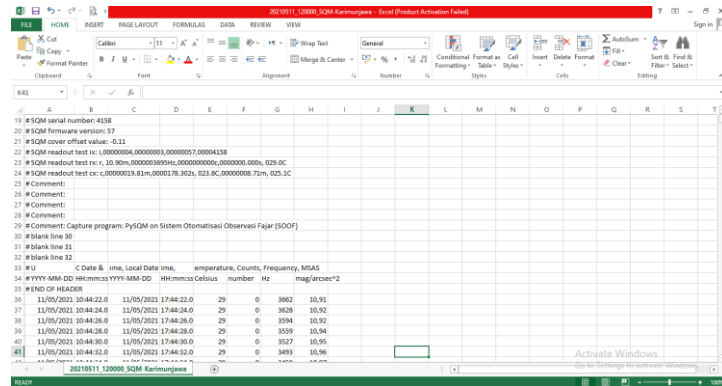
Gambar 3.8 Pengaturan Advanced



Sumber : Aplikasi Microsoft Excel

5. Rapikan kolom agar dapat mempermudah membaca data

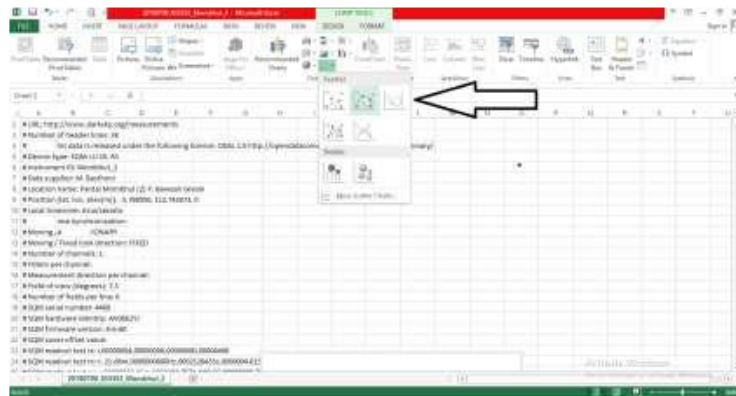
Gambar 3.9 Tampilan data pengamatan dalam Ms. Excel.



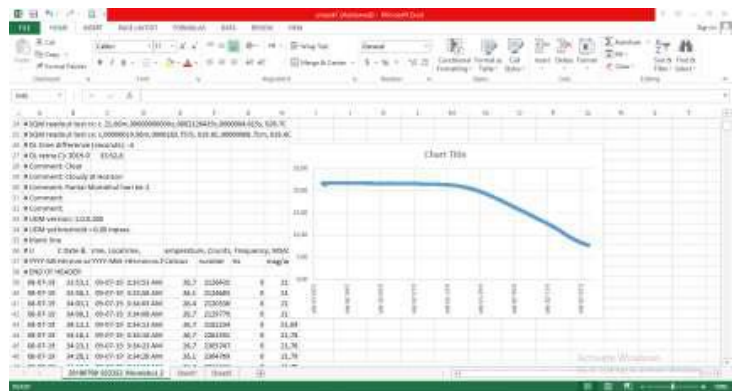
Sumber : Aplikasi Microsoft Excel

6. Buat grafik dengan Scatter XY agar menampilkan grafik yang menunjukkan x sebagai waktu dan Y sebagai magnitudo kecerlangan langit.

Gambar 3.10 Pilihan grafik Scatter



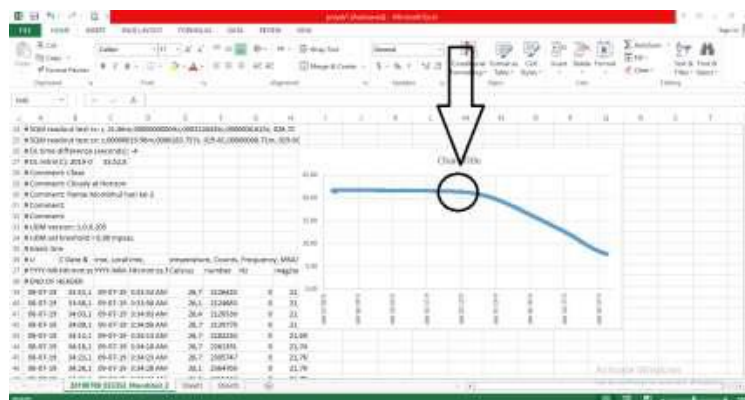
Sumber : Aplikasi Microsoft Excel
 Gambar 3.11 Tampilan Grafik Scatter



Sumber : Aplikasi Microsoft Excel

- 7. Perhatikan tanda landai pada grafik saat itulah faar *Sadik* muncul sebagai awal waktu salat subuh.

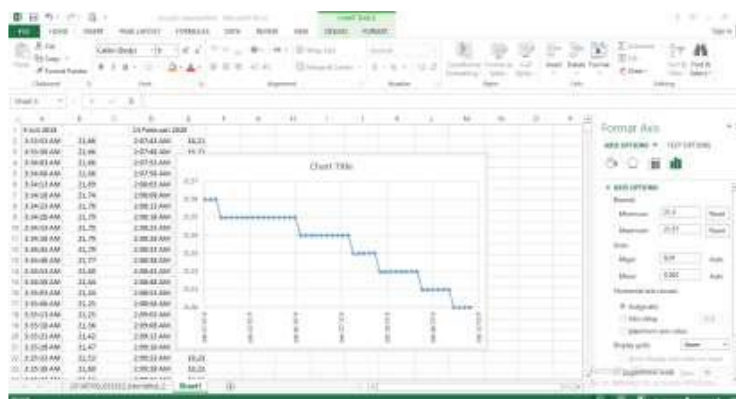
Gambar 3.12 Waktu Kemunculan Fajar



Sumber : Aplikasi Microsoft Excel

8. Amati secara teliti data pada grafik menggunakan bantuan format Axis, sehingga kemunculan fajar bisa terlihat secara jelas.

Gambar 3.13 Waktu Kemuncula Fajar dengan Format Exis



Sumber : Aplikasi Microsoft Excel

D. Teknik Analisis Data

a. Visual Analysis

Adalah teknik yang dilakukan dengan cara melihat secara fasis data yang sudah di plot menjadi grafik dengan cara zoom in pada belokan pada grafik tersebut.

Metode ini digunakan oleh Thomas Djamaluddin dalam menganalisis kapan fajar sidik muncul. Beliau adalah kepala lembaga penerbangan da antariksa Nasional (LAPAN) ⁹

b. Gradien

Analisis dengan metode gradien per menit untuk menentukan titik balik kurva yang merupakan indikasi fajar *Sadik* yang diperoleh dari data dengan rumus :

$$m = (y_2 - y_1) / (x_2 - x_1)$$

Dimana m adalah gradien, sedangkan y_1 dan y_2 adalah besaran rata-rata per menit pada menit n dan $n + 1$ masing-masing. Sedangkan x_1 dan x_2 adalah rata-rata sudut depresi matahari pada menit ke n dan $n + 1$.

⁹Adi Nugraha, "Pengaruh Cahaya Bulan Terhadap Kemunculan Fajar Sadik (Analisis Titik Belok Kurva Pada Penentuan Awal Waktu Subuh Menggunakan SQM)" Skripsi Fakultas Syari'ah dan Hukum UIN Walisongo Semarang, 2020

Selanjutnya diterapkan dengan python dengan kriteria menentukan fajar terbit yang akan di coba pada kisaran nilai gradien 0,01 – 0,05 magnitude / menit. Jika gradien ditemukan cocok dengan kriteria yang ditentukan dan gradien data setelahnya secara konsisten lebih besar dari kriteria, maka awal gradien yang nilainya lebih besar dari kriteria diindikasikan sebagai fajar. Metode ini diterapkan oleh Beliau M. Basthoni saat menghitung kurva yang dihasilkan oleh SOOF.

c. *Polynomial Function*

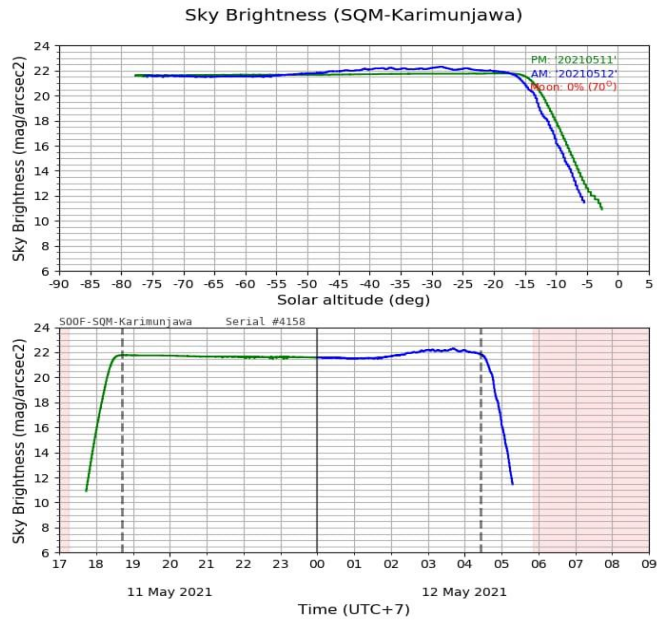
Adalah pernyataan Matematika yang melibatkan jumlahan perkalian pangkat dalam satu atau lebih variabel dengan konsisten. Fungsi ini juga dapat diterapkan dalam grafik Fungsi ini digunakan oleh Tono Saksono dalam menganalisis kemunculan fajar *Ṣadik* dari jepretan foto.¹⁰

E. Hasil Pengolahan Data SOOF

Penentuan ketinggian matahari awal waktu subuh menggunakan SOOF ini mengambil data dari pengamatan SOOF yang dipasang di Karimunjawa (-5,7S, 110,48T, 1mdpl). Penelitian dilakukan dengan mengambil data SOOF pada 2 waktu yang berbeda yaitu, ketika bulan mati pada tanggal 11-12 Mei 2021 dan pada saat bulan baru pada tanggal 14-15 Mei 2021. Data ini penulis dapatkan dari rekaman SOOF milik Bapak M. Basthoni yang dipasang di Karimunjawa. Dari banyak data yang diberikan beliau, penulis hanya mengambil 4 data terbaik yang selanjutnya akan penulis analisis dalam skripsi ini.

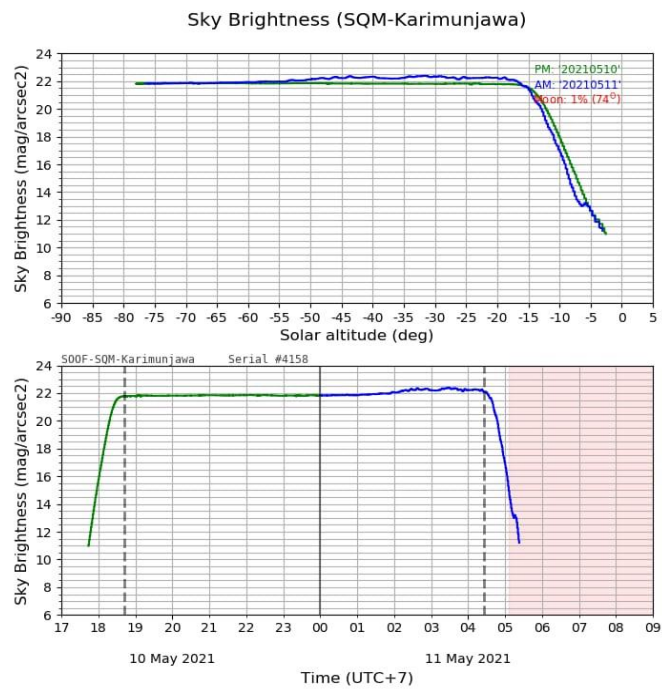
¹⁰<http://id.Wikipedia.org/Polynomial>. Diakses 21 Mei 2021

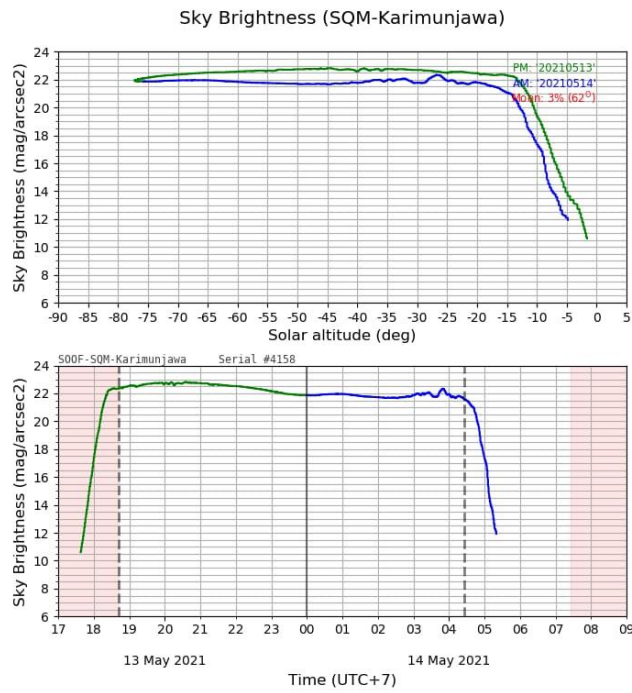
Berikut adalah data grafik yang diolah oleh SOOF selama 4 hari di karimujawa.



Gambar 3.14 Grafik SOOF tanggal 12 Mei 2021

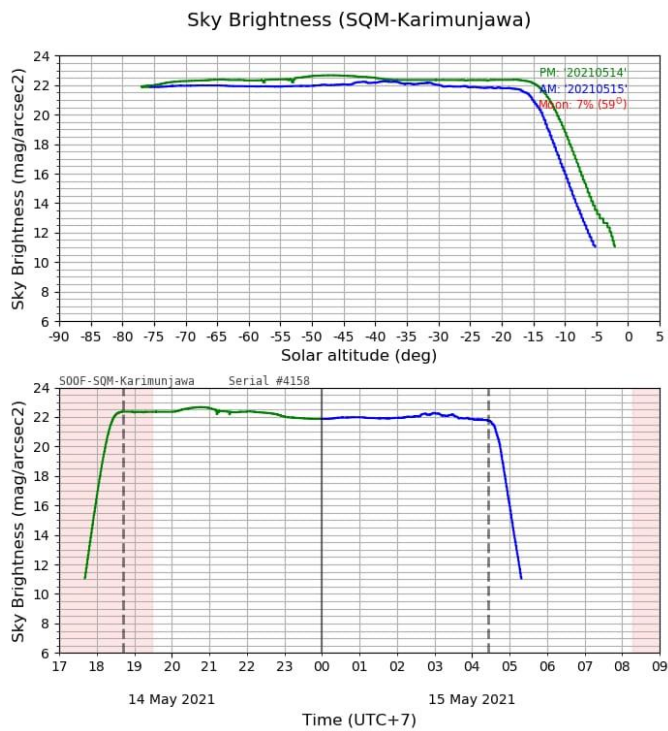
Sumber : SOOF





Sumber : SOOF

Gambar 3. 16 Grafik SOOF tanggal 14 Mei 2021

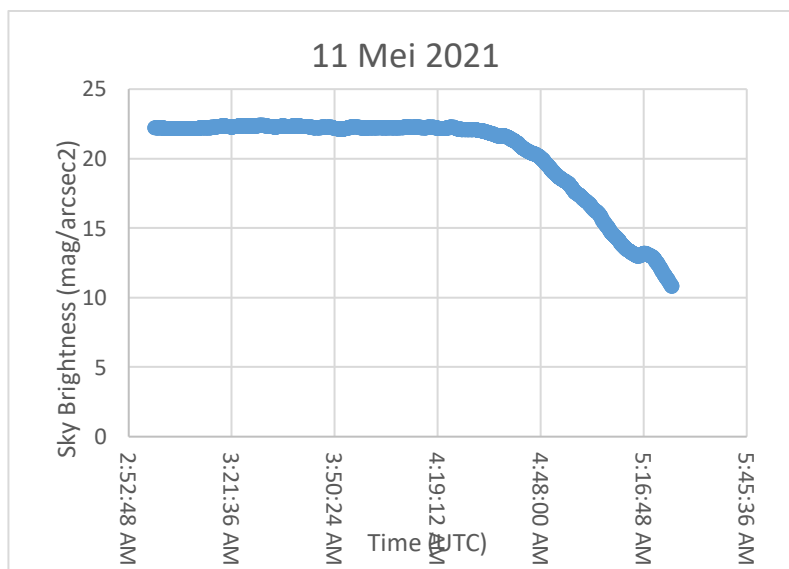


Sumber : SOOF

Gambar 3. 17 Grafik SOOF tanggal 15 Mei 2021

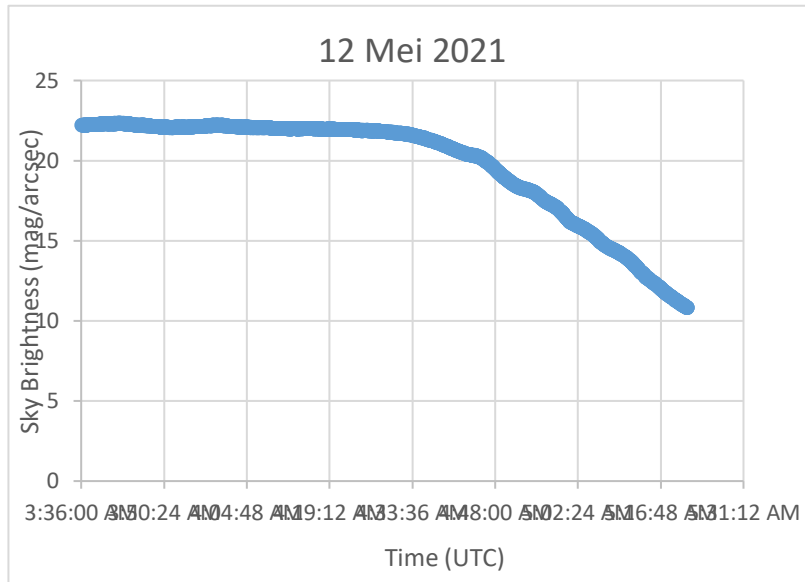
Dan kemudian penulis mengolah data file .dat yang direkam SQM yang sudah didownload dari Google Drive menggunakan Ms. Excel untuk melihat grafik secara Fasis. Adapun hasil grafik yang diolah menggunakan Ms. Excel sebagai berikut :

Gambar 3.18 Kurva tanggal 11 Mei 2021



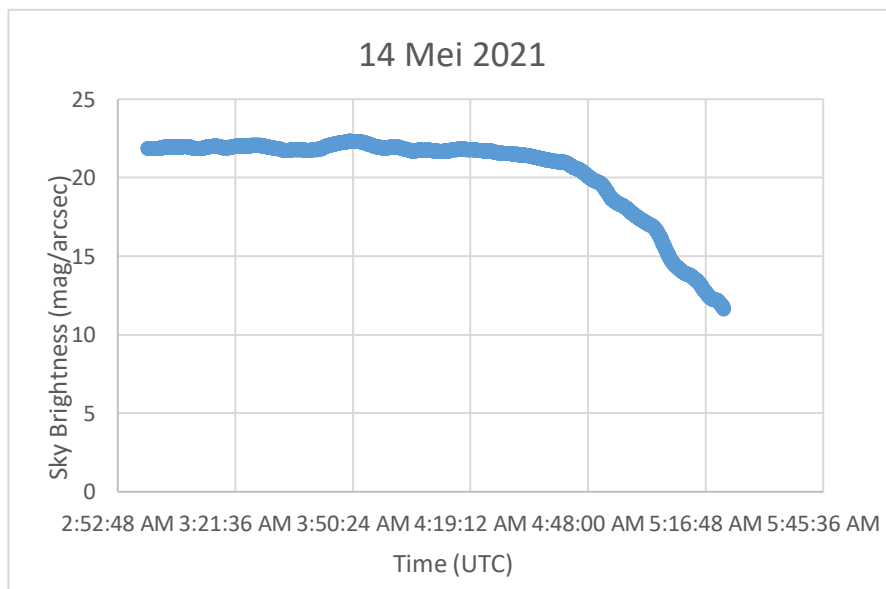
Sumber : Aplikasi Microsoft Excel

Gambar 3.1 kurva tanggal 12 Mei 2021



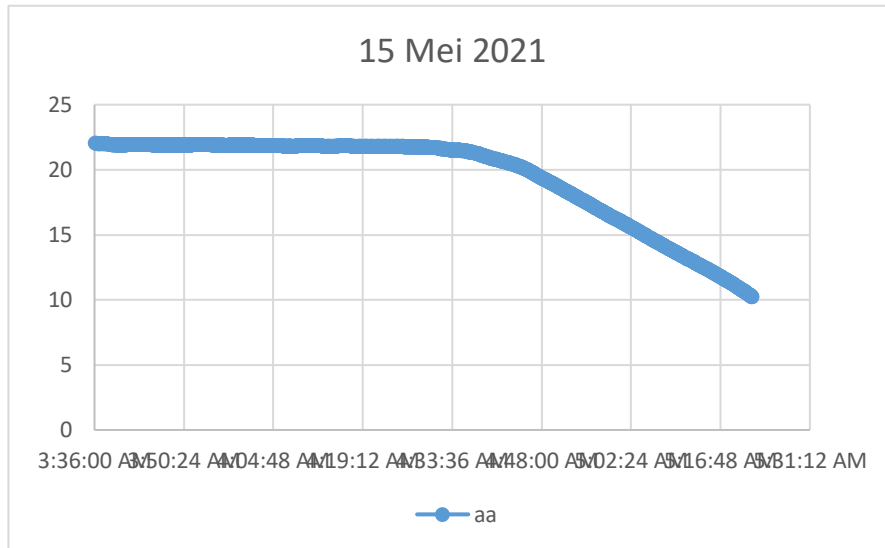
Sumber : Aplikasi Microsoft Excel

Gambar 3. 20 kurva tanggal 14 Mei 2021



Sumber : Aplikasi Microsoft Excel

Gambar 3.21 kurva tanggal 15 Mei 2021



Sumber : Aplikasi Microsoft Excel

BAB IV

ANALISIS KETINGGIAN MATAHARI AWAL WAKTU SHALAT SUBUH MENGUNAKAN SISTEM OTOMATISASI OBSERVASI FAJAR (SOOF)

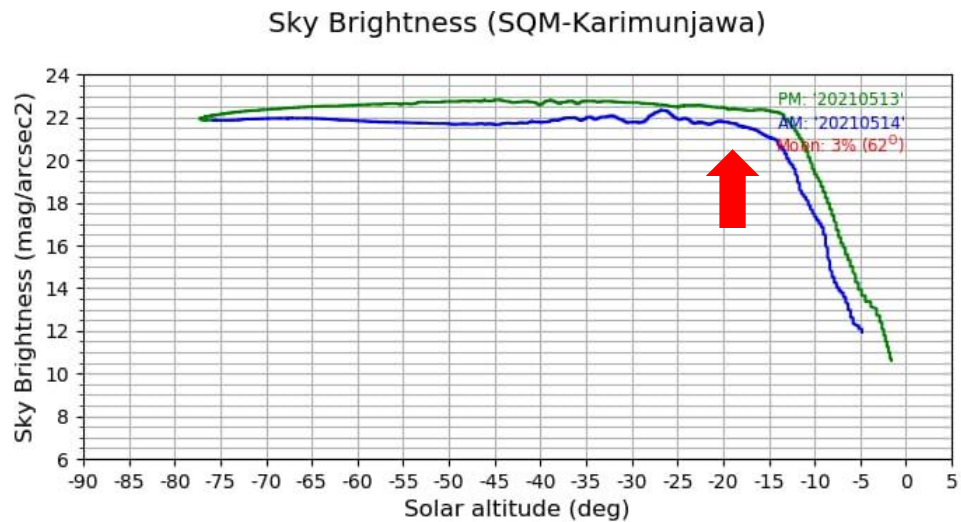
A. Analisis Ketinggian Matahari Awal Waktu Salat Subuh

Hasil data pengamatan SOOF pada 4 hari tersebut, kita dapat melihat bahwa data yang dihasilkan berbeda-beda, perbedaan banyak dipengaruhi oleh lingkungan sekitar berupa cuaca dan gangguan pencahayaan seperti lampu penerangan pantai dan lampu kapal nelayan.

Untuk menganalisis ketinggian matahari awal waktu subuh, maka akan dibandingkan data yang bagus pada saat keadaan bulan baru dan bulan mati ketika sinar bulan tidak terlalu terang dan mengganggu kecerlangan langit malam. Dari dua keadaan tersebut dapat kita ambil data bagus pada tanggal 10-11 Mei 2021 dan data pada tanggal 14-15 Mei 2021. Penulis sendiri menggunakan teknik *Visual analysis* untuk menentukan kemunculan fajar *Ṣadik*. Metode ini dipilih karena selain cukup mudah, metode ini juga bisa menampilkan data secara fisis sehingga kita dengan jelas bisa melihat perubahan kecerlangan langit yang menjadi indikator kemunculan fajar sidik sebagai tanda awal waktu salat subuh.

Untuk analisis awal kita bisa menggunakan grafik yang dihasilkan oleh SOOF. Grafik yang dihasilkan oleh SOOF yang diproses secara otomatis oleh program PySQM dengan menyertakan data ketinggian matahari yang dihitung dan diproses oleh pustaka PyEphem yang memakai algoritma Jean Meeus Low Accuracy. Analisis awal ini dengan mencari titik belok yang menunjukkan nilai kecerlangan yang semakin turun dan turun sampai tidak naik lagi. Nilai analisis awal ini hanya bernilai Sekitar atau kira-kira. Untuk mengetahui nilai pastinya kita bisa menggunakan data file .dat yang sudah direkam SQM untuk diolah lebih lanjut.

Gambar 4.1 Kurva SOOF tanggal 14 Mei 2021

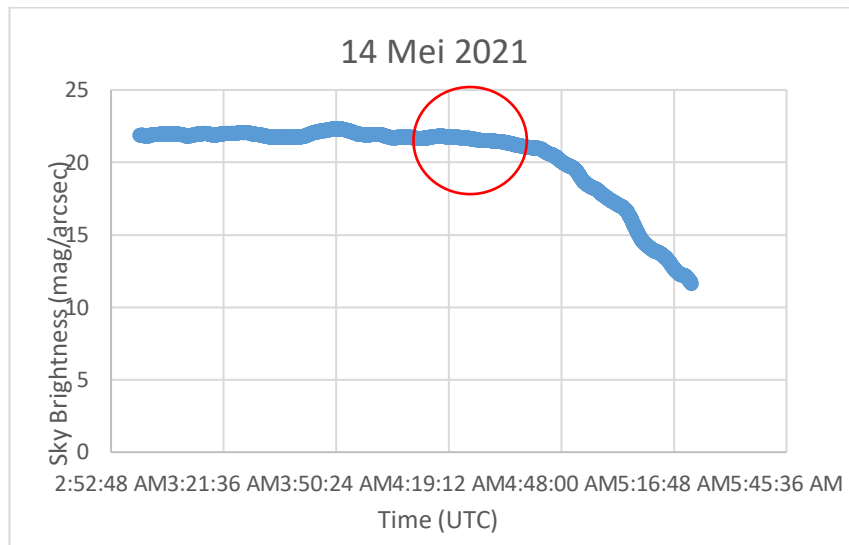


Sumber : SOOF

Grafik tanggal 14 Mei 2021 dapat kita amati tanda panah merah merupakan analisis awal titik belok munculnya fajar *Şadik* dengan rerata magnitudo kecerlangan langit malam pada sumbu X berada pada angka 21,9 MPDB. Keadaan bulan pada saat itu beriluminasi 3 % dan pada masa bulan baru. Sementara sumbu Y menunjukkan ketinggian Matahari yang ditunjukkan nilai -19 derajat. Nilai ini hanya analisis awal yang dilakukan oleh penulis untuk mencari nilai yang lebih detail.

Kemudian penulis menggunakan Ms. Excel untuk mengolah data File .dat SQM yang sudah didownload untuk mencari Ketinggian matahari Awal waktu subuh lebih detail. Untuk kriteria awal ketinggian matahari awal waktu subuh, penulis berpedoman kepada kriteria milik Kemeag, yaitu ketinggian matahari berada pada 20 derajat dibawah ufuk. Kriteria ini akan diuji keakuratannya dengan data yang dihasilkan oleh SOOF, sehingga dapat diketahui terdapat perbedaan signifikan atau tidak. Berikut adalah analisis datanya :

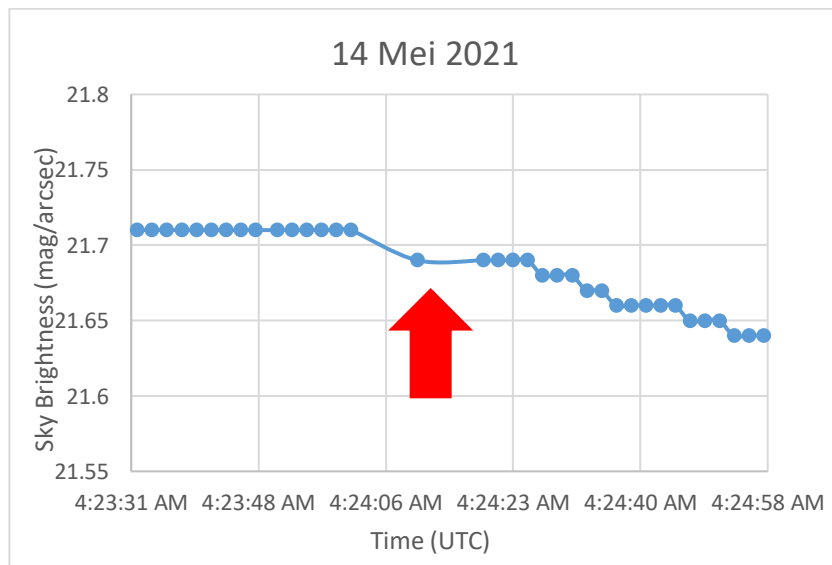
Gambar 4.2 Kurva 14 Mei 2021



Sumber : Aplikasi Microsoft Excel

Daerah di dalam lingkaran merupakan daerah yang menjadi analisis awal penulis yang menjadi indikasi akhir malam sekaligus munculnya fajar *Şadik*. Perubahan pola pada grafik yang stabil menjadi semakin turun dan menunjukkan perbedaan nilai kecerlangan langit yang menjadi indikasi kemunculan fajar.

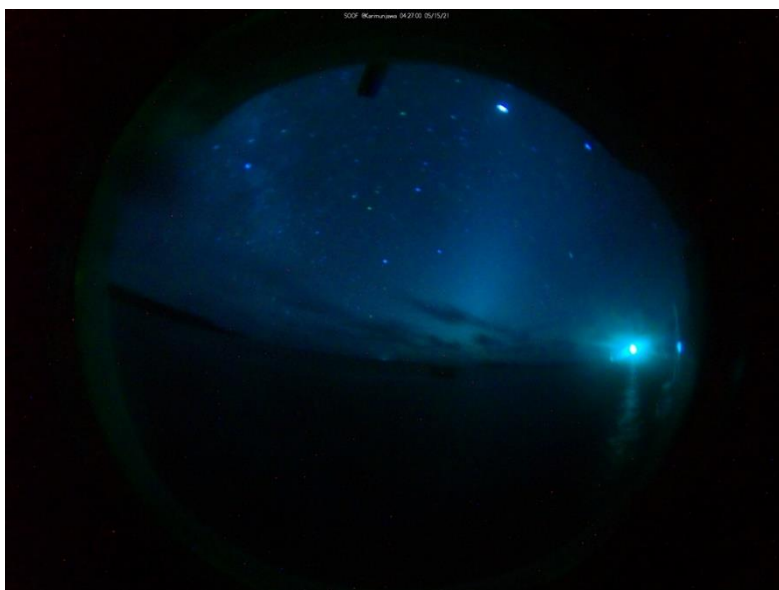
Gambar 4.3 Kurva 14 Mei setelah dianalisis



Sumber : Aplikasi Microsoft Excel

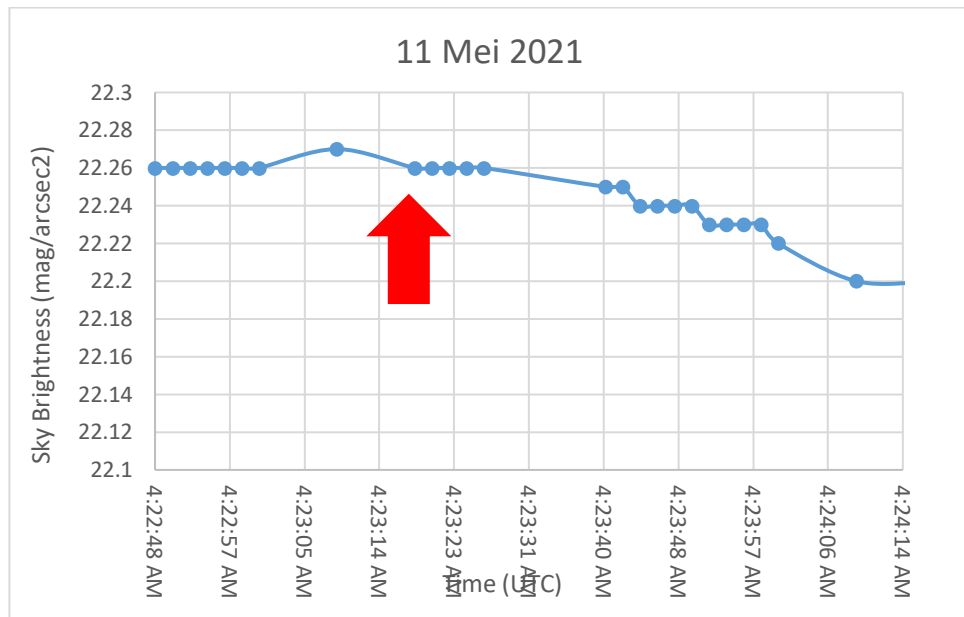
Dari hasil analisis data pada tanggal 14 Mei 2021 tersebut kita dapat melihat bahwa fajar *Şadik* muncul pada pukul 04:24 pada kecerlangan langit 21,7 MPDB dan ketinggian matahari saat itu adalah 19 derajat dibawah ufuk . Untuk mengetahui ketinggian matahari penulis menggunakan aplikasi *Stellarium*. Hasil tersebut berbeda 5 menit dengan hitungan waktu subuh Kemenag yang menunjukkan awal waktu subuh yang menunjukkan awal waktu subuh tiba pada pukul 04.19 WIB.

Gambar 4.4 foto penampakan fajar pada pukul 04:24



Sumber : SOOF

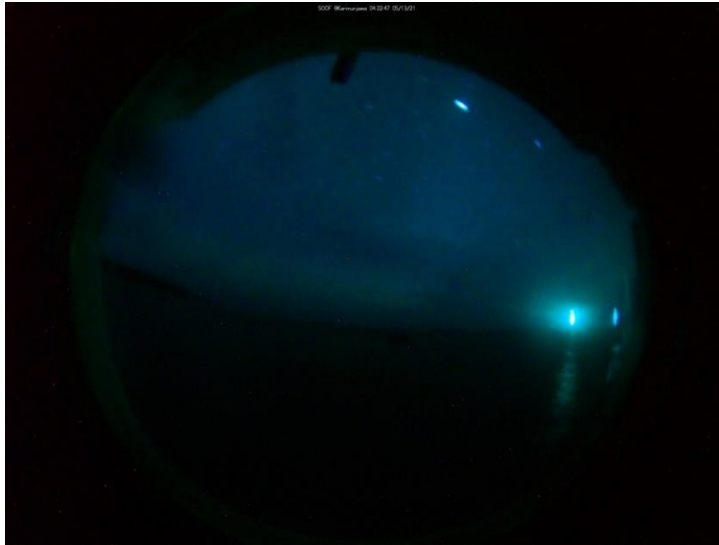
Gambar 4.5 Kurva 11 Mei 2021 setelah dianalisis



Sumber : Aplikasi Microsoft Excel

Sementara untuk kurva pada tanggal 11 Mei 2021 dapat kita lihat bahwa fajar *Şadik* muncul pada pukul 04:23 dengan kecerlangan langit 21, 9 MPDB dan ketinggian matahari berapa pada posisi 19 derajat dibawah ufuk . Hasil tersebut berbeda 5 menit dengan hitungan waktu subuh Kemenag yang menunjukkan awal waktu subuh yang menunjukkan awal waktu subuh tiba pada pukul 04.19 WIB. Dalam foto dibawah menunjukkan foto penampakan fajar pada pukul 04:23.

Gambar 4.6 foto penampakan fajar pada pukul 04:23



Sumber : SOOF

Berikut adalah tabel hasil analisis dari ke 4 data SOOF pada bulan mati dan bulan baru :

Tanggal	Kecerlangan Langit Malam	Kemunculan Fajar <i>Ṣadik</i> SOOF	Waktu Subuh Kemenag	Ketinggian Matahari
11 Mei 2021	22,3 MPDB	04:23	04 : 19	-19°
12 Mei 2021	21,9 MPDB	04:24	04 : 19	-19°
14 Mei 2021	21,7 MPDB	04:24	04 : 19	-19°
15 Mei 2021	21,8 MPDB	04:23	04 : 19	-19°

Tabel 4.1 hasil analisis dari ke 4 data SOOF pada bulan mati dan bulan baru.

Dari tabel tersebut dapat kita lihat data yang dihasilkan oleh SOOF menunjukkan bahwa rata-rata ketinggian matahari awal waktu salat subuh berada pada ketinggian 19 derajat dibawah ufuk dengan kecerlangan langit rata-rata 21,9 MPDB . Sehingga ini menjadikan selisih 1 derajat atau 4 menit dengan Kriteria ketinggian Matahari yang ditentukan Kemenag pada 20 derajat dibawah ufuk.

B. Kelebihan dan Kekurangan SOOF

a. Kelebihan SOOF

1. Memudahkan pengamat untuk melakukan pengamatan tanpa harus berada di lokasi pengamatan. Karena pengamat tidak harus melakukan pengamatan sehari-hari di lokasi pengamatan. Cukup hanya memasang SOOF di lokasi yang kita tentukan dan kita bisa memantau hasil pengamatan kapanpun dan dimanapun saja.

2. Menghemat waktu dan biaya kegiatan pengamatan.

Disaat pengamatan dengan alat lain seperti SQM kita diharuskan untuk berada di lokasi pengamatan sehari-hari sehingga pengamat memerlukan biaya hidup dan biaya tambahan untuk tinggal di dekat lokasi pengamatan. Dengan memasang SOOF akan menghemat pengeluaran tersebut.

3. Hasil data mudah diakses.

Hasil data pengamatan SOOF secara otomatis diunggah ke Google Drive sehingga pengamat dengan mudah mendownload data tersebut untuk selanjutnya diolah pengamat untuk penelitian lainnya.

4. Hasil data yang berupa foto, video, file .dat, dan kurva plotting SQM.

Hasil data berupa foto, video, file .dat, dan kurva memperkuat hasil pengamatan yang dilakukan dengan SOOF sehingga data yang biasanya kurva yang sudah diolah menjadi data akhir bisa diperjelas dengan adanya foto dan video.

b. Kekurangan SOOF

1. Belum dipasang GPS dan Real Time Clock.

Pengamat masih menginput koordinat lokasi dan waktu secara manual. Karena ini berhubungan dengan sistem yang harus diinput ulang. Kedepannya perlu dipasang GPS dan Real Time Clock yang

akan secara otomatis menentukan titik koordinat lokasi dan waktu pengamatan.

2. Sulitnya mengakses listrik.

Kebutuhan tenaga SOOF masih bersumber dengan listrik maka pengamat harus mencari lokasi yang dekat dengan aliran listrik. Hal ini dinilai kurang efisien karena pengamat harus menghubungkan aliran listrik ke lokasi pengamatan. Sehingga diperlukan tenaga lain yang dirasa lebih efisien.

3. Belum ada motor penggerak SOOF untuk membidik matahari secara otomatis

Motor penggerak diperlukan untuk pengembangan selanjutnya untuk bisa mengikuti arak titik terbit matahari karena setiap hari titik terbit matahari berubah dan sudut pandang SQM hanya 20° ke kanan dan ke kiri.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

1. Sistem Otomatisasi Observasi Fajar (SOOF) adalah suatu sistem yang dibuat oleh Bapak M. Basthoni untuk mempermudah pengamatan fajar dengan menggunakan SQM sebagai sensor utama dalam merekam kecerahan cahaya fajar *Şadik* yang dihubungkan dengan Raspberry Pi Zer sebagai kontrol utama melalui mini USB port. Cara kerja SOOF cukup sederhana karena sensor SQM hanya merekam dan data langsung masuk di Kartu SD setelah terkumpul maka otomatis terkirim ke Goole Drive. Hasil pengamatan menentukan ketinggian matahari awal waktu subuh menggunakan Sistem Otomatisasi Observasi Fajar (SOOF) yang dilakukan di karimunjawa menunjukkan bahwa ketinggian matahari awal waktu subuh adalah 19 derajat dibawah ufuk. Hanya berbeda 1 derajat dibandingkan dengan kriteia Kemenag.
2. Kelebihan SOOF mempermudah pengamat untuk memperoleh data pengamatan tanpa perlu melakukan pengamatan berhari-hari, data otomatis akan diunggah ke Google Drive sehingga pengamat bisa mendownload data dimanapun dan kapanpun untuk diolah lebih lanjut. Kekurangan SOOF adalah system SOOF masih menggunakan listrik untuk mengoprasian sistemnya sehingga perlu membuat saluran listrik untuk menghidupkan listrik. Hal ini menjadi kesulitan sendiri bagi pengamat yang memasang SOOF yang jauh dari pasokan listrik.

B. Saran-Saran

Berdasarkan kesimpulan diatas yang telah dipaparkan, saran penulis sebagai berikut :

1. Sistem Otomatisasi Observasi Fajar dapat digunakan sebagai salah satu metode dalam penentuan awal waktu salat subuh. Akan tetapi perlu

kehati-hatian dikarenakan sensor utama yaitu SQM sangat sensitif dengan kondisi lingkungan dan polusi cahaya.

2. Sistem Otomatisasi Observasi Fajar bisa menjadi solusi bagi pengamat untuk mempermudah pengamat untuk melakukan pengamatan karena bisa menghemat waktu dan biaya yang dikeluarkan untuk pengamatan.
3. Untuk memperbanyak dan menguatkan data awal waktu subuh, maka penulis berharap penelitian ini dapat diteruskan dan dikembangkan dengan metode analisis yang lebih akurat, sehingga waktu subuh dapat disepakati dan menjadi acuan oleh semua umat islam di Indonesia.

C. Penutup

Alhamdulillah Robbil ‘Alamiin... puji syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan begitu banyak nikmat dan anugerahNya. Sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir berupa skripsi sebagai syarat kelulusan dalam jurusan Ilmu Falak, Fakultas Syari’ah dan Hukum UIN Walisongo Semarang. Penulis telah berupaya secara maksimal untuk menyelesaikan tulisan ini, namun penulis sadar akan banyak kekurangan dalam skripsi ini. Oleh karena itu, penulis berharap para pembaca memberikan kritik dan saran, agar skripsi ini dapat menjadi layak dan bisa menjadi referensi bagi para pembaca.

DAFTAR PUSTAKA

Buku dan Kitab

- ‘Amir, Sholahuddin Ahmad Muhammad. *Ilmu al-Mawaqib wa al-Qiblat wa al-Ahillah*, Kuwait : Dar azh-zhariyyah, 2019
- Al Asqani, Ibnu Hajar, *Bulughul Marammin Adillatil Ahkam*,
- Al Asqani, Ibnu Hajar, *Fathul Baari : Syarah Shahih Bukhari*, Jakarta, Pustaka Azzam : 2003
- Al-asqolany, Ibn Hajar, *Bulughul Marom*, Jakarta : Dar al-Kutub al-Islamiyah, 2002
- Arifin, Zaenal. *Ilmu Falak*. Bandung : Lukita, 2021
- Ash Shiddieqy, Muhammad Habsi, (*Tafsir Al-Qur’anul Majid An-Nuur*, Semarang, Pustaka Rizki Putra : 2000
- As-Shon’any, Muhammad bin ismail ,*Subulussalam Syarh Bulughul Marom*, juz ke-1, Riyadh : Maktabah al-Ma’arif Li an-Nasyar wa at-Tawzi’, 2006
- Azharai, Susiknan, *ilmu Falak Perumpaan Khzanah Islam dan Sains Modern*, Yogyakarta : Suara Muhammadiyah, 2011
- Azwar, Saifudin, *Metode Penelitian*, Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2010
- Bashori , Agus Hasan dan M. Syu’aeb al-Faiz, *Waktu Subuh Secara Sya’i, Astronomi dan Empiris*. (Malang : YBM) Cet Ke-1
- Bashori, Agus Hasan, *Waktu Shubuh secara Syar’i, Astronomi, dan Empiris*, Malang : YBM 2016,
- Butar, Arwin Juli Rakhmadi, *Wakru Salat Menurut Fikih dan Astronomi*, Medan : LPPM UISU, 2016
- Djamari ,Hanafi S. “ Menelaah Kembali Awal Waktu Subuh” Republika : 1999
- Encup supriatna, *Hisab Rukyah & Aplikasinya*, Bandung : PT. Refika Aditama, 2007
- Hambali, Slamet, *Ilmu Falak 1 Penentuan Awal Waktu Salat dan Arah Kiblat Seluruh Dunia*, Semarang : Program Pascasarjana IAIN Walisongo, 2011
- Ibn Hajar al-Asqolany, *Bulughul Maram*, (Jakarta : Dar al-Kutub al-Islamiyyah), 2002, Cet. Ke-I
- Izzuddin, Ahmad. *Ilmu Falak Praktis*. Jakarta Sub Direktorat Pembinaan Syari’ah dan Hisab Rukyah Direktorat Urusan Agama Islam da Pembinaan Syari’at Direktorat Jenderal Bimbingan Masyarakat Islam, 2013
- Kementerian Agama Republik Indonesia, *Al-qur’an Hadit dan Terjemahnya*,
- Kementerian Agama RI, *Buku Saku Hisab Rukyah*, (Jakarta : Sub Direktorat Pembinaan Syariah dan Hisab Rukyah Direktorat Urusan Agama Islam dan Pembinaan Syariah direktorat Jenderal Bimbingan Masyarakat Islam, 2013
- Khazin, Muhyidin, *Kamus Ilmu Falak*, Jogjakarta : Buana Pustaka, 2005
- Lidwa Hadist 9 Imam, *Shahih Muslim*, Kitab *Syahaam*, Bab *Bayaan dan dukhuul fi shaumi yahshilu bi yhuluu’i fajr*, 1827

- Rohman, Nihayatur, *Syafa' dan Fajar : verifikasi dengan Aplikasi Fotometri : Tinjauan Syar'i dan Astronomi*, Yogyakarta : Lintang Rasi Aksara Books, 2012
- Shihab, M. Quraish, *Tafsir Al-Misbah*, Tangerang, Lentera Hati :2005
- Shihab, M. Quraisy, *Tafsir Al-Misbah : Pesan, Kesan dan Keserasian al-Qur'an*, Jakarta, Lentera Hati : 2002
- Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif dan R & D*, Bandung : Alfabeta, 2009
- Tim Penyusun Fakultas Syari'ah, *Pedoman Penulisan Skripsi*, Semarang : UIN Walisongo 2016
- Widodo, *metodologi penelitian populer & praktis*, Jakarta : Rajawali Press, 2017

Jurnal

- Izzuddin, Ahmad dan Raizza K.I., *The Distinctions Of The Beginning Praying Time Calculation By Rinto Anugraha*”, Jurnal Al-Hilal Volue 3 No. 1 tahun 2021
- Nahwandi, Muhammad Sauqi, *The Reformulation Of Alghorithm For Calculating Star's Position As The Sign Of Isya and Fajr Prayer Times*. Jurnal al Hilal Volume 1 No. 1 2019
- Rozak, Encep Abdul, dkk, “Koreksi Ketinggian Tempat Terhadap Fikih Waktu Salat : Analisis Jadwal Waktu Salat Kota Bandung” ` ,Jurnal al Ahkam, Vol. 27 No. 2 : 253 (2017)
- M. Basthoni, “ *A Prototype of True Dawn Observation Automation System*”, Jurnal Sains Nusantara, Vol. 18 No.1: 35 (2020)

Makalah

- T. Djamaluddin, “Twilight Menurut Astronomi”, Tulisan ini disampaikan dalam temu kerja evaluasi Hisab dan Rukyah tahun 2010 Kementerian Agama RI Direktorat Jendral Bimbingan Masyarakat Islam di Hotel Horizon Semarang, pada hari selasa-kamis, 23-25 Februari 2010.
- Dhani Herdiwijaya, *Waktu Shubuh : Tinjauan Pengamatan Astronomi*, Makalah Halaqah Nasional Ahli Hisab dan Fikih “Kajian Ulang Atas Waktu Shubuh dan Tindak Lanjut Konsep Kalender Global Tunggal” Majelis Tarjih dan Tajdid Pimpinan Pusat Muhammadiyah di Auditorium Pusat Tarjih Muhammadiyah (Islamic Center UAD) Yogyakarta, 20-21 Agustus 2016

Skripsi

- Ayuk Khoirunnissak, “*Analisis Awal Waktu Salat Subuh (Kajian Atas Relevansi Nilai Ketinggian Matahari Terhadap Kemunculan Fajar Shadi)*”, skripsi, Semarang:Fakultas Syari'ah IAIN Walisongo
- Adi Nugraha, *Pengaruh Cahaya Bulan Terhadap Kemunculan Fajar Sadik (Analisis Titik Belok Kurva Pada Penentuan Awal Waktu Subuh Menggunakan Alat Sky Quality Meter*,Skripsi , Semarang : Fakultas Syari'ah dan Hukum UIN Walisongo Semarang, 2020

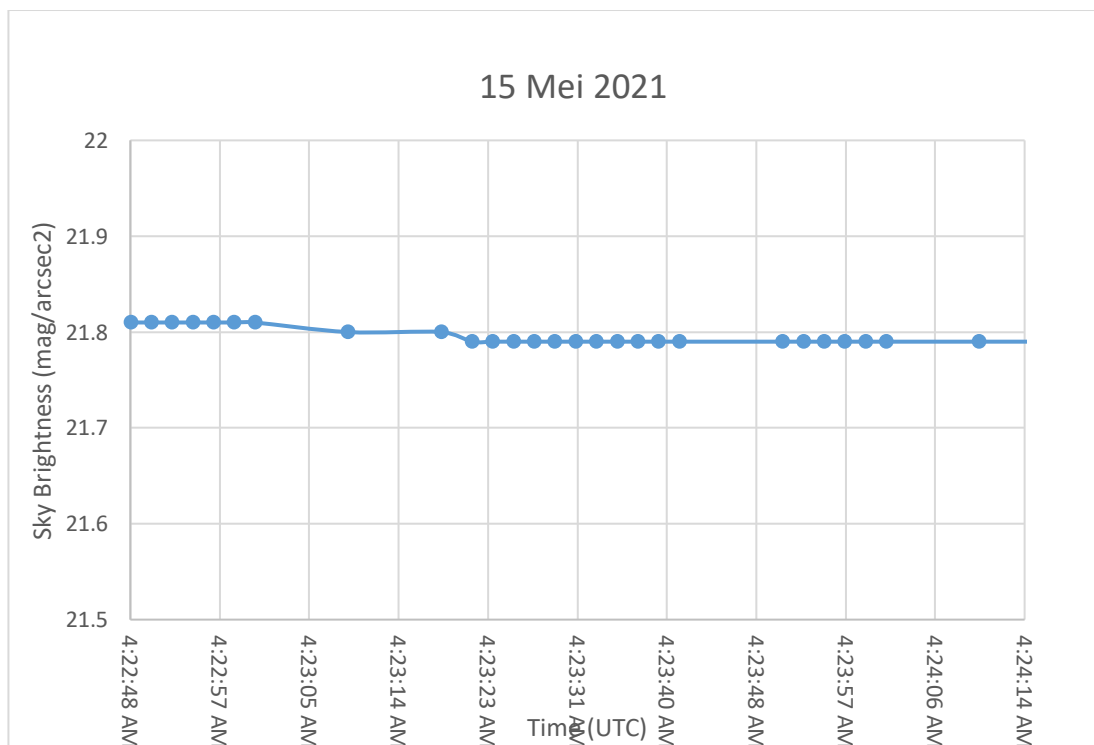
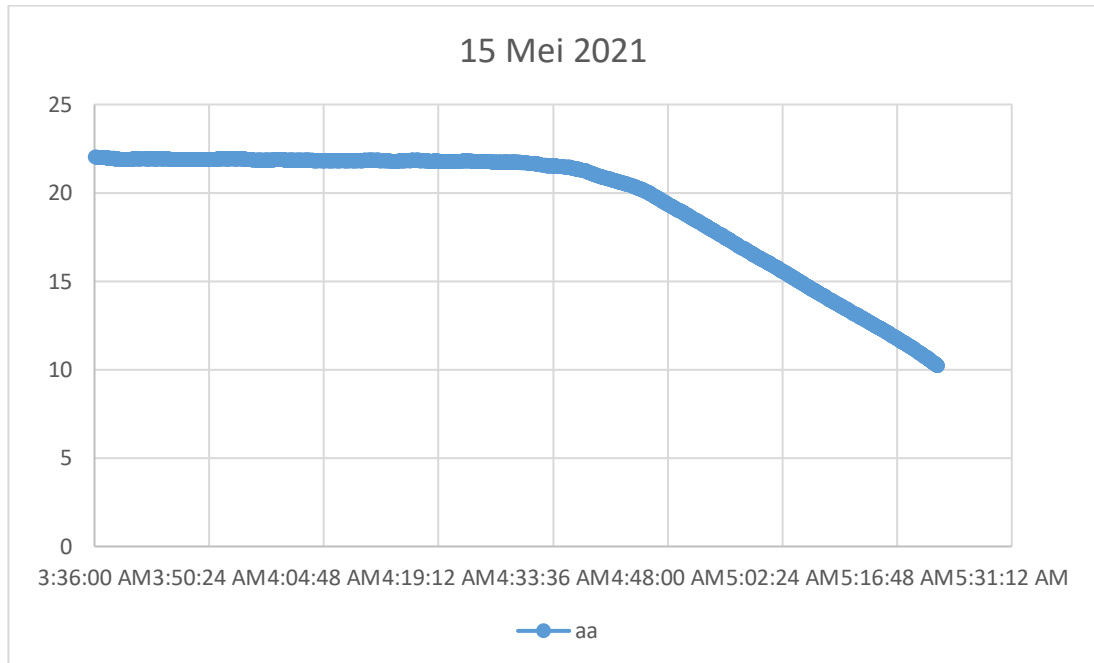
- Ahmad Abror, "Analisis Dalam Penentuan Awal Waktu Salat Isya' Berdasarkan Syafa' Abyad di Pulau Masalembu (Menggunakan Sky Quality Meter, Skripsi, Semarang : Fakultas Syari'ah dan Hukum UIN Walisongo Semarang, 2020
- Lakmiyanti Anakke Harijadi Noor,"Uji Akurasi Awal Waktu Salat Subuh dengan Sky Quality Meter". Skripsi, Semarang : Fakultas Syari'ah IAIN Walisongo, 2011
- Ahmad Ridwan Al Faruq, "Kecerlangan Langit Malam Arah Zenit di Observatorium Bosscha dan Analisis Awal Waktu Salat Subuh dan Isya' Menggunakan Sky Quality Meter", Skripsi, universitas pendidikan Indonesia. Bandung : 2013

Website

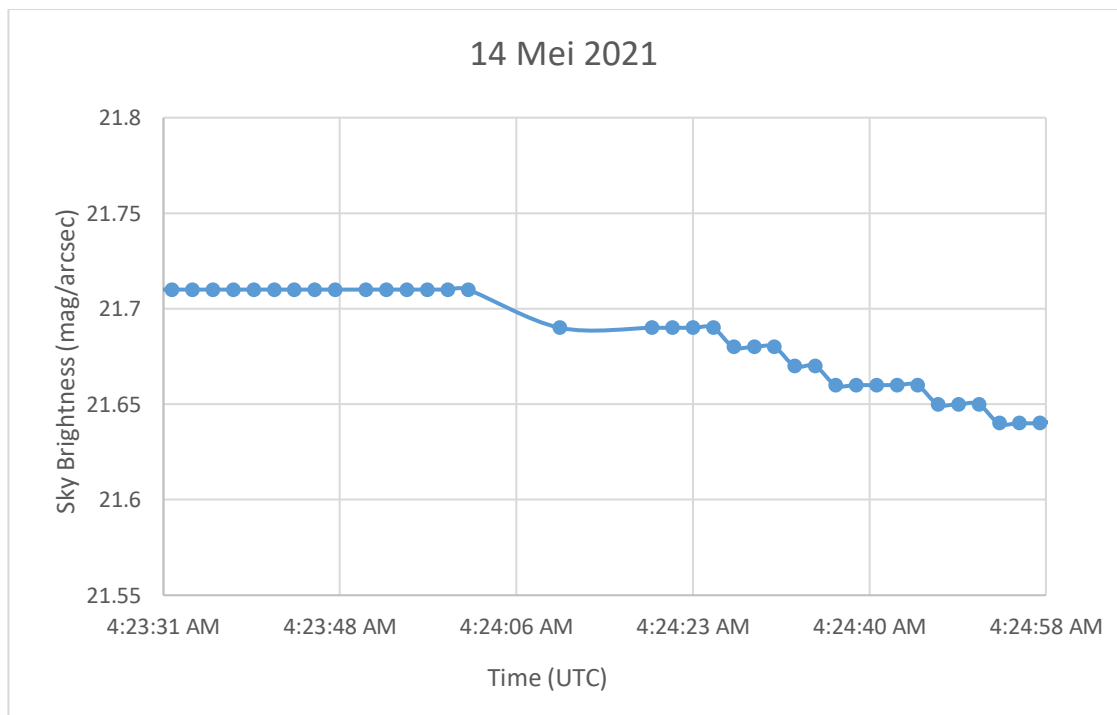
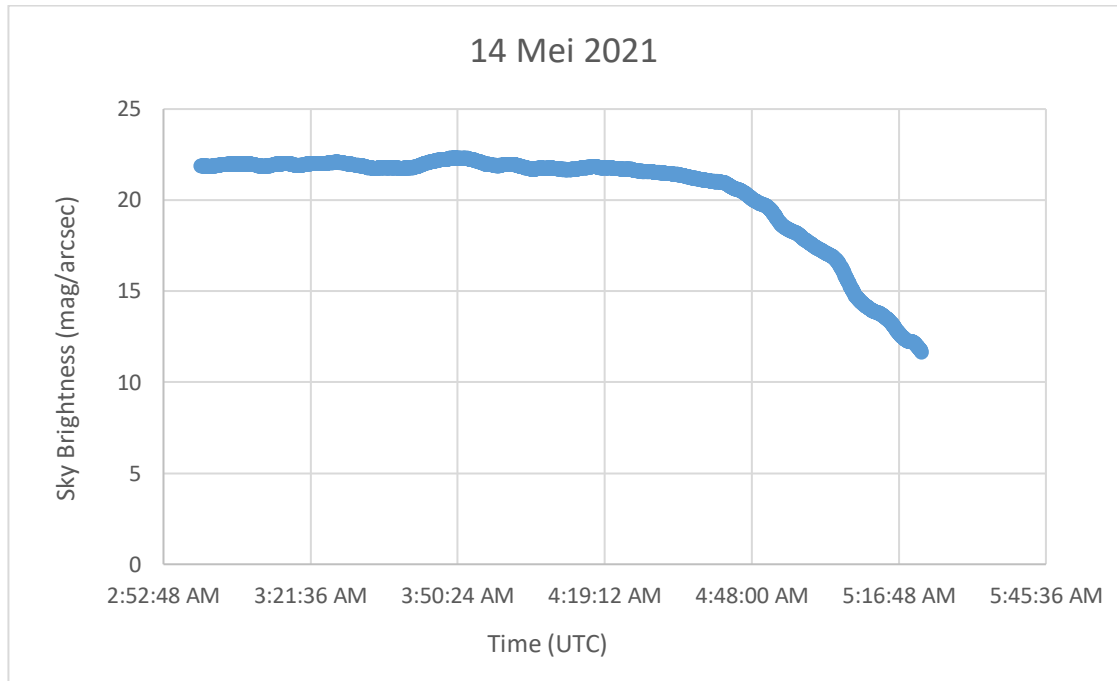
- online, <http://tdjamalyddin.wordpress.com/2010/04/15/waktu-waktu-ditinjau-secara-astronomi-dan-syar'i/>. diakses 16 februari 2021)
- Ilham Ibrani, *Rangkuman Putusan Munas Tarjih ke 31*, Muhammadiyah.or.id, diakses pada tanggal 21 februari 2021 pukul 23:10
- Mu'jamul Ma'aanii al Jaami', www.almaany.com/dict/ar-ar/الفجر
- T. Djamaluddin, *Waktu Shubuh Ditinjau secara Astronomi dan Syar'i*, (online, <https://tdjamaluddin.wordpress.com/2010/04/15/waktu-shubuh-ditinjau-secara-astronomi-dan-syar'i/>), diakses Kamis, 6 Mei 2021
- Thomas Djamaluddin, *Matahari dan Penentuan Jadwal Shalat*, (Online : <https://tdjamaluddin.wordpress.com/2010/04/19/matahari-dan-penentuan-jadwal-shalat/>), diakses Kamis, 6 Mei 2021
- Mela Arnani, "Resmi, Muhammadiyah Putuskan Awal Waktu Subuh Ditambah 8 Menit" (online : <https://www.kompas.com/tren/read/2021/03/15/151500265/resmi-muhammadiyah-putuskan-awal-waktu-subuh-ditambah-8-menit?page=all>), diakses Kamis, 6 Mei 2021
- Ilham Ibrani, *Rangkuman Putusan Muna Hendro Setyanto, "Benarkah Awal Waktu Salat Subuh Perlu dikoreksi?"*, (online : <https://www.nu.or.id/post/read/85574/benarkah-awal-waktu-salat-subuh-perlu-dikoreksi>) diakses 7 Mei 2021
- Tarjih ke 31, Muhammadiyah.or.id, diakses pada tanggal 6 Mei 2021 pukul 23:23

LAMPIRAN-LAMPIRAN

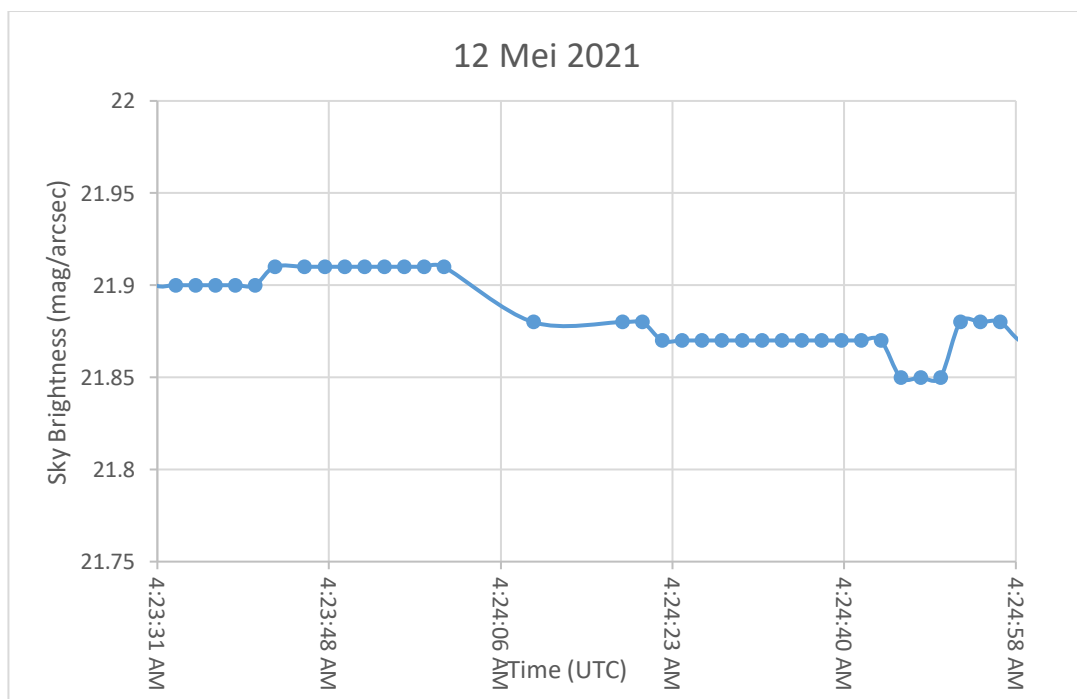
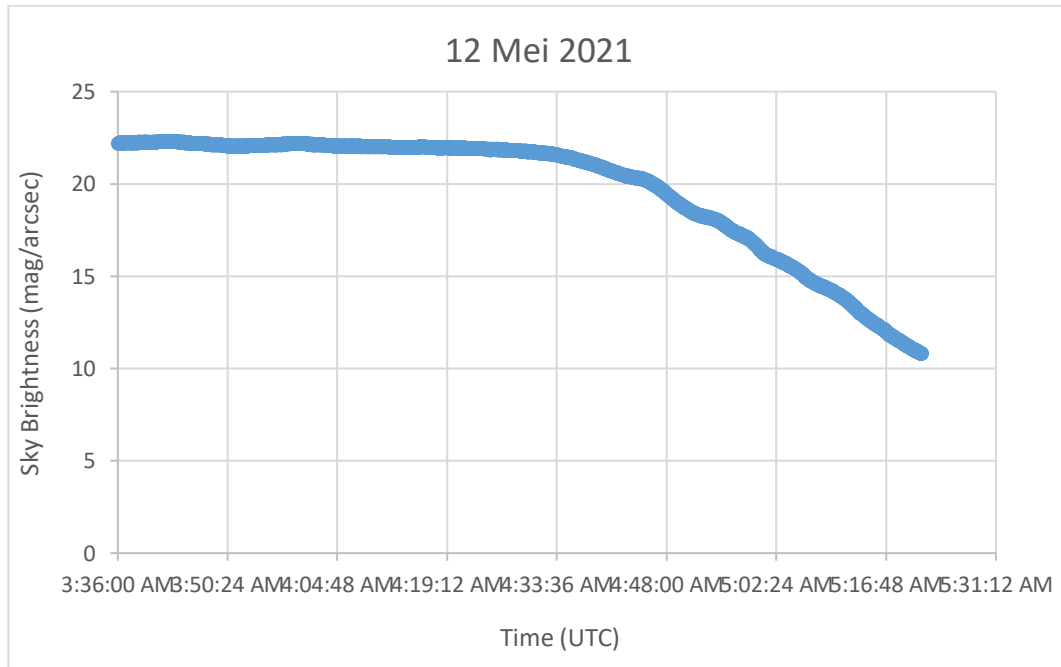
Kurva Tanggal 15 Mei 2021



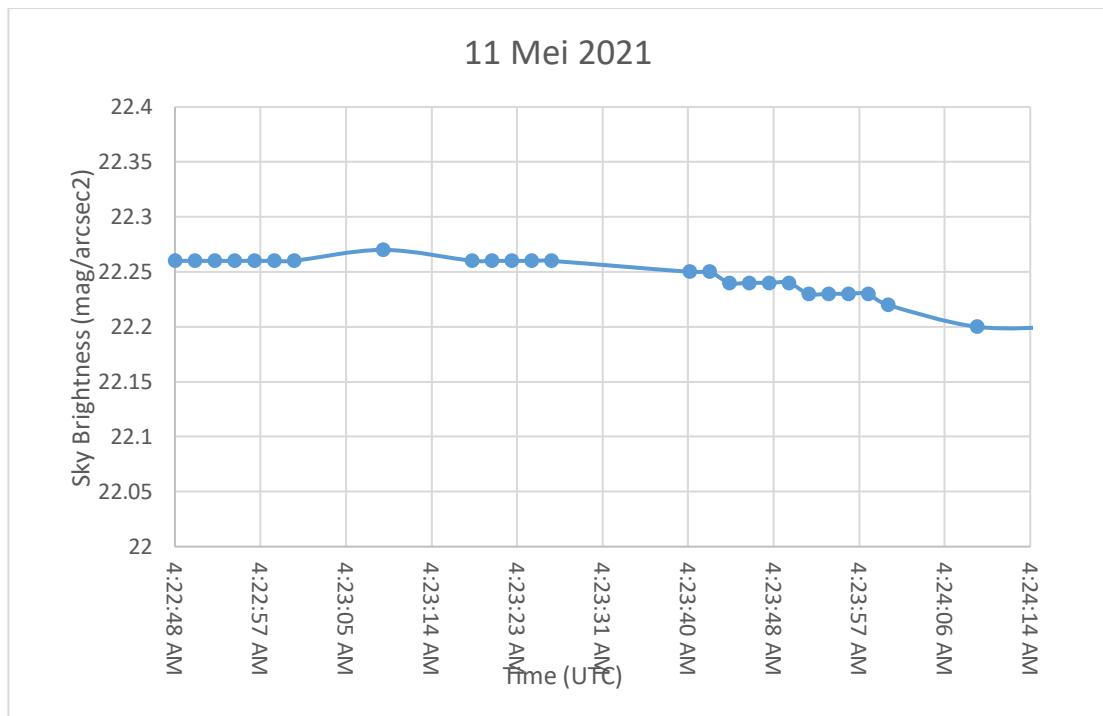
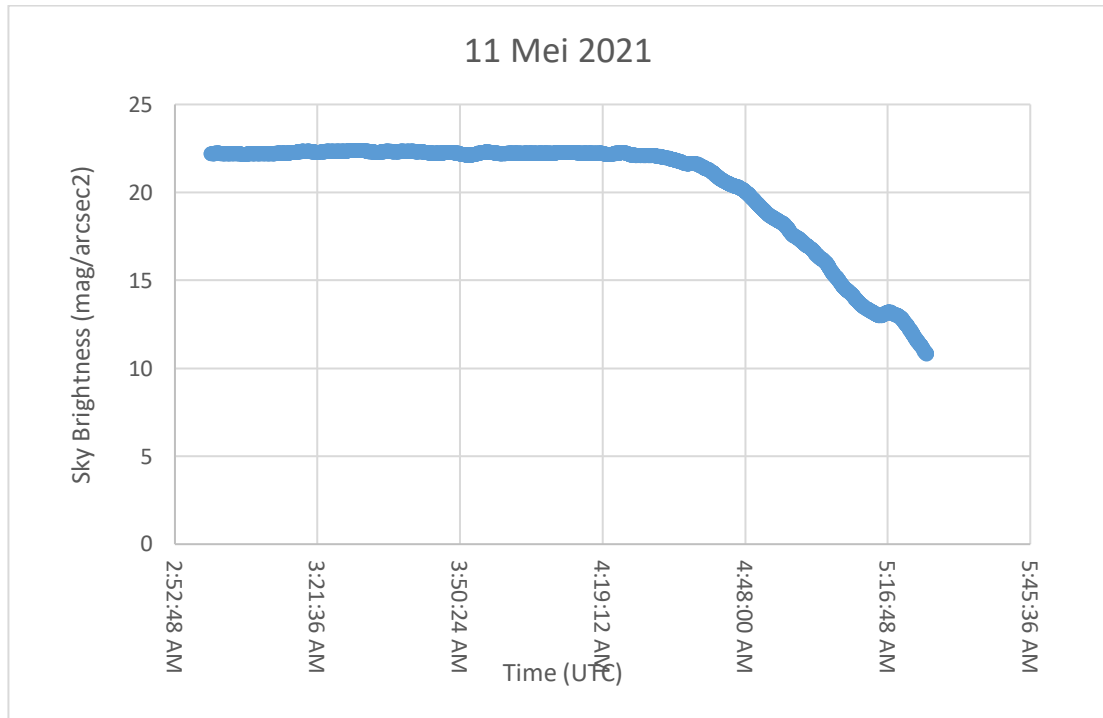
Kurva Tanggal 14 Mei 2021



Kurva Tanggal 12 Mei 2021



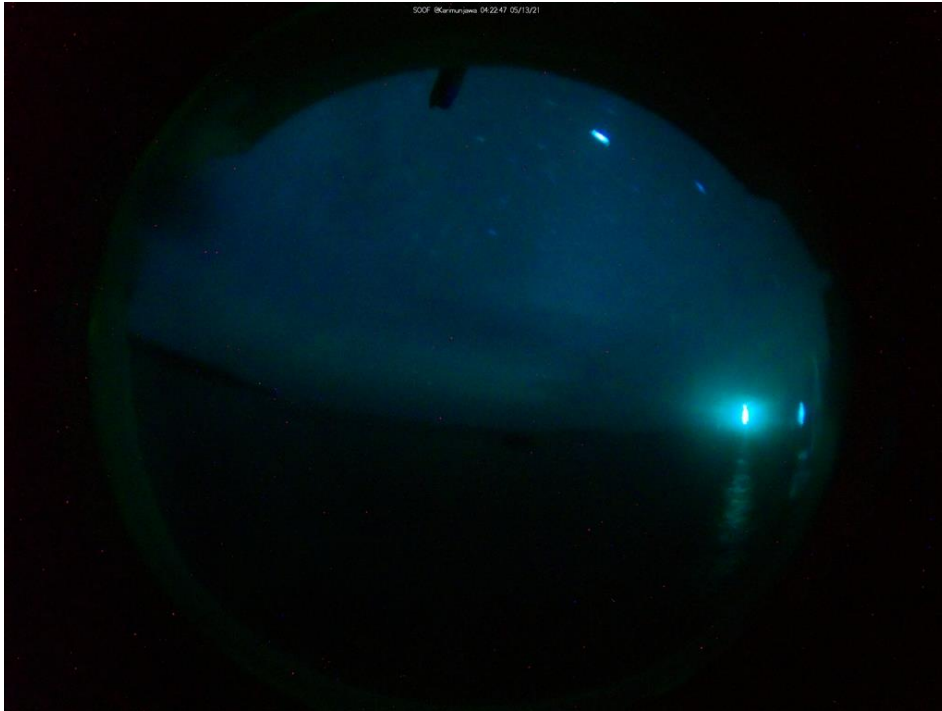
Kurva Tanggal 11 Mei 2021



Gambar fajar tanggal 15 Mei 2021



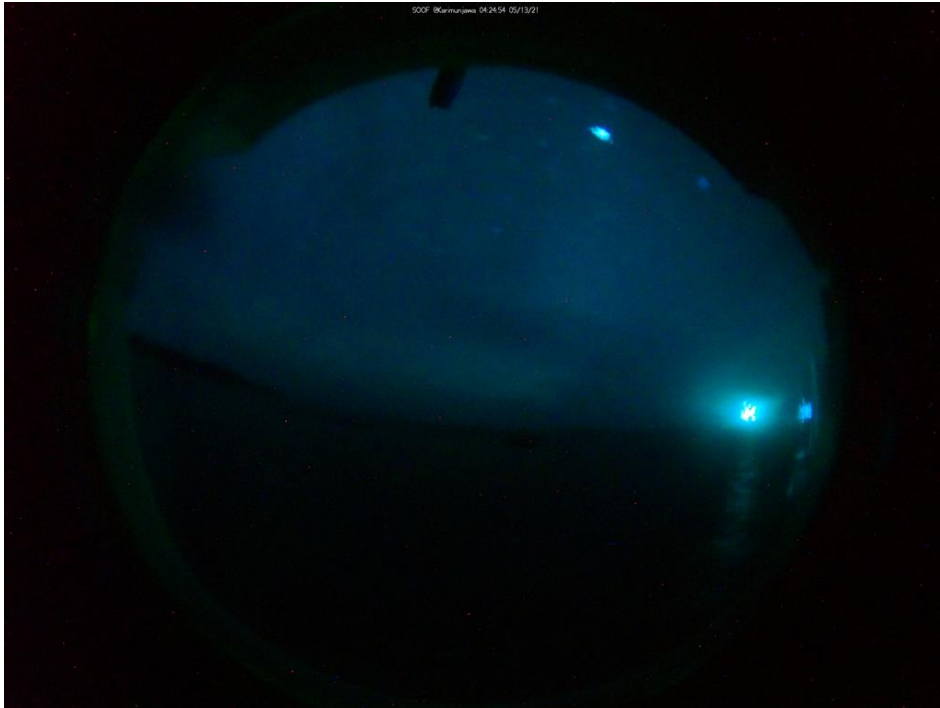
Gambar fajar tanggal 14 Mei 2021



Gambar fajar tanggal 12 Mei 2021



Gambar fajar tanggal 14 Mei 2021



Wawancara bersama Bapak Muhammad Basthoni pada tanggal 9 Juni 2021



DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama : Shifa Fauziyah
Tempat/Tanggal Lahir : Semarang, 3 Maret 1997
Jenis Kelamin : Perempuan
Agama : Islam
Alamat : Kudu RT 004 RW 001 Genuk Semarang
Telepon : 087738900065
Email : Shifaziya2@gmail.com
Riwayat Pendidikan :

1. Formal
 - a. MI Futuhiyyah 02 (2004-2009)
 - b. Mts Futuhiyyah (2009-2012)
 - c. MA Matholi'ul Falah (2013-2016)
 - d. UIN Walisongo (2016-2021)
2. Non Formal
 - a. Diniyah Wustho Matholi'ul Falah
 - b. PP. Al Masyitoh
3. Pengalaman Organisasi
 - a. OSIS
 - b. PMII

Demikian daftar riwayat ini dibuat dengan sebenar-benarnya dan dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Semarang, 25 Juni 2021



Shifa Fauziyah
1602046112