

**PERBEDAAN PENGGUNAAN SKY QUALITY
METER TERHADAP HASIL OBSERVASI FAJAR
SHODIQ KE ARAH UFUK TIMUR DAN ZENITH**

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Tugas dan Melengkapi Syarat
Guna Memperoleh Gelar Sarjana Strata 1 (S.1)
Prodi Ilmu Falak



Disusun Oleh:

MUHAMMAD FIKKY BURHANUDDIN

NIM : 1702046055

**PROGRAM STUDI ILMU FALAK
FAKULTAS SYARI'AH DAN HUKUM
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
SEMARANG
2021**

H. Tolkah, M.A.

Jl. Karonseh Baru Raya, No. 87, RT 03 RW 12, Ngaliyan, Semarang.

NOTA PERSETUJUAN PEMBIMBING

Lamp : 4 (empat) eksemplar

Hal : Naskah Skripsi

An. Sdr. Muhammad Fikky Burhanuddin

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

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Setelah saya meneliti dan mengadakan perbaikan seperlunya, bersama ini saya kirimkan naskah skripsi saudara :

Nama : Muhammad Fikky Burhanuddin
NIM : 1702046055
Jurusan : Ilmu Falak
Judul Skripsi : **Perbandingan Penggunaan Sky Quality Meter Terhadap Hasil Observasi Fajar Šodiq Ke Arah Ufuk Timur Dan Zenith.**

Dengan ini saya mohon kiranya skripsi saudara tersebut dapat segera dimunaqosyahkan.

Demikian harap menjadi maklum, dan kami mengucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi wabarakatuh

Semarang, 3 Juni 2021

Pembimbing I



H. Tolkah, M.A.

NIP. 19690507 199603 1 005

Ahmad Fuad Al Anshary, S.H.I., M.S.I.
Jl. Candi Mutiara Timur, No. 210, Pasadena.

NOTA PERSETUJUAN PEMBIMBING

Lamp : 4 (empat) eksemplar

Hal : Naskah Skripsi

An. Sdr. Muhammad Fikky Burhanuddin

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

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Setelah saya meneliti dan mengadakan perbaikan seperlunya, bersama ini saya kirimkan naskah skripsi saudara :

Nama : Muhammad Fikky Burhanuddin

NIM : 1702046055

Jurusan : Ilmu Falak

Judul Skripsi : **Perbandingan Penggunaan Sky Quality Meter
Terhadap Hasil Observasi Fajar Šodiq Ke Arah Ufuk
Timur Dan Zenith.**

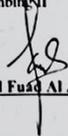
Dengan ini saya mohon kiranya skripsi saudara tersebut dapat segera dimunaqosyahkan.

Demikian harap menjadi makmum, dan kami mengucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Semarang, 3 Juni 2021

PembimbingNI


Ahmad Fuad Al Anshary, S.H.I., M.S.I.
NIP. -



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN) WALISONGO
FAKULTAS SYARIAH DAN HUKUM

Jalan: Jl. Prof. Dr. HAMKA Kampus III Ngaliyan Telp. Fax. (024) 7601291, 7624691 Semarang 50185

SURAT KETERANGAN PENGESAHAN SKRIPSI

Nomor : B-2147/Un.10.1/D.1/PP.00.9/07/2021

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

Nama : Muhammad Fikky Burhamuddin
NIM : 1702046055
Program studi : Ilmu Falak
Judul : Pengaruh Jarak Zenith Sky Quality Meter Terhadap Hasil Observasi Fajar Shodiq
Pembimbing I : H. Tolkah, MA.
Pembimbing II : A Faad al-Anshary, MSL.

Telah dimunaskan pada tanggal 23 Juni 2021 oleh Dewan Penguji Fakultas Syariah dan Hukum yang terdiri dari :

Penguji I / Ketua Sidang : Dr. H. Ali Imron, S.H., M.Ag.
Penguji II / Sekretaris Sidang : H. Tolkah, MA.
Penguji III : Moh. Khasan, M.Ag.
Penguji IV : Ahmad Syifaal Anam, SHL, MHL.

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.

Semarang, 12 Juli 2021
Ketua Program Studi,



Moh. Khasan, M. Ag.

MOTTO

وَمِنَ اللَّيْلِ فَسَبَّحَهُ وَإِدْبَارَ النُّجُومِ

Allah berfirman : “*Bertasbihlah kepada-Nya pada sebagian malam dan pada waktu terbenamnya bintang-bintang (waktu fajar)*”¹

(Q.S. Yusuf ayat 87)

¹ Tim Penerjemah, *Al-Quran Dan Terjemahannya*, (Jakarta: Lajnah Pentashihan Mushaf Al-Quran Bidang Litbang Dan Diklat Kementerian Agama RI, 2019), 771.

PERSEMBAHAN

Skripsi ini penulis persembahkan untuk;

Bapak dan Ibu Tercinta,

Ismail & Maulin Ni'mah

Beliau berdua adalah motivator terbesar penulis dalam menyelesaikan pendidikan Sarjana di UIN Walisongo Semarang

Adik Tersayang

Muhammad Zainul Fata Asyraf

Dialah yang senantiasa memberikan teladan kepada penulis untuk selalu menjadi pribadi yang baik

Keluarga Besar Bani Karsin

Keluarga penulis yang selalu memberikan dukungan moril maupun materil dengan penuh ketulusan

Para kiyai & Guru Penulis

Guru-guru penulis yang telah membimbing dan mencurahkan segala ilmunya dengan segala ketulusan hati dan kesabarannya, semoga senantiasa mendapatkan keberkahan dan menjadi amal jariyah kepada beliau semuanya

DEKLARASI

Dengan penuh kejujuran dan tanggung jawab, penulis dengan ini menyatakan bahwa skripsi ini tidak berisi materi yang pernah ditulis oleh orang lain atau diterbitkan. Demikian juga skripsi ini tidak berisi satu pun pikiran-pikiran orang lain, kecuali informasi yang terdapat dalam referensi yang dijadikan bahan rujukan.

Semarang, 3 Juni 2021

Deklarator,



M. Fikky Burhanuddin

NIM : 1702046055

PEDOMAN TRANSLITERASI

Pedoman transliterasi yang digunakan adalah Sistem Transliterasi Arab Latin SKB Menteri Agama RI No. 158/1987 dan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan No. 0543b/1987 tertanggal 22 Januari 1998.

A. Konsonan Tunggal

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

Arab	Nama	Huruf Latin	Nama
ا	Alif	Tidak dilambangkan	Tidak dilambangkan
ب	Ba	B	Be
ت	Ta	T	Te
ث	Ša	Š	Es (dengan titik diatas)
ج	Jim	J	Je
ح	Ha	H	Ha (dengan titik dibawah)
خ	Kha	Kh	Ka dan ha
د	Dal	D	De
ذ	Žal	Ž	Zet (dengan titik diatas)
ر	Ra	R	Er

ز	Zai	Z	Zet
س	Sin	S	Es
ش	Syin	Sy	Es dan ye
ص	Ṣad	Ṣ	Es (dengan titik dibawah)
ض	Ḍad	Ḍ	De (dengan titik dibawah)
ط	Ṭa	Ṭ	Te (dengan titik dibawah)
ظ	Ẓa	Ẓ	Zet (dengan titik dibawah)
ع	‘Ain	‘_	Apostrof terbalik
غ	Gain	G	Ge
ف	Fa	F	Ef
ق	Qof	Q	Qi
ك	Kaf	K	Ka
ل	Lam	L	El
م	Mim	M	Em
ن	Nun	N	En
و	Wau	W	We
ه	Ha	H	Ha

ء	Hamzah	—'	Apostrof
ي	Ya	Y	Ye

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

B. Vokal

Vokal bahasa Arab, seperti vokal bahasa Indonesia, terdiri atas vokal tunggal atau monoftong dan vokal rangkap atau diftong. Vokal tunggal bahasa Arab yang lambangnya berupa tanda atau harakat, transliterasinya sebagai berikut:

Tanda	Nama	Huruf Latin	Nama
اَ	Fathah	A	A
اِ	Kasrah	I	I
اُ	Dammah	U	U

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

Tanda	Nama	Huruf Latin	Nama
اِي	Fathah dan ya	Ai	A dan I

نَوّ	Fathāh dan wawu	Au	A dan U
------	-----------------	----	---------

كَيْفَ : *Kaifa*

هَوَّلَ : *Haula*

C. Konsonan Rangkap

Konsonan rangkap (tasydid) ditulis rangkap

Contoh : مقدمة ditulis Muqaddimah

D. Vokal Panjang

Fathah ditulis “a”. Contoh : باع = baa

Kasrah ditulis “i”. Contoh : عليم = ‘alimun

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

E. Hamzah

Huruf hamzah (ء) di awal kata tulis dengan vokal tanpa

didahului oleh tanda apostrof (‘). Contoh : إيمان = iman

F. Lafzul 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

Bila terletak diakhir kalimat, ditulis h, misalnya :
البقرة ditulis *al-baqarah*. Bila di tengah kalimat ditulis t.
contoh : زكاة المال ditulis *zakah al-mal* atau *zakatul mal*.

ABSTRAK

Menghadap kiblat merupakan syarat sahnya shalat. Dalam hal ini, ada salah satu waktu shalat yang masih menjadi polemik di lingkup masyarakat, yakni waktu masuknya shalat shubuh. Pada dasarnya penentuan awal waktu shalat shubuh itu didasarkan pada tanda-tanda alam yang sudah ada di dalam nash al-Qur'an maupun hadist. Kemudian ditetapkan oleh fuqoha melalui mekanisme istmabatul ahkam dengan melalui tanda-tanda alam. Dalam penentuan waktu shalat shubuh ini berkaitan erat dengan ketinggian matahari.

Ada perbedaan dalam teknik pengambilan data di lapangan. Akan tetapi standarisasi di Indonesia menggunakan perhitungan ephemeris. Jadi, bisa dipastikan perbedaan pada kasus ini ada pada pengambilan data di lapangan. Ada beberapa penelitian lain yang serupa dengan penelitian ini, dimana penelitian tersebut juga sama mencari data fajar shodiq, akan tetapi dengan mekanisme yang berbeda. Pada penelitian ini menggunakan alat ukur kecerahan langit, yaitu sky quality meter. pengambilan data ini dengan cara mengarahkan SQM ke arah ufuk timur dan juga diarahkan ke arah zenit.

Didalam penelitian ini, penulis menggunakan metode penelitian kuantitatif dengan pendekatan lapangan. Data primer diambil dari lapangan dengan melakukan observasi fajar shodiq. Adapun data sekunder, bersumber dari buku-buku astronomi, jurnal, ensiklopedia yang terkait dengan materi yang dibahas yang didasari dengan Al-Quran maupun Hadits, dan pendapat-pendapat fuqafa.

Sky quality meter sangat sensitif terhadap cahaya. Maka dari itu alat tersebut mampu mendeteksi terbitnya fajar shodiq. Penelitian yang diambil di daerah gelap (Pati) didapatkan hasil dari arah ufuk dengan rata-rata 21,5 mpdbp, kemudian untuk arah zenith didapatkan 19,5 mpdbp. Keadaan alam dengan kondisi cerah tanpa gangguan cahaya bulan. Data dari arah ufuk timur didapatkan elevasi matahari dengan rata-rata (-19°). Untuk data yang didapat dari arah zenith didapatkan fajar shodiq terbit ketika elevasi matahari (-15°), secara otomatis data twilightnya pun juga berbeda. Data dari arah zenith terlambat dalam pembacaan data fajar dikarenakan sudut baca SQM hanya 20 derajat. Hasil penelitian dari tempat gelap sangat kurang presisi, karena faktor polusi cahaya yang sangat tinggi sehingga mempengaruhi kesensitifitas alat tersebut. Akibatnya alat tersebut pun juga terlambat dalam membaca data terbitnya fajar shodiq. Maka dari itu, ketika observasi, dianjurkan dilakukan pada tempat yang bebas polusi cahaya dengan cara mengarahkan SQM ke arah ufuk timur. Hal ini dilakukan dalam rangka supaya fajar shodiq muncul, SQM bisa langsung mendeteksi cahaya tersebut dan juga tidak ada pengaruh dari cahaya lain.

Kata Kunci : Waktu Shalat, Fajar Shodiq, kecerahan langit, Sky Quality Meter.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirabbil'alamin, puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **Perbedaan Penggunaan Sky Quality Meter Terhadap Observasi Fahar Shodiq Ke Arah Ufuk Timur dan Zenith** dengan baik.

Shalawat serta salam senantiasa penulis sanjungkan kepada baginda Rasulullah Muhammad SAW beserta keluarga, sahabat-sahabat, dan para pengikutnya yang telah membawa cahaya Islam hingga saat ini.

Penulis menyadari bahwa terselesaikannya skripsi ini bukanlah hasil jerih payah penulis sendiri. melainkan terdapat usaha dan bantuan baik moran maupun spiritual dari berbagai pihak kepada penulis. Oleh karena itu, penulis hendak sampaikan terimakasih kepada :

1. Prof. Dr. Imam Taufiq, M. Ag., selaku Rektor UIN Walisongo Semarang beserta jajarannya atas terciptanya sistem akademik yang mendukung pembelajaran dan perkuliahan penulis;
2. Dr. Mohammad Arja Imroni, M. Ag., selaku Dekan Fakultas Syari'ah dan Hukum UIN Walisongo Semarang beserta jajarannya atas terciptanya sistem pembelajaran dan perkuliahan yang memudahkan dan melancarkan penulis selama berkuliah di Fakultas Syari'ah dan Hukum;

3. Moh. Khasan, M. Ag., selaku Ketua Program Studi Ilmu Falak, atas bimbingan dan pengarahan yang diberikan dengan penuh kesabaran serta tulus ikhlas, juga kepada dosen-dosen serta karyawan di lingkungan program studi Ilmu Falak Fakultas Syari'ah dan Hukum UIN Walisongo Semarang, atas bantuan dan kerjasamanya;
4. Siti Rofi'ah, M.H., selaku dosen wali penulis yang senantiasa memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi kepada penulis untuk melakukan segala aktivitas baik akademik maupun non-akademik serta mendorong penulis untuk segera menyelesaikan jenjang pendidikan S1 dengan baik dan maksimal;
5. H. Tolkah, M.A., selaku Dosen Pembimbing I, dosen yang selalu memberikan arahan dan masukan serta memberikan inspirasi kepada penulis dalam melakukan penyusunan skripsi ini;
6. Ahmad Fuad Al Anshary, S.H.I., M.SI., selaku Dosen Pembimbing II yang senantiasa membimbing serta membina penulis dalam penulisan skripsi ini serta memberikan motivasi untuk segera menyelesaikan skripsi ini dengan cepat dan berkualitas;
7. M. Ihtirozun Ni'am, S.H.I., M.H. yang sudah bersedia membimbing, memberikan arahan, memotivasi dari semester awal sampai sekarang;
8. Hendro Setyanto, M. Basthoni, dan Ahmad Syifaul Anam, yang sudah membimbing, mengawal, memberikan informasi, dan bersedia meminjamkan sky quality meter untuk observasi;

9. Kedua orang tua penulis beserta keluarga, atas segala doa, perhatian, dukungan, dan curahan kasih sayang yang tidak dapat penulis ungkapkan dalam kata-kata indah apapun;
10. Keluarga besar Dewan Kemakmuran Masjid At-Taqwa Purwoyoso Semarang yang telah memberikan dukungan dan semangat kepada penulis selama menuntut ilmu di Semarang;
11. Keluarga Ilmu Falak angkatan 2017 *“PLEIADES”* terutama kelas IF-C, atas kebersamaannya selama berjuang di bangku perkuliahan, atas suka-duka, tawa dan tangis, bahagia dan lelah, dan setiap peluh yang telah diberikan, : Teddy, Kautsar, Luqman, Syakir, Abid, Arif, Alma, Alwan Faiq, Aqila, Arlina, Johan, Cucu, Azizah, Nuy, Fara, Farid, Mas Firman, Mas Imam, Hania, Ihsan, Ulum, Kirana, Laviv, Lili, Lilis, Lutfia, Mbak Marisa, Mustika, ‘Ain, Nisa, Nizla, Nuzi, Rifal, Sam’ani, Sri, Zulfa, Lulu’, salam semangat;
12. Keluarga besar KKN Reguler UIN Walisongo ke 75 posko 16 Kabupaten Pati yang luar biasa semangat, hebat, dan tangguh, yang mengajarkan penulis bagaimana bermasyarakat dan menyatukan pendapat;
13. Dan semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu secara langsung maupun tidak langsung yang member bantuan, dorongan semangat dan do’a kepada penulis selama melaksanakan studi di UIN Walisongo Semarang ini.

Penulis berharap dan berdoa semua amal kebaikan dan jasa-jasa dari semua pihak yang telah membantu hingga selesainya skripsi ini, diterima Allah SWT, serta mendapatkan balasan yang jauh lebih baik.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan yang disebabkan keterbatasan kemampuan penulis. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang konstruktif dari pembaca demi lebih baiknya skripsi ini.

Akhirnya penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penulis khususnya dan pembaca pada umumnya.

Semarang, 3 Juni 2021

Deklarator,

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'M. Fikky Burhanuddin', written over a set of horizontal lines.

M. Fikky Burhanuddin

NIM : 1702046055

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
HALAMAN MOTTO.....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vi
HALAMAN DEKLARASI.....	vii
HALAMAN PEDOMAN TRANSLITERASI.....	viii
HALAMAN ABSTRAK.....	xiii
HALAMAN KATA PENGANTAR.....	xv
HALAMAN DAFTAR ISI.....	xix
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Rumusan Masalah	13
C. Tujuan Penelitian	13
D. Manfaat Penelitian	13
E. Kajian Pustaka.....	14
F. Kerangka Teori.....	21
1. Teori Awal Waktu Sholat.....	21
2. Teori Waktu Sholat (Astronomi).....	28
G. Metode Penelitian.....	30
H. Sistematika Pembahasan	34
BAB II TINJAUAN UMUM TENTANG WAKTU	
 SHALAT DAN SKY QUALITY METER	
A. Tinjauan Umum Tentang Waktu Shalat.....	32

	B. Tinjauan Umum Tentang Munculnya Fajar Shodiq	42
	C. Tinjauan Umum Tentang Perhitungan Awal Waktu Shalat.....	50
	D. Tinjauan Umum Tentang Sky Quality Meter.....	57
BAB III	FUNGSI SKY QUALITY METER DALAM PENGAMBILAN DATA MUNCULNYA FAJAR SHODIQ, DILIHAT DARI DUA ARAH YANG BERBEDA	
	A. Spesifikasi dan Fungsi Sky Quality Meter LU-DL.....	61
	B. Cara Kerja Sky Quality Meter LU-DL.....	63
	C. Software Unihedron Device Manager.....	65
	D. Tata Cara Penggunaan Sky Quality Meter Terhadap Observasi Fajar Shadiq.....	68
	E. Data Hasil.....	76
BAB IV	ANALISIS DATA MUNCULNYA FAJAR SHODIQ DARI HASIL BACA SKY QUALITY METER	
	A. Analisis Tentang Bagaimana Pengaruh Beda Arah Hadap Sky Quality Meter Dalam Observasi Fajar Shodiq	108
	B. Analisis Tentang Bagaimana Pengaruh Observasi Fajar Shadiq Pada Tempat Gelap dan Tempat Terang	116

BAB V PENUTUP

- A. Kesimpulan 124
- B. Saran..... 125

DAFTAR PUSTAKA

- A. Daftar Buku..... 126
- B. Jurnal/Penelitian..... 127
- C. Skripsi dan Tesis..... 127
- D. Media Elektronik..... 128

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Jendel informasi	68
Tabel 3.2	Sempel sebagian hasil pengamatan	110
Tabel 4.1	Data sky quality meter tanggal 18 April 202 ...	111
Tabel 4.2	Data sky quality meter tanggal 19 April 2021 .	112
Tabel 4.3	Data sky quality meter tanggal 20 April 2021 .	113
Tabel 4.4	Data sky quality meter tanggal 30 April 2021 .	114
Tabel 4.5	Data sky quality meter lokasi Pati	119
Tabel 4.6	Data sky quality meter lokasi Kendal	123

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Model SQM dari generasi pertama sampai generasi ke enam	59
Gambar 3.1	Foto SQM LU-DL dari sisi samping	62
Gambar 3.2	Foto SQM LU-DL dari sisi depan	63
Gambar 3.3	Foto SQM LU-DL dari sisi belakang	63
Gambar 3.4	Bagan cara kerja SQM	64
Gambar 3.5	Tampilan utama ketika dibuka	65
Gambar 3.6	Tampilan jendela utama	66
Gambar 3.7	Komputer terhubung dengan SQM	68
Gambar 3.8	Tampilan kolom find	69
Gambar 3.9	Tampilan jendela utama	69
Gambar 3.10	Tampilan kolom header	70
Gambar 3.11	Tampilan pengaturan device clock	70
Gambar 3.12	Foto waktu pengamatan	71
Gambar 3.13	Foto pengambilan data	72
Gambar 3.14	Tampilan jendela utama yang telah tersimpan ..	73
Gambar 3.15	Tampilan tahap satu pada kolom tex import wizard	74
Gambar 3.16	Tampilan tahap dua pada kolom tex import wizard	74
Gambar 3.17	Tampilan tahap tiga pada kolom tex import wizard	75
Gambar 3.18	Tampilan setelah data SQM masuk excel	75
Gambar 3.19	Tampilan setelah data SQM dibuat grafik	76
Gambar 3.20	Grafik hasil rekam SQM dari ufuk timur di Pati, 19 Maret 2021	80

Gambar 3.21	Potongan grafik hasil rekam SQM dari ufuk timur di Pati, 19 Maret 2021	80
Gambar 3.22	Grafik hasil rekam SQM dari ufuk timur di Al-Fadllu, 21 Maret 2021	81
Gambar 3.23	Potongan grafik hasil rekam SQM dari ufuk timur di Al-Fadllu, 21 Maret 2021	81
Gambar 3.24	Grafik hasil rekam SQM dari ufuk timur di Al-Fadllu, 23 Maret 2021	82
Gambar 3.25	Potongan grafik hasil rekam SQM dari ufuk timur di Al-Fadllu, 23 Maret 2021	82
Gambar 3.26	Grafik hasil rekam SQM dari ufuk timur di Al-Fadllu, 24 Maret 2021	83
Gambar 3.27	Potongan grafik hasil rekam SQM dari ufuk timur di Al-Fadllu, 24 Maret 2021	83
Gambar 3.28	Grafik hasil rekam SQM dari ufuk timur di Bakalan, 15 April 2021	84
Gambar 3.29	Potongan grafik hasil rekam SQM dari ufuk timur di Bakalan, 15 April 2021.....	84
Gambar 3.30	Grafik hasil rekam SQM dari ufuk timur di Bakalan, 18 April 2021	85
Gambar 3.31	Potongan grafik hasil rekam SQM dari ufuk timur di Bakalan, 15 April 2021.....	85
Gambar 3.32	Grafik hasil rekam SQM dari ufuk timur di Bakalan, 19 April 2021.....	86
Gambar 3.33	Potongan grafik hasil rekam SQM dari ufuk timur di Bakalan, 19 April 2021.....	86
Gambar 3.34	Grafik hasil rekam SQM dari ufuk timur di Bakalan, 20 April 2021.....	87

Gambar 3.35	Potongan grafik hasil rekam SQM dari ufuk timur di Bakalan, 20 April 2021.....	87
Gambar 3.36	Grafik hasil rekam SQM dari ufuk timur di Bakalan, 21 April 2021.....	88
Gambar 3.37	Potongan grafik hasil rekam SQM dari ufuk timur di Bakalan, 21 April 2021.....	88
Gambar 3.38	Grafik hasil rekam SQM dari ufuk timur di Bakalan, 26 April 2021	89
Gambar 3.39	Potongan grafik hasil rekam SQM dari ufuk timur di Bakalan, 26 April 2021	89
Gambar 3.40	Grafik hasil rekam SQM dari ufuk timur di Bakalan, 27 April 2021	90
Gambar 3.41	Potongan grafik hasil rekam SQM dari ufuk timur di Bakalan, 27 April 2021	90
Gambar 3.42	Grafik hasil rekam SQM dari ufuk timur di Bakalan, 27 April 202	91
Gambar 3.43	Potongan grafik hasil rekam SQM dari ufuk timur di Bakalan, 27 April 202	91
Gambar 3.44	Grafik hasil rekam SQM dari ufuk timur di Bakalan, 30 April 2021	92
Gambar 3.45	Potongan grafik hasil rekam SQM dari ufuk timur di Bakalan, 30 April 202	92
Gambar 3.46	Grafik hasil rekam SQM dari ufuk timur di Bakalan, 2 Mei 2021	93
Gambar 3.47	Potongan grafik hasil rekam SQM dari ufuk timur di Bakalan, 2 Mei 2021	93
Gambar 3.48	Grafik hasil rekam SQM dari arah 45 derajat di Al-Fadllu, 1 April 2021	94

Gambar 3.49	Potongan grafik hasil rekam SQM dari arah 45 derajat di Al-Fadllu, 1 April 2021	94
Gambar 3.50	Grafik hasil rekam SQM dari arah 45 derajat di Al-Fadllu, 2 April 2021	95
Gambar 3.51	Potongan grafik hasil rekam SQM dari arah 45 derajat di Al-Fadllu, 2 April 2021	95
Gambar 3.52	Grafik hasil rekam SQM dari arah 45 derajat di Bakalan, 14 April 2021	96
Gambar 3.53	Potongan grafik hasil rekam SQM dari arah 45 derajat di Bakalan, 14 April 2021	96
Gambar 3.54	Grafik hasil rekam SQM dari arah 45 derajat di Bakalan, 15 April 2021	97
Gambar 3.55	Potongan grafik hasil rekam SQM dari arah 45 derajat di Bakalan, 15 April 2021	97
Gambar 3.56	Grafik hasil rekam SQM dari arah 45 derajat di Bakalan, 21 April 2021	98
Gambar 3.57	Potongan grafik hasil rekam SQM dari arah 45 derajat di Bakalan, 21 April 2021	98
Gambar 3.58	Grafik hasil rekam SQM dari arah zenith di Bakalan, 16 April 2021	99
Gambar 3.59	Potongan grafik hasil rekam SQM dari arah zenith di Bakalan, 16 April 2021	99
Gambar 3.60	Grafik hasil rekam SQM dari arah zenith di Bakalan, 18 April 2021	100
Gambar 3.61	Potongan grafik hasil rekam SQM dari arah zenith di Bakalan, 18 April 2021	100
Gambar 3.62	Grafik hasil rekam SQM dari arah zenith di Mangkang, 18 April 2021	101

Gambar 3.63	Potongan grafik hasil rekam SQM dari arah zenith di Mangkang, 18 April 2021	101
Gambar 3.64	Grafik hasil rekam SQM dari arah zenith di Mangkang, 19 April 2021	102
Gambar 3.65	Potongan grafik hasil rekam SQM dari arah zenith di Mangkang, 19 April 2021	102
Gambar 3.66	Grafik hasil rekam SQM dari arah zenith di Bakalan, 19 April 2021	103
Gambar 3.67	Potongan grafik hasil rekam SQM dari arah zenith di Bakalan, 19 April 2021	103
Gambar 3.68	Grafik hasil rekam SQM dari arah Zenith di Bakalan, 20 April 2021	104
Gambar 3.69	Potongan grafik hasil rekam SQM dari arah zenith di Bakalan, 20 April 2021	104
Gambar 3.70	Grafik hasil rekam SQM dari arah zenith di Al-Fadllu, 21 Maret 2021	105
Gambar 3.71	Potongan grafik hasil rekam SQM dari arah zenith di Al-Fadllu, 21 Maret 2021	105
Gambar 3.72	Grafik hasil rekam SQM dari arah zenith di Al-Fadllu, 23 Maret 2021	106
Gambar 3.73	Potongan grafik hasil rekam SQM dari arah zenith di Al-Fadllu, 23 Maret 2021	106
Gambar 3.74	Grafik hasil rekam SQM dari arah zenith di Al-Fadllu, 24 Maret 2021	107
Gambar 3.75	Potongan grafik hasil rekam SQM dari arah zenith di Al-Fadllu, 24 Maret 2021	107
Gambar 3.76	Grafik hasil rekam SQM dari arah zenith di Bakalan, 30 April 2021	108

Gambar 3.77	Potongan grafik hasil rekam SQM dari arah zenith di Bakalan, 30 April 2021	108
Gambar 3.78	Grafik hasil rekam SQM dari arah zenith di Bakalan, 2 Mei 2021	109
Gambar 3.79	Potongan grafik hasil rekam SQM dari arah zenith di Bakalan, 2 Mei 2021	109
Gambar 4.1	Grafik hasil rekam SQM dari arah ufuk timur di Bakalan, 28 Maret 2021	118
Gambar 4.2	Grafik hasil rekam SQM dari arah ufuk timur di Bakalan, 19 Maret 2021	118
Gambar 4.3	Grafik hasil rekam SQM dari arah ufuk timur di Bakalan, 20 Maret 2021	119
Gambar 4.4	Grafik hasil rekam SQM dari arah ufuk timur di Mangkang, 19 Maret 2021	121
Gambar 4.5	Grafik hasil rekam SQM dari arah ufuk timur di Al-Fadllu, 21 Maret 2021	121
Gambar 4.6	Grafik hasil rekam SQM dari arah ufuk timur di Al-Fadllu, 23 Maret 2021	122
Gambar 4.7	Grafik hasil rekam SQM dari arah ufuk timur di Al-Fadllu, 24 Maret 2021	122

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Shalat merupakan ibadah wajib yang harus dilakukan oleh semua umat Islam. Shalat wajib terbagi menjadi lima waktu dalam sehari semalam, yaitu dzuhur, ashar, maghrib, isya', dan shubuh. Dalam melaksanakan ibadah shalat, tentunya tidak dilakukan disembarang waktu, namun ada kriteria tersendiri untuk menentukan waktu dimana waktu shalat tersebut sudah masuk.¹

Dalam penentuan waktu shalat tentu tidak semudah yang kita bayangkan, karena setiap proses harus dilakukan dengan detail dan mendasar dengan tujuan untuk memberikan akurasi waktu yang sesuai dan menurut syara' dibenarkan. Agar nantinya umat islam dapat menjalankan kewajibannya dengan baik dan seimbang.

Penentuan awal waktu salat yang tepat merupakan salah satu aspek penting dalam kehidupan seorang muslim, dikarenakan termasuk dalam salah satu rukun ibadah supaya sah ketika beribadah. Selain itu, juga merupakan persoalan yang *fundamental* dan signifikan ketika dihubungkan dengan sah

¹ Zahroya, dkk., *Analisis Waktu Shubuh Dan Kecerlangan Langit Menggunakan Data Sky Quality Meter LAPAN Watukosek Pasuruan*, disampaikan pada saat Seminar Nasional Fisika (SNF) 2019 dengan judul *Menghilirkan Penelitian-Penelitian Fisika dan Pembelajarannya*, Surabaya, 19 Oktober 2019, 50. Diakses dari <https://fisika.fmipa.unesa.ac.id/proceedings/index.php/snf/article/view/105>, Pada Tanggal 14 Januari 2021, Pukul 15.23 WIB.

atau tidaknya shalat tersebut. Hal ini dikarenakan dalam menunaikan ibadah shalat, kaum muslim harus mengetahui tentang bagaimana waktu-waktu yang sudah ditentukan.²

Dalam penentuan masuknya awal waktu shalat, tidaklah mudah seperti apa yang kita bayangkan. Untuk menentukan masuknya waktu shalat, harus mengetahui perubahan alam. Misalnya ketika masuk waktu maghrib yaitu dengan munculnya mega merah. Supaya bisa mengetahui dengan detail kapan munculnya mega merah, hal ini juga merupakan aspek penting untuk kita ketahui. Yakni kita bisa mengetahui dengan algoritma ephemeris.

Irfan Fauzan mengatakan bahwa ibadah shalat memiliki dua sudut pandang waktu, yaitu leluasa hingga masa yang hanya cukup untuk menyelesaikan shalat tersebut. Dalam masa ini, waktu shalat menjadi sempit. Shalat fardhu yang berjumlah memiliki lima waktu yang telah ditentukan secara syari'ah. Ada permulaan, dimana shalat tidak sah dijalankan sebelum masuk permulaan waktu shalat, dan ada batas akhir, dimana shalat harus dilaksanakansebelum sampai batas akhir waktu.³

Dengan adanya batasan waktu shalat, itu merupakan bukti bahwa adanya aturan-aturan yang harus kita ikuti dalam melaksanakan ibadah wajib. Terlebih, waktu shalat. Karena ibadah shalat merupakan ibadah yang paling inti diantara rukun-rukun islam yang lain. Ketika shalat yang kita laksanakan

² Susiknan Azhari, *Ilmu Falak Perjumpaan Khazanah Islam Dan Sains Modern*, (Yogyakarta: Suara Muhammadiyah, 2007), 63.

³ Irfan Fuzan, Dilematika Shalat Fardhu Di Awal Waktu, *At-Ta'wil* Jurnal Pengkajian Al-Qur'an dan At-Turats, vol. 1, no. 2, Oktober 2019, 96.

sudah tepat, dalam artian sudah masuk dalam kriteria rukun dan juga syarat sahnya, maka rukun-rukun Islam yang lainnya pun akan baik.

Di Indonesia merupakan wilayah yang termasuk daerah tropis, sehingga banyak kabut pada beberapa tempat, hal ini jelas menyulitkan untuk kita supaya bisa melihat tanda-tanda alam yang sudah memasuki waktu shalat, sehingga masyarakat Indonesia dalam melaksanakan shalat. mayoritas menggunakan jadwal berdasarkan hasil yang telah dikaji oleh ahli falak.⁴

Pada dasarnya, waktu-waktu tersebut secara penentuan yang akurat pada saat waktu shalat dzuhur, ashar, dan maghrib tidak terlalu sulit dikarenakan pergerakan matahari dapat diukur dengan panjang bayangan yang terlihat jelas, akan tetapi ada beberapa kesulitan dalam penentuan yang tepat untuk waktu salat shubuh dan isya', dikarenakan posisi matahari berada di bawah horizon. Sehingga pengukuran bayangan tidak bisa ditampilkan. Meskipun matahari berada di bawah horizon, namun terjadi perubahan pada tingkat kecerahan langit. Semakin matahari berada jauh di bawah horizon, maka perubahan tingkat kecerahan langit tidak signifikan. Pengukuran tingkat kecerahan langit membutuhkan sensor cahaya yang sensitif, salah satunya dengan menggunakan sky quality meter.⁵

⁴ Hafidz Ayatullah, Studi Analisis Fajar Kazib Dan Fajar Shadiq (Awal Waktu Shubuh Di Kabupaten Bone), *Jurnal Ilmu Falak El-Falaky*, vol. 2, no. 1, Tahun 2018, 76.

⁵ Mustofa Akhyar, dkk., *Penentuan Awa Waktu Shubuh Menggunakan Sky Quality Meter*, disampaikan saat Seminar Nasional Dan Aplikasinya, Yogyakarta, 183.

Cara kerja sky quality meter diantaranya yakni menangkap cahaya yang ada disekitarnya, dalam kinerja alat tersebut sangatlah sensitif terhadap munculnya cahaya. Mulai dari cahaya lampu hingga cahaya matahari. Maka dari itu ketika kita melakukan observasi, alangkah baiknya terbebas dari polusi cahaya. Artinya, disekeliling alat tersebut harus benar-benar bersih dari cahaya lampu dan lain-lain, selain cahaya dari objek yang kita tangkap. Dalam pengambilan data yang semula dari munculnya matahari, kita akan tahu dimana letak atau posisi matahari pada saat itu. Perolehan hasil dari data tersebut akan terlihat setelah di olah dengan software sudah disiapkan. Dari pengolah tersebut dapat diketahui dimana waktu yang tepat ketika munculnya fajar shodiq. Kemudian juga akan terdeteksi juga berapa ketinggian matahari, deklinasi matahari, dan juga yang lainnya.

Deklinasi matahari didefinisikan sebagai jarak matahari dari lingkaran ekuator diukur sepanjang lingkaran waktu yang melalui matahari itu sampai ke titik pusat matahari tersebut.⁶ Ketika posisi matahari berada di sebelah utara garis ekuator, deklinasi bernilai positif. Begitupun juga sebaliknya, ketika bernilai negatif apabila matahari berada di sebelah selatan garis ekuator. selain dalam penentuan waktu-waktu shalat data deklinasi juga diperlukan dalam penentuan bayang-bayang arah kiblat, waktu itu imsak, ketinggian hilal, gerhana, dan lain-lain.⁷ Kemudian yang tercantum dalam penentuan jadwal shalat, data

⁶ *Pedoman Hisab Muhammadiyah*, (Yogyakarta: Majelis Tarjih Dan Tajdid PP Muhammadiyah, 2009), 67.

⁷ *Ibid.*, 185.

astronomis yang terpenting adalah posisi matahari dalam koordinat horizon, terutama ketinggian atau *jarak zenith*.

Ketinggian matahari merupakan bagian yang terpenting dalam mengetahui masuknya waktu shalat. Penentuan waktu shalat membutuhkan data diantaranya adalah deklinasi matahari, ketinggian matahari, *equation of time* atau perata waktu, lintang tempat, bujur tempat, dan lain-lain. Disitulah data yang akan digunakan dalam perhitungan algoritma waktu shalat yang semula didapatkan dari pengambilan data cahaya matahari yang muncul dan ditangkap oleh sky quality meter dan kemudian diolah, dianalisis, kemudian mendapatkan hasil yang akurat. Pengambilan data, hasilnya juga bisa berbeda. Mengingat posisi matahari juga berbeda disetiap harinya. Disitulah fenomena-fenomena yang menjadikan perbedaan pada hasil analisis.

Pada fenomena ini, yang dicari adalah yang berkaitan dengan posisi matahari yakni ketika waktu fajar (*morning twilight*). Dalam hal ini, astronomi berperan menafsirkan fenomena yang disebutkan dalam dalil agama (*Al-Qur'an dan hadist*) yakni dimana posisi matahari. Sebenarnya penafsiran itu belum seragam, tetapi karena masyarakat telah sepakat dan bersedia menerima data astronomi sebagai acuan, maka kriterianya mudah disatukan.⁸

⁸ Irma Suriani, Nailur Rahmi, *Zona Waktu Dan Implikasinya Terhadap Penentuan Awal Waktu Shalat Pengaruh Zona Waktu Terhadap Penetapan Awal Waktu Shalat*, disampaikan pada saat Batusangkar International Conference IV, 14-15 Oktober 2019, 170-171.

Posisi matahari menjadi komponen utama dalam penentuan awal waktu shalat, dimana ketika waktu shalat dzuhur dan ashar dapat ditentukan ketika posisi matahari masih berada diatas ufuk. Pada saat swaktu tersebut, matahari masih dapat terlihat oleh pengamat. Hal ini akan berbeda dengan penentuan awal waktu shalat maghrib, isya', dan shubuh. Pada waktu-waktu tersebut, matahari berada diposisi dibawah ufuk. Artinya, pada saat itu juga matahari belum bisa terlihat oleh mata.⁹

Ketika matahari berada di bawah ufuk, maka yang bisa dilakukan diantaranya mendeteksi ketinggian matahari alat tersebut. lain halnya ketika matahari diatas ufuk, terlebih pada waktu dhuha, dzhur, ataupun ashar. Di waktu-waktu tersebut kita tidak perlu susah payah untuk mengetahui ketinggian matahari. Cukup dengan menggunakan instrumen falak yang terdahulu sudah cukup, misalnya sun dial, al murobba', dan alat-alat yang lainnya.

Di dalam hadist disebutkan bahwa waktu shubuh adalah sejak terbitnya fajar shodiq samapai terbitnya matahari,

و وقت صلاة الصبح من طلوع الفجر ما لم
تطلع الشمس

“Waktu shubuh mulai terbit fajar selama matahari belum terbit” (HR Muslim dari Abdullah bin Amr).

⁹ Zahroya dkk, *Analisis Waktu Shubuh*, 50.

Kemudian disebutkan juga di dalam Al-Qur'an secara tidak langsung disebutkan bahwasannya mulai masuk waktu shubuh sejak meredupnya bintang-bintang, yang terkandung dalam QS. Thur/52:49.

وَمِنَ اللَّيْلِ فَسَبَّحَهُ وَإِدْبَارَ النُّجُومِ

“Dan bertasbihlah kepada-Nya pada beberapa saat di malam hari dan di waktu terbenamnya bintang-bintang (di waktu fajar)” (QS. Thur/52:49)¹⁰

Berdasarkan keterangan tersebut, maka dapat diketahui bahwa waktu shubuh diawali pada saat *fajar shodiq* sampai matahari terbit (*syuruq*). *Fajar shodiq* adalah terlihatnya cahaya putih yang melintang mengikuti garis lintang ufuk di sebelah timur akibat pantulan cahaya matahari oleh atmosfer. Menjelang pagi hari, fajar ditandai dengan adanya cahaya samar yang menjulang tinggi (vertikal) di garis horizon timur yang disebut *fajar kadzib* atau *fajar semu* yang terjadi akibat pantulan cahaya matahari oleh dua partikel antar planet yang terletak antara bumi dan mars. Beberapa menit kemudian cahaya ini seolah menyebar di cakrawala secara horizontal, dan inilah yang dinamakan fajar shodiq.¹¹

Jadi secara astronomis, fajar shodiq diartikan sebagai awal *astronomical twilight* (fajar astronomi), yakni mulai munculnya cahaya di ufuk timur menjelang terbitnya matahari

¹⁰ *Al-Quran Dan Terjemahannya*, (Lajnah Pentashihan Mushaf Al-Quran Bidang Litbang Dan Diklat Kementerian Agama RI: Jakarta, 2019), 771.

¹¹ Watni Marpaung, *Pengantar Ilmu Falak*, (Jakarta: Prenada Media Group, 2015), hlm. 47.

pada saat matahari berada pada kurang lebih 18 derajat dibawah ufuk (108° dari titik zenith). Terkait tinggi matahari ada beberapa pendapat dari kalangan ulama ataupun ilmuwan falak bahwa terjadinya fajar shodiq itu ketika tinggi matahari 16 derajat dibawah ufuk, ada juga yang mengatakan 20 derajat dibawah ufuk. Dari beberapa pendapat tersebut, Indonesia menggunakan acuan yang telah dikaji oleh tim BHR (Badan Hisab Rukyat) Kemterian Agama RI yang memperoleh hasil 20 derajat dibawah ufuk (110° dari titik zenith).¹²

Dari berbagai fenomena yang telah ada dan terjadi di Indonesia, ada beberapa posisi yang perlu kita tandai sebagai titik awal munculnya fajar shodiq. Dengan munculnya fajar shodiq, merupakan pertanda masuknya waktu shalat shubuh. ada beberapa metode dalam penentuan masuknya waktu shalat, diantaranya dengan menggunakan metode algoritma perhitungan dengan ephemeris, ada yang dari kitab-kitab klasik, ada juga yang menggunakan dengan melihat perubahan alam secara langsung.

Dalam keberagaman penentuan waktu shalat, ini disebabkan oleh perbedaan bagaimana cara penafsiran terhadap dalil-dalail terkait serta kemampuan dalam memahami fenomena alam yang termaktub di dalam Al-Qur'an. Pada umumnya, metode yang digunakan untuk menentukan awal waktu shalat dapat melalui dua metode, yaitu dengan metode *hisab* dan *rukyyat*. Metode *hisab* adalah dengan menentukan waktu shalat yang diselesaikan dengan cara perhitungan.

¹² Irma Suriani, Nailr Rahmi, *Zona Waktu Dan Implikasinya*, 171.

Sedangkan metode *rukyat* adalah dengan cara melakukan observasi pada objek yang di pakai sebagai titik acuan penentu waktu shalat. Artinya, dalam metode *rukyat*, dilakukan dengan cara melihat posisi matahari yang dibantu dengan alat-alat falak ataupun instrumen untuk kajian astronomi.¹³ Penentuan waktu shalat menggunakan metode *hisab* atau perhitungan dapat dilakukan dengan beberapa metode, salah satunya dengan menggunakan metode *ephemeris*, yang mana membutuhkan data *lintang tempat, bujur tempat, deklinasi*¹⁴, dan juga *equaton of time*¹⁵. Perhitungan dengan menggunakan *ephemeris*¹⁶ juga dinilai lebih akurat karena mempertimbangkan aspek algoritma perhitungan dalam astronomi modern.

Misalnya perhitungan waktu shalat dengan data data *ephemeris* yang dikembangkan oleh Kementrian Agama Republik Indonesia dinilai lebih akurat dan bersifat kontemporer karena menggunakan data matahari dan bulan harian setiap jamnya. Penentuan waktu shalat dengan

¹³ Zahroya, Sopyan, dkk, *Analisis Waktu Shubuh*, 50.

¹⁴ *Deklinasi* adalah jarak dari suatu benda langit ke khatulistiwa langit diukur melalui lingkaran waktu atau lingkaran delinasi dan dihitung dari derajat, menit, detik. Dikutip dari H. Abbas Padil, *Dasar-Dasar Ilmu Falak Dan Tataordinat: Bola Langit Dan Peredaran Matahari, Al-Daulah* volume 2, nomor 2 tahun 2013, 195–214.

¹⁵ *Equation of Time* adalah perata waktu atau Ta'dil al-Waqt/ Ta'dil asy-Syams, yaitu selisih antara waktu kulminasi matahari hakiki dengan waktu matahari rata-rata. Data ini biasanya dinyatakan dengan huruf “e” kecil dan diperlukan dalam menghisab waktu shalat. Dikutip dari Lembaga Falakiyah Pengurus Besar Nahdlatul Ulama, <http://falakiyah.nu.or.id/KamusIstilahFalak.aspx/>, dengan judul *Kamus Istilah Falak PBNUI*, Diakses pada tanggal 15 Januari 2021, Pukul 08.14 WIB.

¹⁶ *Ephemeris* biasa disebut dengan *Astronomical Handbook*, merupakan tabel yang memuat data-data astronomis benda-benda langit. Dalam bahasa arab biasa disebut dengan *Zij* atau *Taqwim*. Dikutip dari *Ibid*.

menggunakan metode *rukyat* (observasi), dapat menggunakan alat bantu atau instrumen yang berkaitan dengan falak diantaranya adalah *tongkat istiwa'*.

Dalam penentuan waktu shalat maghrib, isya', dan shubuh, dimana posisi matahari masih dibawah ufuk belum bisa dikaji dengan menggunakan tongkat istiwa', karena pada dasarnya metode yang digunakan dalam penggunaan tongkat istiwa' menggunakan objek bayangan matahari. Untuk melengkapi dalam keterbatasan tersebut, banyak inovasi-inovasi yang hadir sebagai pelengkap dan penyempurna dalam mengupgrade instrumen tersebut. diantaranya adalah Sky Quality Meter. Saat ini banyak peneliti ataupun praktisi falak yang mempunyai pendapat, bahwasannya awal waktu shalat subuh di Indonesia terlalu cepat. Maka dari itu, diperlukanlah alat yang mampu untuk mendeteksi kecerahan langit dengan posisi matahari yang masih dibawah ufuk.¹⁷

Akhir-akhir ini, banyak wacana tentang masuknya waktu shalat shubuh, bahwasannya waktu yang ditetapkan oleh BHR Kementerian Agama RI sedikit lebih cepat. Kasus seperti ini banyak mengundang polemik ditengah masyarakat, karena berkaitan dengan ibadah shalat. Disisi lain ada yang mengatakan bahwasannya sudah waktu fajar shodiq muncul ketika matahari berada pada ketinggian 13 derajat dibawah ufuk, ada juga yang mengatakan fajar shodiq muncul pada ketinggian 20 derajat di bawah ufuk.

¹⁷ Zahroya, Sopyan, dkk, *Analisis Waktu Shubuh*, 50.

Dari perbedaan pendapat yang terjadi di Indonesia, masing-masing mempunyai pedoman ataupun metode perhitungan yang berbeda. Akan tetapi dalam pandangan syar'i, waktu shubuh itu mulai masuk ketika sudah terbitnya fajar shodiq. Disinilah persamaan diantara keduanya. Memang pada perhitungannya bisa berbeda, tergantung pengolahannya. Akan tetapi untuk asal-usul dari hasil yang didapatkan, kita sama-sama membutuhkan yang namanya ketinggian matahari. Ketika ketinggian matahari yang didapatkan sama, hasil yang diperolehpun bisa jadi sama. Kalaupun berbeda, itu hanya sedikit perbedaan yang muncul dalam hasil akhir yang didapatkan.

Perbedaan masuknya waktu shubuhlah yang menjadi polemik ditengah masyarakat, bahwasannya awal waktu shalat shubuh di Indonesai terlalu cepat sampai dengan 24 menit. Waktu shalat shubuh dimulai saat terbit fajar shodiq dan berakhir pada saat matahari terbit. Dalam penelusuran awal penulis, terkait praktik hisab atau rukyat mengenai penentuan hasil awal waktu shalat shubuh, penulis menemukan banyak perbedaan antara hasil ketinggian matahari yang dipakai sebagai acuan oleh BHR (Badan Hisab Rukyat) Kementerian Agama RI dengan pendapat para praktisi falak di Indonesia mencapai kurang lebih 4 derajat. Tentunya, kasus yang seperti ini mempunyai implikasi yang cukup besar terhadap keabsahan beribadah yang dilakukan oleh seseorang.

Munculnya hasil dari pengambilan data kecerahan matahari yang berbeda, itu juga menjadi suatu masalah tersendiri. Dimanakah arah hadap sky quality meter diletakkan.

Apakah menuju ke ufuk, atau ke arah zenith. Hal ini juga merupakan persoalan yang unik ketika kita kaji lebih dalam. Karena, ketika alat tersebut kita taruh pada posisi yang berbeda, tentunya akan menangkap objek yang berbeda. Bagaimana hasil ketika alat tersebut diletakkan pada arah ufuk, dan ke arah zenith. Perbedaan arah hadap sky quality meter mempunyai beberapa alasan, peletakan sky quality meter ke arah zenith dikarenakan karenan titik zenith merupakan titik tergelap ketika matahari mulai terbit, kemudian juga banyak peneliti yang menggunakan titik zenith sebagai acuan munculnya fajar shodiq. Kemudian pengambilan data ke arah ufuk timur dikarenakan terbitnya matahari dari arah timur. Kemudian juga menyebarnya fajar shodiq dimulai dari arah ufuk timur. Oleh karena itu, dari beberapa alasan tersebut, penelitian ini menggunakan sisi ufuk timur dan zenith.

Dari sini perlu diadakannya keselarasan antara hasil yang satu dengan yang lain. Dengan adanya hasil yang sama dan presisi, kemudian dibekali observasi pada objek yang dijadikan sebagai titik acuan, maka persoalan seperti ini lebih baik untuk keabsahan dalam beribadah. Dari nilai yang didapatkan pada penelitian sebelumnya, dimana nilai -20 derajat atau -13 derajat itu muncul. Maka dari itu penulis akan sedikit mengkaji tentang bagaimana pengaruh terbitnya fajar shodiq ketika ada perbedaan pada arah sky quality meter pada waktu mendeteksi cahaya matahari.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, disini dirumuskan beberapa hal, yaitu:

1. Bagaimana pengaruh sky quality meter dalam observasi fajar shodiq ke arah ufuk timur dan zenith ?
2. Bagaimana pengaruh beda beda arah sky quality meter dalam obseravasi fajar shadiq pada tempat gelap dan tempat terang ?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagaimana berikut :

1. Mengetahui perbedaan hasil baca ketika ada perbedaan arah sky quality meter dalam observasi fajar shodiq ke arah ufuk timur dan zenith.
2. Mengetahui perbedaan hasil baca ketika ada perbedaan obseravasi fajar shadiq pada tempat gelap dan tempat terang.

D. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagaimana berikut :

1. Secara langsung, hasil penelitian ini bisa dijadikan sebagai rujukan dalam penyelarasan penelitian awal waktu shubuh di Indonesia. penggunaan Sky Quality Meter ketika digunakan sebagai alat untuk menangkap cahaya fajar, perlu diselaraskan agar mendapatkan hasil yang sama dan akurat. Kemudian, mengetahui apakah

ada perbedaan hasil ketika pengambilan data dilaksanakan di tempat dengan kategori gelap dan tempat kategori terang. Kajian ini juga membandingkan dan membuktikan hasil awal waktu shalat shubuh yang dipakai oleh BHR Kementerian Agama RI dibandingkan dengan hasil perhitungan atau observasi yang telah ada, dan juga sebagai bentuk sumbangsih untuk perkembangan khazanah keilmuan.

2. Secara tidak langsung, penelitian ini bisa memberikan penjelasan mengenai penyamaan pengambilan data awal waktu shalat shubuh, serta mengetahui hasil analisis ketika alat yang dipakai mempunyai perbedaan arah sky quality meter ketika menghadap ke arah matahari dan beda lokasi pengambilan data.

E. Kajian Pustaka

Ada beberapa kajian yang terkait dengan kajian yang penulis angkat. Kajian ini tentang penentuan waktu shalat shubuh dengan melihat kecerahan langit. dalam hal ini, ada yang berkaitan dengan topik yang akan diteliti tentang beberapa penelitian terdahulu, sehingga tidak terjadi duplikasi dan menunjukkan ada nilai novelty pada kajian yang akan dibahas penulis. Maka dari itu, penulis memaparkan topik penelitian yang penulis teliti terkait dengan masalah tersebut. Kajian ini, diklarifikasikan ke dalam beberapa sub kategori.

Pertama, kajian yang mengarah pada analisis awal waktu shalat dan kebenaran relevansinya dalam konteks syar'i. Dalam hal ini terdapat penelitian Tahmid Amri yang berjudul *Waktu Shalat Perspektif Syar'i*. Penelitian ini mengungkapkan penentuan awal waktu shalat dari aspek syar'inya, mulai dari penjelasan tentang ayat-ayat Al-Qur'an, nash-nash hadist, maupun pendapat-pendapat ulama'. Dari pembahasan tulisan tersebut, ada dasar hukum penentuan awal waktu shalat yang terdiri dua macam dalil. Yakni *aqli* dan *naqli*. Pembahasan tentang waktu shalat perspektif syar'i ini juga menjadi bagian penting untuk menunjang referensi penulis dalam kajian awal waktu shubuh jika dilihat dari metode rukyatnya.¹⁸

Abdul Mu'iz menulis skripsi yang berjudul *Studi Analisis Metode Penentuan Awal Waktu Shalat Dalam Kitab ad-durus al-Falakiyah Karya Ma'shum bin Ali*. Penelitian ini guna menjawab bagaimana analisi penentuan awal waktu shalat dalam kitab *ad-durus al-Falakiyah Karya Ma'shum bin Ali*. Hasil perhitungan antara metode kontemporer dengan data ephemeris dan metode klasik dengan data *ad-durus al-Falakiyah Karya Ma'shum bin Ali*. Dalam penelitian ini, hasilnya tidak signifikan. Ada selisih keduanya antara 0-4 menit. Metode kitab menggunakan waktu istiwa', maka haru ada penambahan waktu ihtiyat yang lebih besar. Dalam perhitungan waktu shalat yang terdapat di *ad-durus al-Falakiyah Karya Ma'shum bin Ali* menggunakan alat bantu rubu' mujayyab yang bisa

¹⁸ Tahmid Amri, Waktu Shalat Perspektif Syar'i, *Jurnal Asy-Syari'ah*, vol. 16, no. 3, Desember 2014, 214.

digolongkan dalam metode hisab Taqribi, karena hasil perhitungannya masih bersiat perkiraan dan jika dibandingkan dengan metode kontemporer, maka akan terjadi selisih beberapa menit.¹⁹

Siti Asma' Mohd Nor dan Mohd Zamri Zainuddin menulis *Sky Brightness for Determination of Fajr and Isha Prayer by Using Sky Quality Meter*. penelitian ini mencoba mengkorelasikan kecemerlangan langit dengan ketinggian matahari saat fajar shadiq untuk shalat shubuh dan hilangnya syafaq hmar untuk shalat isya'. Penelitian ini dilakukan di Teluk Kemang, Negeri Sembilan, Pantai Cahaya Bulan, kelantan dan kuala Terengganu. Hasilnya kemudian dianalisis dengan Sky Quality Meter (SQM).²⁰

Kedua, kajian tentang waktu shalat yang mengarah ke tinjauan pengamatan dan juga perhitungan matematisnya. Zahroya, dkk menulis *Analisi Waktu Shubuh dan Kecerlangan Langit Menggunakan Data Sky Quality Meter LAPAN Watukosek Pasuruan*. Dalam penelitian ini, melihat dari dua aspek. Yakni dari metode *hisab* dan *rukyat*. Dalam hali ini ketika menggunakan metode hisab, menggunakan metode ephemeris. Kemudian yang menggunakan metode rukyat, menggunakan alat bantu yaitu Sky Quality Meter. penelitian tersebut dilakukan di Watukosek Pasuruan yang kemudian

¹⁹ Maryani Abdul Mu'iz, Studi Analisis Metode Penentuan Waktu Shalat Dalam Kitab Ad-Durus Al-Falakiyyah Karya Ma'sum Bin Ali, *Skripsi* IAIN Walisongo, Semarang, tahun 2011.

²⁰ M. Ihtirozun Ni'am, Akurasi Perhitungan Waktu Shalat Dalam Pelayaran (Studi di Sekolah Tinggi Maritim dan Transport AMNI Semarang), *Tesis*, Universitas Islam Negeri Walisongo, (Semarang, 2017), 6-7.

hasilnya disajikan dalam bentuk kurva yang nanti diindikasikan sebagai awal waktu shubuh.²¹

Arwin Juli Rakhmadi, dkk menulis *Pengukuran Tingkat Polusi Cahaya dan Awal Waktu Shubuh di OIF UMSU dengan Menggunakan Sky Quality Meter*. Penelitian ini mendapatkan hasil yaitu nilai kecerlangan langit untuk SQM yang diarahkan di ufuk timur memiliki nilai paling rendah dibandingkan dengan arah lain, yang dikarenakan polusi cahaya yang tinggi di langit ufuk timur.²²

Hafidz Ayatullah menulis tentang *Study Analisis Fajar Kadzib dan Fajar Shadiq (Awal Waktu Shubuh di Kabupaten Bone)*. Dari penelitian tersebut, hasil perhitungan dan pengamatan ternyata lebih lambat 10 menit dari perhitungan dengan sistem ephemeris. Letak perbedaan secara implisit memang ada, akan tetapi perbedaan tersebut tidak masalah karena berdasarkan dengan acuan stadarisasi hisab berbeda-beda. Perbedaan tersebut diawali dari acuan koordinat lintang dan bujur, perbedaan ikhtiyat, seta pemberlakuan koreksi daerah.²³

²¹ Zahroya, dkk., *Analisis Waktu Shubuh Dan Kecerlangan Langit*, hlm. 51.

²² Arwin Juli Rakhmadi, Hasrian Rudi Setiawan, dkk, *Pengukuran Tingkat Polusi Cahaya Dan Awal Waktu Shalat Shubuh di OIF OMSU Dengan Menggunakan Sky Quality Meter*, *Jurnal Ilmiah Multi Sciences*, vol. 12, no. 2, 2020, 58.

²³ Ayatullah, *Studi Analisis Fajar Kazib dan Fajar Shadiq (Awal Waktu Shalat di Kabupaten Bone)*, *Jurnal Ilmu Falak Elfalaky*, Volume 2, Nomor 1, 2018, 76.

Mustofa Akhyar menulis tentang *Penentuan Awla Waktu Shalat Shubuh Menggunakan Sky Quality Meter Pada Variasi Deklinasi Matahari*. Penelitian ini terdapat selisih waktu shalat shubuh antara *software Accurate Times* dan pengukuran sensor SQM. Pada hasil pengukuran SQM dan perhitungan dengan *software Accurate Times* diperoleh selisih awal waktu shubuh berkisar antara 21-36 menit. Hal ini menunjukkan bahwa dari penelitian ini dapat disimpulkan nilai deklinasi matahari berpengaruh terhadap awal waktu shubuh, kemudian juga pengaruh uaca dan permukaan tempat.²⁴

Herdiwijaya dan Arumaningtyas menulis tentang *Pengukuran Kecerlangan Langit Arah Zenith Di Bandung Dan Cimahi Dengan Menggunakan Sky Quality Meter*. dalam penelitian ini beda kajian dengan apa yang akan dikaji dengan penulis. Akan tetapi dalam penelitian ini ada kesamaan yakni sama-sama mengunakan alat bantu Sky Quality Meter, dan itu juga sama-sama guna mengukur kecerlangan langit. Dalam penelitian ini, dilakukan di kampus Institut Teknologi Bandung dan di daerah Cimahi Utara. Didapatkan kesimpulan bahwa tingkat polusi cahaya di Bandung lebih tinggi daripada Cimahi.²⁵

Zahrotul Husniyah menulis skripsinya *Analisis Pengaruh Perhitungan Solar Dip Tono Saksono Terhadap Awal Waktu Shalat Isya' dan Shubuh*. Dalam penelitian ini menganalisis

²⁴ Ahyar, Pamudya, dkk., *Penentuan Awal Waktu Shalat Shubuh*, 185.

²⁵ Dhani Herdiwijaya, *Pengukuran Kecerlangan Langit Malam Arah Zenith Untuk Penentuan Awal Waktu Fajar, Disampaikan pada saat Prosiding Seminar Kontribusi Fisika*, Bandung, 14-15 Desember 2016, 95.

pengaruh ketinggian matahari terhadap waktu shalat subuh yang mana Tono Saksono mempunyai pendapat, shalat subuh di Indonesia terlalu cepat. Hal itu dikemukakan oleh beliau dengan sebab proses pengambilan data untuk menghitung awal waktu subuh masih menggunakan alat rubu' mujayyab, yang menurut Tono Saksono dengan alat tersebut tidak menunjukkan hasil yang saintifik.²⁶

Diah Utari menulis *Studi Analisis Awal Waktu Shalat Subuh (Kajian Atas Relevansi Nilai Ketinggian Matahari Terhadap Kemunculan Fajar Shadiq)*. Tulisan ini mengkaji bahwa fajar shadiq dalam perspektif fikih merupakan penanda awal waktu subuh sudah mulai masuk. Hal ini tercantum dalam QS. Al-Baqarah ayat 187 dan juga terdapat pada hadist yang diriwayatkan oleh Imam Muslim terkait hal tersebut. Dari analisis tersebut, ditemukan bahwa awal waktu shalat subuh memiliki tinggi matahari dengan nilai -18 derajat sampai dengan -13 derajat.²⁷

Imam Qusthalaani menulis tentang *Kajian Fajar Dan Syafaq Perpektif Fikih Dan Astronomi*. Persoalan fajar dan syafaq mencuat ketika majalah qiblati menggugat awal waktu shalat subuh yang dianggap terlalu dini. Berdasarkan penelitian tersebut, fajar dan syafaq merupakan fenomena alam harian

²⁶ Zahrotul Husniyah, Analisis Pengaruh Perhitungan Solar DIP Tono Saksono Terhadap Awal Waktu Shalat Isya Dan Subuh, *Skripsi*, Universitas Islam Negeri Sunan Ampel, (Surabaya, 2019), 1.

²⁷ Diah Utari, Abdul Wahab, Studi Analisis Awal Waktu Shalat Subuh (Kajian Atas Relevansi Nilai Ketinggian Matahari Terhadap Kemunculan Fajar Shadiq), *Jurnal Maqasid Universitas Muhammadiyah Surabaya*, vol. 3, no. 1, 2014, 1.

yang disebabkan oleh rotasi bumi yang menghasilkan cahaya di ufuk sesaat sebelum matahari terbit dan setelahnya. Secara hukum islam, terbitnya fajar dijadikan sebagai tanda masuknya waktu shalat shubuh. Dari hasil kajian diatas, beberapa observasi verifikasi menunjukkan bahwa ketinggian fajar yang dijadikan acuan Kementerian Agama RI memang terlalu dini, yang terdapat selisih 1-3 derajat. Secara otomatis, jadwal waktu isya' juga mengalami keterlambatan.²⁸

Dhani Herdiwijaya menulis tentang *Pengukuran Kecerahan Langit Malam Arah Zenith Untuk Penentu Awal Waktu Fajar*. Berdasarkan hasil pengamatan menggunakan fotometer dengan pencatat setiap 3-5 detik untuk tempat yang berbeda ketinggian dan tingkat polusi cahaya, maupun polusi udara, ada beberapa kesimpulan. Diantaranya adalah perubahan kecerahan langit mulai terjadi pada sudut elevasi -17 derajat atau sekitar 65 menit sebelum matahari terbit. Sudut elevasi ini merupakan bagian dari mulai masuknya waktu shalat shubuh.²⁹

M. Basthoni menulis tentang perbedaan terbitnya fajar pada tempat gelap dan terang yang ditulis di Jurnal Sains Dirgantara yang berjudul *Prototype of True Dawn Observation Automation System (Prototipe Sistem Otomatisasi Observasi Fajar)*. Berdasarkan hasil penelitiannya menunjukkan bahwa cahaya bulan memiliki pengaruh yang sangat signifikan terhadap waktu deteksi terbit fajar dilokasi dengan polusi cahaya rendah (Banyuwangi dan Karimunjawa), yaitu terpaut

²⁸ Imam Qusthalaani, *Kajian Fajar dan Syafaq Perspektif Fikih Dan Astronomi, Jurnal Kajian Hukum Islam*, vol. 3, no. 1, Juni 2018, 1.

²⁹ Dhani Herdiwijaya, *Pengukuran Kerahan Langit Malam*, 95.

rata-rata sekitar $3,4^\circ$ (13,6 menit) dibandingkan ketika saat tidak ada cahaya bulan. Sementara itu, cahaya bulan di daerah dengan polusi cahaya tinggi (Semarang) tidak memiliki pengaruh yang signifikan, yaitu terpaut rata-rata sekitar $0,25^\circ$ (1 menit). Kajian ini juga mengusulkan bahwa fajar shodiq terdeteksi pada saat posisi matahari rata-rata $-20 \pm 0,2$ derajat dibawah ufuk.³⁰

F. Kerangka Teori

1. Teori Awal Waktu Sholat

Al-Qur'an menjelaskan bahwa shalat adalah suatu ibadah yang telah ditentukan waktunya. Dalam Al-Qur'an, ada beberapa ayat yang menyebutkan ketentuan waktu shalat, diantaranya yaitu surat an-nisa' ayat 103, surat Taha ayat 130, surat al-isra' ayat 78, dan surat Hud ayat 114.

فَاِذَا قَضَيْتُمُ الصَّلَاةَ فَادْكُرُوا اللَّهَ قِيَامًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِكُمْ فَاِذَا اطْمَأْنَنْتُمْ فَأَقِيمُوا الصَّلَاةَ إِنَّ الصَّلَاةَ كَانَتْ عَلَى الْمُؤْمِنِينَ كِتَابًا مَّوْقُوتًا

“Maka apabila kamu telah menyelesaikan shalatmu, angatlah Allah di waktu berdiri, di waktu duduk dan di waktu berbarin, kemudian apabila kamu telah merasa aman, maka dirikanlah shalat itu (sebagaimana biasa).

³⁰ M. Basthoni, A Prototype of True Dawn Observation Automation System (Prototipe Sistem Otomatisasi Observasi Fajar), *Jurnal Sains Dirgantara*, vol. 18, no. 1, Desember 2020, 33.

Sesungguhnya sha;at fardhu yang ditentukan waktunya atas orang-orang yang beriman.” (QS. An-Nisa’ : 103)³¹

فَا صَبِرْ عَلَىٰ مَا يَقُولُونَ وَسَبِّحْ بِحَمْدِ رَبِّكَ قَبْلَ طُلُوعِ
الشَّمْسِ وَقَبْلَ غُرُوبِهَا وَمِنْ أَنَاءِ اللَّيْلِ فَسَبِّحْ وَأَطْرَافَ
النَّهَارِ لَعَلَّكَ تَرَضَىٰ

“Maka, bersabarlah engkau (Nabi Muhammad) atas apa yang mereka katakan dan bertasbihlah dengan memuji Tuhanmu sebelum matahari terbit dan sebelum terbenam. Bertasbihlah pula pada waktu tengah malam dan di ujung siang hari agar engkau merasa tenang.” (QS. Thaha : 130)³²

وَإِقِمِ الصَّلَاةَ طَرَفَيْ النَّهَارِ وَزُلْفًا مِّنَ اللَّيْلِ إِنَّ
الْحَسَنَاتِ يُدْهِئُ السَّيِّئَاتِ ذَٰلِكَ ذِكْرَىٰ لِلذَّاكِرِينَ

“Dan dirikanlah shalat pada kedua ujung hari (pagi dan petang) dan pada bagian-bagian malam. Sesungguhnya perbuatan-perbuatan yang baik itu menghapuskan perbuatan-perbuatan yang baik itu menghapuskan kesalahan-kesalahan. Itu adalah peringatan bagi orang-orang yang selalu ingat (Allah).” (QS. Hud : 114)³³

³¹ Lajnah Pentashihan Mushaf Al-Qur’an Badan Litbang dan Diklat Kementerian Agama RI, *Al-Qur’an dan Terjemahannya*, (Jakarta: Departemen Agama RI, 2019), hlm. 128. Dikutip dari <http://library1.nida.ac.th/termpaper6/sd/2554/19755.pdf> pada tanggal 15 Januari 2021, pukul 07.52 WIB.

³² *Ibid*, 455.

³³ *Ibid*, 342.

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

“Dirikanlah shalat dari sesudah matahari tergelincir sampai gelap malam dan (dirikanlah pula saat) shubuh. Sesungguhnya shalat shubuh itu disaksikan (oleh malaikat).” (QS. Al-Isra’ : 78)³⁴

Ketentuan waktu ini kemudian dijelaskan lebih detail dalam hadist. Dari sini ulama’ menggali hukum masuknya waktu shalat. Hadist yang menjelaskan tentang waktu shalat ini diantaranya adalah hadist yang diriwayatkan oleh Tirmidzi :

ان النبي صلى الله عليه وسلم قال: أمني جبريل عند البيت مرتين, فصلى الظهر في الاولى منهما حين كان الفيء مثل الشراك, ثم صلى العصر حين كان كل شيء مثل ظله, ثم صلى المغرب حين وجبت الشمس وأفطر الصائم, ثم صلى العشاء حين غاب الشفق, ثم صلى الفجر حين برق الفجر, وحرّم الطعام على الصائم, وصلى المرة الثانية الظهر حين كان ظل شيء مثله لوقت العصر با لأمس, ثم صلى العصر حين كان ظل كل شيء مثليه, ثم صلى المغرب لوقته الأول, ثم صلى العشاء الآخرة حين ذهب ثلث الليل, ثم صلى الصبح حين أسفرت الأ

³⁴ Ibid, 404-405.

رض, ثم التفت إلي جبريل, فقال: يا محمد, هذا وقت الأنبياء من قبلك, والوقت فيما بين هذين الوقتين.

Sesungguhnya Nabi Muhammad SAW bersabda: “ saya tidak tahu Malaikat Jibril di Baitullah 2 kali. kemudian dia salat Dhuhur saat pertama kali ketika bayangan sepanjang tali sandal. kemudian salat ashar ketika bayangan suatu benda ada sama dengan panjang benda. kemudian salat magrib ketika terbenamnya matahari dan orang-orang yang berpuasa sedang berbuka. kemudian salat Isya ketika hilangnya syafaq Al Ahmar. kemudian salat subuh ketika muncul Sinar Fajar Shodiq dan diharamkan kan makan bagi orang yang berpuasa. dan untuk kedua kalinya nya, Malaikat Jibril salat zuhur ketika Panjang suatu benda sama dengan tinggi bendanya sebagaimana waktu salat asar sebelumnya. kemudian salat ashar ketika panjang bayangan suatu benda sepanjang dua kali lipat tinggi benda itu. kemudian salat magrib sebagaimana yang pertama. kemudian surat Isya yang terakhir ketika hilangnya sepertiga malam. kemudian salat subuh ketika (cahaya yang tampak di bumi) tampak kuning. kemudian Jibril menoleh kepadaku. kemudian ia mengatakan, Hai Muhammad..., inilah waktu-waktu Nabi sebelum waktu salat adalah antara dua ini”. (HR. Tirmidzi)³⁵

³⁵ M. Ihtirozun Ni’am, *Akurasi Perhitungan Waktu Shalat*, 30-31.

Dari nash-nash tersebut, kemudian Ulama' menjabarkan waktu shalat dalam kitab fiqih-fiqihnya sebagaimana berikut :

a. Waktu Shalat Dzuhur

Imam Syafi'i dalam kitab *al-Umm* menjelaskan bahwa masuknya waktu shalat dzuhur adalah ketika *zawal as-Syams* (tergelincirnya matahari dari titik kulminasi). Yang dimaksud tergelincirnya matahari adalah sesaat setelah pusat matahari melewati meridian setempat. Keadaan ini serupa dengan *kulminasi* yang dikenal di dalam ilmu falak.³⁶ Keterangan serupa juga disebutkan Abi Hasan al-Bashri dalam *Al Hawi al-Kabir*, Abi Zakariya An-Nawawi dalam *Al-Majmu'*, dan Hasan Al-Kaf dalam *Taqrirot as-Syadidah*.³⁷

b. Waktu Shalat Ashar

Adapun waktu shalat ashar dimulai ketika panjang suatu bayangan sama dengan panjang dengan tinggi benda ditambah panjang bayangan ketika waktu istiwa'.

c. Waktu Shalat Maghrib

Sedangkan untuk waktu maghrib dimulai sejak matahari terbenam sampai hilangnya mega merah. Terbenamnya matahari itu apabila piringan matahari secara keseluruhan sudah tidak terlihat, karena sudah

³⁶ Taufiqurrahman, *Ilmu Falak Dan Tinjauan Matlak Global*, (Yogyakarta: MPKSDI Yogyakarta, 2010), 118.

³⁷ M. Ihtirozun Niam, *Akurasi Perhitungan Waktu Shalat*, 17.

berada dibawah ufuk. Dengan demikian, secara astronomis dapat dikatakan bahwa matahari terbenam ketika pinggir piringan atasnya menurut penglihatan pengamat sudah berimpit dengan horizon mar'i yang kemudian ditunjukkan dengan ketinggian matahari saat terbenam.³⁸

d. Waktu Shalat Isya'

Awal waktu shalat isya' dimulai ketika hilangnya *syafaq al-ahmar* (mega merah di langit sebelah barat). Saat mega merah itu menghilang, dalam astronomi dikenal dengan astronomical twilight, yaitu waktu dimana para ahli perbintangan mulai melakukan observasinya. Karena mulai saat itu mereka mendapatkan obyek-obyek di langit dengan cahaya yang maksimal tanpa diganggu oleh cahaya-cahaya merah diwaktu senja. Mulai saat itulah bintang-bintang di langit cahayanya mencapai titik maksimal.³⁹ Imam Syafii, Hasan al-Kaf, Abi Zakariya an-Nawawi dan Abi al-Hasan al Bashri sepakat dalam al ini. Adapun akhir waktu isya', Hasan al-Kaf mempunyai pandangan yang berbeda dengan Imam Syafi'i. Menurut Hasan al-Kaf, akhir waktu shalat isya' adalah ketika munculnya *fajar shodiq*. Sedangkan menurut Imam Syafi'i, akhir waktu shalat isya' adalah ketika sudah melewati sepertiga malam.⁴⁰

³⁸ Taufiqurrahman, *Ilmu Faak Dan Tinjauan Matlak Global*, 119.

³⁹ *Ibid.*, 120.

⁴⁰ M. Ihtirozun Ni'am, *Akurasi Perhitungan Waktu Shalat*, 18.

e. Waktu Shalat Shubuh

Adapun untuk waktu shubuh, Imam Syafii dan Hasan al-Kaf sepakat bahwa awal waktu shalat shubuh dimulai ketika munculnya *fajar shodiq* atau fajar yang terakhir.⁴¹ Pada saat itu cahaya bintang-bintang di langit sudah mulai meredup disebabkan mulai terbenamnya matahari. Semakin tinggi terbit matahari diatas ufuk, maka semakin redup cahaya cahaya bintang-bintang yang ada di langit. Meredupnya cahaya bintang-bintang tersebut karena semakin dekat matahari ke arah ufuk atau horizon yang menimbulkan pantulan cahaya matahari semakin kuat atau semakin terang. Namun ada kalanya ketika pantulan cahaya matahari itu menghilang kembali pada saat menjelang *fajar shodiq*. Hal itu bisa juga terjadi karena menurut penelitian, permukaan bumi ini tidak rata. Banyak gunung-gunung, lembah-lembah, bahkan bungenan pencakar langit sangat mempengaruhi pantulan sinar matahari yang samapai ke horizon. Maka, ketika itu terjadi, disebut *fajar kadzib*, yakni fajar yang “bohong”. Artinya, pantulan cahaya matahari yang sampai ke horizon menghilang dan kembali gelap. Maka untuk memulai waktu shubuh harus ditetapkan dengan hadirnya fajar shodiq yang menurut penelitian

⁴¹ *Ibid.*, 19.

ada beberapa perbedaan mengenai ketinggian matahari saat terjadinya *fajar shodiq*.⁴²

2. Teori Waktu Sholat (Astronomi)

Indikator-indikator awal waktu shalat tersebut, kemudian diformulasikan dalam astronomi atau ilmu falak sebagaimana berikut ini.

- a. Waktu shalat Dhuhur adalah sesaat setelah Meridian Pass
atau Meridian Pass ditambah waktu ihtiyat
- b. Waktu shalat Ashar adalah ketika ketinggian Matahari = $\text{Cotan } h \text{ Ashar} = \tan ZM + 1$ dimana :
 $h \text{ Ashar} = \text{tinggi Matahari saat Ashar}$
 $ZM = \text{Jarak Zenith Matahari} = |\delta - \Phi|$
- c. Waktu shalat Maghrib adalah ketika ketinggian Matahari -1° atau $-$ (refraksi + semidiameter + kerendahan ufuk).
- d. Waktu shalat Isya⁴³ adalah ketika ketinggian Matahari -18°
atau $-17^\circ + \text{ketinggian Matahari saat Maghrib}$.
- e. Waktu shalat subuh ketika ketinggian Matahari -20° atau $-19^\circ + \text{ketinggian Matahari saat terbit}$.⁴³

Landasan fenomena alam yang dijadikan acuan untuk penentu waktu waktu shalat shubuh adalah fenomena fajar shadiq. Dalam kajian fiqih dikenal dengan 2 istilah untuk fajar, yaitu *fajar shadiq* dan *fajar kadzib*,

⁴² Taufiqurrahman, *Ilmu Falak Dan Tinjauan Matlak Global*, 120.

⁴³ M. Ihtirozun Ni'am, *Akurasi Perhitungan Waktu Shalat*, 19.

namun dalam astronomi dikenal dengan 3 istilah fajar/down, yaitu:

a. *Astronomical Twilight*

Astronomical Twilight atau fajar astronomi didefinisikan sebagai akhir malam, ketika cahaya bintang mulai meredup karena mulai munculnya hamburan cahaya matahari. Ada yang mengatakan posisi matahari saat kondisi fajar astronomi berada pada 18°

b. *Nautical Twilight*

Nautical Twilight atau fajar nautika adalah fajar yang menampakkan ufuk bagi para pelaut. Pada kondisi ini ufuk dilaut sudah mulai terlihat. Ada yang mengatakan bahwa, posisi matahari pada kondisi ini berada pada sekitar 12°

c. *Civil Twilight*

Civil Twilight atau fajar sipil adalah fajar yang mulai menampakkan benda-benda di sekitar kita. Dalam hal ini, kondisi di daerah sekitar sudah mulai terang menandakan matahari akan segera terbit. Posisi matahari pada kondisi seperti ini berada pada sekitar 6° dibawah ufuk.⁴⁴

⁴⁴ Imam Qusthalaani, *Kajian Fajar Syafaq Perspektif Fikih Dan Astronomi*, 8.

G. Metode Penelitian

Berdasarkan pada kajian diatas, penulis menggunakan metode penelitian yang dianggap relevan guna mendukung upaya mengumpulkan dan menganalisis data-data dalam skripsi ini.

1. Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian dengan pendekatan kualitatif, karena dengan pendekatan ini penulis bisa menganalisis dengan mendalam. Penelitian seperti ini tidak bisa hanya sekedar dengan pendekatan kualitatif dengan analisis deskriptif. Akan tetapi penulis mempunyai pendapat bahwasannya dengan pendekatan kualitatif lebih menekankan pada pengumpulan informasi ataupun data lapangan pada suatu fenomena yang disajikan dengan grafik dan tabel.⁴⁵ Hal ini disebabkan karena di dalam penelitian lebih berkenaan dengan interpretasi terhadap data yang ditemukan. Penelitian ini bertujuan untuk mengungkap kejadian atau fakta, keadaan, dan fenomena yang terjadi pada saat penelitian berlangsung dan menyimpulkan apa yang sebenarnya terjadi.⁴⁶ Teknik pengumpulan data dilakukan secara penggabungan data dan kemudian analisis data. Dalam metode tersebut, menghasilkan data yang

⁴⁵ Jusuf Soewardji, *Pegantar Metodologi Penelitian*, (Jakarta: Mitra Wacana Media, 2012), 18.

⁴⁶ Isyfina Unai Zahroya, Uji Pengaruh Ketinggian Tempat Dengan Sky Quality Meter Terhadap Akurasi Waktu Shalat (Study Pemikiran Prof Thomas Jamaluddin), *Skripsi*, Universitas Islam Negeri Sunan Ampel, (Surabaya, 2019), 15.

bersifat deskriptif, layaknya seorang melakukan observasi.⁴⁷ Dalam observasi ini, pengambilan data yang paling utama adalah kecerahan langit. Hal ini sangat dibutuhkan dan menjadi sumber data primer, karena dengan data inilah penulis bisa melakukan observasi dan kemudian dianalisis yang didukung dari berbagai sumber data sekunder.

2. Sumber Data

Dalam penelitian ini terdapat dua sumber data, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer yang digunakan dalam penelitian ini diambil langsung dari data yang dikumpulkan secara khusus dan berhubungan langsung dengan permasalahan yang diteliti, yaitu data kecerahan langit yang didapat dari hasil observasi fajar shodiq dengan menggunakan Sky Quality Meter. Dalam penelitian ini, pengambilan data diambil dari hasil baca Sky Quality Meter dengan cara mengarahkan SQM ke arah zenith, dan ufuk timur. Kemudian, observasi tersebut juga dilakukan pada dua tempat, yakni pada tempat yang keadaan malamnya dengan kondisi gelap dan malam dengan kondisi terang, yang kemudian hasilnya akan diolah dan dianalisis oleh penulis. Hal ini dilakukan untuk mencari perbedaan terhadap awal munculnya fajar shadiq dari sisi arah pengambilan objek dan kondisi tempatnya. Hasil dari observasi inilah yang kemudian diimplementasikan ke dalam perhitungan awal waktu shalat shubuh untuk mencapai hasil yang lebih akurat.

⁴⁷ Sugiyono, *Memahami Penelitian Kualitatif*, (Bandung: Alfabeta, 2005),

Sedangkan data sekundernya diperoleh dari buku-buku, laporan penelitian, artikel-artikel, serta ensiklopedia yang ada keterkaitannya dengan materi yang dibahas. Diantaranya adalah hasil penelitian dari Tono Saksono terkait perlu dikoreksinya waktu shubuh yang semula hasil dip matahari -20° menjadi $-13,3$, kemudian juga merujuk pada tulisan pak Dhani, dimana waktu penelitian, SQM diarahkan ke arah zenith. Menurut saya itu juga menjadi problematika yang tidak kalah penting untuk kajian skripsi ini.

3. Teknik Pengumpulan Data

Untuk memperoleh data yang akurat dalam penilaian ini, penulis memerlukan teknik atau metode pengumpulan data sebagai berikut :

a. Observasi

Penelitian ini diperlukan observasi secara monitoring terhadap Sky Quality Meter untuk mendapatkan data-data kecerahan langit yang kemudian mengetahui waktu terjadinya awal fajar. Hasil bacaan Sky Quality Meter didefinisikan dalam besaran kecerlangan langit yaitu berupa magnitudo per satuan detik busur persegi (MPDB), sehingga lebih mudah untuk diteliti. Kegiatan observasi monitoring ini memerlukan lokasi yang cocok dengan menghindari polusi cahaya.

b. Dokumentasi

Dokumentasi merupakan sarana pembantu peneliti dalam mengumpulkan data atau informasi

dengan cara membuat surat-surat dan bahan tulis lainnya. Dengan demikian, peneliti dapat mempelajari dokumen-dokumen untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat.

4. Teknik Analisi Data

Dalam menganalisis data mengenai hasil baca yang diperoleh Sky Quality Meter, penulis menggunakan metode deskriptif analitik, yaitu metode penelitian yang bertujuan untuk meneliti dan menemukan informasi sebanyak-banyaknya dari data yang dihasilkan dari hasil baca Sky Quality Meter. Dalam hal ini, penulis menggunakan pendekatan standarisasi ketinggian matahari yang dipakai di Indonesia yang mengacu pada Badan Hisab Rukyat Kementrian Agama RI, karena yang dipakai sebagai acuan standar yang secara resmi dijadikan tolak ukur perhitungan awal waktu shalat di Indonesia. Proses analisis data dimulai dengan mengumpulkan data-data yang sudah ditangkap oleh sensor Sky Quality Meter. Setelah data-data tersebut terkumpul, kemudian penulis melakukan analisis dengan melihat pengaruh hasil terbitnya fajar apabila dilihat dari arah hadap sky quality meter yang berbeda. Kemudian setelah mendapat hasil dan ditarik kesimpulan, diimplementasikanlah hasil observasi tersebut kedalam algoritma awal waktu shalat shubuh.

H. Sistematika Pembahasan

Secara garis besar, penulisan skripsi ini disusun terdiri atas lima bab, dimana setiap bab terdapat sub-sub pembahasan sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Dalam bab ini meliputi latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan dan manfaat penulisan, telaah pustaka, kerangka teori, metode penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II KONSEP UMUM AWAL WAKTU SHALAT SHUBUH

Pada bab ini memaparkan tentang waktu shalat shubuh di Indonesia. Diantaranya meliputi pengertian waktu shalat, ketentuan syar'i terkait dengan awal waktu shalat, munculnya fajar shadiq, perhitungan awal waktu shalat, dan kajian tentang Sky Quality Meter. Penyajian data-data tersebut merupakan konsep dasar dalam pembahasan penelitian ini.

BAB III FUNGSI SKY QUALITY METER DALAM PENGAMBILAN DATA MUNCULNYA FAJAR SHODIQ, DILIHAT DARI DUA ARAH YANG BERBEDA.

Menegenai bab ini, membahas tentang spesifikasi Sky Quality Meter yang dipakai pengamatan, dan bagaimanan tahapan cara kerja alat tersebut. disamping itu dibutuhkanlah software pendukung yaitu Unihedron Device Manager, yang berfungsi sebagai aplikasi untuk mengatur UDM (Unihedron Devica Manager).

pembahasan koreksi ketinggian matahari dalam hasil yang terdahulu, diantaranya adalah riset yang dilaksanakan oleh Tono Saksono. kemudian membahas tentang pengaruh arah zenith Sky Quality Meter dalam pengambilan data fajar shadiq, dan juga membahas tentang pengaruh tempat gelap dan terang ketika waktu pengamatan fajar shadiq. Disinalah proses penyeragaman kondisi fisik alam, arah SQM ketika pengambilan data, dan tempat yang dipakai sebagai titik acuan standarisasi awal waktu shubuh. Melihat dari penelitian-penelitian sebelumnya, bahwa penulis mengangkat penelitian yang berbeda, yakni dengan membaca hasil munculnya fajar shadiq dari sudut/ arah pandang yang berbeda, yakni pada arah zenith, 45 derajat, dan ufuk timur. Dilanjutkan perbedaan tempat pada kondisi gelap dan terang.

BAB IV ANALISIS DATA MUNCULNYA FAJAR SHODIQ DARI HASIL BACA SKY QUALITY METER

Bab ini memuat hasil data penelitian dan menganalisis dari hasil observasi terhadap pengaruh beda arah Sky Quality Meter terhadap munculnya fajar shadiq dan juga pengaruh pengambilan data di tempat gelap dan terang. Dari hasil penelitian ini, akan mendapatkan hasil yang digunakan untuk menyelaraskan apa yang harus dipenuhi dalam penelitian awal munculnya fajar shadiq. Dilihat dari sisi kondisi alam, alat yang harus digunakan, waktu pengambilan data, dan lain-lain.

BAB V PENUTUP

Bab ini akan memuat kesimpulan atas bahasan yang penulis angkat, kemudian saran-saran dan kata penutup.

BAB II

TINJAUAN UMUM TENTANG WAKTU SHALAT DAN SKY QUALITY METER

A. Tinjauan Umum Tentang Waktu Shalat

Shalat menurut bahasa (*lughat*) berasal dari kata *shala*, *yashilu*, *shalatan*, yang mempunyai arti do'a. Sebagaimana dalam surat at-taubah ayat 103. sedangkan menurut istilah, shalat adalah suatu ibadah yang mengandung ucapan dan perbuatan yang dimulai dengan Takbiratul Ihram dan diakhiri dengan salam, dengan syarat-syarat tertentu.¹

Ibadah yang tidak bisa ditinggalkan baik dalam keadaan apapun dan tidak ada istilah depensasi. Shalat merupakan kewajiban bagi seluruh umat muslim dan merupakan perintah langsung dari Allah SWT, yang diberikan kepada Nabi Muhammad SAW ketika melaksanakan misi suci yaitu Isra' Mi'raj yang terjadi pada tanggal 27 rajab tahun 12 sesudah kenabian. dalam pelaksanaan ibadah shalat, yang pertama kali dilakukan adalah shalat dhuhur, baru kemudian sholat ashar, magrib, isya' dan terakhir sholat subuh. hal ini dijelaskan dari Hadits yang diriwayatkan oleh Bukhari Muslim Imam Syafi'i, an-nasa'i Ahmad bin hambal, Abu Daud Tirmidzi,

¹ Slamet Hambali, *Ilmu Falak 1 Penentuan Awal Waktu Shalat Dan Arah Kiblat Seluruh Dunia*, (Semarang: Program Pascasarjana IAIN Walisongo Semarang, 2013), 107.

Ibnu khuzaimah Al Hakim Al Baihaqi dan Abu Jafar Ath-Thahawiy.²

Shalat merupakan sarana berkomunikasi kepada Allah dalam sehari semalam. dalam faktanya, salat terikat pada waktu-waktu tertentu yang tidak bisa dilaksanakan dalam sembarang waktu. namun harus mengikuti petunjuk Alquran dan hadist serta penjelasan para ulama. istilah awal dan akhir waktu salat tidak ditentukan dalam Alquran maupun hadis, akan tetapi hanya ditemukan dalam literatur-literatur fiqih klasik. ulama biasanya membahas tentang waktu-waktu salat. Terkadang juga masuk dalam pembahasan syarat-syarat salat.³

Hanya saja, waktu-waktu salat yang ditunjukkan Al-Qur'an maupun hadis nabi hanya berupa fenomena alam, dalam surat al-Isra' ayat 78 misalnya,

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

Dirikanlah shalat sejak matahari tergelincir sampai gelapnya malam dan (laksanakan pula shalat) shubuh, sesungguhnya shalat shubuh itu disaksikan (oleh malaikat). (QS. A-Isra'/ 17:78)⁴

² *Ibid.*, 103.

³ Arwin Juli Rakhmadi, *Pengantar Ilmu Falak Teori, Praktik, dan Fiqih*, (Depok: PT Rajagrafindo Persada, 2018), 29.

⁴ Tim Penerjemah, *Al-Quran Dan Terjemahannya*, (Jakarta: Lajnah Pentashihan Mushaf Al-Quran Bidang Litbang Dan Diklat Kementerian Agama RI, 2019), 404-405.

Dalam hadist yang diriwayatkan oleh Tirmidzi juga disebutkan dalam penentuan awal waktu shalat sebagaimana berikut:

ان النبي صلى الله عليه وسلم قال: أمني جبريل عند البيت مرتين, فصلى الظهر فى الاولى منهما حين كان الفياء مثل الشراك, ثم صلى العصر حين كان كل شيء مثل ظله, ثم صلى المغرب حين وجبت الشمس وأفطر الصائم, ثم صلى العشاء حين غاب الشفق, ثم صلى الفجر حين برق الفجر, وحرّم الطعام على الصائم, وصلى المرة الثانية الظهر حين كان ظل شيء مثله لوقت العصر با لأمس, ثم صلى العصر حين كان ظل كل شيء مثليه, ثم صلى المغرب لوقته الأول, ثم صلى العشاء الآخرة حين ذهب ثلث الليل, ثم صلى الصبح حين أسفرت الأرض, ثم التفت إلي جبريل, فقال: يا محمد, هذا وقت الأنبياء من قبلك, والوقت فيما بين هذين الوقتين.

Sesungguhnya Nabi Muhammad SAW bersabda: “ saya tidak tahu Malaikat Jibril di Baitullah 2 kali. kemudian dia salat Dhuhur saat pertama kali ketika bayangan sepanjang tali sandal. kemudian salat ashar ketika bayangan suatu benda ada sama dengan panjang benda. kemudian salat magrib ketika terbenamnya matahari dan orang-orang yang berpuasa sedang berbuka. kemudian salat Isya ketika hilangnya syafaq Al Ahmar. kemudian salat subuh ketika muncul Sinar Fajar Shodiq dan diharamkan kan makan bagi orang yang berpuasa. dan untuk kedua kalinya nya nya, Malaikat

Jibril salat zuhur ketika Panjang suatu benda sama dengan tinggi bendanya sebagaimana waktu salat asar sebelumnya. kemudian salat ashar ketika panjang bayangan suatu benda sepanjang dua kali lipat tinggi benda itu. kemudian salat magrib sebagaimana yang pertama. kemudian surat Isya yang terakhir ketika hilangnya sepertiga malam. kemudian salat subuh ketika (cahaya yang tampak di bumi) tampak kuning. kemudian Jibril menoleh kepadaku. kemudian ia mengatakan, Hai Muhammad..., inilah waktu-waktu Nabi sebelum waktu salat adalah antara dua ini”. (HR. Tirmidzi)⁵

Dalam kutipan ayat Al-Qur’an diatas, kalau tidak menggunakan ilmu falak, tentunya akan mengalami kesulitan dalam menentukan awal waktu shalat. Untuk menentukan awal waktu dhuhur, biasanya kita harus keluar rumah dengan melihat matahari berkulminasi. Demikian pula untuk menentukan awal waktu ashar, kita juga harus keluar rumah dengan membawa tongkat yang kemudian kita ukur dan kita bandingkan dengan panjang bayangan tongkat itu dan seterusnya.⁶

Kedudukan matahari yang dimaksud adalah ketika posisi matahari sedang berkulminasi, titik pusat matahari berkedudukan tepat di Meridian. Akan tetapi jika matahari tidak berkulminasi di Zenith, bayang-bayang benda yang terpanjang tegak lurus di atas tanah, membujur tempat menaruh

⁵ M. Ihtirozun Ni’am, Akurasi Perhitungan Waktu Shalat Dalam Pelayaran (Studi di Sekolah Tinggi Maritim dan Transport AMNI Semarang), *Tesis*, Universitas Islam Negeri Walisongo, (Semarang, 2017), 30-31.

⁶ Muhayiddin Khazin, *Ilmu Falak Dalam Teori Dan Praktik*, (Yogyakarta: Buana Pustaka, 2005), 81.

utara-selatan. Setelah titik pusat matahari dalam perjalanan matahari ke arah barat, melepaskan diri dari Meridian, ujung bayangan benda yang terpanjang tegak lurus akan melepaskan diri dari Utara Selatan dan membelok ke sebelah timur.⁷

Artinya, untuk mengetahui perubahan alam ketika masuk waktu dzuhur dan ashar, cukuplah mudah bagi kita karena objek yang dijadikan sebagai patokan dalam perubahan waktu shalat ketika matahari sudah diatas ufuk, terlebih sudah memungkinkan untuk dilihat, kecuali memang terkendala oleh cuaca. Dalam pengamatan di waktu tersebut, pengamat cukup melihat dengan mata telanjang sudah bisa, tidak perlu dengan menggunakan alat guna mendeteksi cahaya matahari.

Dari nash-nash tersebut, kemudian sebagian para ulama menjelaskan secara detail perubahan-perubahan alam ketika memasuki waktu shalat, diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Waktu Dhuhur dimulai sejak matahari tergelincir, yaitu sesaat setelah matahari mencapai titik kulminasi dalam peredaran hariannya sampai tiba waktu Ashar. disebutkan pula Ketika bayang-bayang sama panjang dengan benda.⁸
2. Waktu Ashar dimulai ketika Panjang Bayangan benda sama dengan panjang benda ditambah

⁷ A. Jamil, *Ilmu Falak Teori Dan Aplikasi Arah Qiblat, Awal Waktu, Dan Awal Tahun (Hisab Kontemporer)*, (Jakarta: Amzah, 2018), 33.

⁸ *Ilmu Falak Praktis*, (Jakarta: Sub Direktorat Pembinaan Syariah Dan Hisab Rukyat, 2013), 85.

panjang bayangan ketika istiwa'.⁹ Artinya jika panjang benda 10 cm dan panjang bayangannya 1 cm, maka ke-3 panjang bayangan sudah mencapai 11 cm itu sudah udah mulai masuk waktu ashar.

3. Waktu shalat maghrib diawali saat matahari terbenam diufuk barat sampai hilangnya cahaya merah dilangit. Secara astronomis, waktu maghrib dimulai saat seluruh piringan matahari masuk ke horizon yang terlihat.¹⁰
4. Waktu isya' dimulai ketika sejak hilangnya mega merah sampai separuh malam, ada juga yang mengatakan sepertiga malam, ada juga yang menyatakan akhir shalat isya adalah terbitnya fajar.¹¹
5. Waktu shubuh dimulai ketika terbit fajar shodiq hingga terbitnya matahari. Ulama' sepakat, bahwa waktu shubuh bermula ketika terbit fajar yang kedua (*al-fajr as-sany*) atau disebut juga *al-fajr as-sadiq* sampai dengan terbitnya matahari.¹²

Dalam Al-Qur'an, Allah SWT berfirman:

⁹ *Ibid.* 85

¹⁰ Abu Sabda, *Ilmu Falak Rumusan Syar'i Dan Astronomi Waktu Shalat Dan Arah Kiblat*, (Bandung: Persis Pers, 2020), 59.

¹¹ Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis Metode Hisab Rukyat Praktis Dan Solusi Permasalahannya*, (Semarang: PT. Pustaka Rizki Putra, 2012), 83.

¹² Arwin Juli Rakhmadi, *Pengantar Ilmu Falak Teori, Praktik, dan Fikih*. (Depok: PT. Raja Grafindo, 2018), 37.

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

*Makan dan minumlah kamu hingga jelas bagimu
benang utih dari benang hitam, yaitu fajar. (Q.S.
Al-Baqarah : 187)*

Kata “*al-fajru*” dalam ayat diatas menunjukkan kepada waktu memulai berpuasa, yang sekaligus manunjukkan masuknya awal waktu shalat shubuh sebagaimana yang disebutkan dalam hadist dari Aldullah bin Umar, “...dan waktu shalat shubuh sejak terbit fajar selama belum ternitmatahari (HR. Muslim, Abu Daud, an-Nasa’i, Baihaqi, dan Ahmad).

Untuk mengetahui manakah *al-fajru* yang dimaksud dalam surat al-Baqarah [2]: 187 di atas, kita perhatikan penjelasan para ulama, diantaranya adalah Ibnu Manzur. Beliau berkata: “*Fajar adalah cahaya shubu, yaitu sinar merahnya matahari di kegelapan malam. Dan fajar itu ada dua macam. Pertama, fajar mustafil (menjulang ke atas). Ini adalah fajar jazzub yang biasa disebut zanubu sirhan (ekor srigala). Sedangkan fajar yang kedua adalah fajar fajar mustatir (menyebar), ini adalah fajar shodiq yang menyebar di ufuk, yang dengannya haram makan dan minum bagi yang berpuasa. Dan waktu shubuh tidak dikatakan masuk, kecuali dengan terbitnya fajar shodiq.*”

Kemudian Imam Ibnu Jarir at-Tabari berkat: “*Firman Allah SWT . minal fajri, sesungguhnya Allah SWT berfirman (terbit fajar) maksdnya ketika jelas bagi kalian benang putih*

dari benang hitam yang mana dia adalah sebagian dari fajar, bukan keseluruhan fajar". Selain itu, Imam al-Qurtubi juga berkata, bahwa: "*Dinamai fajar shodiq itu benang, karena yang muncul berupa warna putih terlihat memanjang seperti benang.*"¹³

Dari pendapat beberapa ulama' mengenai masuknya waktu shalat, hingga saat ini masih ada sedikit polemik tentang masuknya waktu shubuh. memang telah sepakat bahwasannya masuknya waktu shubuh adalah ketika terbitnya fajar shodiq. Akan tetapi yang menjadi perbedaan adalah dimana waktu yang tepat ketika fajar shodiq terbit.

Artinya, masih perlu diadakannya penyesuaian dan koreksi supaya lebih presisi dalam penentuan awal waktu shubuh, yang mana hingga saat ini masih menjadi perbedaan penentuan awal waktu shalat shubuh. padahal sudah sepakat sama-sama menggunakan objek ketika terbitnya fajar shodiq. Dari kasus ini, penulis mengambil contoh 2 organisasi yang mayoritas diikuti oleh masyarakat Indonesia. Yakni Nahdlatul Ulama' dan Muhammadiyah.

Pada saat ini, Nahdlatul Ulama' mempunyai pendapat yang sama dengan BHR (Badan Hisab Rukyat) Kementerian Agama RI, yakni menggunakan nilai -20 derajat untuk ketinggian matahari yang pada ketinggian tersebut bersamaan dengan terbitnya fajar shodiq.

¹³ Abu Sabda, *Ilmu Falak Rumusan Syar'i Dan Astronomi Waktu Shalat Dan Arah Kiblat*, (Bandung: Persis Pers, 2020), 68-69.

Data terbaru tentang rukyah fajar yang dilakukan oleh Pengurus Cabang (PC) Lembaga Falakiyah Nahdlatul Ulama' (LFNU) Gresik terdeteksi 18,1 derajat di bawah ufuk, yakni di Labuhan Bajo, Nusa Tenggara Timur selama dua hari. Angka 18,1 derajat dibawah ufuk menunjukkan bahwa pendapat terdahulu yang menyatakan kedudukan matahari antara 18 derajat sampai 20 derajat dibawah ufuk masih bisa diterima eksistensinya.¹⁴

Direktur Jenderal Bimbingan Masyarakat Islam (Bimas Islam) Kementerian Agama RI, Kamaruddin Amin memastikan bahwa kriteria waktu shubuh pada posisi matahari 20 derajat dibawah ufuk sudah benar, baik dilihat dari sisi fiqih maupun sains. Kementerian Agama melalui tim falakiyah menyepakati bahwa kriteria waktu shubuh pada posisi matahari 20 derajat dibawah ufuk yang digunakan dalam pembuatan jadwal shalat Kementerian Agama sudah benar sesuai fikih dan sains. Kriteria tersebut berdasarkan hasil observasi rukyat fajar yang dilakukan oleh tim falakiyah di Labohan Bajo pada tahun 2018 dan juga observasi rukyat fajar di Banyuwangi yang dilakukan oleh peneliti dari Lembaga Falakiyah Nahdlatul Ulama'.¹⁵

¹⁴ NU Online, *Bahtsul Masail NU Jatim Bahas Waktu Shalat Shubuh Yang Dipersoalkan*, dikutip dalam <https://www.nu.or.id/post/read/117258/bahtsul-masail-nu-jatim-bahas-waktu-shalat-subuh-yang-dipersoalkan>, diakses pada tanggal 21 Januari 2021, pukul 17.15 WIB.

¹⁵ NU Online, *Kriteria Waktu Shubuh -20 Derajat Benar Secara Fiqih dan Sains*, dikutip dalam <https://www.nu.or.id/post/read/125439/kemenag-kriteria-waktu-subuh--20-derajat-benar-secara-fiqih-dan-sains>, diakses pada tanggal 22 Januari 2021, pukul 07.15 WIB.

Penjelasan dari beberapa tokoh di lingkup lembaga Nahdlatul Ulama', pastinya juga ada perbedaan dari lembaga yang lain. Seperti halnya Muhammadiyah. Bulan 20 Desember 2020, PP Muhammadiyah menyelenggarakan konferensi pers. Dalam acara tersebut, diantaranya membahas tentang ketinggian matahari ketika mulai masuk waktu shubuh. telah ditetapkan bahwasannya tinggi matahari ketika masuk waktu shubuh adalah 18 derajat dibawah ufuk. Artinya ketika munculnya fajar shodiq matahari berada di ketinggian 18 derajat dibawah ufuk, waktu shalat shubuh mundur 8 menit. Dititik inilah yang menjadi perbedaan masuknya waktu shalat shubuh.

Dengan adanya koreksi dua derajat itu, maka waktu shalat shubuh saat ini diundur sekitar 8 menit, misalnya ketika di Indonesia bagiat barat mulai masuk waktu shubuh jam 03.50, maka awal waktu shubuhnya mundur menjadi 03.58 menit. Sekretaris Majelis Tarjih Pimpinan Pusat Muhammadiyah Mohamad Mas'ud mengatakan, bahwa ketinggian matahari pada waktu shubuh di angka -20 derajat perlu dikoreksi, dan Majelis Tarjih menilai -18 derajat merupakan angka yang lebih akurat.¹⁶

¹⁶ Tribun News, *Munas Tarjih Muhammadiyah Waktu Shbuh Berubah, Mundur 8 Menit*, dikutip <https://www.tribunnews.com/nasional/2020/12/21/hasil-munas-tarjih-muhammadiyah-ke-31-waktu-subuh-berubah-mundur-8-menit>, diakses pada tanggal 23 Januari 2021, pukul 01.08 WIB.

B. Tinjauan Umum Tentang Munculnya Fajar

Shodiq

Terjadinya siang dan malam merupakan akibat dari perputaran bumi pada porosnya dan perjalanan matahari pada orbitnya. Perputaran bumi menyebabkan pergantian siang dan malam, sedangkan pergerakan bumi pada orbitnya untuk mengelilingi matahari menyebabkan perbedaan rentang waktu malam dan siang yang tidak sama pada waktu-waktu tertentu.¹⁷ Meskipun seolah-olah yang bergerak adalah matahari, yang setiap harinya matahari terlihat terbit dari timur dan terbenam ke barat akan tetapi sejatinya yang berputar adalah bumi. Hal itu hanyalah gerak semu matahari.

Pergerakan bumi yang mengakibatkan pergantian antara siang dan malam merupakan fenomena yang sangat berkaitan dengan masuknya waktu shalat. Terutama masuknya awal waktu shalat shubuh dan awal waktu shalat maghrib. Dalam penelitian ini, penulis lebih fokus pada awal waktu shubuh, karena inti dalam pembahasan ini adalah terbitnya fajar shodiq. Dalam hadist nabi mengatakan, yakni masuknya waktu shubuh ketika terbitnya fajar shodiq. Diwaktu itulah transisi pergantian malam ke siang (matahari terbit).

Dalam Al-Qur'an kata fajar disebutkan :

1. QS. Al-Baqarah (2:187) : ayat ini menjelaskan/ berkaitan dengan memulai ibadah puasa.

¹⁷ *Penciptaan Jagat Raya Dalam Perspektif Al-Qur'an dan Sains*, (Jakarta: Kementerian Agama RI, 2012), 88.

2. Q.S. Al-Isra' (17:78) kata fajar disebutkan dua kali, ayat ini menjelaskan/ berkaitan dengan waktu-waktu shalat dan shalat shubuh.
3. Q.S. An-Nur (24:58) ayat ini menjelaskan/ berkaitan dengan etika pergaulan dalam keluarga atau rumah tangga.
4. Q.S. Fajr (89:1) ayat ini menjelaskan/ berkaitan dengan pentingnya keadaan waktu fajar menjelang saat akhir fajar.
5. Q.S. Al-Qadr (97:5) ayat ini menjelaskan/ berkaitan dengan keistimewaan dan kemulyaan ibadah semalam (malam qadar) sampai terbit fajar.

Kelima ayat Al-Qur'an tersebut di atas tidak ada pertentangan dan hubungan ayat satu dengan ayat yang lain saling berkaitan, harmonis saling melengkapi dan saling sempurnakan dimana ayat ini menjelaskan pentingnya memperhatikan dan menghargai waktu untuk memulai dan mengakhiri suatu ibadah. Waktu terbit fajar waktu menjelang saat pergantian waktu malam dan siang, sebagai tanda batas berakhirnya malam malam dengan terbit matahari.sebagai tanda waktu siang telah datang.¹⁸

Merujuk pada ketentuan hadist, Nabi Muhamad SAW pernah melakukan shalat shubuh dalam keadaan dan suasana fenomena alam pagi hari masih gelap.

¹⁸ Qomarus Zaman. Terbit Fajar Dan Waktu Subuh (Kajian Nash Syar'i Dan Astronomi), *Alhakim*, vol. 2, no. 1, Tahun 2018, 31-32.

إن كان رسول الله صلى الله عليه وسلم ليصلي
الصبح فينصرف النساء متعلفات بمروطهن ما
يعرفن من الغسل

Artinya : *Jika Rasulullah SAW melaksanakan shalat shubuh, maka kaum wanita ikut melaksanakannya dengan menjulurkan kain ke tubuh mereka sehingga mereka tidak dapat dikenali karena gelapnya hari.*¹⁹

Artinya awal waktu shubuh dimulai sejak terbitnya fajar. Dalam hadist juga menyebutkan fajar terbagi atas fajar *kadzib* dan *shodiq*. Untuk memahami terkait hal ini, perlu diketahui fenomena fajar yang dimaksud. Fajar yang pertama adalah waktu yang diperbolehkan makan dan minum (makan sahur) dan waktu yang dilarang melakukan shalat shubuh disebut *fajar kadzib*. Fajar yang kedua adalah waktu yang dilarang untuk makan dan minum (makan sahur) dan waktu yang diperbolehkan shalat shubuh disebut *fajar shodiq*.

Fajar kadzib adalah fajar yang terbit dini hari menjelang pagi yang cahayanya agak terang yang memanjang dan mengarah ke atas dari timur ke barat tengah langit (vertikal). Kemudian langit menjadi gelap kembali yang bentuknya seperti ekor srigala. Sedangkan fajar shodiq adalah fajar yang dini hari menjelang pagi yang cahayanya berupa cahaya putih terang yang menyebar dan berhamburan di ufuk timur membentang utara ke selatan (horizontal) yang akan muncul beberapa saat

¹⁹ *Ibid.*, 33.

sebelum matahari terbit. Waktu antara fajar shadiq dan terbitnya matahari itulah yang menjadi waktu untuk shalat shubuh.²⁰

Al- Bukhary juga berkata: “ Hadits yang paling sahih dalam hal waktu shalat adalah hadits dari Jabir. Dan Hadits Jabir dalam hal waktu diriwayatkan oleh Atha’ obn Abi Rabah, Amr ibn Dinnar Az-Zubair mirip dengan hadits Wahab bin Kaisan dari Jabir dari Nabi Muhammad SAW.” Secara astronomis, fajar shadiq dipahami sebagai awal dari senja astronomi, dimulai dari munculnya cahaya di ufuk timur sebelum matahari terbit ketika matahari kurang lebih 18 derajat dibawah ufuk (jarak zenith 110 derajat), yang juga digunakan oleh Badan Hiab Rukyat Kementerian Agama Republik Indonesia. Fajar shadiq disebabkan oleh hamburan sinar matahari di atmosfer bagian atas. Ini berbeda dengan apa yang disebut fajar kadzib (semu) dalam istilah astronomi disebut cahaya zodiak yang disebabkan oleh hamburan sinar matahari oleh debu antar planet.²¹

Dalam astronomi, fajar (morning twilight) dibagi menjadi tiga, yaitu fajar astronomi, fajar nautika, dan fajar sipil. Fajar astronomi didefinisikan sebagai akhir malam, ketika cahaya bintang mulai meredup karena mulai munculnya hamburan cahaya matahari. Biasanya didefinisikan berdasarkan kurva cahaya, fajar astronomi ketika matahari berada sekitar 18 derajat dibawah ufuk. Yang kedua adalah fajar nautika, yaitu

²⁰ *Ibid.*, 36.

²¹ Muhammad Rifqi Hasan. “Astronomical Interpretation Of Early Prayer Times (Study Of Differences In Determination Of Early Prayer Times From The Text And Astronomical Prespective)”, *Al-Hilal: Journal Of Islamic Astronomy*, vol. 2, no. 2, 2020, 207.

fajar yang menampakkan ufuk bagi para pelaut, pada saat matahari berada sekitar 12 derajat di bawah ufuk. Yang ketiga adalah fajar sipil, yaitu fajar yang mulai menampakkan benda-benda di sekitar kita, pada saat matahari berada sekitar 6 derajat dibawah ufuk.²²

Pengamatan visual yang dilakukan oleh Prof. Thomas Djamaluddin yang secara umum menggambarkan karakteristik fajar astronomi sebagai awal shubuh, fajar nautika, dan fajar sipil.

1. Fajar astronomi tampak di ufuk timur dalam kondisi masih gelap. Galaksi bima sakti di atas kepala masih terlihat dan kita belum bisa mengenali orang disekitar kita. Itu sesuai dengan ungkapan dalam hadist Aisyah, bahwa sesudah shalat bersama Rasul para wanita pulang tidak saling mengenal. Juga sesuai dengan isyarat di dalam QS. Ath-Thur (52):49 “Dan bertasbihlah kepada-Nya pada sebagian malam dan ketika bintang-bintang meredup”. Munculnya fajar *shadiq* (fajar sesungguhnya, fajar astronomi) ditandai dengan meredupnya bintang-bintang di ufuk timur karena mulai munculnya cahaya akibat hamburan cahaya matahari oleh atmosfer. Itulah awal waktu shubuh.

²² Thomas Djamaluddin, Waktu Subuh Ditinjau Secara Astronomi dan Syar’i, dikutip dalam <https://tdjamaluddin.wordpress.com/2010/04/15/waktu-shubuh-ditinjau-secara-astronomi-dan-syari/>, diakses pada tanggal 29 Januari 2021 pukul 14.37 WIB.

2. Fajar nautika ditandainya dengan mulai makin terangnya ufuk timur. Itu ditandainya dengan garis batas ufuk mulai terlihat dengan jelas. Di Labuan Bajo ufuk timur ada bukit. Cahaya fajar di latar belakang yang makin terang mulai menampakkan bentuk bukit yang lebih jelas. Orang di samping kita masih terlihat remang-remang, wajahnya belum tampak jelas.
3. Fajar sipil ditandai dengan makin terangnya kondisi di sekitar kita, sebelum matahari terbit. Warna fajar mulai agak memerah di bagian bawahnya. Wajah orang sudah bisa kita kenali dengan baik.²³

Dalam kondisi tertentu sangat mungkin fajar sudah muncul sebelum posisi matahari 18 derajat dibawah ufuk, misalnya saat tebal atmosfer bertambah ketika aktivitas matahari meningkat atau saat kondisi udara tertentu antara lain kandungan debu yang tinggi, sehingga cahaya matahari mmpu dihamburkan oleh lapisan atmosfer yang lebih tinggi. Akibatnya, walau posisi matahari masih kurang tinggi dari 18 derajat di bawah ufuk, cahaya fajar sudah tampak.²⁴

²³ Thomas Djamaluddin, *Penentuan Waktu Shubuh: Pengamatan dan Pengukuran Fajar di Labuhan Bajo*, dikutip dalam <https://tdjamaluddin.wordpress.com/2018/04/30/penentuan-waktu-shubuh-pengamatan-dan-pengukuran-fajar-di-labuhan-bajo/>, diakses pada tanggal 29 Januari 2021 pukul 15.32 WIB.

²⁴ Thomas Djamaluddin, *Waktu Shubuh Ditinjau Secara Astronomi dan Syar'i*, dikutip dalam <https://tdjamaluddin.wordpress.com/2010/04/15/waktu-shubuh-ditinjau-secara-astronomi-dan-syari/>, diakses pada tanggal 29 Januari 2021 pukul 16.57 WIB.

Demikian istilah-istilah fajar yang dilihat dari sudut pandang astronomi. Dalam hal ini, ada beberapa perbedaan dalam munculnya fajar. Sebagian ilmuwan astronomi berpendapat bahwa masuknya awal waktu shubuh yaitu pada saat fajar astronomi (*astronomical twilight*). Kondisi pada saat fajar astronomi matahari berada pada posisi sekitar 20 derajat dibawah ufuk. Dalam penemuan ini juga dipakai oleh Departemen Agama RI sebagai acuan awal waktu shalat shubuh untuk masyarakat Indonesia. Kemudian juga dianut oleh kelompok Nahdlatul Ulama' sebagai acuan untuk menentukan awal waktu shalat shubuh.

Beda halnya dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh ketua Himpunan Ilmuwan Muhammadiyah, Tono Saksono yang mendapatkan hasil 13,4 derajat dibawah ufuk untuk ketinggian matahari ketika masuk waktu shalat shubuh. Dalam penelitian tersebut beliau juga sama halnya dengan Prof. Thomas Djamaluddin, yakni dengan menggunakan alat Sky Quality Meter (SQM) serta kamera Digital Single Lens Reflex (DSLR). Sebelumnya, beliau juga telah mengoreksi masuknya waktu shubuh di Indonesia yang selama ini dianggap terlalu dini. Beliau juga mengatakan bahwa sudah punya sekitar 220 hari pengamatan untuk shubuh dan belasan lokasi pengamatan.²⁵

²⁵ Akhlanudin Uhamka, *Waktu Isya dan Subuh di Indonesia Disebut Tidak Tepat*, dikutip dalam <https://gema.uhamka.ac.id/2020/04/27/waktu-isyadan-subuh-di-indonesia-disebut-tidak-tepat/>, diakses pada tanggal 30 Januari 2021 pukul 22.00 WIB.

Dari perbedaan penelitian tersebut ada dua tulisan yang menjadi titik acuan. Yang pertama adalah tulisan dari Dhani Herdiwijaya, dimana beliau menulis tentang penentuan awal waktu shubuh itu ketika SQM diarahkan ke titik zenith. Hakikatnya, matahari mulai terbit dari arah timur, dan juga bisa mulai terlihat dari ufuk timur. Untuk tulisan yang kedua adalah dari M. Basthoni dengan dengan kajian penentuan awal waktu shubuh, tetapi ada perbandingan tempat pengambilan data. Ada yang bertempat di lokasi yang mempunyai kategori tempat terang, dan ada juga yang bertempat di lokasi yang mempunyai kategori gelap, akan tetapi tidak ada perbandingan arah hadap sky quality meter ketika pengambilan data matahari.

Artinya, kesimpulan penelitian tentang masuknya waktu shubuh di Indonesia masih berbeda. Tentunya perbedaan ini sangatlah wajar, karena penentuan kriteria fajar termasuk hasil dari ijtihadiah. Di Indonesia, ijtihad yang digunakan adalah ketika posisi matahari 20 derajat dibawah ufuk, dengan landasan syar'i dan astronomis yang dianggap kuat. Yang saat ini digunakan oleh Departemen Agama RI untuk jadwal shalat yang beredar di Indonesia.

Jika pada saat ini ada perbedaan pada perhitungan awal waktu shalat shubuh, hal itu bisa saja disebabkan oleh beberapa hal. Yang pertama adalah ada yang berpendapat bahwa fajar shodiq ditentukan dengan kriteria fajar astronomis ketika posisi matahari berada di angka 18 derajat dibawah ufuk. Yang kedua bisa saja ada yang berpendapat fajar shodiq bukan ditentukan dari kriteria fajar shodiq. Ketika terjadi perbedaan sekitar 24

menit, maka hal seperti itu sangatlah wajar, karena dalam interpretasi ijtihadiyah.²⁶

Kemudian perbedaan hasil ijtihad dalam penentuan awal waktu shubuh bisa saja terjadi pada metode perhitungannya, ataupun bisa saja dalam meletakkan dan mengarahkan Sky Quality Meter, jika pada saat observasi menggunakan alat tersebut. Ketika memang perbedaan hasil ketinggian matahari terjadi pada saat memosisikan alat Sky Quality Meter, maka dalam hal ini perlu diseragamkan supaya mendapatkan hasil yang lebih presisi dan juga untuk menyatukan awal waktu shubuh di wilayah Indonesia.

C. Tinjauan Umum Tentang Perhitungan Awal Waktu Shalat

Pada dasarnya, penentuan awal waktu shalat itu didasarkan pada tanda-tanda alam yang sudah ada. Kemudian ditetapkan oleh *fuqoha* melalui mekanisme *istimbatul ahkam* (tanda-tanda alam). Dalam penentuan awal waktu shalat ini, berkaitan erat dengan ketinggian matahari. Dalam algoritma perhitungan awal waktu shalat, perlu diketahui bahwasannya dalam penjelasan *fuqoha'* diatas, para ahli falak kemudian mencoba menghitung dalam satuan jam.

Waktu shalat berlaku lokalitas sesuai data yang dimasukkan dalam perhitungan. Data lintang dan bujur yang

²⁶ Thomas Djamaluddin, *Waktu Shubuh Ditinjau Secara Astronomi dan Syar'i*, dikutip dalam <https://tdjamaluddin.wordpress.com/2010/04/15/waktu-shubuh-ditinjau-secara-astronomi-dan-syari/>, diakses pada tanggal 31 Januari 2021 pukul 09.54 WIB.

menjadi referensi perhitungan berlakunya jadwal waktu shalat tersebut. ditambah dengan data-data lainnya. Pada umumnya perhitungan waktu shalat ini bisa dihitung dengan dengan berbagai cara. Bisa saja dengan menggunakan ephemeris, program implementasi algoritma J. Meeus, dan lain-lain²⁷

Sebelumnya, data yang perlu diketahui untuk mengetahui awal waktu shalat adalah data lintang tempat, bujur tempat, deklinasi matahari, *equation of time*, bujur daerah. Kemudian tahap selanjutnya adalah dengan mengetahui tinggi matahari. Dalam perhitungan tersebut yang dilakukan oleh ahli falak adalah mencari korelasi indikator waktu shalat diatas dengan ketinggian matahari

1. Menentukan Ketinggian Matahari

Terbenamnya matahari sebagai indikator masuknya waktu shalat maghrib yang berkorelasi dengan matahari saat berada pada ketinggian 1 derajat dibawah ufuk. Data tersebut sebagaimana yang tertera di dalam Ephemeris Hisab Rukyat 2020 Kementerian Agama RI.²⁸ Slamet Hambali memaparkan bahwa ketinggian matahari saat maghrib in didapatkan dari hasil penjumlahan semi

²⁷ Encep Abdul Rojak, dkk., Koreksi Ketinggian tempat terhadap fikih waktu salat (Analisis Jadwal Waktu Shalat Kota Bandung), *Al-Ahkam*, vol. 27, no. 2, Oktober, 2017, 258.

²⁸ Kementerian Agama RI, *Ephemeris Hisab Rukyat 2020*, (Jakarta: Direktort Urusan Agama Islam Dan Pembinaan Syariah Direktorat Jenderal Bimbingan Masyarakat Islam Kementerian Agama RI, 2019), 421.

diameter matahari (SD)²⁹, koreksi refraksi (Ref)³⁰, dan koreksi kerendahan ufuk (Dip). Ketiganya dijumlahkan dalam bentuk negatif.

Dengan nilai refraksi 34', semi diameter matahari rata-rata 16', dan asumsi kerendahan ufuk 10'. Maka, akan didapatkan tinggi matahari saat terbenam $-(34'+16'+10') = -1^\circ$. Kerendahan ufuk sendiri dipengaruhi oleh ketinggian pengamat. Artinya, semakin tinggi pengamat, semakin pula nilai koreksi kerendahan ufuk, sehingga ketinggian matahari bisa -1° , atau lebih dari -1° , atau kurang dari -1° . Namun secara aproksimasi ketinggian matahari pada posisi -1° untuk terbenamnya matahari saat maghrib cukup memadai.³¹

Waktu shubuh, jatuh ketika terbitnya fajar shodiq. setelah diamati, terbitnya fajar shodiq ini berkorelasi dengan matahari saat ketinggiannya -19° ditambah ketinggian matahari saat terbit. Dalam hal ini ada perbedaan diantara pendapat fuqoha' dan juga ilmuwan astronomi terkait ketinggian matahari

²⁹ SD adalah singkatan dari semi diameter matahari, yang besar kecilnya tidak menentu tergantung jauh dekatnya jarak bumi – matahari, sedangkan semi diameter matahari rata-rata adalah $0^\circ 16'$. Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis*, (Semarang: PT Pustaka Rizki Putra, 2017), 84.

³⁰ Refraksi adalah pembiasan atau pembelokan cahaya matahari karena matahari tidak dalam posisi tegak, refraksi tertinggi adalah ketika matahari terbenam yaitu $0^\circ 34'$. Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis*, (Semarang: PT Pustaka Rizki Putra, 2017), 84.

³¹ M. Ihtirozun Niam, *Akurasi*, 33-34.

ketika munculnya fajar shodiq. Akan tetapi masyarakat Indonesia umumnya memakai nilai -20° .

Ketinggian matahari saat terbit sama dengan ketinggian matahari saat terbenam. Hanya saja, ketika matahari terbenam posisi matahari berada di barat, kalau matahari terbit, posisi matahari berada di timur. Setelah diketahui asal usul ketinggian matahari pada waktu maghrib, bisa dilanjutkan untuk mengetahui ketinggian matahari untuk waktu shalat yang lainnya.

- a) Maghrib : $-1^{\circ 32}$
- b) Isya' : $-17^{\circ} + h \text{ maghrib} = -18^{\circ 33}$
- c) Thulu' : $-1^{\circ 34}$
- d) Shubuh : $-19^{\circ} + h \text{ thulu}' = -20^{\circ 35}$
- e) Imsak : 10 menit sebelum shubuh³⁶
- f) Dhuha : ada yang berpendapat $3,5^{\circ}$
ada juga yang berpendapat $4,5^{\circ 37}$
- g) Dzuhur : adapun waktu dzuhur, dalam redaksi kitab fikih, dinyatakan pada saat zawal atau bergesernya matahari dari titik kulminasi ke arah barat. Dalam ilmu falak, fenomena alam tersebut

³² Kementerian Agama RI, *Ephemeris Hisab Rukyat 2020*, 421.

³³ Slamet Hambali, *Ilmu Falak I*, 146.

³⁴ Kementerian Agama RI, *Ephemeris Hisab Rukyat 2020*, 421.

³⁵ Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis*, 147.

³⁶ Kementerian Agama RI, *Ephemeris Hisab Rukyat 2020*, 421.

³⁷ Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis*, 149.

dinyatakan pada saat pukul 12.00 waktu hakiki ditambah ikhtiyat..³⁸

h) Ashar : $\text{Cotan } h \text{ ashar} = \tan ZM + 1$

Dimana :

$h \text{ ashar} = \text{tinggi matahari saat ashar}$

$ZM = \text{Jarak znith matahari} = DM - LT^{39}$

2. Perhitungan Sudut Waktu

Sudut waktu dapat diperhitungkan ketika diketahui nilai lintang tempat, deklinasi matahari, dan tinggi matahari. Dalam perhitungan sudut waktu, inilah teori trigonometri bolah digunakan.⁴⁰ Slamet Hambali menghitung sudut waktu dengan rumus sebagaimana berikut:

$$\text{Cos } t = \sin h / \cos \Phi / \cos \delta - \tan \Phi \times \tan \delta^{41}$$

Dimana :

T = sudut waktu matahari

H = ketinggian matahari

Φ = lintang tempat

Δ = deklinasi matahari

Catatan : Ashar, Maghrib, Dan Isya', $t = +$ (positif),
Shubuh, Terbit, dan Dhuha, $t = -$
(negatif)⁴²

³⁸ Slamet Hambali, *Ilmu Falak 1*, 142.

³⁹ Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis*, 144.

⁴⁰ M. Ihtirozun Niam, *Akurasi*, 36.

⁴¹ Slamet Hambali, *Ilmu Falak 1*, 142.

⁴² *Ilmu Falak Praktis*, (Jakarta: Sub Direktorat Pembinaan Syariah Dan Hisab Rukyat Direktorat Urusan Agama Islam Pembinaan Syariah Direktorat Jenderal Bimbingan Masyarakat Islam Kementerian Agama RI, 2013), 87.

Hasil yang didapat dari perhitungan sudut waktu ini masih berupa satuan derajat. Untuk mendapatkan nilai jamnya, nilai sudut waktu tersebut dirubah ke dalam bentuk jam.

3. Mengubah Sudut Waktu ke Waktu Hakiki

Setelah diketahui nilai sudut waktunya, kemudian bisa dilanjtkan dengan mencari nilai waktu hakikinya. Untuk mencari waktu hakiki bisa menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\mathbf{WH = (12 + t / 15)}$$

Ini dengan ketetntuan bahwa sudut waktu dari tengah malam sampai kulminasi bernilai negatif. Sedangkan kulminasi sampai tengah malam bernilai bernilai positif. Dengan demikian, nilai sudut waktu untuk penentuan waktu shubuh adalah negatif, sedangkan untuk waktu ashar, maghrib, dan isya' adalah positif.⁴³

4. Mengubah Waktu Hakiki Ke Waktu Daerah

Setelah mendapatkan nilai dari perhitungan waktu hakiki, kemudian dilanjutkan mencari nilai waktu daerah untuk menyesuaikan dengan jam WIB, WIT, WITA, maka perlu dirunah terlebih dahulu ke waktu daerah dengan rumus :

⁴³ M. Ihtirozun Niam, *Akurasi Perhitungan Waktu Shalat Dalam Pelayaran (Studi di Sekolah Tinggi Maritim dan Transport AMNI Semarang)*, Tesis, *Op.Cit*, 37.

$$WD = (WH - e - (BT - BD) / 15)^{44}$$

Dimana :

WD = Waktu Daerah

WH = Waktu Hakiki

E = *Equation of Time*

BT= Bujur Tempat

BD = Bujur Daerah

5. Penambahan Ikhtiyat

Ikhtiyat yang diartikan dengan “pengamanan”, yaitu suatu langkah pengaman dalam perhotungan awal waktu shalat dengan cara menambah atau mengurangi sebesar 1 s/d 2 menit waktu dari hasil perhitungan yang sebenarnya. Dalam hal penambahan waktu ikhtiyat, ada beberapa tujuan. Diantaranya adalah agar hasil perhitugan dalapt mencakup daerah-daerah sekitarnya, tertama yang berada disebelah baratnya, dimana 1 menit sama dengan sekitar 27,5 km. Kemudian untuk memberikan koreksi atas kesalahan dalam perhitungan, agar menambah keyakinan bahwa waktu shalat benar-benar sudah masuk, sehingga ibadah shalat itu benar-benar dilaksanakan pada waktunya.⁴⁵

Slamet Hambali pun juga berpendapat, dalam penambahan iktiyat, waktu shalat ashar, maghrib, isya’, dan shubuh ditambahkan 2 menit, untuk terbit

⁴⁴ Slamet Hambali, *Ilmu Falak 1*, 144.

⁴⁵ Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak Dalam Teori Dan Praktik*, (Yogyakarta: Buana Pustaka, 2005), 84.

dikurangi 2 menit, kemudian untuk waktu shalat dzuhur ditambah 3 menit.⁴⁶ Artinya, para ulama' memberikan tambahan nilai ikhtiyat dalam rangka menjaga atau berhati-hati dalam konteks waktu pelaksanaan waktu shalat, supaya ketika melaksanakan shalat benar-benar dalam keadaan sudah masuk waktu shalat.

D. Tinjauan Umum Tentang Sky Quality Meter

Sky quality meter merupakan alat fotometer modern dan sederhana yang berukuran saku, sehingga sangat mudah dibawa kemana-mana. Sky Quality Meter adalah alat untuk mengukur kecerlangan langit yang diciptakan oleh perusahaan asal Kanada, Unihedron. Alat ini memungkinkan orang untuk menganalisis kualitas kecerlangan langit malam di semua tempat dan waktu.⁴⁷

Koneksi USB memudahkan dalam akuisisi data resolusi waktu yang sangat tinggi. Dalam proses pengolahan datanya, didajikan dengan dalam satuan magnitudo per detik busur kuadrat (MPDP), untuk kemudian langsung disimpan dalam media penyimpanan komputer.⁴⁸ Sky quality meter berfungsi sebagai pengukur kecerahan langit malam dalam besaran per detik dari busur persegi. Sky Quality Meter juga bisa digunakan

⁴⁶ Slamet Hambali, *Ilmu Falak 1*, 143.

⁴⁷ Mayo Rizky Satria, Pengaruh Kecerlangan Langit Terhadap Visibilitas Hilal, *Skripsi*, Universitas Islam Negeri Walisongo, (Semarang, 2018), 39.

⁴⁸ Isyvina Unai Zahroya, Uji Pengaruh Ketinggian Tempat Dengan Sky Quality Meter Terhadap Akurasi Waktu Shalat (Studi Pemikiran Prof. Thomas Djamaluddin), *Skripsi*, Universitas Islam Negeri Sunan Ampel, 2019, 32-33.

untuk mencari tahu kondisi gelap yang sebenarnya di lokasi pengamatan, di mana bisa membandingkan kecerahan langit di lokasi berbeda secara kuantitatif.⁴⁹ Penelitian kecerahan langit menggunakan Sky Quality Meter juga bisa dilakukan untuk menguji kadar polusi cahaya, ketepatan waktu shalat shubuh dan isya, ketepatan waktu gerhana bulan atau ketepatan gerhana matahari total, dan lain-lain.⁵⁰

Sky Quality Meter membuka kemungkinan untuk masyarakat umum yang mana sangat membantu dalam mengambil data kualitas langit malam di tempat dan waktu mana pun, meskipun dengan akurasi yang berbeda dan mendetail.⁵¹ Artinya, para pegiat astronomi sudah tidak meragukan lagi akan kecanggihannya alat tersebut. Pada dasarnya, para ilmuwan ataupun pegiat astronomi sudah menguji atas hasil yang didapat dari alat tersebut, dengan spesifikasi yang memadai, bentuknya yang simpel, dan sangat mudah dibawa kemana-mana, yang kemudian mudah didapatkan, para pegiat astronomi sangat merekomendasikan alat tersebut untuk kegiatan observasi langit malam. Meskipun jenis-jenis Sky Quality Meter yang berbeda dan juga akan memperoleh hasil

⁴⁹

Dikutip
https://www.geoptik.com/index.php?route=product/product&product_id=749,
yang diakses pada tanggal 4 Februari 2021 pukul 11.39 WIB.

⁵⁰ Ahmad Ridwan Al-Furqon, Kecerahan langit malam arah zenith di observatorium Bosscha dan analisis awal waktu shubuh dan isya menggunakan sky quality meter, *Skripsi*, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung, tahun 2013, 4-5.

⁵¹ Pierantonio Cinzano, Night Sky Photometry With Sky Quality Meter, *ISTIL International Report*, Vol 1.4, Nomor 9, Tahun 2005, 1.

yang berbeda, tergantung dari spesifikasi alat tersebut, dimana ada sedikit perbedaan dari segi harga alat tersebut.

Ada beberapa jenis SQM, dimana Unihedron selaku pembuat dan pengembang alat fotometer berupa Sky Quality Meter telah membedakan jenis-jenis Sky Quality Meter dari segi model dan juga spesifikasinya. Meskipun ada perbedaan dari segi jenisnya, alat tersebut masih tetap berfungsi sebagaimana mestinya, hanya saja ada sedikit perbedaan dari segi kedetailan hasilnya.

Model	SQM	SQM-L	SQM-LE	SQM-LU	SQM-LU-DL	SQM-LR
Interface	 Handheld / Display	 Handheld / Display	 Ethernet	 USB	 USB	 RS232
FOV	 Wide	 Narrow	 Narrow	 Narrow	 Narrow	 Narrow
Reach	 Handheld	 Handheld	 Global	 5m (15')	 Autonomous	 100m (300')
Readings	 Single reading	 Single reading	 Single / Continuous	 Single / Continuous	 Single / Continuous	 Single / Continuous

Gambar 2.1 Model SQM dari generasi pertama sampai generasi ke enam.⁵²

⁵² Sumber gambar dikutip dari <http://www.unihedron.com/projects/darksky/comparison/>, pada tanggal 18 Februari 2021, pukul 14.13 WIB.

1. SQM

SQM generasi pertama yaitu dengan dibekali tampilan pembaca data yang dapat dilihat secara langsung oleh pengamat dengan bidang yang luas. Pada SQM generasi yang pertama, pengambilan data dilakukan dengan cara pengamat memegang alat tersebut yang kemudian diarahkan ke langit atau ke arah yang dikehendaki oleh pengamat. Fitur dan spesifikasi SQM generasi pertama diantaranya adalah

- 1) *Half Width Half Maximum* (HWHM) dari sensitivitas sudut adalah 42 derajat

- 2) Dibekali baterai 9 Volt

- 3) Mempunyai ukuran 3,8 x 2,4 x 1 inch⁵³

b. SQM-L (*Lens*)

Model SQM generasi ke dua ini juga memiliki lensa yang fungsinya hampir sama dengan SQM generasi pertama. Hanya saja yang membedakan dari SQM yang sebelumnya adalah pada bidang pandang yang dimiliki SQM-L, bahwasannya SQM generasi ke dua mempunyai bidang pandang yang lebih sempit dibandingkan dengan SQM generasi yang pertama. Pada bidang yang sempit akan mendapatkan hail yang lebih akurat, karena cakupan yang sempit dapat meminimalisir polusi cahaya yang masuk ke dalam

⁵³ Dikutip dari Sky Quality Meter, *Sky Quality Meter - LE*, dikutip dalam <http://unihedron.com/projects/sqm-le/>, diakses pada tanggal 17 Februari 2021, pukul 16.33.

area sensor. Pada SQM generasi kedua ini dibekali dengan:

- 1) Baterai 9V
- 2) Mempunyai ukuran SQM 92 x 67 x 28 mm
- 3) Mempunyai berat 0,14 kg
- 4) Waktu maksimal pengambilan sampel cahaya 80 detik.⁵⁴

c. SQM – LE (*Lens Ethernet*)

SQM generasi ketiga yaitu SQM – LE (*Lens Ethernet*). SQM generasi ketiga ini memiliki penghubung pembacaan data hasil pengamat melalui *ethernet* yang dapat tersambung secara global. Ketika pengamatan, alat tersebut dapat dihubungkan melalui *ethernet* ke komputer pengamat, sehingga terkoneksi dengan jaringan LAN. Ketika tahap pengambilan data, dapat diambil dengan cara single maupun continue, sesuai dengan interval waktu pengamatan yang dikehendaki oleh pengamat. SQM generasi ke tiga ini dibekali dengan spesifikasi sebagai berikut:

- 1) Konektivitas Ethernet
- 2) Adaptor 5-6 VCD
- 3) Berukuran 9,2 x 6,7 x 2,8 cm
- 4) Waktu pengambilan sampel cahaya 1 sampai 80 detik.⁵⁵

⁵⁴ *Ibid.*

⁵⁵ Dikutip dari *Unihedron Sky Quality Meter (Narrow Field) W/ Data Logging – Model SQM-LU-DL*, [Unihedron Sky Quality Meter \(Narrow Field\) w/ Data Logging - Model SQM-LU-DL | eBay](#), diakses pada tanggal 17 Februari 2021, pukul 15.65 WIB.

d. SQM – LU (*Lens USB*)

SQM generasi ke empat ini memiliki tampilan pembaca data dengan hasil pengamatan yang bisa dihubungkan dengan kabel USB ke komputer pengamat. Ada sedikit perbedaan SQM generasi ke empat dengan generasi yang sebelumnya, hanya saja SQM dengan tipe LU tidak memerlukan sambungan ethernet *ketika* pengamatan. Untuk spesifikasinya, sama dengan generasi yang sebelumnya. Hanya saja untuk generasi yang ini bisa terkoneksi dengan USB.⁵⁶ Diantara fitur-fiturnya yang sedikit berbeda dengan generasi yang sebelumnya adalah:

- 1) Terdapat slot USB
- 2) Kabel USB
- 3) Terdapat lubang penyambung antara pak baterai dengan SQM
- 4) Data Logger⁵⁷

e. SQM - LU-DL (*Lens USB Data Logger*)

SQM generasi ke lima ini memiliki spesifikasi yang hampir sama dengan SQM-LU, perbedaan ada pada penambahan fungsi DL (*Data Logger*), dimana SQM secara otomatis dapat merekam data dengan baterai adaptor tanpa koneksi komputer ketika pengamatan. SQM inilah yang digunakan dalam penelitian ketika

⁵⁶ Isyvina Unai Zahroya, *Uji Pengaruh Ketinggian*, 35.

⁵⁷ Dikutip dari *Unihedron Sky Quality Meter (Narrow Field) W/ Data Logging – Model SQM-LU-DL*, [Unihedron Sky Quality Meter \(Narrow Field\) w/ Data Logging - Model SQM-LU-DL | eBay](#), diakses pada tanggal 17 Februari 2021, pukul 15.65 WIB.

munculnya fajar shodiq sebagai indikasi masuknya awal waktu shubuh. SQM ini mempunyai sebagai berikut:

1. Dibekali dengan kabel USB
2. Berukuran 5,5 x 2,6 x 1,1 cm dengan berat 110 gram
3. Waktu pengambilan sampel cahaya 1 sampai 80 detik
4. Kapasitas penyimpanan dat alogger 1 MB flash, 32 bytes.⁵⁸

f. SQM – LR

SQM generasi ke enam ini dinamakan SQM Lens RS232. Alat ini merupakan hasil dari pengembangan dari SQM sebelumnya. Untuk SQM-LR, sudah dibekali dengan sambungan konektivitas RS232.⁵⁹ Untuk spesifikasi yang lain sama dengan SQM LU-DL.

g. SOOF (Sistem Otomatisasi Observasi Fajar)

Secara umum, sistem otomatis observasi fajar merupakan perangkat keras dimana perangkat utamanya adalah SQM. Untuk SOOF yang akan

⁵⁸ *Ibid.*

⁵⁹ RS232 adalah standard komunikasi serial yang digunakan untuk koneksi input/ output, yaitu digunakan untuk koneksi atau menghubungkan perangkat satu dengan yang lain. Misalnya, komputer dengan modem, mouse, cash register, dan lain sebagainya. Dikutip dari Belajar Komputer, *Pengertian Port Serial RS232*, <https://misterikomputer.wordpress.com/2013/05/08/pengertian-port-serial-rs232/>, diakses pada tanggal 17 Februari 2021, pukul 15.07 WIB.

digunakan sebagai penelitian menggunakan SQM LUDL yang digunakan sebagai sensor utama dalam merekam kecerahan cahaya fajar. Kemudian hasil dari pengambilan data matahari oleh SQM yang secara otomatis tersimpan pada komputer mini dan di upload ke google drive supaya mudah untuk diambil ketika dibutuhkan.⁶⁰

Didalam perangkat SOOF juga terdapat modem yang berfungsi sebagai sumber signal yang digunakan untuk mengupload data rekaman ke google drive, kemudian juga berfungsi supaya SOOF bisa diakses dari jarak jauh.

⁶⁰ M. Basthoni, *A Prototype*, 35.

BAB III

**FUNGSI SKY QUALITY METER DALAM
PENGAMBILAN DATA MUNCULNYA FAJAR
SHODIQ, DILIHAT DARI DUA ARAH YANG
BERBEDA.**

A. Spesifikasi dan Fungsi Sky Quality Meter LU-DL

SQM yang digunakan dalam penelitian pengamatan kemunculan fajar shadiq sebagai indikasi masuknya awal waktu shalat shubuh adalah SQM generasi ke lima yaitu SQM LU-DL (Lens USB – Data Logger). SQM LU-DL ini sudah dilengkapi dengan lensa untuk menangkap objek cahaya, koneksi USB, dan juga data logger yang berfungsi untuk merekam data dengan baterai adaptor tanpa koneksi komputer secara otomatis. Adapun detail spesifikasi SQM LU-DL sebagaimana berikut:

- 1) Konektivitas USB
- 2) Half Width Half Maximum dari sensitivitas sudut 10 derajat
- 3) Full Width Half Maximum adalah 20 derajat
- 4) Mempunyai ukuran body 5,5 x 2,6 x 1,1 inci dengan berat 110 gram
- 5) Waktu pengambilan cahaya minimal 1 detik, dan maksimal 80 detik
- 6) Dilengkapi kabel data USB untuk pencatatan data pada software Unihedron Device Manager

7) Kapasitas memori rekaman 1048576¹

Dari spesifikasi berikut yang sudah ada peningkatan dari generasi yang sebelumnya, tentunya juga dibekali fitur-fitur yang baru pula, diantara fitur-fiturnya adalah sebagai berikut:

- 1) Kecerahan langit dilaporkan dalam besaran virtual per detik busur persegi.
- 2) Suhu sensor, nomor model, dan nomor seri disediakan.
- 3) Pembacaan presesi bahkan di saat keadaan tergelap.²

Adapun gambar dari perangkat Sky Quality Meter LU-DL sebagai berikut:



Gambar 3.1 Foto SQM LU-DL dari sisi samping

¹ Unihedron, Sky Quality Meter LU-DL, <http://www.unihedron.com/projects/sqm-lu-dl/>, diakses pada tanggal 18 Februari 2021, pukul 09.30 WIB.

² *Ibid.*



Gambar 3.2 Foto SQM LU-DL dari sisi depan



Gambar 3.3 Foto SQM LU-DL dari sisi belakang

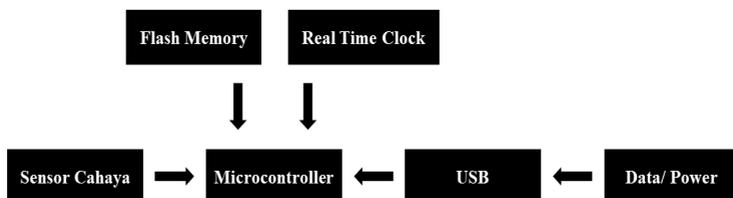
B. Cara Kerja Sky Quality Meter LU-DL

SQM LU-DL ini mampu mengukur kecerahan langit malam dengan hasil bacaan yang presisi dengan menggunakan besaran magnitudo per satuan detik busur persegi (MPDP). Dalam proses pengambilan pada objek cahaya yang muncul, SQM LU-DL ini mampu menangkap objek cahaya dengan terkoneksi komputer melalui kabel USB, kemudian juga bisa menangkap objek cahaya tanpa terkoneksi komputer. Hal ini dikarenakan SQM LU-DL terdapat fitur *internal recording*.

SQM LU-DL mempunyai komponen-komponen yang sangat mendukung dalam pengambilan objek cahaya. Komponen-komponen tersebut yaitu, *Flash Memory*, *Real*

Team Clock, Sensor Cahaya, USB, Data/ Power, Dan Microcontroller. Flash Memory berfungsi sebagai penyimpanan data dan pembaca data yang kemudian diteruskan pada *Real Time Clock* untuk pengakurasian waktu. Kemudian sensor cahaya akan menangkap dan merekam cahaya sekitar yang terdeteksi oleh alat tersebut dan kemudian diteruskan ke *Microcontroller* untuk diolah lebih lanjut.³

Untuk proses pengolahan data, dibutuhkan kabel USB yang berfungsi sebagai jembatan untuk mentransfer data dari SQM ke komputer. Dari proses tersebut yang kemudian dijalankan dari komputer, Microcontroller akan merespon perintah dari komputer. Adapun bagan cara kerjanya sebagai berikut:



Gambar 3.4 Bagan cara kerja SQM

Dari bagan diatas yang menunjukkan runtutan cara kerja SQM LU-DL, kemudian untuk proses pengolahan datanya setelah di pindahkan dari *microcontroller* ke komputer, bisa diolah menggunakan software Unihedron Device Manager (UDM). Software itulah yang digunakan untuk membaca hasil

³ Laksmianti Annake Harijadi Nor, “Uji Akurasi Hisab Awal Waktu Shalat Shubuh Dengan Sky Quality Meter”, *Skripsi*, Universitas Islam Negeri Walisongo, Semarang, Tahun 2016, 41.

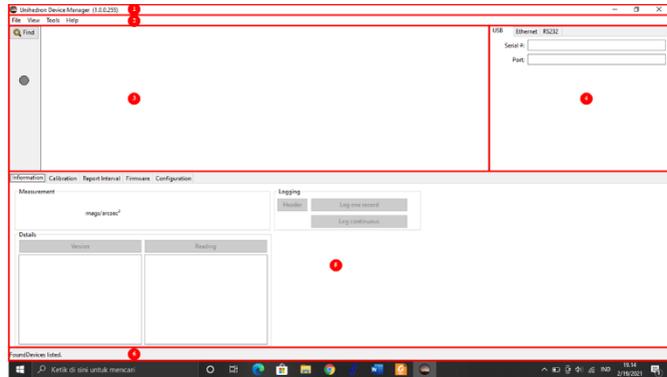
objek yang didapatkan oleh SQM yang kemudian bisa dianalisis oleh penulis.

C. Software Unihedron Device Manager

Unihedron Device Manager merupakan software yang digunakan sebagai olah data atau yang berfungsi untuk membaca data yang dihasilkan oleh perangkat SQM. Selain berfungsi untuk membaca hasil data yang diperoleh SQM, Unihedron Device Manager juga berfungsi untuk mengatur perangkat SQM sebelum digunakan observasi. Berikut tampilan awal ketika UDM sata dioperasikan :



Gambar 3.5 Tampilan utama ketika dibuka



Gambar 3.6 Tampilan jendela utama

Pada tampilan jendela utama, ada 6 kolom bagian yang telah disajikan oleh penulis, yaitu jendela kontrol, kolom menu, kolom penampil perangkat yang terhubung, jendela informasi, kolom status.

1. Jendela Kontrol.

Pada kolom jendela kontrol terdapat ikon UDM, tulisan *Unihedron Device Manager*, dan seri aplikasinya.

2. Kolom Menu

Pada kolom menu utama terdapat beberapa pilihan menu, yaitu menu file, view, tools, dan help, dimana setiap menu mempunyai fungsi yang berbeda-beda.

3. Penampil Perangkat Yang Terhubung

Pada kolom ini menampilkan identitas perangkat SQM yang terhubung dengan komputer yang secara otomatis terdeteksi pada software UDM tersebut. Apabila perangkat tidak terdeteksi secara otomatis pada software tersebut, bisa menekan menu *Find*, maka perangkat SQM yang terhubung akan terdeteksi pada software tersebut.

4. Penampil detail perangkat yang terhubung
 Pada kolom ini, akan menampilkan detail perangkat SQM yang sudah terhubung pada software.
5. Jendela Informasi
 Kolom jendela informasi ini berisikan kolom *Information*, *Calibration*, *Report Interval*, *Firmware*, *Data Logging*, Dan *Configuration*, dimana pada kolom ini mempunyai fungsi masing-masing. Adapun penjelasan dari menu tersebut dijelaskan pada tabel dibawah ini:

Tab	Fungsi
<i>Information</i>	Menampilkan informasi versi SQM yang terhubung pada komputer, menyajikan hasil bacaan data terbaru yang diperoleh SQM
<i>Calibration</i>	Menampilkan kolom pengaturan untuk mengatur data kalibrasi perangkat SQM
<i>Report Internal</i>	Menyajikan informasi dan kolom pengaturan untuk merubah informasi interval data perangkat SQM
<i>Firmwere</i>	Berfungsi untuk memperbaiki gangguan, bisa juga untuk menambahkan fitur ketika terhubung SQM versi terbaru

<i>Data Logging</i>	Menampilkan pengaturan untuk mengatur SQM yang akan digunakan observasi, dan juga bisa menampilkan rekam data yang ada pada perangkat SQM yang terhubung
<i>Configuration</i>	Menampilkan nilai kalibrasi perangkat dari pabrikan SQM

Tabel 3.1 Jendel informasi

6. Kolom Status

Pada kolom ini, menampilkan status UDM yang sedang dijalankan.

D. Tata Cara Penggunaan Sky Quality Meter Terhadap Observasi Fajar Shadiq

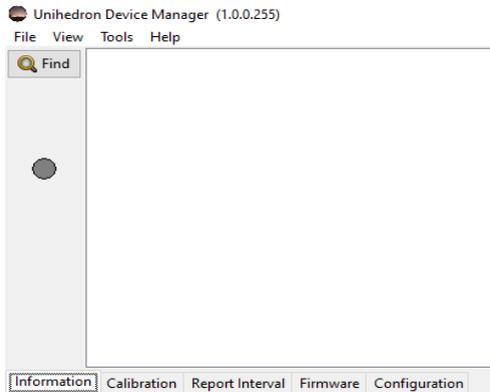
Adapun langkah-langkah penggunaan Sky Quality Meter sebagai berikut:

1. Hubungkan perangkat SQM dengan komputer menggunakan kabel USB.



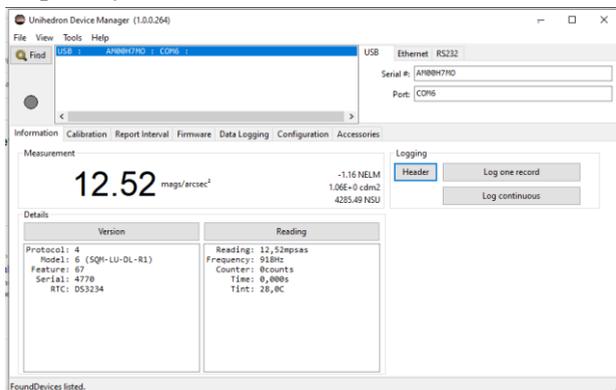
Gambar 3.7 Komputer terhubung dengan SQM

2. Buka software Unihedron Device Manager (UDM), kemudian pilih kolom Find yang berfungsi untuk mencari perangkat yang sudah terhubung dengan komputer.

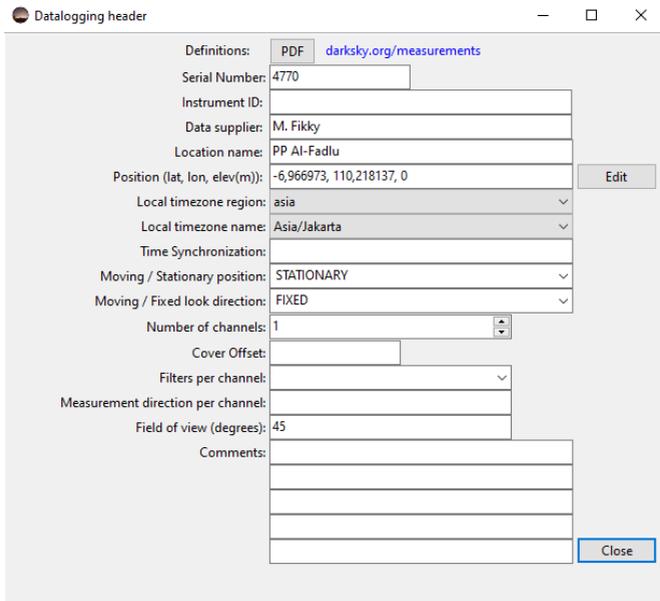


Gambar 3.8 Tampilan kolom find

3. Pada kolom Information, pilih Header untuk memasukkan dan mengedit informasi yang diperlukan seperti nama lokasi, posisi pengambilan data, posisi dihadapkannya SQM, dll.

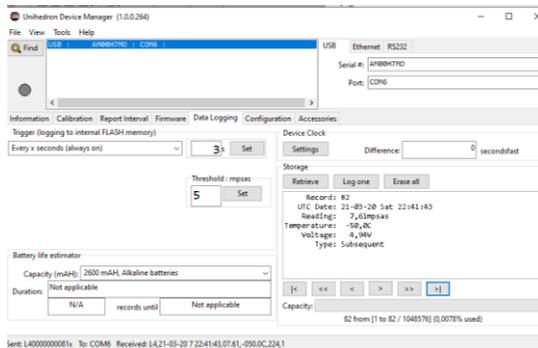


Gambar 3.9 Tampilan jendela utama



Gambar 3.10 Tampilan kolom header

4. Pilih tab Data Logging, klik setting pada device clock untuk mensinkronisasikan SQM dengan waktu komputer, kemudian muncul dialog real time clock, kemudian klik set.



Gambar 3.11 Tampilan pengaturan device clock

Pada pengaturan ini, pilih *every x second (always on)* di kolom pilihan *trigger (while externally battery powered)*. Set 3 s artinya, rekam data dilakukan dengan interval waktu selama 3 detik sekali yang bertujuan untuk mendapatkan data sedetail mungkin selama SQM dihidupkan. Kemudian 5 s artinya, SQM tetap mengambil data selagi magnitudo kecerahan langit belum mencapai 5 mpsas.

Kemudian tahap selanjutnya adalah akuisisi data. Dalam tahap ini disajikan bagaimana runtutan didapatkannya data pada waktu observasi. Adapun mekanisme akuisisi data adalah sebagai berikut

1. Pemasangan SQM bisa diletakkan pada tripod, ataupun bisa diletakkan pada atap rumah jika waktu observasi dilakukan pada bangunan yang tinggi.



Gambar 3.12 Foto waktu pengamatan

2. Pada gambar tersebut, ada 3 SQM. Salah satu SQM tersebut ada yang diarahkan ke ufuk timur, ada juga yang diarahkan ke arah zenith 45 derajat, ada juga yang diarahkan ke zenith. Ketika alat sudah siap merekam data, adaptor baterai bisa langsung di pasang pada SQM tersebut yang berfungsi sebagai sebagai daya SQM untuk merekam data kecerahan langit, dimana SQM akan merekam data setiap 3 detik sekali. pada pengambilan data tersebut dilakukan pada jam 03.00 – 06.00 WIB.



Gambar 3.13 Foto pengambilan data

Tahap selanjutnya adalah proses pengambilan data hasil pengamatan fajar shodiq menggunakan SQM. Adapun caranya adalah sebagai berikut :

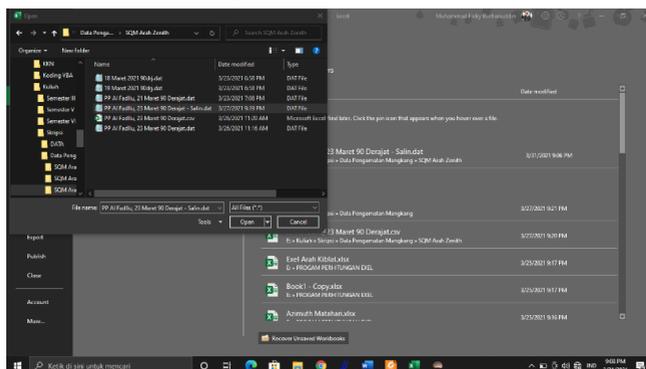
1. Hubungkan SQM dengan komputer menggunakan kabel yang sudah tersedia.
2. Buka aplikasi UDM, klik find, pilih tab data logging, kemudian matikan SQM dengan cara klik

Off pada Trigger (while externally battery powered

3. Untuk mengetahui data yang sudah terdeteksi dan mau dipindahkan ke komputer, pilih *Retrieve*. Kemudian nanti muncul dialog *DL Retrieve*, selanjutnya pilih *Retrieve All*, maka seluruh data yang terekam akan dimunculkan dan secara otomatis tersimpan pada folder yang sudah disiapkan.

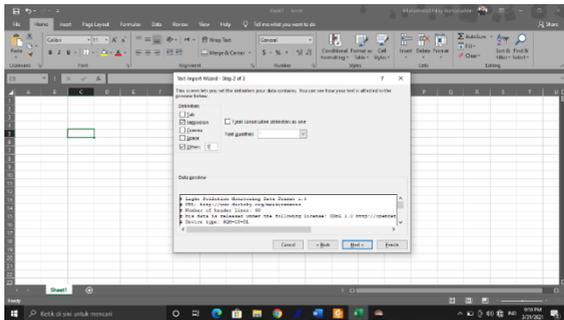
Setelah tahap pengambilan data, kemudian data diolah menjadi bentuk grafik supaya lebih memudahkan untuk dianalisis. Adapun langkah-langkah pengolahan data hasil pengamatan fajar shadiq adalah sebagai berikut :

1. Buka Ms. Exel, pilih menu *File*, kemudian pilih *Open*, pilih file data dari SQM hasil rekam kecerahan langit

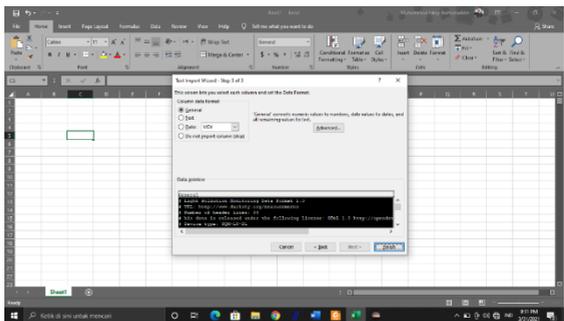


Gambar 3.14 Tampilan jendela utama yang telah tersimpan.

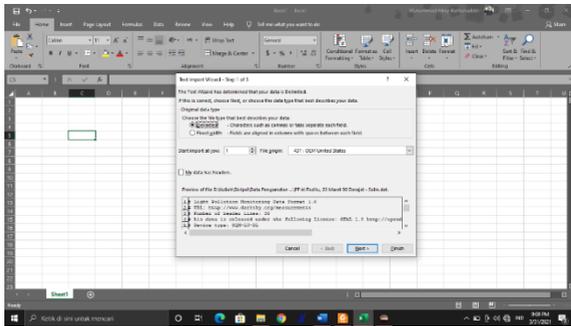
- Tahap selanjutnya akan muncul dialog *Text Import Wizard*, pilih *delimited*, next *semicolon* dan *Other* yang diisi dengan huruf “T” yang berarti *time*, kemudian *next* dilanjutkan pilih *finish*.



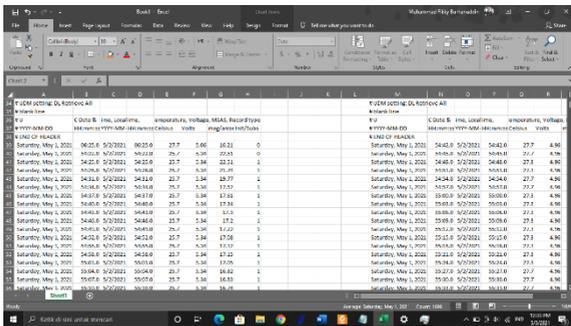
Gambar 3.15 Tampilan tahap satu pada kolom *text import wizard*



Gambar 3.16 Tampilan tahap dua pada kolom *text import wizard*

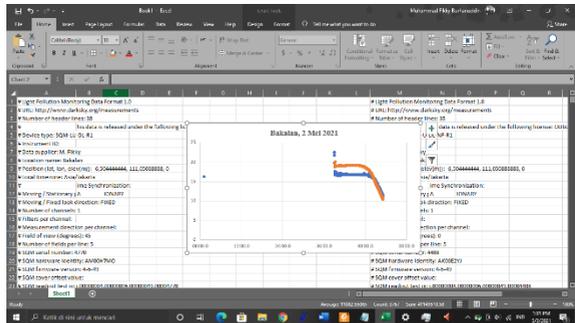


Gambar 3.17 Tampilan tahap tiga pada kolom text import wizard



Gambar 3.18 Tampilan setelah data SQM masuk excel

3. Buat grafik dengan memilih grafik scatter, atau penyajian grafik dimana sumbu “x” merupakan data waktu dan sumbu “y” merupakan data magnitudo.



Gambar 3.19 Tampilan setelah data SQM dibuat grafik

E. Data Hasil

Penelitian pengamatan fajar shadiq ini yang digunakan sebagai indikasi awal waktu shalat shubuh ini dilakukan di dua tempat, yakni pada tempat gelap dan tempat terang. Untuk yang tempat dengan kategori gelap, penelitiannya dilakukan di Pantai Desa Bakalan, Kecamatan Dukuhseti, Kabupaten Pati, Provinsi Jawa Tengah, yang mempunyai titik koordinat $6^{\circ} 30' 16''$ LS, $110^{\circ} 3' 3,2''$ BT. Kemudian, untuk tempat dengan kategori terang dilaksanakan di PP. Al-Faddlu 2, Brangsong, Kendal, yang mempunyai titik koordinat $6^{\circ} 57' 58,02''$ LS, $110^{\circ} 13' 4,93''$ BT. Pengamatan fajar shadiq dilakukan selama kurun waktu 2 bulan, akan tetapi pelaksanaan penelitian hanya berlangsung selama 20 hari, dan itu pun hanya beberapa hari yang cuacanya memungkinkan untuk mengambil data di lapangan. Pengambilan data dimulai dari jam 03.00 WIB sampai dengan jam 05.30 WIB, dimana setiap harinya Sky Quality Meter mengambil data dengan interval per 3 detik.

Ada beberapa alasan mengenai penempatan lokasi penelitian, dimana lokasi tepatnya berada di Desa Bakalan, Kecamatan Dukuhseti, Kabupaten Pati. Untuk pembandingannya, bertepatan di PP Al-Fadllu 2, Kecamatan Brangsong, Kabupaten Kendal. Hal ini dilakukan dengan adanya beberapa alasan. Diantaranya adalah Desa Bakalan termasuk tempat dengan kategori gelap (sedikit polusi cahaya). Penentuan ini berdasarkan teori skala bortle. Skala bortle merupakan skala numerik sembilan tingkat yang mengukur kecerlangan langit malam dari lokasi tertentu. skala ini dimulai dari kelas 1 yang merupakan langit paling gelap hingga kelas 9 yang merupakan langit di tengah kota. Skala bortle didasarkan sejumlah kriteia di luar magnitudo batas mata telanjang atau naked-eye limiting magnitudo (NELM), yaitu tingkat kecerlangan paling redup dari suatu benda langit yang masih dapat diamati dengan mata telanjang (tanpa bantuan alat optik).⁴

Ada 9 kelas dalam pemetaan kecerahan langit menurut teori skala bortle. Skala Bortle lebih disederhanakan, dalam kategori pertama ($>21,3$ mpdbp) sebagai lokasi observatorium yang ideal. Galaksi Bimasakti dan cahaya Zodiak masih terlihat. Kategori kedua (antara $20,4 - 21,3$ mpdbp), polusi cahaya sudah mulai terlihat dan kenampakan galaksi Bima Sakti dan cahaya Zodiak hanya waktu tertentu. Kategori ketiga (antara $19,1 - 20,4$ mpdbp), galaksi Bima Sakti hanya terlihat di arah zenith, cahaya Zodiak sulit dilihat, dan polusi cahaya

⁴ Pusat Sains Antariksa. “*Skala Kecerlangan Langit*”, dikutip dalam <http://sqm.sains.lapan.go.id/>, diakses pada tanggal 6 Juni 2021 pukul 09:16 WIB.

sudah mencapai 35 derajat dari cakrawal. Kategori keempat (antara 18,0 – 19,1 mpdbp), cahaya Zodiak tidak terlihat, galaksi Bima Sakti terlihat arah zenith pada waktu tertentu, dan polusi cahaya sudah menyebar ke semua arah. Kategori kelima (<18,0 mpdbp), polusi cahaya sudah dominan, hanya planetplanet terang yang terlihat, kondisi langit di kota-kota besar tanpa solusi untuk mengatasi polusi cahaya.⁵

Dalam skala bortle, Desa Bakalan, Kecamatan Dukuhseti, Kabupaten Pati merupakan tempat dengan keadaan tempat dalam kondisi sedikit cahaya atau bisa dikatakan tempat dengan kategori gelap. Hal ini bisa disimpulkan dari hasil penelitian yang mendapatkan hasil magnitudo kecerahan langit malam senilai (>20 mpdbp), dimana nilai tersebut masuk dalam pemetaan skala bortle dengan kategori kedua. Kemudian untuk tempat yang bertepatan di PP. Al Fadllu, Kecamatan Brangsong, merupakan tempat dengan kondisi banyak polusi cahaya, atau bisa juga dikatakan sebagai tempat dengan kategori terang. kategori tersebut diambil dari hasil observasi, dimana tempat tersebut mempunyai magnitudo kecerahan langit malam senilai (<18 mpdbp). Nilai tersebut masuk dalam pemetaan skala bortle yang dikategorikan sebagai tempat dengan kategori terang.

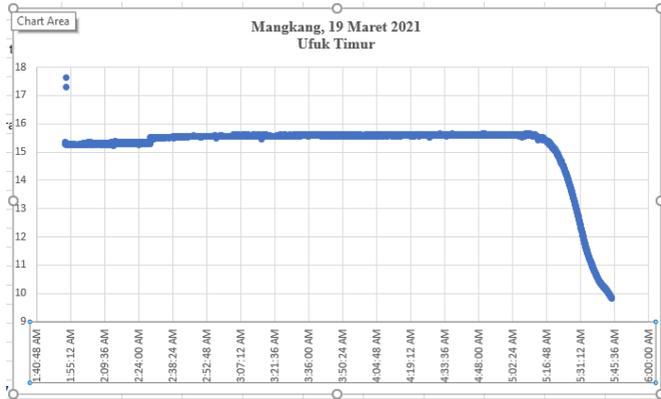
Pengambilan data munculnya fajar shodiq, sudah dilakukan selama kurang lebih dua bulan. Akan tetapi ada beberapa kendala dilapangan. Banyak faktor yang harus diperhatikan dalam pengambilan data, dimana sangat

⁵ Dhani Hardiwijaya, *Pengukuran Kecerahan Langit*, 97.

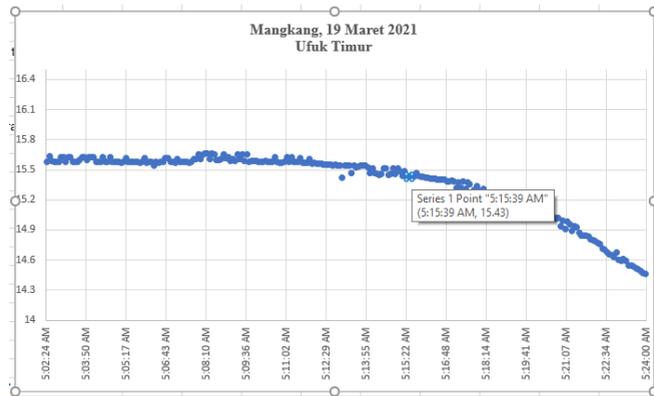
berpengaruh terhadap hasil observasi. Data klimatologi misalnya, seperti cuaca, kondisi alam yang meliputi polusi cahaya disekitar termasuk cahaya bulan, dan lain-lain. Selama pengambilan data, tidak semua hasilnya maksimal. Ada beberapa kurang bagus yang disebabkan oleh faktor-faktor tersebut, jadi data yang kemudian dijadikan analisis dan disimpulkan hanya data yang hasilnya bagus, dimana hasil grafiknya rata mendatar yang membentuk garis horizontal. Adapun hasil dari penelitian di Pantai Desa Bakalan, Kecamatan Dukuhseti, Kabupaten Pati, dan PP. Al-Fadllu 2 Brangsong, Kabupaten Kendal selama kurun waktu 2 bulan yakni sebagai berikut :⁶

⁶ Sumber tabel: Penulis

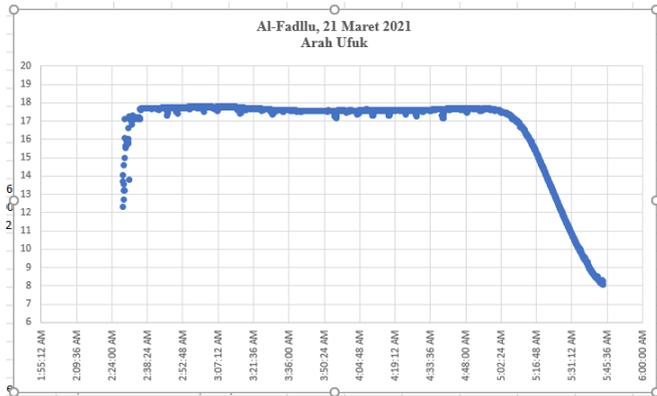
1. Arah Ufuk timur



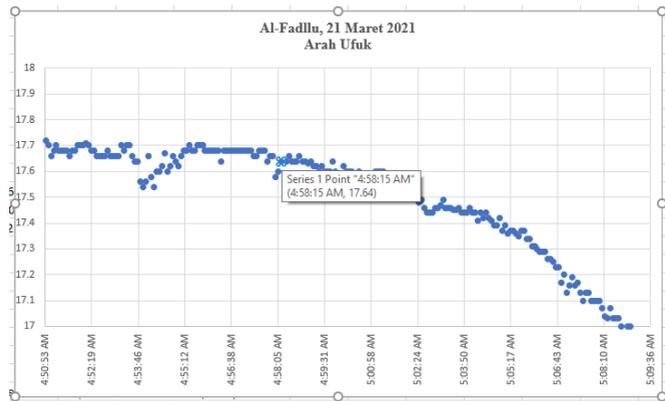
Gambar 3.20 Grafik hasil rekam SQM dari ufuk timur di Pati, 19 Maret 2021



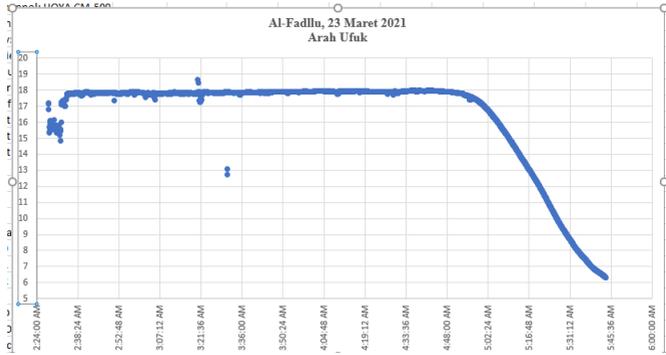
Gambar 3.21 Potongan grafik hasil rekam SQM dari ufuk timur di Pati, 19 Maret 2021



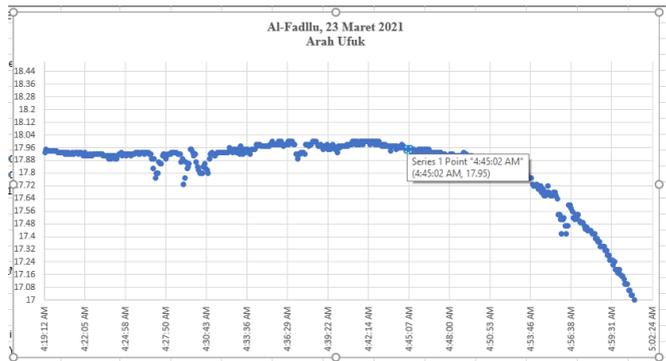
Gambar 3.22 Grafik hasil rekam SQM dari ufuk timur di Al-Fadllu, 21 Maret 2021



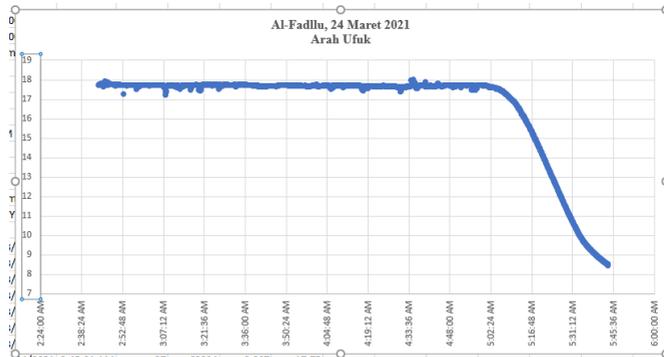
Gambar 3.23 Potongan grafik hasil rekam SQM dari ufuk timur di Al-Fadllu, 21 Maret 2021



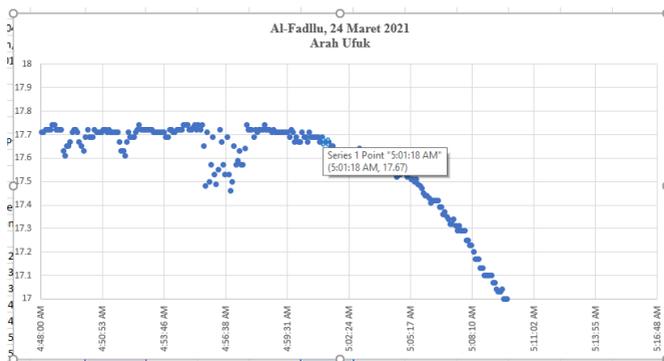
Gambar 3.24 Grafik hasil rekam SQM dari ufuk timur di Al-Fadllu, 23 Maret 2021



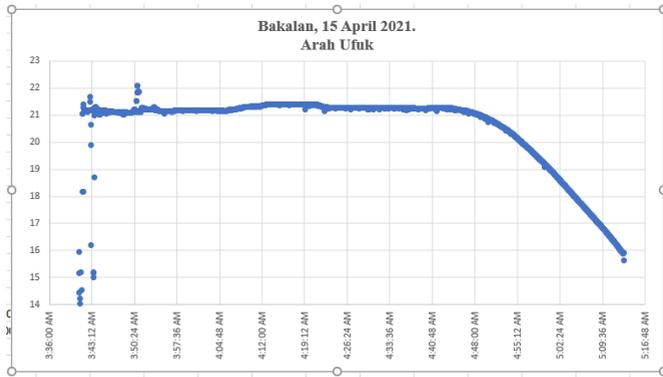
Gambar 3.24 Potongan grafik hasil rekam SQM dari ufuk timur di Al-Fadllu, 23 Maret 2021



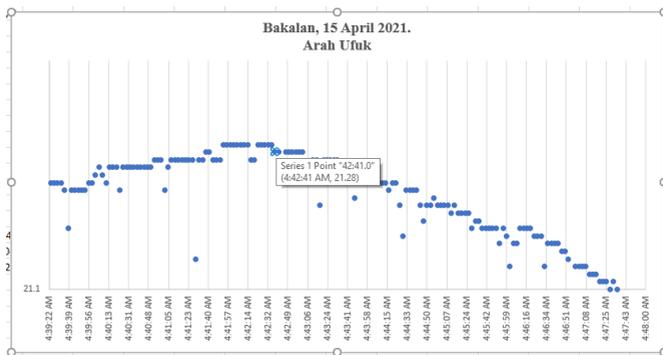
Gambar 3.26 Grafik hasil rekam SQM dari ufuk timur di Al-Fadllu, 24 Maret 2021



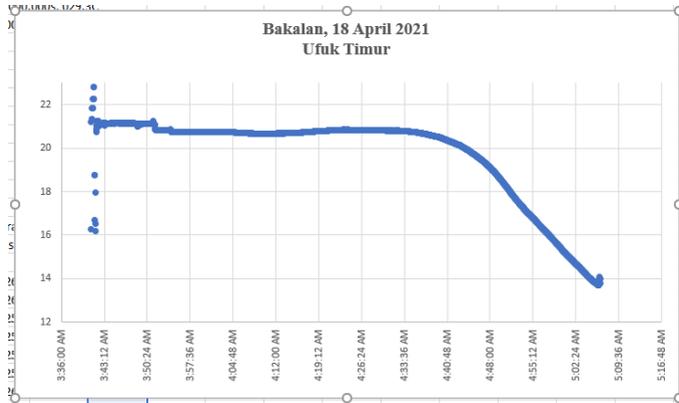
Gambar 3.27 Potongan grafik hasil rekam SQM dari ufuk timur di Al-Fadllu, 24 Maret 2021



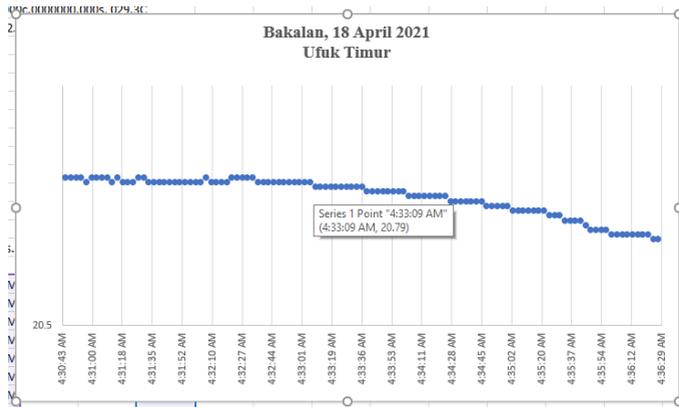
Gambar 3.28 Grafik hasil rekam SQM dari ufuk timur di Bakalan, 15 April 2021



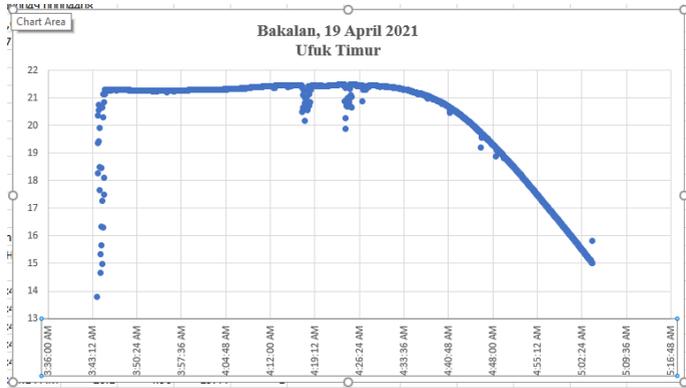
Gambar 3.29 Potongan grafik hasil rekam SQM dari ufuk timur di Bakalan, 15 April 2021



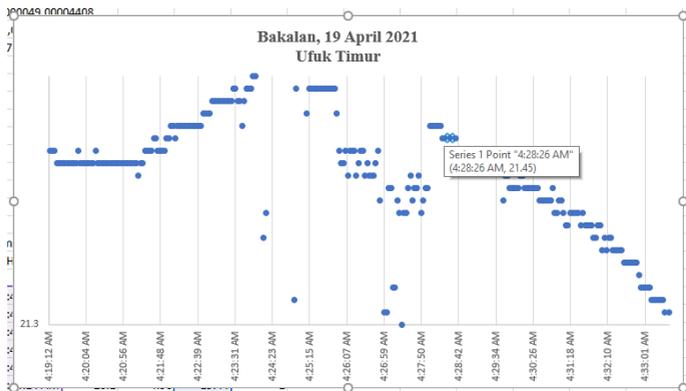
Gambar 3.30 Grafik hasil rekam SQM dari ufuk timur di Bakalan, 18 April 2021



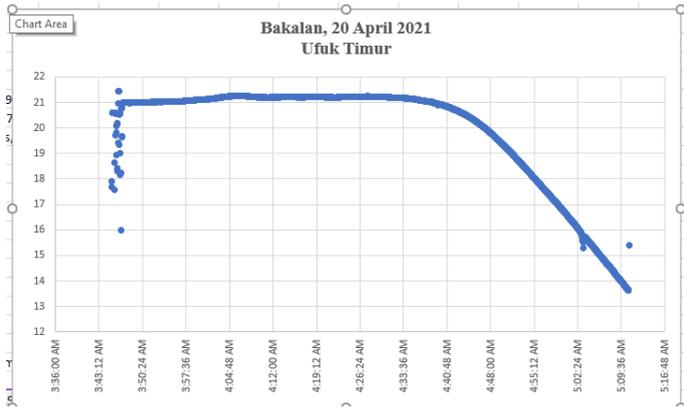
Gambar 3.31 Potongan grafik hasil rekam SQM dari ufuk timur di Bakalan, 15 April 2021



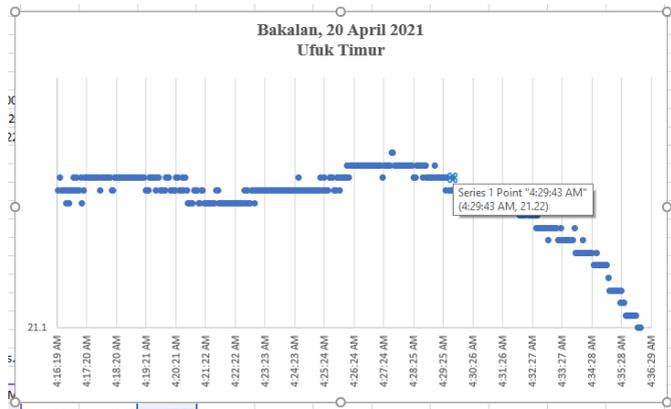
Gambar 3.32 Grafik hasil rekam SQM dari ufuk timur di Bakalan, 19 April 2021



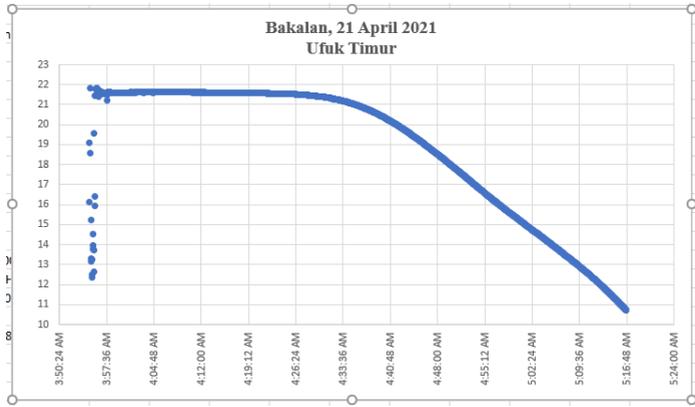
Gambar 3.33 Potongan grafik hasil rekam SQM dari ufuk timur di Bakalan, 19 April 2021



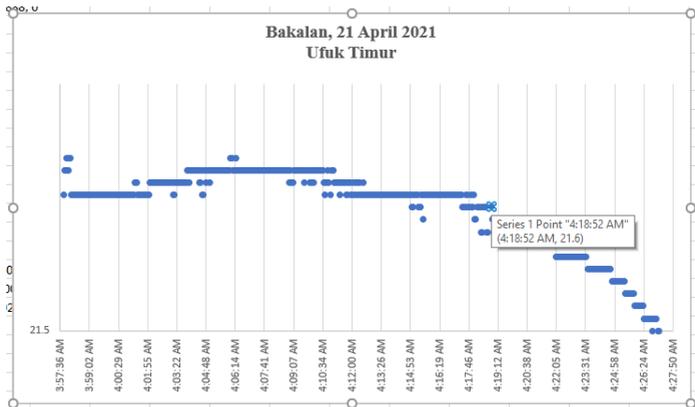
Gambar 3.34 Grafik hasil rekam SQM dari ufuk timur di Bakalan, 20 April 2021



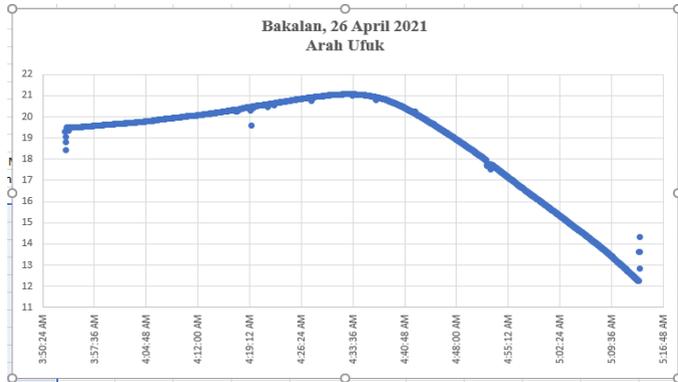
Gambar 3.35 Potongan grafik hasil rekam SQM dari ufuk timur di Bakalan, 20 April 2021



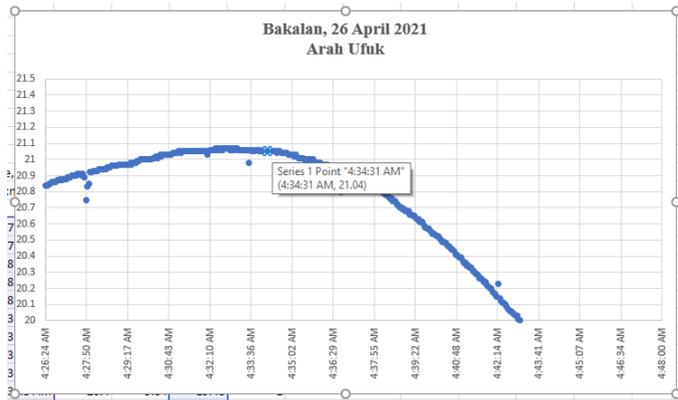
Gambar 3.36 Grafik hasil rekam SQM dari ufuk timur di Bakalan, 21 April 2021



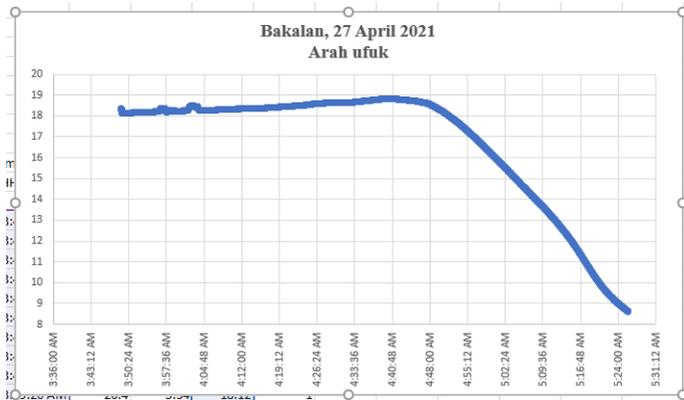
Gambar 3.37 Potongan grafik hasil rekam SQM dari ufuk timur di Bakalan, 21 April 2021



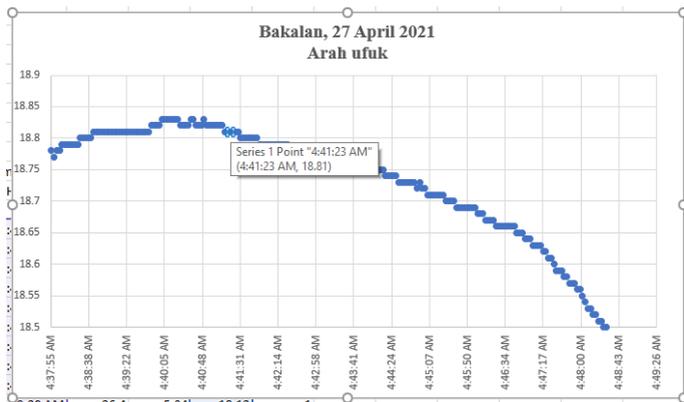
Gambar 3.38 Grafik hasil rekam SQM dari ufuk timur di Bakalan, 26 April 2021



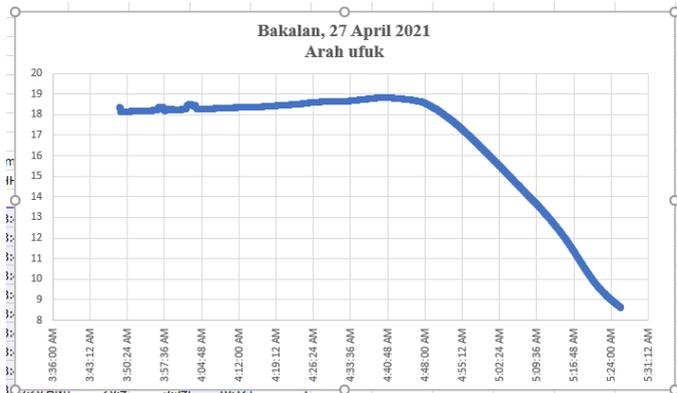
Gambar 3.39 Potongan grafik hasil rekam SQM dari ufuk timur di Bakalan, 26 April 2021



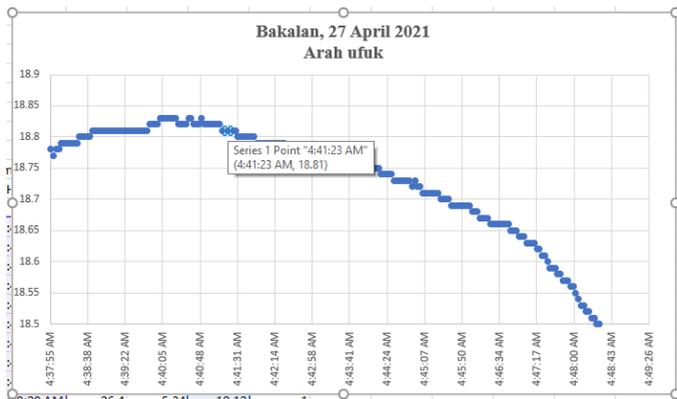
Gambar 3.40 Grafik hasil rekam SQM dari ufuk timur di Bakalan, 27 April 2021



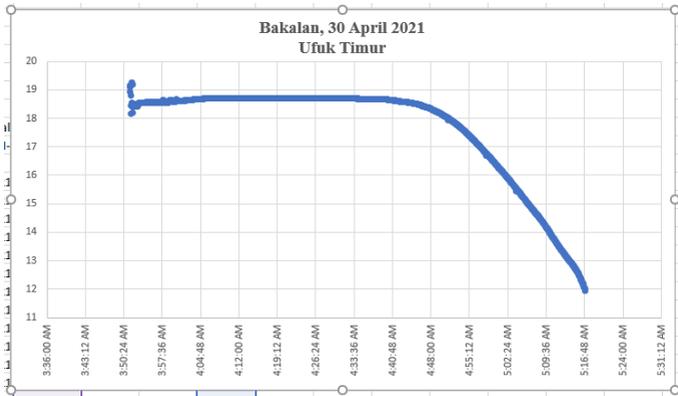
Gambar 3.41 Potongan grafik hasil rekam SQM dari ufuk timur di Bakalan, 27 April 2021



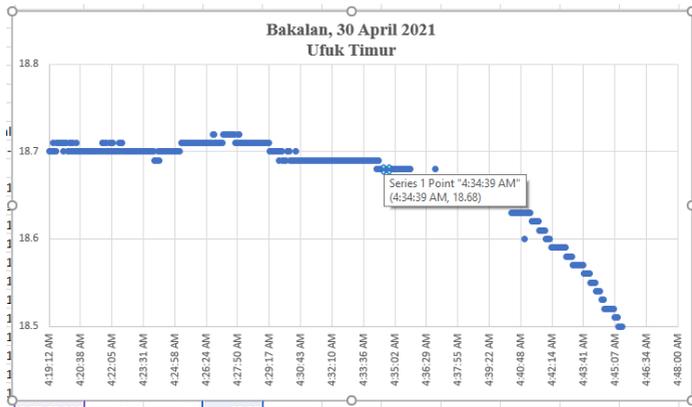
Gambar 3.42 Grafik hasil rekam SQM dari ufuk timur di Bakalan, 27 April 2021



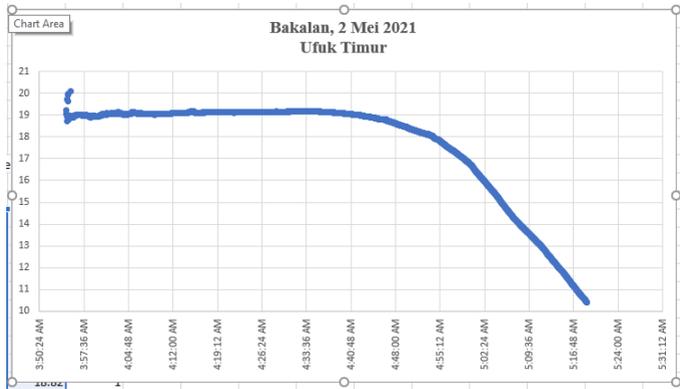
Gambar 3.43 Potongan grafik hasil rekam SQM dari ufuk timur di Bakalan, 27 April 2021



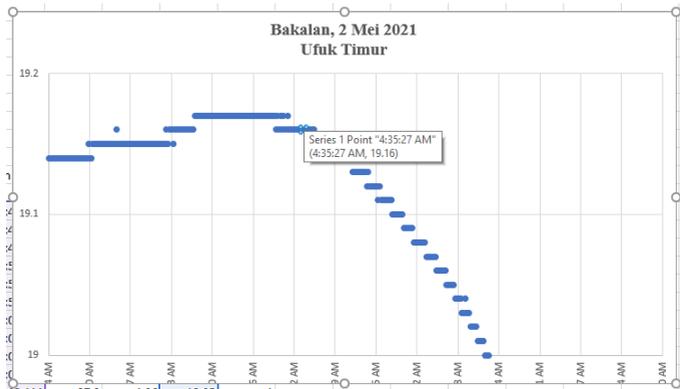
Gambar 3.44 Grafik hasil rekam SQM dari ufuk timur di Bakalan, 30 April 2021



Gambar 3.45 Potongan grafik hasil rekam SQM dari ufuk timur di Bakalan, 30 April 2021

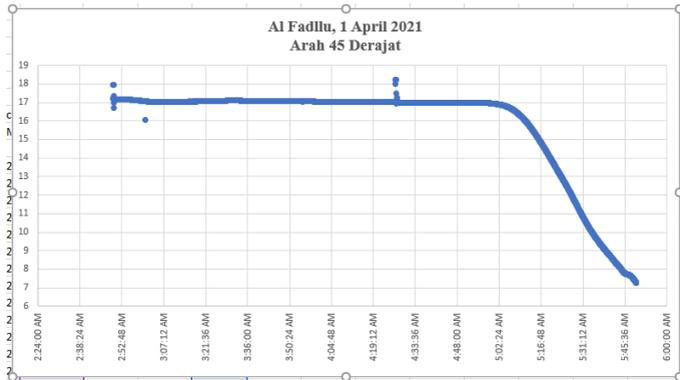


Gambar 3.46 Grafik hasil rekam SQM dari ufuk timur di Bakalan, 2 Mei 2021

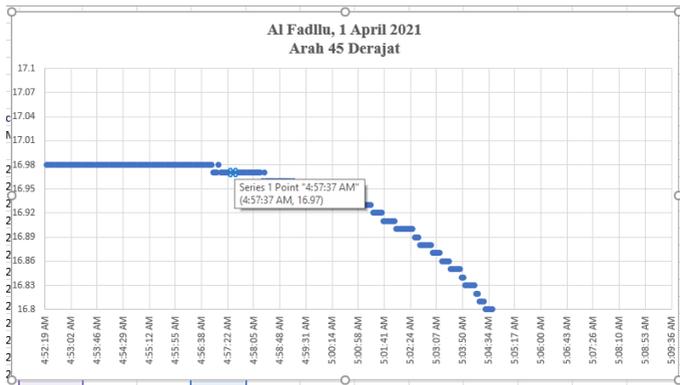


Gambar 3.47 Potongan grafik hasil rekam SQM dari ufuk timur di Bakalan, 2 Mei 2021

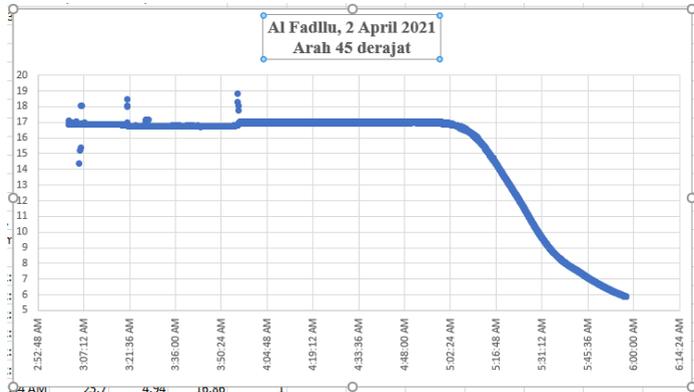
2. Arah 45 Derajat



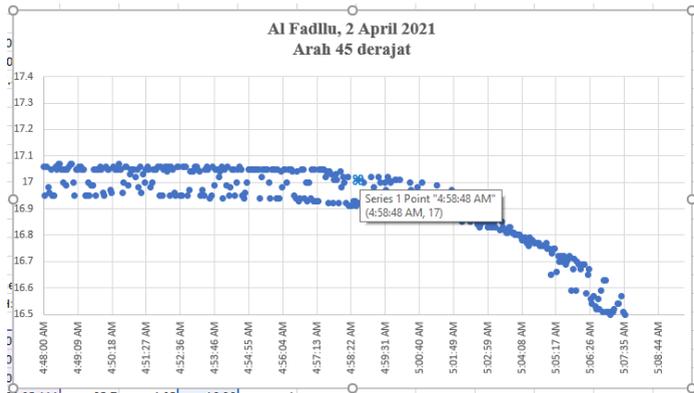
Gambar 3.48 Grafik hasil rekam SQM dari arah 45 derajat di Al-Fadllu, 1 April 2021



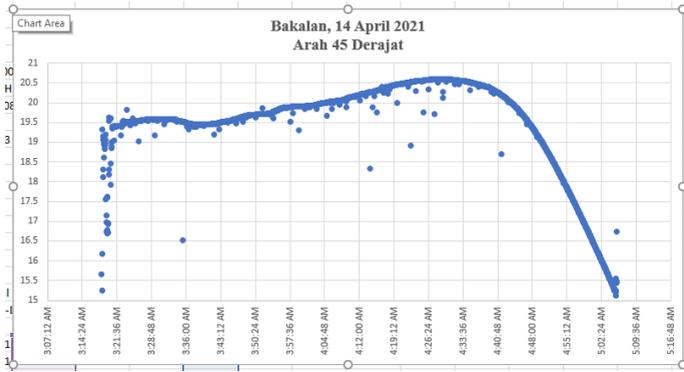
Gambar 3.49 Potongan grafik hasil rekam SQM dari arah 45 derajat di Al-Fadllu, 1 April 2021



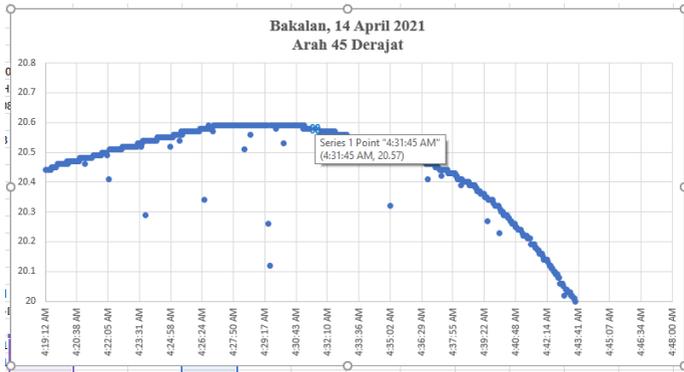
Gambar 3.50 Grafik hasil rekam SQM dari arah 45 derajat di Al-Fadllu, 2 April 2021



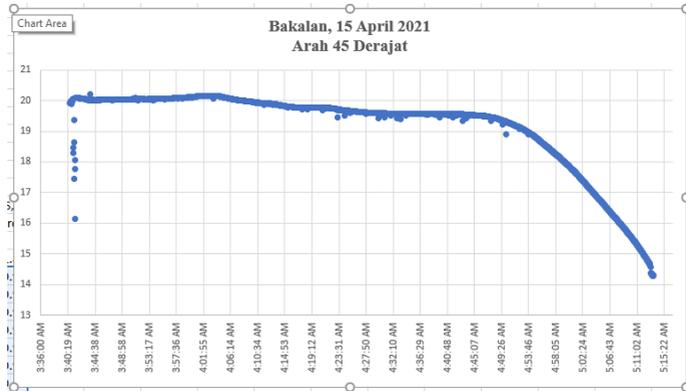
Gambar 3.51 Potongan grafik hasil rekam SQM dari arah 45 derajat di Al-Fadllu, 2 April 2021



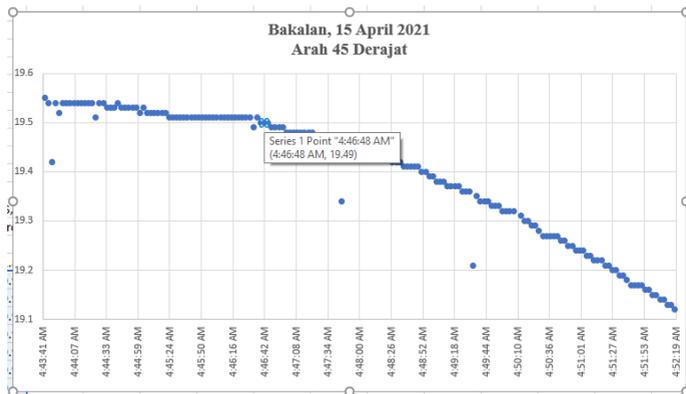
Gambar 3.52 Grafik hasil rekam SQM dari arah 45 derajat di Bakalan, 14 April 2021



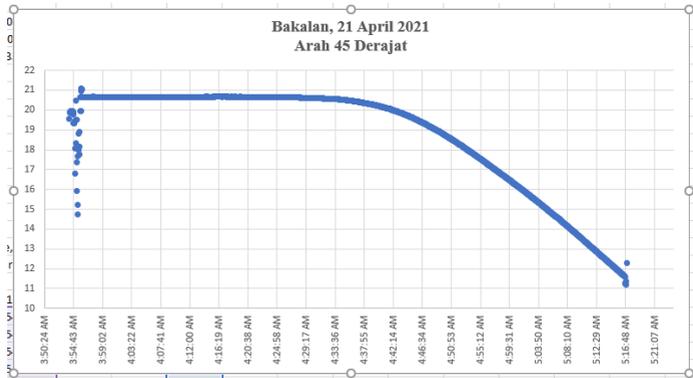
Gambar 3.53 Potongan grafik hasil rekam SQM dari arah 45 derajat di Bakalan, 14 April 2021



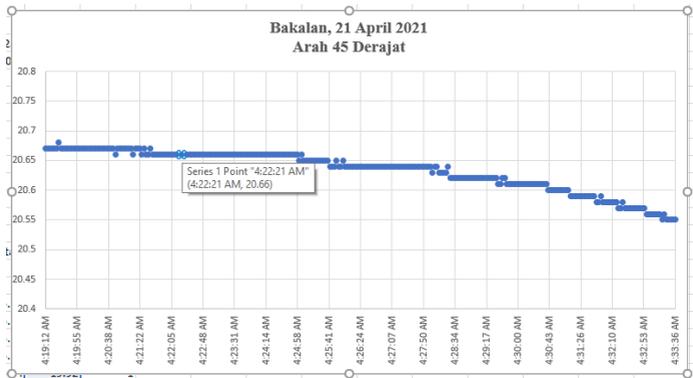
Gambar 3.54 Grafik hasil rekam SQM dari arah 45 derajat di Bakalan, 15 April 2021



Gambar 3.55 Potongan grafik hasil rekam SQM dari arah 45 derajat di Bakalan, 15 April 2021

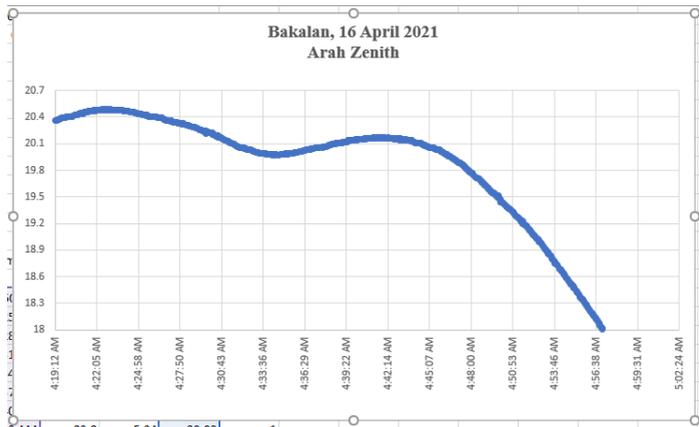


Gambar 3.56 Grafik hasil rekam SQM dari arah 45 derajat di Bakalan, 21 April 2021

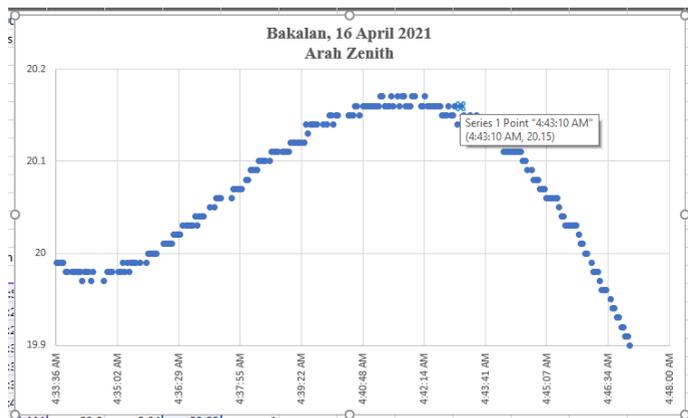


Gambar 3.57 Potongan grafik hasil rekam SQM dari arah 45 derajat di Bakalan, 21 April 2021

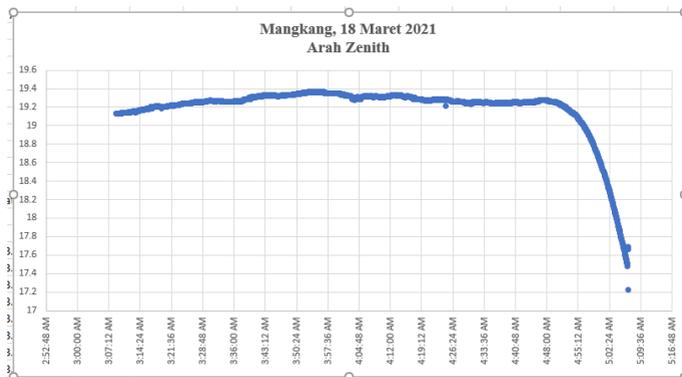
3. Arah Zenith



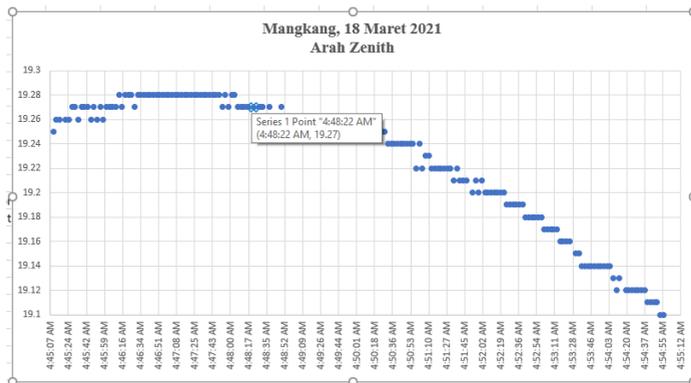
Gambar 3.58 Grafik hasil rekam SQM dari arah Zenith di Bakalan, 16 April 2021



Gambar 3.59 Potongan grafik hasil rekam SQM dari arah zenith di Bakalan, 16 April 2021



Gambar 3.62 Grafik hasil rekam SQM dari arah zenith di Mangkang, 18 April 2021



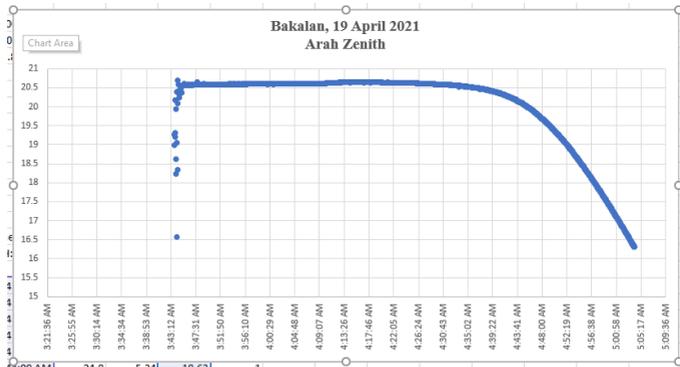
Gambar 3.63 Potongan grafik hasil rekam SQM dari arah zenith di Mangkang, 18 April 2021



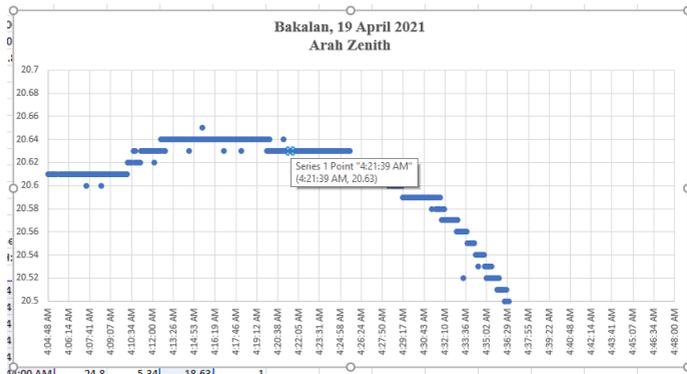
Gambar 3.64 Grafik hasil rekam SQM dari arah zenith di Mangkang, 19 April 2021



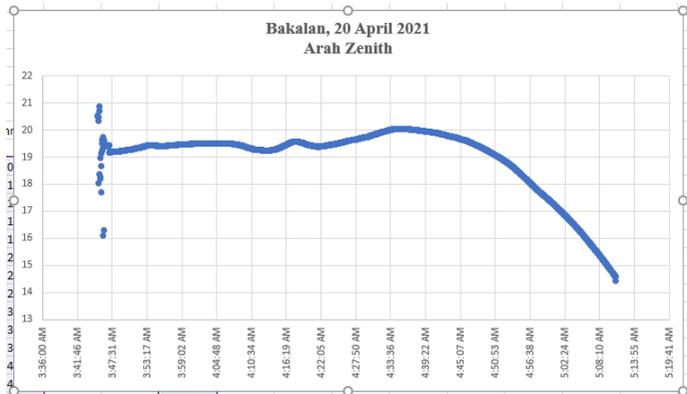
Gambar 3.65 Potongan grafik hasil rekam SQM dari arah zenith di Mangkang, 19 April 2021



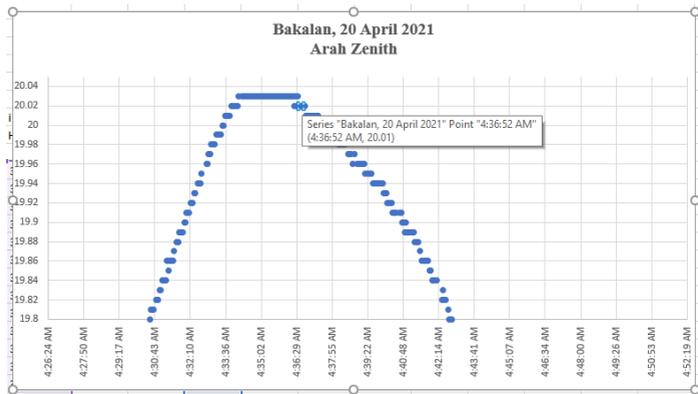
Gambar 3.66 Grafik hasil rekam SQM dari arah zenith di Bakalan,19 April 2021



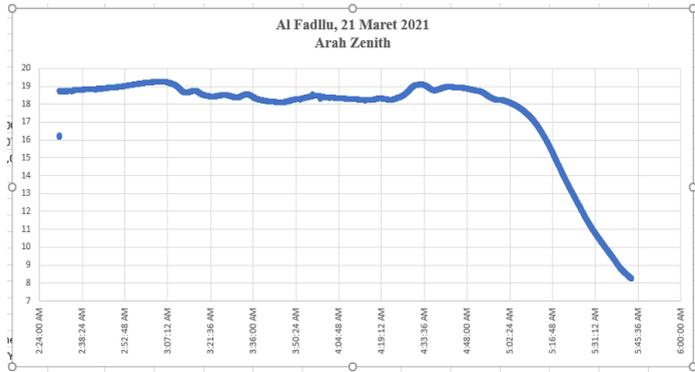
Gambar 3.67 Potongan grafik hasil rekam SQM dari arah zenith di Bakalan, 19 April 2021



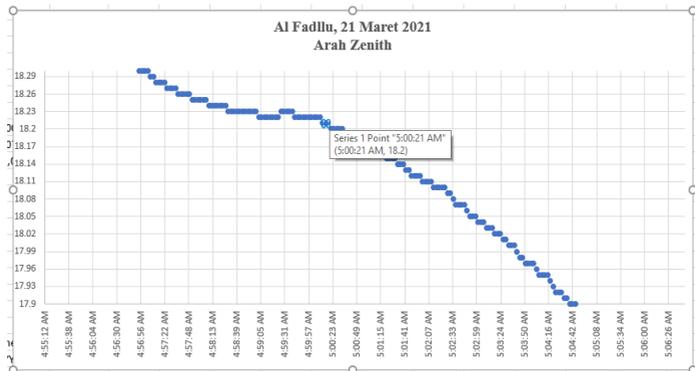
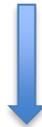
Gambar 3.68 Grafik hasil rekam SQM dari arah zenith di Bakalan, 20 April 2021



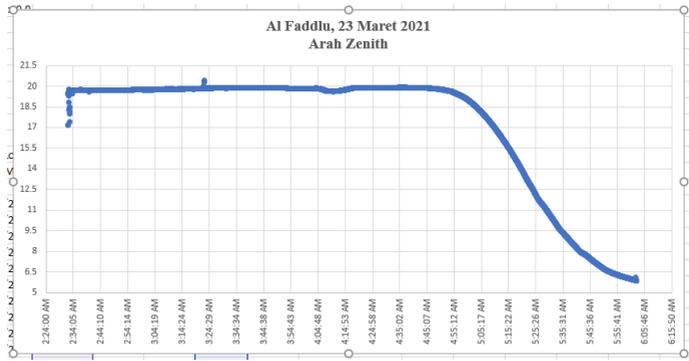
Gambar 3.69 Potongan grafik hasil rekam SQM dari arah zenith di Bakalan, 20 April 2021



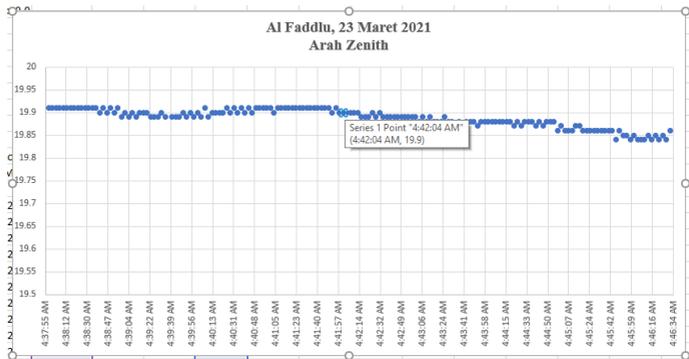
Gambar 3.70 Grafik hasil rekam SQM dari arah zenith di Al-Fadllu, 21 Maret 2021



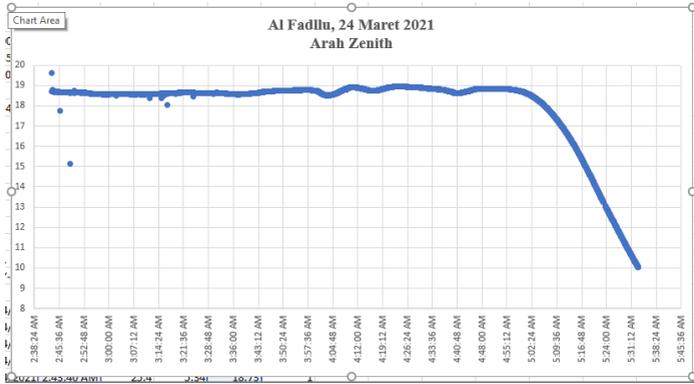
Gambar 3.71 Potongan grafik hasil rekam SQM dari arah zenith di Al-Fadllu, 21 Maret 2021



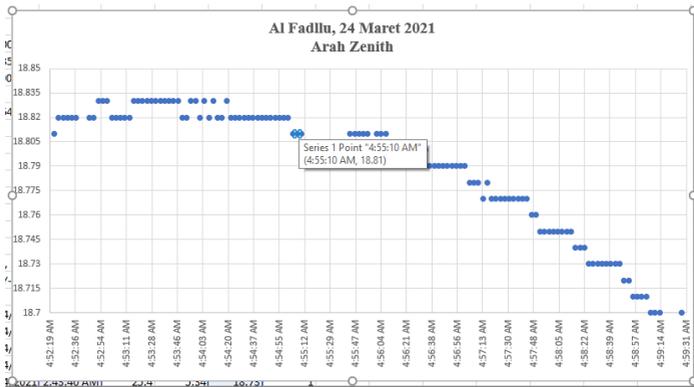
Gambar 3.72 Grafik hasil rekam SQM dari arah zenith di Al-Fadllu, 23 Maret 2021



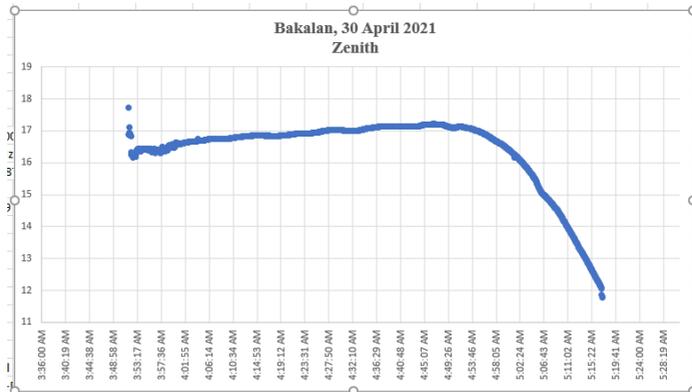
Gambar 3.73 Potongan grafik hasil rekam SQM dari arah zenith di Al-Fadllu, 23 Maret 2021



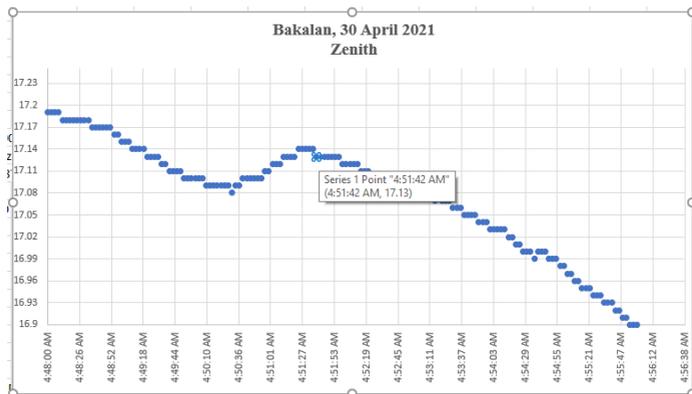
Gambar 3.74 Grafik hasil rekam SQM dari arah zenith di Al-Fadllu, 24 Maret 2021



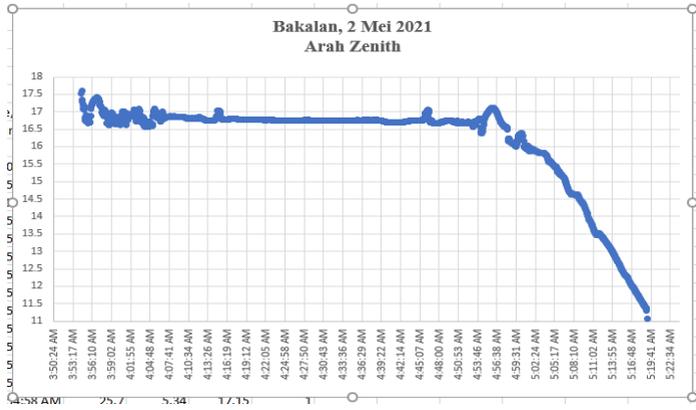
Gambar 3.75 Potongan grafik hasil rekam SQM dari arah zenith di Al-Fadllu, 24 Maret 2021



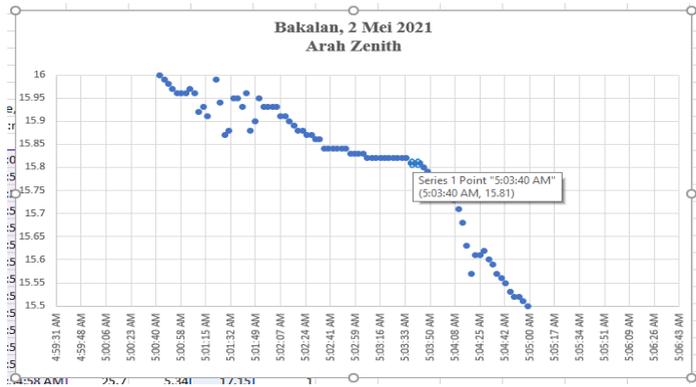
Gambar 3.76 Grafik hasil rekam SQM dari arah zenith di Bakalan, 30 April 2021



Gambar 3.77 Potongan grafik hasil rekam SQM dari arah zenith di Bakalan, 30 April 2021



Gambar 3.78 Grafik hasil rekam SQM dari arah zenith di Bakalan, 2 Mei 2021



Gambar 3.79 Potongan grafik hasil rekam SQM dari arah zenith di Bakalan, 2 Mei 2021

Dari beberapa pengambilan data tersebut, ada beberapa waktu yang tidak bersamaan. Untuk mendapatkan hasil yang maksimal, akan dibuatkan pola yang berisikan tabel hasil penelitian pada waktu dan tempat yang bersamaan, hal ini bertujuan untuk menyelaraskan hasil penelitian di lapangan. Untuk kolom NSB, berisikan data rata-rata kecerahan langit malam, kemudian untuk kolom twilight, berisikan data ketinggian matahari ketika munculnya fajar shadiq.

Waktu pengamatan	Ufuk			Zenith		
	NSB	Twilight	Jam	NSB	Twilight	Jam
18 April 2021	21 mpsas	-17° 18' 50"	04 : 33	19,5 mpsas	-14° 30' 40"	04 : 44
19 April 2021	21,6 mpsas	-18 °25' 21"	04 : 28	19,3 mpsas	-17° 04' 21"	04 : 21
20 April 2021	21,25 mpsas	-18° 04' 37"	04 : 29	19,5 mpsas	-16° 20' 21"	04 : 36
30 April 2021	18,7 mpsas	-18° 10' 32"	04 : 34	17 mpsas	-12° 34' 37"	04 : 51

Tabel 3.2 Sempel sebagian hasil pengamatan

BAB IV

ANALISIS DATA MUNCULNYA FAJAR SHODIQ DARI HASIL BACA SKY QUALITY METER

A. Analisis Tentang Bagaimana Pengaruh Beda Arah Hadap Sky Quality Meter Dalam Observasi Fajar Shodiq

Berdasarkan pemaparan pada bab sebelumnya, mengenai pengukuran kecerahan langit malam arah zenith untuk penentuan awal waktu fajar yang dituliskan oleh Dhani Herdiwijaya, secara keseluruhan penelitian tersebut membutuhkan data fajar. Waktu fajar (*morning twilight*) didefinisikan sebagai waktu yang berawal dari posisi matahari ketika masih di bawah ufuk, tetapi cahaya matahari mulai dihamburkan oleh atmosfer bumi sampai terbitnya matahari. Proses sebaliknya untuk waktu senja (*evening twilight*), yaitu waktu yang berawal dari matahari terbenam sampai cahaya matahari relatif terserap oleh atmosfer bumi. Dari sinilah awal mula yang harus diperhatikan sebelum pengambilan data.¹

Terdapat 3 waktu klarifikasi fajar, hal ini ini tergantung oleh sudut kedalaman posisi matahari di bawah ufuk, yaitu fajar/ senja sipil yakni dimana waktu fajar

¹ Dhani Herdiwijaya, *Pengukuran Kecerahan Langit Malam Arah Zenith Untuk Penentuan Awal Waktu Fajar, Disampaikan pada saat Prosiding Seminar Kontribusi Fisika*, Bandung, 14-15 Desember 2016, 96.

ketika pusat geometris matahari pada sudut kedalaman/ elevasi 6 derajat dibawah ufuk sampai matahari terbit atau 0,5 derajat diawah ufuk. Yang kedua adalah fajar nautikal, dimana waktu fajar ketika pusat geometris matahari pada sudut kedalaman/ elevasi 12 derajat di bawah ufuk sampai 6 derajat dibawah ufuk, begitu juga sebaliknya.yang ketiga adalah senja astronomi, yaitu waktu fajar ketika pusat geometris matahari pada sudut kedalaman / elevasi 18 derajat dibawah ufuk sampai 12 derajat dibawah ufuk.

Setelah melakukan pemetaan klasifikasi waktu fajar, kemudian dilanjutkan dilanjutkannya bagaimana penelitian tersebut diterapkan. Penelitian menggunakan alat pengukuran yang berfungsi untuk mengukur kecerahan cahaya langit. Penggunaan alat tersebut dengan menerapkan interval waktu sebesar 3-5 detik. Peletakan alat Fotometer atau Sky Quality Meter tersebut diarahkan tegak lurus atau arah zenith kemudian dilanjutkan pemetaan tempat yang digunakan untuk penelitian tersebut menganut skala bortle. Dimana skala bortle disederhanakan dalam beberapa kategori. Untuk kategori yang pertama ($>21,3$ mpsdbp), kategori yang kedua (antara 20,4 – 21,3 mpdbp), untuk kategori yang ketiga (antara 19,1 – 20,4 mpdbp), kemudian untuk yang keempat (antara 18 – 19,1 mpdbp). Dan kategori kelima (< 18 mpdbp).²

² *Ibid.*, 97.

Dalam hal ini, ada sedikit kejanggalan dalam penulisan ini. Pada hakikatnya, matahari terbit dari timur, kemudian kemunculan matahari berawal dari ufuk timur. Dari pertimbangan tersebut penulis melakukan penelitian pengaruh beda arah hadap Sky Quality Meter. Diambil dari hasil data pengamatan dimana pengaturan alat fotometer/Sky Quality Meter pun juga sama seperti pengaturan pada penelitian yang sebelumnya. Dalam kesempatan ini penulis menggunakan interval per 3 detik waktu pengambilan data dengan minimal 10 mpdbp pada kecerahan langit. Ada perbedaan pada penelitian yang sedang dilaksanakan. Pada penelitian Dhani Hardiwijaya menggunakan arah zenith untuk pengambilan data awal waktu fajar. Akan tetapi dalam penelitian ini disajikan data pembandingan, dimana pembandingnya adalah pengambilan data matahari ketika mulai masuk waktu fajar yang diambil dari arah ufuk timur dan arah zenith.

Ada beberapa alasan mengapa menggunakan pembandingnya dengan diambilnya data dari arah timur. Pada dasarnya memang awal mula terbitnya matahari berawal dari timur, kemudian munculnya cahaya fajar shodiq ketika sudah muncul juga dari ufuk timur. Secara otomatis penyebaran hanya dibeberapa area ufuk timur, padahal sudut baca Sky Quality Meter hanya 20 derajat. Logikanya hasil baca Sky Quality Meter tersebut akan mengalami keterlambatan ketika pengambilan data kecerahan langit. Akan tetapi sebagai bukti penelitian, hal ini belum bisa dipastikan karena belum ada data yang

disajikan. Pada kesempatan ini, skripsi dengan judul pengaruh beda arah hadap Sky Quality Meter terhadap hasil observasi fajar shodiq akan membuktikan hal tersebut dengan diiringi data pengamatan lapangan.

Pada penelitian ini kurang lebih dua bulan pengambilan data, terdapat beberapa kendala waktu di lapangan. Ada banyak data yang didapatkan, namun banyak juga data yang cacat yang diperkirakan faktor cuaca dan juga ada sedikit faktor kesalahan teknis. Kemudian penulis melakukan pemetaan ataupun membuat pola dengan cara mengambil data yang memang tidak ada cacat dan juga mengambil data yang diambil dengan waktu dan tempat yang bersamaan. Hanya saja ada data pembanding, yakni arah baca Sky Quality Meter diarahkan ke ufuk timur dan zenith. Pada tanggal 18 April 2021/ 6 Ramadhan 1442 H yang disajikan dalam bentuk tabel sebagai berikut:

Lokasi	Waktu pengamatan	Kondisi bulan	Ufuk		Zenith	
			NSB	Twilight	NSB	Twilight
Pati	18 April 2021	Bulan baru	21 mpsas	-17° 18' 50"	19,5 mpsas	-14° 30' 40"

Tabel 4.1 Data sky quality meter tanggal 18 April 2021

Dalam tabel diatas, hasil penelitian pada hari dan tempat yang sama, didapatkan kecerahan langit malam untuk arah ufuk adalah 21 mpdbp, dan arah zenith mendapatkan 19,5 mpdbh. Untuk tabel twilight, yang mana berisikan data ketinggian matahari ketika mulai terbit fajar shadiq pun berbeda. Data hasil arah Sky Quality

Meter yang dihadapkan ke ufuk mendapatkan elevasi matahari $-17^{\circ} 18' 50''$, kemudian data hasil arah Sky Quality Meter yang dihadapkan ke arah zenith mendapatkan $-14^{\circ} 30' 40''$. Dari hasil yang didapatkan data yang didapatkan dari pengamatan arah ufuk timur lebih cepat dan yang dari arah zenith sedikit terlambat. Dalam hal ini disebabkan oleh beberapa faktor. Diantaranya adalah kemunculan matahari dan lebar sensor alat yang dipakai penelitian.

Dilanjutkan pengambilan data yang dilaksanakan pada tanggal 19 April 2021/ 7 Ramadhan 1442 H, yang disajikan dalam bentuk tabel sebagai berikut:

Lokasi	Waktu pengamatan	Kondisi bulan	Ufuk		Zenith	
			NSB	Twilight	NSB	Twilight
Pati	19 April 2021	Bulan baru	21,6 mpsas	$-20^{\circ}27'$ 21''	19,3 mpsas	$-20^{\circ} 4'$ 21''

Tabel 4.2 Data sky quality meter tanggal 19 April 2021

Perolehan data tersebut sama halnya dilakukan dengan pengambilan data yang lain. Dimana perbedaannya hanya posisi arah hadap Sky Quality Meter. perolehan data dari hasil baca Sky Quality Meter yang menghadap arah ufuk timur mendapatkan kecerahan langit malam dengan nilai 21,6 mpdbp yang kemudian waktu terbitnya fajar ketika posisi elevasi matahari sebesar $-20^{\circ}27' 21''$. Dengan pembandingan data matahari yang diperoleh dari alat tersebut yang dihadapkan ke arah zenith, yang mendapatkan kecerahan langit malam dengan nilai 19,3 mpdbp. Untuk waktu munculnya fajar shodiq terdeteksi ketika ketinggian

matahari mencapai $-20^{\circ} 4' 21''$. Pada tanggal tersebut, kondisi bulan tidak terlihat. Jadi bisa disimpulkan ketika waktu fajar muncul tidak mendapatkan gangguan dari cahaya bulan. Artinya, dengan data-data yang sudah ada, data munculnya yang dihasilkan Sky Quality Meter yang diarahkan ke arah zenith mengalami keterlambatan ketika membaca terbitnya fajar shodiq.

Data selanjutnya diambil pada hari yang sama dan juga tempat yang sama, yakni pada tanggal 20 April 2021/ 8 Ramadhan 1442 H yang disajikan dalam bentuk tabel sebagai berikut:

Lokasi	Waktu pengamatan	Kondisi bulan	Ufuk		Zenith	
			NSB	Twilight	NSB	Twilight
Pati	20 April 2021	Bulan baru	21,25 mpsas	$-18^{\circ} 4'$ 37''	19,5 mpsas	$-16^{\circ} 20'$ 21''

Tabel 4.3 Data sky quality meter tanggal 20 April 2021

Pada tabel diatas menyajikan data pengamatan di hari yang sama dan juga tempat yang sama, dimana pengamatan pada hari tersebut mendapatkan hasil yang berbeda. Untuk hasil pengamatan yang diarahkan ufuk timur mendapatkan nilai 21,25 mpdbp ketika waktu malam. Hasil pengamatan yang di arahkan pada zenith mendapatkan 19,5 mpdbp. Artinya keadaan langit malam lebih gelap ke arah ufuk timur dari pada arah zenith. Data hasil Sky Quality Meter yang digunakan sebagai alat untuk merekan terbitnya waktu fajar pun juga memiliki perbedaan. Waktu pengambilan data di arah ufuk timur,

ketika fajar shadiq sudah terbit memiliki elevasi matahari $-18^{\circ} 4' 37''$, dan $-16^{\circ} 20' 21''$ ketika alatnya dihadapkan ke arah zenith.

Data selanjutnya adalah hasil pengamatan yang dilaksanakan pada tanggal 30 April 2021/ 18 Ramadhan 1442 H. Pengambilan data juga dilaksanakan di hari dan tempat yang sama. Adapun hasil pengamatan adalah sebagai berikut:

Lokasi	Waktu pengamatan	Kondisi bulan	Ufuk		Zenith	
			NSB	Twilight	NSB	Twilight
Pati	30 April 2021	Bulan baru	18,7 mpsas	$-18^{\circ} 10' 32''$	17 mpsas	$-12^{\circ} 34' 37''$

Tabel 4.4 Data sky quality meter tanggal 30 April 2021

Sama halnya dengan hasil penelitian yang sebelumnya. Pengambilan data yang mengarah ke ufuk timur mendapatkan kecerahan langit dengan nilai 18,7 mpdbp dan 17 mpdbp untuk kecerahan langit malam ketika dilihat ke arah zenith. Waktu terbitnya fajar shadiq jika dilihat dari sisi ufuk timur, elevasi matahari $-18^{\circ} 10' 32''$. Kemudian jika dilihat dari sisi arah zenith elevasi matahari mendapatkan $-12^{\circ} 34' 37''$. Artinya munculnya fajar shadiq sudah bisa terdeteksi ketika dilihat ke arah ufuk timur.

Dari peristiwa tersebut selama 3 kali pengambilan data pada hari yang berbeda mendapatkan hasil yang sama. Yaitu hasil dari penelitian ini lebih condong ke arah ufuk jika digunakan untuk mendeteksi kemunculan fajar. Kondisi cuaca dapat dipastikan dalam keadaan cerah.

Selain kondisi fisik tempat dan cuaca, penelitian tersebut juga harus bebas dari polusi cahaya. Karena cahaya yang muncul disekitar lokasi pengamatan secara otomatis akan sangat mengganggu dan data hasil kurang maksimal. Hal ini bisa terjadi karena Sky Quality Meter sangat responsif terhadap cahaya apapun selagi masih dalam jangkauannya. Hal ini harus sangat diperhatikan, karena menyangkut beberapa hal yang menimbulkan kerusakan data.

Ufuk timur merupakan lokasi yang pertama kali dilewati oleh matahari, sehingga alat penelitian yang di arahkan ke zenith mengalami keterlambatan perekaman data ketika mendeteksi terbitnya fajar shadiq. Faktor-faktor yang mempengaruhi adalah sudut baca Sky Quality meter hanya berkisar 20 derajat, ketika Sky Quality Meter diarahkan ke zenith, maka belum bisa mendeteksi cahaya fajar, dikarenakan cahaya fajar muncul ketika matahari pada posisi -20 sampai -18 derajat di bawah ufuk ketika pengambilan data tersebut dilaksanakan pada tempat yang bebas polusi cahaya dan tidak terhalangi oleh mendung.

Selain itu, faktor yang mempengaruhi keterlambatan ketika perekaman yang diarahkan ke zenith adalah waktu terbit matahari dari timur, kemudian juga cahaya fajar pertama kali dilihat yaitu ketika alat tersebut diarahkan ke ufuk timur. Dari data yang sudah ada, dalam rangka menyamakan prosedur penentuan fajar shadiq supaya hasilnya sama dan lebih akurat, penempatan alat tersebut alangkah baiknya diarahkan ke ufuk timur dengan alasan yang sudah dipaparkan pada paragraf sebelumnya.

Merujuk pada penelitian yang dilakukan oleh Dhani Hardiwijaya, bahwasannya mencari data ketika munculnya fajar shadiq menurut saya kurang sempurna apabila alat yang digunakan untuk pengambilan data diarahkan ke zenith, diakarenakan ada hal-hal yang memicu keterlambatan hasil baca data matahari oleh Sky Quality Meter. Jadi, berdasarkan data yang sudah ada, saya pribadi lebih condong jika alat yang digunakan sebagai pengambilan data diarahkan ke ufuk timur, meskipun masih perlu data yang lebih banyak dan kajian yang lebih lanjut.

B. Analisis Tentang Bagaimana Pengaruh Observasi Fajar Shadiq Pada Tempat Gelap dan Tempat Terang

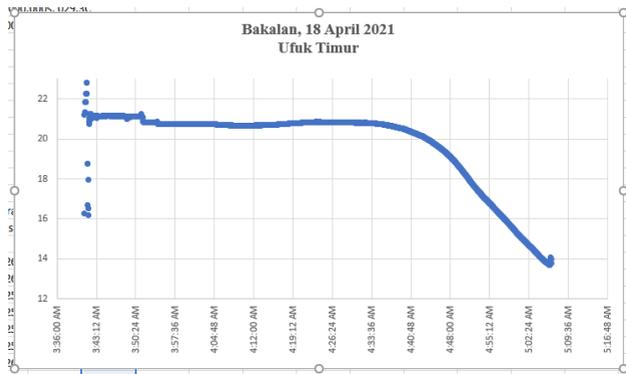
Dalam rumusan masalah yang kedua, sedikit mengerucut tentang masalah yang ada pada tulisan M. Basthoni, dimana pembahasannya mengenai awal fajar dengan perbandingan hasil dari pengamatan tempat gelap dan tempat yang terang. Akan tetapi, tulisan beliau tidak disertai dengan pembanding ketika alat yang digunakan untuk merekam data awal fajar dari arah ufuk timur dan zenith. Perbandingan Analisis data menggunakan metode gradien menunjukkan bahwa daerah karimunjawa dan banyuwangi dikategorikan sebagai daerah gelap atau kategori 1 (excellent dark-sky), pada skala bortle dengan nilai night sky brightness (NSB) yakni lebih dari 21 mpdbp.

Sedangkan Kota Semarang tergolong terang didaerah kota dengan dilai NSB kurang dari 18 mpdbp. Selain itu, cahaya bulan memiliki pengaruh kuat terhadap pendeteksian fajar sejati di area tempat gelap dan lebih sedikit di area terang.

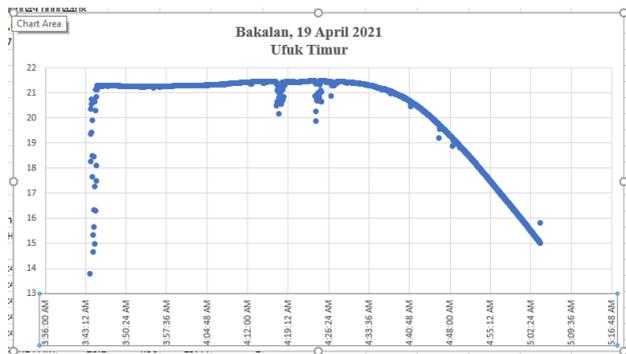
Pada analisis yang pertama, sudah ditemukan bahwasannya ketika proses pengambilan data untuk menentukan terbitnya fajar shodiq, penelitian ini merekomendasikan jika pengambilan data menggunakan alat fotometer/ Sky Quality Meter supaya arah hadap alat tersebut ditujukan ke arah ufuk timur. Hal ini tidak lain didasari oleh data lapangan yang sudah ada. setelah mendapat hasilnya, yakni ufuk timurlah yang lebih akuran, maka perlu juga diadakannya pembanding lagi dalam rangka keakuratan hasil penelitian. Pembanding selanjutnya adalah dengan mengkategorikan area tempat gelap dan terang. Dimana tidak semua tempat di Indonesia mempunyai keadaan yang bagus untuk digunakan observasi. Fajar shadiq bisa dilihat karena timbul cahaya, maka dari itu pemilahan tempat berkaitan dengan polusi cahaya.

Sudah dijelaskan pada halaman sebelumnya, bahwa kecerahan langit dapat dibedakan menjadi beberapa kategori. Menurut pendapat M. Basthoni, kecerahan tempat dikategorikan menjadi empat kategori, yaitu gelap, sedikit gelap, terang, dan sedikit terang. dalam penelitian ini, penulis menggunakan dua tempat yang dijadikan sebagai tempat pengamatan, dimana kedua tempat tersebut masuk pada kategori gelap dan terang. untuk kategori

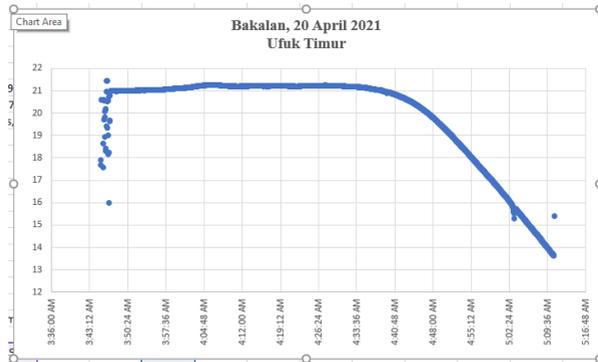
tempat gelap bertempat di Desa Bakalan, Kecamatan Dukuhseti, Kabupaten Pati dengan koordinat lintang tempat $6^{\circ} 30' 16''$ LS, dan bujur tempat $111^{\circ} 3 3,2''$ BT. Adapun data pengamatan yang diperoleh adalah sebagai berikut:



Gambar 4.1 Grafik hasil rekam SQM dari arah ufuk timur di Bakalan, 18 Maret 2021



Gambar 4.2 Grafik hasil rekam SQM dari arah ufuk timur di Bakalan, 19 Maret 2021



Gambar 4.3 Grafik hasil rekam SQM dari arah ufuk timur di Bakalan, 20 Maret 2021

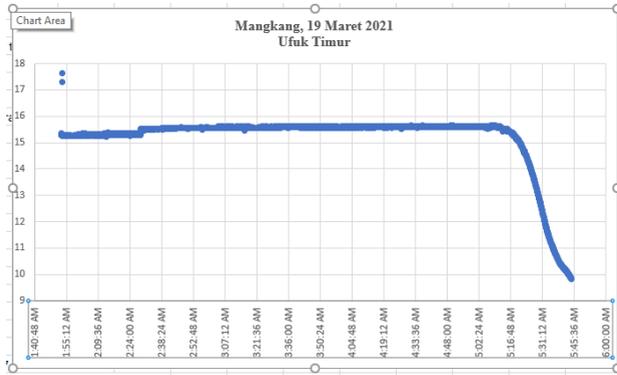
Lokasi	Waktu pengamatan	Kondisi bulan	Ufuk	
			NSB	Twilight
Pati	18 April 2021	Bulan baru	21 mpsas	-17° 20' 50"
Pati	19 April 2021	Bulan baru	21,6 mpsas	-20° 27' 21"
Pati	20 April 2021	Bulan baru	21,25 mpsas	-18° 4' 37"

Tabel 4.5 Data sky quality meter lokasi Pati

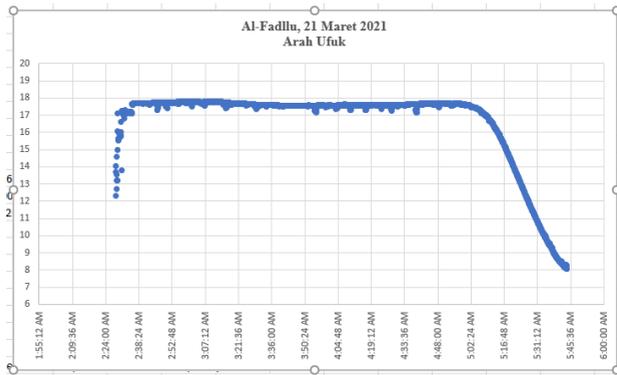
Pada tanggal 18 April 2021/ 6 Ramadhan 1442 H., terdeteksi kecerahan malam mencapai angka rata-rata 21 mpdbp, 19 April 2021/ 7 Ramadhan 1442 H.,mendapatkan hasil 21,6 mpdbp, dan pada tanggal 20 April 2021/ 8 ramadhan 1442 H., mendapatkan hasil 21,25 mpdbp. Ketiga data tersebut merupakan hasil kecerahan langit malam di daerah dengan kategori gelap dan juga tidak terganggu oleh cahaya bulan. Tempat ini dikategorikan tempat gelap dimana jika mengacu pada teori skala bortle.

Pada fase bulan baru, ketika mulai terbitnya fajar shodiq terdeteksi elevasi matahari pada posisi -17° , -18° , dan -20°

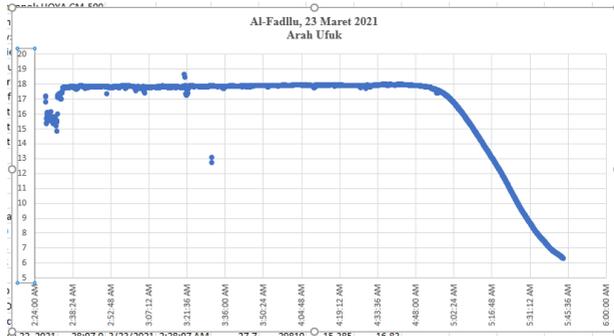
Data pembandingan termasuk tempat dengan kategori terang, dimana kecerahan langit malam magnitudonya dibawah 18 mpdbp. Pengambilan data di tempat yang terang/ yang mempunyai polusi cahaya cukup tinggi, cahaya bulan tidak mempengaruhi keterlambatan pengambilan data fajar shodiq, dikarenakan alat fotometer/ Sky Quality Meter yang digunakan selalu menangkap cahaya disekitarnya, tanpa memilah-milah antara cahaya kota, cahaya bulan, ataupun cahaya yang disebabkan munculnya fajar shodiq. Hal ini ini didapatkan dari penelitian M.Basthoni, dimana beliau mengambil beberapa data yang memang bertempat di lokasi terang dan gelap, dan hasilnya tidak begitu signifikan. Dari temuan tersebut, pengambilan data untuk penelitian ini dilaksanakan ketika akhir bulan. Data pembandingan kali ini diambilkan dari tempat dengan kategori terang, yakni di daerah Mangkang dan Kendal. Adapun hasil dari pengambilan data terbitnya fajar shodiq adalah sebagai berikut:



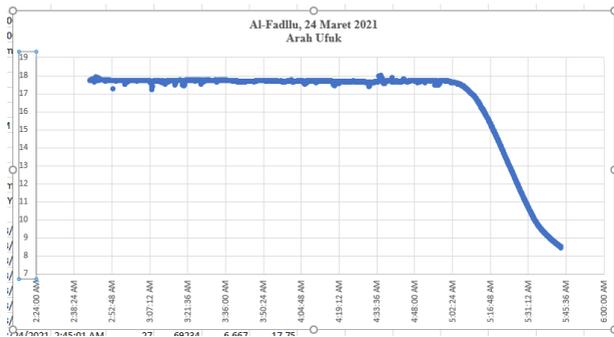
Gambar 4.4 Grafik hasil rekam SQM dari arah ufuk timur di Mangkang, 19 Maret 2021



Gambar 4.5 Grafik hasil rekam SQM dari arah ufuk timur di Al-Fadllu, 21 Maret 2021



Gambar 4.6 Grafik hasil rekam SQM dari arah ufuk timur di Al-Fadllu, 23 Maret 2021



Gambar 4.7 Grafik hasil rekam SQM dari arah ufuk timur di Al-Fadllu, 24 Maret 2021

Lokasi	Waktu pengamatan	Kondisi bulan	Ufuk	
			NSB	Twilight
Mangkang	19 Maret 2021	Bulan baru	15,5 mpdbp	-7° 32' 10"
Kendal	21 Maret 2021	Bulan baru	17,5 mpdbp	-11° 56' 20"
Kendal	23 Maret 2021	Bulan baru	17,8 mpdbp	-14° 57' 11"
Kendal	24 Maret 2021	Bulan baru	17,7 mpdbp	-11° 7' 32"

Tabel 4.6 Data sky quality meter lokasi Kendal

Pada tanggal 19 Maret 2021/ 5 Sya'ban 1442 H, kecerahan langit malam di Mangkang, Kota Semarang mendapatkan nilai rata-rata 15,5 mpdbp. Tempat ini dikategorikan tempat yang sangat terang karena sudah dibawah 18 mpdbp/ masuk kategori kelima dalam skala bortle. Sky Quality Meter bisa mendeteksi cahaya matahari ketika matahari pada elevasi -7° 32' 10", dikarenakan memang banyaknya polusi cahaya yang masuk, alat tersebut tidak bisa mendeteksi cahaya matahari selagi matahari memang belum benar-benar muncul, karena kalah terang daripada polusi cahaya yang ada disekelilingnya. Dari data yang pertama ini bisa dibuktikan bahwasannya pendeksian cahaya fajar unuk daerah Mangkang terlambat dari pada hasil pengamatan yang dilaksanakan di Pati yang tergolong tempat dengan kategori gelap.

Hasil yang kedua adalah diambil dari Kabupaten Kendal, tepatnya di daerah Brangsong. Pada tanggal 21 Maret 2021 bertepatan dengan tanggal 7 Sya'ban 1442 H, dimana kondisi bulan sudah terbenam pada saat pengamatan fajar shadiq, mendapatkan kecerahan langit dengan nilai rata-rata 17,5 mpdbp. Magnitudo senilai 17,5 mpdbp juta termasuk golongan tempat dengan kategori terang, mengingankan banyaknya polusi cahaya. Akan tetapi kondisi ini sedikit lebih baik dari pada Kota Semarang. Hasil rekam data terbitnya fajar shodiq ketika matahari berada pada elevasi $-11^{\circ} 56' 20''$, kini juga mengalami perbedaan yang signifikan dari pada pengambilan data yang diambil dari tempat dengan kategori gelap.

Selanjutnya, pada tanggal 23 Maret 2021/ 9 Sya'ban 1442 H., hasilnya pun tidak jauh beda dengan penelitian yang sebelumnya, dimana kecerahan langit malam terdeteksi dengan nilai 17,8 mpdbp. Nilai tersebut pun tidak jauh beda, mengingat masih mendapatkan nilai kisaran 17 mpdbp. Terdeteksinya fajar shodiq pun juga sama, mengalami keterlambatan yang signifikan dibandingkan dengan data yang di ambil dari pengambilan data di tempat terang. Waktu pengambilan data dari Kendal, tanggal 23 Maret 2021 terdeteksi pada elevasi matahari $-14^{\circ} 57' 11''$. Jika dibandingkan dengan data dari tempat terang yakni elevasi matahari $-18^{\circ} 4' 37''$, maka perbedaannya kurang lebih sekitar 16 menit. Disinilah jangka waktu yang cukup jauh untuk penelitian

kemunculan fajar shodiq yang diambil dari tempat gelap dan tempat terang.

Data yang terakhir dipaparkan yakni pada tanggal 24 Maret 2021/ 10 Syaban 1442 H., kondisi cuaca cerah dan keadaan bulan sudah terbenam. Pada malam tersebut didapatkan hasil kecerahan langit malam ke arah ufuk timur sebesar 17,7 mpdbp. Dari ketiga data tersebut yang dipaparkan, mendapatkan hasil yang hampir sama, dimana masih dalam rentan angka 17. Dari hasil kecerahan langit malam, terdeteksi mulai terbitnya fajar shodiq ketika elevasi matahari $-11^{\circ} 7' 32''$. Jika dibandingkan dengan data yang diambil dari tempat dengan kategori gelap, yakni elevasi matahari $-18^{\circ} 4' 37''$, maka sudah bisa dipastikan memiliki selisih yang sangat signifikan yaitu sebesar ± 28 menit. Data di lapangan mengatakan bahwasannya arah baca Sky Quality Meter yang dihadapkan ke arah zenith mengalami keterlambatan, dibandingkan dengan Sky Quality Meter yang dihadapkan ke arah ufuk timur.

Dari beberapa data yang sudah dijadikan sebagai contoh perbedaan pengambilan data fajar shodiq yang diambil dari tempat dan terang memiliki perbedaan yang sangat signifikan. Hal ini dikarenakan oleh beberapa hal, diantaranya adalah polusi cahaya. Pendapat yang dituliskan oleh M. Basthoni dimana sepakat dengan apa dipaparkan oleh Prof. Tono Saksono yaitu, cahaya bulan tidak berpengaruh signifikan terhadap fajar sejati adalah benar. Akan tetapi berbeda lagi jika pengamatan yang dilakukan di daerah dengan tingkat polusi cahaya yang

rendah atau daerah dengan kategori gelap berdasarkan skala borte. Seperti di Desa Bakalan, Kecamatan Dukuhseti, Kabupaten Pati. Dan saya pun mengafirmasi pendapat dari M. Basthoni.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Dari pemaparan di atas, dapat disimpulkan bahwa :

1. Pengaruh beda arah hadap sky quality meter dalam observasi fajar shodiq mengalami cukup signifikan terhadap hasil baca munculnya fajar shodiq sejati. Pengaruh tersebut disebabkan oleh beberapa hal, yaitu awal mula terbitnya matahari berawal dari arah timur. Kemudian menyebarnya cahaya fajar shodiq berawal dari ufuk timur, dan sudut arah baca sky quality meter hanya 20 derajat. Jadi yang didapatkan dari beda arah hadap sky quality meter terhadap munculnya fajar shodiq memiliki perbedaan yang cukup signifikan. Perbedaan tersebut antara hasil pengambilan data dari arah ufuk timur dan arah zenith. Dimana rata-rata memiliki keterlambatan 10-15 menit. Akan tetapi, yang pasti di semua penelitian menghasilkan data yang sama, dimana pengambilan data yang diarahkan ke zenith mengalami keterlambatan.
2. Pengaruh tempat gelap dan terang dalam pengambilan fajar shodiq mempunyai perbedaan yang sangat signifikan. Perbedaan tersebut mempunyai kisaran \pm 20 menit, dimana hasil penelitian dari daerah terang mengalami keterlambatan membaca munculnya fajar shodiq sejati daripada hasil penelitian yang diambil dari tempat gelap. Hal ini terjadi dikarenakan

pengaruh dari polusi cahaya yang ada disekitar tempat pengambilan data. Oleh karena itu berdasarkan data-data yang sudah ada, saya merekomendasikan kepada pegiat-pegiat falak dalam rangka penyeragaman dan keakuratan data, apabila sedang melaksanakan riset tentang fajar shodiq, alangkah lebih baiknya dilakukan pada tempat yang gelap, tidak ada gangguan cahaya lain termasuk cahaya bulan, dan jika memakai alat fotometer atau sky quality meter diarahkan ke ufuk timur, supaya tidak terjadi keterlambatan pengambilan data fajar shodiq sejati.

B. Saran

Dengan melihat kajian tentang fajar shodiq ini, yang datanya sangat terbatas dan masih membutuhkan data yang lebih banyak untuk mengoreksi dan memverifikasi kriteria penentuan munculnya fajar shodiq sejati. Namun, hasil dalam skripsi ini bisa digunakan sebagai referensi untuk penelitian selanjutnya. Masih diperlukan banyak data dari beberapa lokasi lain, sehingga diperoleh data yang akurat dan presisi untuk dianalisis lebih lanjut guna mendapatkan kesimpulan yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

A. Daftar Buku

Azhari, Susiknan. *Ilmu Falak Perjumpaan Khazanah Islam Dan Sains Modern*. Yogyakarta: Suara Muhammadiyah, 2007.

Hambali, Slamet. *Ilmu Falak 1 Penentuan Awal Waktu Shalat Dan Arah Kiblat Seluruh Dunia*. Semarang: Program Pascasarjana IAIN Walisongo Semarang, 2013.

Izzuddin, Ahmad. *Ilmu Falak Praktis Metode Hisab Rukyat Praktis Dan Solusi Permasalahannya*. Semarang: PT. Pustaka Rizki Putra, 2012.

Jamil, A. *Ilmu Falak Teori Dan Aplikasi Arah Qiblat, Awal Waktu, Dan Awal Tahun (Hisab Kontemporer)*. Jakarta: Amzah, 2018.

Kementerian Agama RI. *Ephemeris Hisab Rukyat 2020*. Jakarta: Direktorat Urusan Agama Islam Dan Pembinaan Syariah Direktorat Jenderal Bimbingan Masyarakat Islam Kementerian Agama RI, 2019.

Khazin, Muhyiddin. *Ilmu Falak Dalam Teori Dan Praktik*. Yogyakarta: Buana Pustaka, 2005.

Lajnah Pentashihan Mushaf Al-Qur'an Badan Litbang dan Diklat Kementerian Agama RI, *Al-Qur'an dan Terjemahannya*. Jakarta: Departemen Agama RI, 2019.

Marpaung, Watni. *Pengantar Ilmu Falak*. Jakarta: Prenada Media Group, 2015.

Pedoman Hisab Muhammadiyah. Yogyakarta: Majelis Tarjih Dan Tajdid PP Muhammadiyah, 2009.

Penciptaan Jagat Raya Dalam Perspektif Al-Qur'an dan Sains. Jakarta: Kementerian Agama RI, 2012.

Rakhmadi, Arwin Juli. *Pengantar Ilmu Falak Teori, Praktik, dan Fikih*. Depok: PT Rajagrafindo Persada, 2018.

Sabda, Abu. *Ilmu Falak Rumusan Syar'i Dan Astronomi Waktu Shalat Dan Arah Kiblat*. Bandung: Persis Pers, 2020.

Soewardji, Jusuf. *Pegantar Metodologi Penelitian*. Jakarta: Mitra Wacana Media, 2012.

Sugiyono, *Memahami Penelitian Kualitatif*. Bandung: Alfabeta, 2005.

Taufiqurrahman, *Ilmu Falak Dan Tinjauan Matlak Global*. Yogyakarta: MPKSDI Yogyakarta, 2010.

B. Jurnal/ Penelitian

Akhyar, Mustofa., dkk. “*Penentuan Awa Waktu Shubuh Menggunakan Sky Quality Meter*”, disampaikan saat Seminar Nasional Dan Aplikasinya, Yogyakarta, 2018.

- Amri, Tahmid. “Waktu Shalat Perspektif Syar’i, *Jurnal Asy-Syari’ah*”, vol. 16, no. 3, Desember 2014.
- Ayatullah, Hafidz. “Studi Analisis Fajar Kazib Dan Fajar Shadiq (Awal Waktu Shubuh Di Kabupaten Bone)”, *Jurnal Ilmu Falak El-Falaky*, vol. 2, no. 1, Tahun 2018.
- Ayatullah. “Studi Analisis Fajar Kazib dan Fajar Shadiq (Awal Waktu Shalat di Kabupaten Bone)”, *Jurnal Ilmu Falak El-falaky*, vol. 2, no. 1, 2018.
- Basthoni, “A Prototype of True Dawn Observation Automation System (Prototipe Sistem Otomatisasi Observasi Fajar)”, *Jurnal Sains Dirgantara*, vol 18, no. 1, Desember 2020.
- Cinzano, Pierantonio. “Night Sky Photometry With Sky Quality Meter”, *ISTIL International Report*, vol. 1.4, no. 9, Tahun 2005.
- Fuzan, Irfan. Dilematika Shalat Fardhu Di Awal Waktu, *At-Ta’wil Jurnal Pengkajian Al-Qur’an dan At-Turats*, vol. 1, no.2, Oktober 2019.
- Hasan, Muhammad Rifqi. “Astronomical Interpretation Of Early Prayer Times (Study Of Differences In Determination Of Early Prayer Times From The Text And Astronomical Prespective)”, *Al-Hilal: Journal Of Islamic Astronomy*, vol. 2, no. 2, 2020.

- Herdiwijaya, Dhani. "Pengukuran Kecerahan Langit Malam Arah Zenith Untuk Penentuan Awal Waktu Fajar", Disampaikan pada saat Prosiding Seminar Kontribusi Fisika, Bandung, 14-15 Desember 2016.
- Padil, Abbas. "Dasar-Dasar Ilmu Falak Dan Tataordinat: Bola Langit Dan Peredaran Matahari", *Jurnal Al-Daulah*, vol. 2, no. 2 tahun 2013.
- Rakhmadi, "Arwin Juli. Hasrian Rudi Setiawan, dkk, Pengukuran Tingkat Polusi Cahaya Dan Awal Waktu Shalat Shubuh di OIF OMSU Dengan Menggunakan Sky Quality Meter", *Jurnal Ilmiah Multi Sciences*, vol. 12, no. 2, 2020.
- Rojak, "Encep Abdul., dkk., Koreksi Ketinggian tempat terhadap fikih waktu salat (Analisis Jadwal Waktu Shalat Kota Bandung)", *Al-Ahkam*, vol. 27, no. 2, Oktober, 2017.
- Satria, Mayo Rizky. "Pengaruh Kecerlangan Langit Terhadap Visibilitas Hilal, *Skripsi*, Universitas Islam Negeri Walisongo", Semarang, 2018.
- Suriani, dkk., "Zona Waktu Dan Implikasinya Terhadap Penentuan Awal Waktu Shalat Pengaruh Zona Waktu Terhadap Penetapan Awal Waktu Shalat", disampaikan pada saat Batusangkar International Conference IV, 14-15 Oktober 2019.

Utari, Diah., dkk., “Studi Analisis Awal Waktu Shalat Shubuh (Kajian Atas Relevansi Nilai Ketinggian Matahari Terhadap Kemunculan Fajar Shadiq)”, *Jurnal Maqasid Universitas Muhammadiyah Surabaya*, vol. 3, no. 1, 2014.

Zahroya, dkk. “Analisis Waktu Shubuh Dan Kecerlangan Langit Menggunakan Data Sky Quality Meter LAPAN Watukosek Pasuruan”, disampaikan pada saat Seminar Nasional Fisika (SNF) 2019 dengan judul *Menghilirkan Penelitian-Penelitian Fisika dan Pembelajarannya*, Surabaya, 19 Oktober 2019.

Zaman, Qomarus. “Terbit Fajar Dan Waktu Subuh (Kajian Nash Syar’i Dan Astronomi)”, *Al-hakim*, vol. 2, no. 1, 2018.

C. Tesis dan Skripsi

Furqon, Ahmad Ridwan. “Kecerahan langit malam arah zenith di observatorium Bosscha dan analisis awal waktu shubuh dan isya menggunakan sky quality meter”, *Skripsi*, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung, 2013. Tidak dipublikasikan.

Husniyah, Zahrotul. “Anlisis Pengaruh Perhitungan Solar DIP Tono Saksono Terhadap Awal Waktu Shalat Isya Dan Shubuh”, *Skripsi*, Universitas Islam Negeri Sunan Ampel, Surabaya, 2019. Tidak dipublikasikan.

- Mu'iz, Maryani Abdul. "Studi Analisis Metode Penentuan Waktu Shalat Dalam Kitab Ad-Durus Al-Falakiyyah Karya Ma'sum Bin Ali", *Skripsi* IAIN Walisongo, Semarang, 2011. Tidak dipublikasikan.
- Ni'am, M. Ihtirozun. "Akurasi Perhitungan Waktu Shalat Dalam Pelayaran (Studi di Sekolah Tinggi Maritim dan Transport AMNI Semarang)", *Tesis*, Universitas Islam Negeri Walisongo, Semarang, 2017. Tidak dipublikasikan.
- Nor, Laksmianti Annake Harijadi. "Uji Akurasi Hisab Awal Waktu Shalat Shubuh Dengan Sky Quality Meter", *Skripsi*, Universitas Islam Negeri Walisongo, Semarang, 2016. Tidak dipublikasikan.
- Satria, Mayo Rizky. "Pengaruh Kecerlangan Langit Terhadap Visibilitas Hilal", *Skripsi*, Universitas Islam Negeri Walisongo", Semarang, 2018. Tidak dipublikasikan.
- Zahroya, Isyfina Unai. "Uji Pengaruh Ketinggian Tempat Dengan Sky Quality Meter Terhadap Akurasi Waktu Shalat (Study Pemikiran Prof Thomas Jamaluddin)", *Skripsi*, Universitas Islam Negeri Sunan Ampel, Surabaya, 2019. Tidak dipublikasikan.

D. Media Elektronik

Akhlanudin Uhamka, “*Waktu Isya dan Subuh di Indonesia Disebut Tidak Tepat*”, <https://gema.uhamka.ac.id/2020/04/27/waktu-isyadan-subuh-di-indonesia-disebut-tidak-tepat/>, diakses pada tanggal 30 Januari 2021.

Belajar Komputer, “*Pengertian Port Serial RS232*”, <https://misterikomputer.wordpress.com/2013/05/08/pengertian-port-serial-rs232/>, 17 Februari 2021.

Dikutip https://www.geoptik.com/index.php?route=product/product&product_id=749, 4 Februari 2021.

NU Online, “*Bahtsul Masail NU Jatim Bahas Waktu Shalat Shubuh Yang Dipersoalkan*”, <https://www.nu.or.id/post/read/117258/bahtsul-masail-nu-jatim-bahas-waktu-shalat-subuh-yang-dipersoalkan>, 21 Januari 2021.

_____, “*Kriteria Waktu Shubuh -20 Derajat Benar Secara Fiqih dan Sains*”, <https://www.nu.or.id/post/read/125439/kemenag-kriteria-waktu-subuh--20-derajat-benar-secara-fiqih-dan-sains>, diakses pada tanggal 22 Januari 2021.

Thomas Djamaluddin, “*Penentuan Waktu Shubuh: Pengamatan dan Pengukuran Fajar di Labuhan Bajo*”, dikutip dalam <https://tdjamaluddin.wordpress.com/2018/04/30/penentuan-waktu-shubuh-pengamatan-dan-pengukuran-fajar-di-labuhan-bajo/>, dikutip pada tanggal 29 Januari 2021.

_____, *Waktu “Subuh Ditinjau Secara Astronomi dan Syar’i”*, dikutip dalam <https://tdjamaluddin.wordpress.com/2010/04/15/waktu-shubuh-ditinjau-secara-astronomi-dan-syari/>, diakses pada tanggal 29 Januari 2021.

Tribun News, “*Munas Tarjih Muhammadiyah Waktu Shubuh Berubah, Mundur 8 Menit*”, <https://www.tribunnews.com/nasional/2020/12/21/hasil-munas-tarjih-muhammadiyah-ke-31-waktu-subuh-berubah-mundur-8-menit>, dikutip pada tanggal 23 Januari 2021.

Unihedron Sky Quality Meter (Narrow Field) W/ Data Logging – Model SQM-LU-DL, Unihedron Sky Quality Meter (Narrow Field) w/ Data Logging - Model SQM-LU-DL | eBay, diakses pada tanggal 17 Februari 2021.

Pusat Sains Antariksa. “*Skala Kecerlangan Langit*”, dikutip dalam <http://sqm.sains.lapan.go.id/>, diakses pada tanggal 6 Juni 2021.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

- Nama : Muhmmad Fikky Burhanuddin
- Tempat tanggal lahir : Pati, 10 Maret 2000
- Alamat asal : Desa Bakalan, RT 05/ RW 01,
Kecamatan Dukuhseti, Kabupaten
Pati, Jawa Tengah, 59158.
- Alamat sekarang : Jl. Sriwidodo Utara II, RT 03/
RW 02, Kelurahan Purwoyoso,
Kecamatan Ngaliyan, Kota
Semarang,
Jawa Tengah, 50184.
- Nomor Handphone : 0823 2613 5472
- Email : muhammadfikky2000@gmail.com
- Jenjang Pendidikan :
- a. Pendidikan Formal
 1. RA Matholi'ul Huda Bakalan
 2. SDN Alasdowo 01
 3. MTs. Miftahul Huda Tayu
 4. MA. Salafiyah Kajen
 5. UIN Walisongo Semarang
 - b. Pendidikan Non Formal
 1. TPQ Mathol'ul Huda Bakalan
 2. PP. Kulon Banon Kajen
 3. Pesantren Al-Hidayah Bakalan
 4. MAS BPUN Pati

Pengalaman Organisasi

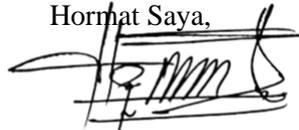
1. PMII Rayon Syari'ah UIN Walisongo Semarang
2. HMJ Ilmu Falak UIN Walisongo Semarang
3. IKLAS UIN Walisongo Semarang
4. KMPP Semarang

Motto Hidup

**Terus Berusaha, Selalu Mencoba, Iringi Dengan Do'a,
dan Pasrahkan Kepada Yang Maha Kuasa.**

Semarang, 23 Juni 2021

Hormat Saya,



M. Fikky Burhanuddin

NIM 1702046055