

**STUDI ANALISIS KRITERIA KETINGGIAN
MATAHARI TERHADAP KEMUNCULAN FAJAR
SADIK MENURUT PERSPEKTIF TONO SAKSONO**

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Tugas dan Melengkapi
Syarat Guna Memperoleh Gelar Sarjana Strata Satu (S.1)
dalam Ilmu Syari'ah dan Hukum



Disusun oleh:

U'UN AIDATUZ ZUHRIYAH
NIM. 1502046026

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

2022



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

Jl. Prof. Dr. Hamka Kampus III Ngaliyan, Semarang. Telp/Fax. (024) 7601291 Semarang 50185

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Syari'ah dan Hukum

UIN Walisongo Semarang

di - Semarang

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Setelah saya meneliti dan mengadakan perbaikan seperlunya, bersama ini saya kirim naskah skripsi saudara.

Nama : U'un Aidatuz Zuhriyah

NIM : 1502046026

Jurusan : Ilmu Falak

Judul : **“Studi Analisis Kriteria Ketinggian Matahari Terhadap
Kemunculan Fajar Shadiq Menurut Perspektif Tono Saksono”**

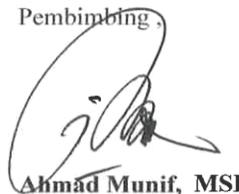
Dengan ini saya mohon kiranya naskah skripsi tersebut dapat segera di ujikan.

Demikian harap menjadi maklum.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Semarang, 12 April 2022

Pembimbing,



Ahmad Munif, MSI



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

Jl. Prof. Dr. Hamka Kampus III Ngaliyan Telp. (024) 7608454 Semarang 50185
Website : fsh.walisongo.ac.id – Email : fshwalisongo@gmail.com

PENGESAHAN

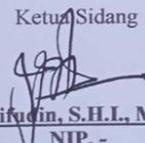
Nama : U'un Aidatuz Zuhriyah
NIM : 1502046026
Jurusan : Ilmu Falak
Judul Skripsi : **STUDI ANALISIS KRITERIA KETINGGIAN MATAHARI
TERHADAP KEMUNCULAN FAJAR SADIK MENURUT
PERSPEKTIF TONO SAKSONO**

Telah dimunaqosahkan oleh Dewan Penguji Fakultas Syari'ah dan Hukum Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang, dan dinyatakan **LULUS** dengan predikat cumlaude/baik/cukup, pada tanggal: **Rabu, 22 Juni 2022** serta dapat diterima sebagai syarat guna memperoleh gelar Sarjana Strata I tahun akademik 2021-2022.

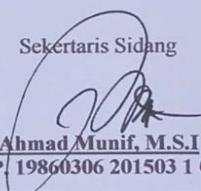
Semarang, 20 Juli 2022

Disetujui

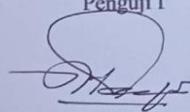
Ketua Sidang


Saifudin, S.H.I., M.H.
NIP. -

Sekretaris Sidang


Ahmad Munif, M.S.I
NIP. 19860306 201503 1 006

Penguji I

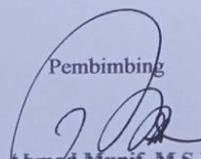

Dr. H. Mahsun, M.Ag.
NIP. 19671113 200501 1 001



Penguji II


Ali Maskur, S.H., M.H
NIP. 19760329 201601 1 901

Pembimbing


Ahmad Munif, M.S.I
NIP. 19860306 201503 1 006

MOTTO

فَإِذَا قَضَيْتُمُ الصَّلَاةَ فَادْكُرُوا اللَّهَ قِيَمًا وَقُعودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِكُمْ

فَإِذَا أَطْمَأْنَنْتُمْ فَأَقِيمُوا الصَّلَاةَ ۚ إِنَّ الصَّلَاةَ كَانَتْ عَلَى الْمُؤْمِنِينَ كِتَابًا

مَوْقُوتًا

Maka apabila kamu telah menyelesaikan salat(mu), ingatlah Allah di waktu berdiri, di waktu duduk dan di waktu berbaring. kemudian apabila kamu telah merasa aman, Maka dirikanlah salat itu (sebagaimana biasa). Sesungguhnya salat itu adalah fardhu yang ditentukan waktunya atas orang-orang yang beriman. (QS. al-Nisa': 103)¹

¹ Departemen Agama Republik Indonesia, *al-Quran Dan Terjemahnya*, Surabaya: Pustaka Agung Harapan, 2006, hlm. 124-125

PERSEMBAHAN

Karya tulis ilmiah ini penulis persembahkan untuk:

Ayah, Ihsanudin Arif, yang selalu senantiasa mendoakan dan membantu dalam penelitian penulis. Lewat petuah dan nasihat beliau penulis dapat mengambil hikmah tentang hakikat kehidupan.

Yang selalu mengingatkan untuk bersikap tawadhu' bahwa di dunia manusia bukanlah apa-apa jika dibandingkan dengan alam.

Ibu, Siti Umayah, yang tak pernah lelah mendoakan dan turut serta dalam mengupayakan kelancaran penulis dalam penelitian tentang awal waktu Subuh. Dengan dorongan dan motivasi yang beliau berikan penulis dapat menuntaskan tugas akhirnya sebagai mahasiswa. Ibu adalah surgawi di muka bumi, tanpanya semesta akan hampa.

Kepada adik sekaligus partner dalam segala hal, Iis Ikhwatul Khasanati yang merelakan waktunya untuk menemani penulis dalam melaksanakan penelitian, sehingga menjadi alasan bagi penulis sebagai kakak untuk berusaha menjadi pribadi yang terbaik dengan menyelesaikan tugas akhir ini.

Para guru dan Kyai penulis yang telah mencurahkan baik tenaga dan ilmunya yang tak terhitung jumlah dan petuah yang berharga yang penulis dapatkan. Semoga menjadi ilmu yang bermanfaat dan berkah di dalam dunia dan akhirat serta dapat menjadikannya sebagai amal jariyah.

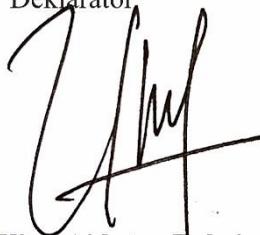
Untuk para pegiat dan ahli Ilmu Falak dan Astronomi yang semoga diberi umur yang panjang dan keimanan dalam hatinya. Yang akan selalu menjadi inspirator penulis dalam menimba ilmu, khususnya di bidang ilmu falak dan astronomi.

Terakhir untuk diri sendiri juga kepada orang-orang yang berpijak di atas bumi namun cita-citanya melambung tinggi setinggi bintang suroya

DEKLARASI

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

Semarang, 22 April 2022
Deklarator,



U'un Aidatuz Zuhriyah
NIM : 1502046026

PEDOMAN TRANSLITERASI²

Transliterasi bahasa Arab yang digunakan dalam penulisan skripsi ini adalah menggunakan “Pedoman Transliterasi Arab-Latin” yang dikeluarkan dengan berdasarkan hasil keputusan bersama (SKB) Menteri Agama dan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan R.I Nomor 158 Tahun 1987. Penjelasan pedoman transliterasi tersebut adalah sebagai berikut:

A. Kata Konsonan

Konsonan Bahasa Arab yang digunakan dalam sistem penulisan Arab dapat dilambangkan dengan huruf, sedangkan transliterasi ini dilambangkan dengan huruf, ada juga yang dilambangkan dengan tanda, dan sebagian yang lain dilambangkan dengan huruf dan tanda secara bersamaan.

Daftar huruf Arab dan Transliterasinya dengan menggunakan huruf Latin tersebut adalah sebagai berikut:

Huruf Arab	Nama	Huruf Latin	Nama
ا	Alif	Tidak dilambangkan	Tidak dilambangkan
ب	Ba	B	Be
ت	Ta	T	Te
ث	Sa	Ś	Es (dengan titik di atas)

² Pedoman penulisan skripsi Fakultas Syariah dan Hukum UIN Walisongo Semarang Tahun 2019

ج	Jim	J	Je
ح	Ha	Ḥ	Ha (dengan titik di bawah)
خ	Kha	Kha	Ka dan Ha
د	Dal	D	De
ذ	Zal	Ẓ	Zet (dengan titik di atas)
ر	Ra	R	Er
ز	Zai	Z	Zet
س	Sin	S	Es
ش	Syin	Sy	Es dan Ye
ص	Sad	Ṣ	Es (dengan titik dibawah)
ض	Dad	Ḍ	De (dengan titik di bawah)
ط	Ta	Ṭ	Te (dengan titik di bawah)
ظ	Za	Ẓ	Zet (dengan titik di bawah)
ع	‘Ain	‘	Koma terbalik di atas

غ	Gain	G	Ge
ف	Fa	F	Ef
ق	Qaf	Q	Ki
ك	Kaf	K	Ka
ل	Lam	L	El
م	Mim	M	Em
ن	Nun	N	En
و	Wau	W	We
هـ	Ha	H	Ha
ء	Hamzah	‘	Apostrof
ي	Ya	Y	Ye

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 dalam bahasa Arab sama seperti vokal dalam bahasa Indonesia. Vokal ini terdiri atas vokal tunggal atau biasa disebut monoftong dan vokal rangkap atau disebut diftong.

1. Vokal Tunggal (monoftong)

Vokal tunggal dalam bahasa Arab lambangnya berupa tanda atau harakat, transliterasinya adalah sebagai berikut:

Huruf Arab	Nama	Huruf Latin	Nama
◌َ	Fathah	A	A
◌ِ	Kasrah	I	I
◌ُ	Dhammah	U	U

2. Vokal Rangkap (diftong)

Vokal rangkap dalam bahasa Arab yang lambangnya berupa gabungan antara harakat dan huruf, maka transliterasinya adalah sebagai berikut:

Huruf Arab	Nama	Huruf Latin	Nama
◌َـ ي	Fathah dan Ya	Ai	A dan I
◌َـ و	Fathah dan Wau	Au	A dan U

3. Vokal Panjang (*Maddah*)

Vokal panjang atau maddah lambangnya berupa harakat dan huruf, transliterasinya berupa huruf dan tanda sebagai berikut:

Huruf Arab	Nama	Huruf Latin	Nama
اَ اِ اِي	<i>fathah</i> dan <i>alif</i> atau <i>ya</i>	ā	a dan garis di atas
اِ اِي	<i>kasrah</i> dan <i>ya</i>	ī	i dan garis di atas
اُ اُو	<i>dhammah</i> dan <i>wau</i>	ū	u dan garis di atas

C. Ta' Marbutah

Berikut ini adalah transliterasi untuk huruf ta' marbutah yang mempunyai dua pedoman antara lain:

1. Ta' marbutah hidup

Apabila ada ta' marbutah yang hidup atau yang berharakat fathah, kasrah, dan dhammah, maka transliterasinya berupa (t).

2. Ta' marbutah mati

Apabila ada ta' marbutah yang mati atau berharakat sukun, maka transliterasinya berupa (h).

3. Apabila ada kata yang diakhiri dengan ta marbutah kemudian kata tersebut diikuti dengan kata sandang al serta kedua kata tersebut terpisah, maka transliterasi ta marbutah tersebut adalah ha (h).

Contoh:

المدينة المنورة: al-madinah al-munawwarah / al-madinatul munawwarah.

D. Syaddah / Tasydid

Syaddah atau tasydid dalam penulisan bahasa Arab dilambangkan dengan sebuah tanda. Tanda tersebut dalam transliterasi ini dilambangkan dengan huruf. Huruf itu berupa huruf yang sama dengan huruf yang di beri tanda syaddah.

Contoh:

نَزَّلْنَا: Nazzalnaa

E. Kata Sandang

Kata sandang dalam penulisan bahasa Arab dilambangkan dengan huruf al. Namun, dalam transliterasi ini kata sandang dibedakan menjadi dua yaitu kata sandang yang diikuti huruf syamsiyah dan kata sandang yang diikuti huruf qamariyah. Berikut penjelasan mengenai kata sandang yang dibedakan menjadi dua antara lain:

1. Kata sandang yang diikuti huruf syamsiyah

Kata sandang yang ditransliterasikan sesuai dengan bunyinya, yaitu (I) diganti dengan huruf yang sama yang langsung mengikuti kata sandang tersebut.

2. Kata sandang yang diikuti huruf qamariyah

Kata sandang yang ditransliterasikan sesuai dengan aturan yang digariskan di depan dan harus sesuai pula bunyinya.

Kedua kata sandang yang diikuti oleh huruf syamsiyah ataupun qamariyah, penulisan kata sandangnya harus dipisah dengan kata yang mengikuti dan menghubungkan dengan kata sandang.

Contoh:

a. الشَّمْسُ: asy-syamsu

b. الْقَلَمُ: al-qalamu

F. Hamzah

Sebagaimana yang sudah disebutkan diatas bahwa Huruf hamzah bentruk transliterasinya menggunakan apostrof. Namun pedoman tersebut hanya hanya berlaku apabila posisi letak hamzah tersebut di tengah atau di akhir kata. Jika hamzah tersebut berada di awal kata, maka hamzah tersebut tidak dilambangkan karena jika dalam tulisan Arab, hamzah tersebut berupa Alif.

Contoh:

شَيْءٌ: Syai'un

G. Penulisan Kata

Setiap kata pada dasarnya seperti fi'il, isim, dan huruf itu ditulis terpisah. Namun, hanya kata-kata tertentu saja yang penulisannya dirangkaikan dengan kata lain karena ada huruf atau harakat yang dihilangkan. Maka penulisan transliterasi kata tersebut harus dirangkaikan dengan kata lain yang mengikutinya juga.

Contoh:

فَاؤْفُوا الْكَيْلَ وَالْمِيزَانَ: Fa aufu al-kaila wa al miizaana

H. Huruf Kapital

Walaupun dalam sistem penulisan bahasa Arab tidak dikenal. Namun, dalam transliterasi penulisan huruf tersebut tetap digunakan. Penggunaan huruf kapital harus sesuai dengan aturan dan ketentuan EYD seperti huruf kapital digunakan untuk menuliskan awal huruf nama diri dan awal kalimat. Apabila nama diri tersebut didahului oleh kata sandang, maka penulisan huruf kapital tetap nama diri bukan pada awal huruf sandangnya.

Contoh:

وَمَا مُحَمَّدٌ إِلَّا رَسُولٌ: wa ma Muhammadun illa rasuul

Penggunaan huruf kapital pada lafadh Allah hanya berlaku dalam tulisan arab yang lengkap dan penulisan lafadh yang disatukan dengan kata lain. Sehingga ada huruf atau harakat yang dihilangkan dan huruf kapital tidak dipergunakan.

Contoh:

لِلّٰهِ الْأَمْرُ جَمِيعًا: Lillahi al-amru jami'an

I.Tajwid

Sebagian orang yang menginginkan kefasihan dalam bacaan, maka pedoman transliterasi ini merupakan bagian yang sangat penting dan tidak dapat terpisahkan dari ilmu tajwid. Oleh karena itu, dalam peresmian transliterasi Arab-Latin ke dalam bahasa Indonesia (versi Indonesia) ini perlu adanya pedoman tajwid.

ABSTRAK

Fuqoha bersepakat bahwa awal waktu Subuh ditandai dengan kemunculan fajar sadik. Adapun perbedaan yang ada disebabkan perbedaan dalam pemaknaan fajar dan tinggi Matahari. Kementerian Agama RI menetapkan mengenai kriteria posisi ketinggian Matahari awal waktu Subuh adalah 20° di bawah ufuk. Namun ternyata ketentuan yang ada mengalami berbagai kritikan di beberapa kalangan. Hal ini dipelopori oleh terbitnya artikel pada majalah *Qiblati* dan kumpulan tulisan di buku yang berjudul *Koreksi Awal Waktu Subuh* pada tahun 2010. Menurut Syaikh Mamduh Farhan al Buhairi dalam tukisan yang berjudul *Salah Kaprah Awal Waktu Salat Subuh* menyatakan bahwa awal waktu Subuh di Indonesia terlalu cepat hingga 24 menit. Berawal dari tulisan tersebut, Tono Saksono melakukan penelitian dan menyatakan bahwa awal waktu salat Subuh di Indonesia terlalu cepat. Dengan penelitian yang dilakukan, Tono Saksono mengusulkan bahwa kriteria ketinggian Matahari untuk awal waktu Subuh adalah sebesar -13° . Kemudian dengan banyaknya diskursus perbedaan kriteria ketinggian Matahari untuk awal Subuh, Tim Hisab Rukyat Kemenag dan beberapa para ahli falak mengkaji kembali dengan menghasilkan kriteria yang sama dengan yang digunakan Kemenag. Hal inilah yang memicu perbedaan diberbagai kalangan sehingga dilakukan penelitian sebagai verifikasi penentuan awal waktu Subuh yang dilakukan oleh para ahli falak.

Oleh karena itu kriteria ketinggian Matahari terhadap kemunculan fajar sadik yang diusung oleh Tono Saksonoserta sebagai mana keakurasiannya merupakan pokok permasalahan yang dikaji pada penelitian ini. Jenis penelitian yang digunakan adalah *library research*. Dalam peneletian ini penulis akan melakukan analisis terhadap kriteria ketinggian Matahari terhadap kemunculan fajar sadik menurut perspektif Tono Saksono dengan Thomas Djamaluddin. Kemudian dilakukan obeservasi langsung dengan menggunakan kamera dslr sebagai alat instrument penelitian. Hasil observasi tersebut akan digunakan sebagai pembanding dari kriteria

ketinggian Matahari terhadap munculnya fajar sadik sebagai penentuan awal waktu Subuh yang beredar pada saat ini.

Pada penelitian ini menghasilkan bahwa adanya berbagai perbedaan kriteria disebabkan oleh beberapa faktor. Faktor tersebut adalah faktor kondisi alam yang sangat mempengaruhi kemunculan fajar sadik. Dengan menggunakan instrument yang sama yaitu *Sky Quality Meter* dan kamera dslr menghasilkan hasil yang berbeda. Hasil pemrosesan data penelitian yang dilakukan Tono Saksono mengerucut pada nilai -13° . Sedangkan Tim Hisab Rukyat Kemenag tetap pada kriteria sebelumnya yaitu -20° . Pengamatan yang dilakukan oleh penulis menghasilkan $-17,9^{\circ}$ selisih 8 hingga 10 menit lebih lambat dibanding dengan jadwal awal waktu salat oleh Kemenag RI. Adanya perbedaan dalam penentuan kriteria ketinggian Matahari untuk awal waktu Subuh adalah disebabkan oleh beberapa faktor. Faktor yang paling utama adalah faktor yang berkaitan dengan alam seperti kondisi langit pada saat pengamatan.

***Kata kunci:* Kriteria Ketinggian Matahari, Fajar Sadik, Tono Saksono**

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirobbil'almin, puji syukur atas rahmat dan serta hidayang Allah SWT sehingga penulis dapat menuntaskan skripsi yang berjudul: **Studi Analisis Ketinggian Matahari terhadap Kemunculan Fajar Sadik menurut Perspektif Tono Saksono** dengan baik.

Shalawat serta salam senantiasa penulis sanjungkan kepada Baginda Rasulullah SAW beserta ahul bait, para sahabat dan para tabi'in yang telah membawa cahaya islam. Semoga kelak kita mendapatkan *syafaat* sehingga kita dapat berkumpul bersama di akhirat kelak.

Atas segala pertolongan Allah SWT penulis dapat menyelesaikan karya ini. Penulis juga menyadari bahwa tuntasnya karya tulis ini juga tidak terlepas dari jerih payah penulis sendiri. Namun juga atas usaha dan bantuan baik berupa spriritual maupun moral dari berbagai pihak yang diupauakan membantu penulis menyelesaikan karya tulis ini. Oleh karena itu, penulis hendak menyampaikan terimakasih kepada:

1. Ahamd Munif, M.S.I, selaku kaprodi ilmu falak sekaligus pembimbing penulis atas bimbingan dan pengarahan yang diberikan dengan sabar dan ikhlas serta jasa dan bantuan beliau penulis dapat menuntaskan karya tulis ini.
2. Dr. Rupii, M.Ag, selaku pembimbing penulis yang turut serta memberikan arahan dan bimbingan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Dr. KH. Ahmad Izzuddin, M.Ag., selaku dosen wali penulis yang menjadi motivator penulis untuk segera menyelesaikan skripsi

ini. Juga kepada dosen-dosen dan karyawan prodi Ilmu Falak dan Fakultas Syari'ah dan Hukum atas bantuannya dalam proses penuntasan skripsi ini.

4. Kedua orang tua penulis beserta keluarga atas dukungan berupa doa, perhatian, dan penerimaan yang tulus dan ikhlas kepada penulis serta curahan kasih sayang yang tidak dapat penulis ungkapkan dengan kata-kata.
5. Pengasuh pondok pesantren An Nur Karanganyar Tugu Semarang, Bu Nyai Hj. Luthfah Karim As Salawy, Gus Mumtaz Al Mukaffa Ayatullah beserta keluarga *ndalem* yang selalu memberikan dukungan moral dan spiritual kepada penulis.
6. Seluruh sahabat santri dari *kabinet tronjal tronjol* hingga *kabinet angel yah* pengurus dan keluarga besar santri pondok pesantren an nur, Adi Nur, Rama Komara, Maulana Abdillah, Ilham Kafa, Izzur Rizqi, Clara Natsya, Dia Atun dan Latifatul Ahfa, beserta alumni angkatan 2015, mbak Rohmania Sittah, mbak Maulida Akmala, mbak Yuwis Putri, mbak Siti Nurrokhmatin, dan kawan-kawan seperjuangan. Mantap jiwa untuk kalian.
7. Daimatur Rohmah, S.Pd, beserta keluarga, yang telah bersedia menerima, menjamu dan menemani penulis dalam pengamatan fajar sadik di Pantai Tuban, *jazakumullahu khoiron jazaa*.
8. Teman-teman angkatan *Executive People of Falak dua ribu lima belas* (EXPLODE) dan kelas IF-B 2015 terimakasih atas kebersamaan kerja sama dalam berjuang di tanah rantau dan berbagi keluh kesah tangis dan tawa dalam menghadapi hiruk pikuk di tanah rantau. Salam super untuk kalian: Mila, Ida, Arrman, Nuni, Aidah, Eva, Alfia, Irfan Faizan, Syarif, Zuna dan teman-teman seangkatan yang tidak dapat penulis sebutkan.

9. Kepada teh Waliawati dan kak Indah Ayu Sari terimakasih sudah kebersamai hingga akhir, mengawal hingga telah sampai pada titik ini dan telah bersedia mendengarkan keluh kesah penulis dalam menyelesaikan skripsi ini, yang juga sedang mengejar asa, semoga kebaikan kalian kembali kepada kalian lagi.
10. Seluruh rekan alumni santri Al Husna Banjaran Kota Kediri yang di Semarang dan Yogyakarta, Mbak Eka, Salma, Salis, Daris, Naila dan teman-teman IKAPAMANDIGA.
11. Segenap keluarga besar Pimpinan Komisariat Perguruan Tinggi IPNU-IPPNU UIN Walisongo Semarang, dan Demisioner angkatan 2015; Basrowi, Hasyim, Alfariesta, Daim, Faiqotun, Irfan Nawawi yang senantiasa menemani penulis saat berproses dan berjuang, terimakasih untuk pengalaman dan pengamalannya. Salam Berjuta!
12. Dan kepada alumni Maha santri Ma'had Al Jamiah UIN Walisongo 2015, Candra, Mala, Zulfa, Auliya, Umi, Firdi, Syifa, Mailia, Novita, Ainun, Ailuliya, Citra, mbak Eka, Ning Wawa, mbak Umi, Ning Irfa' dan kawan-kawan lain yang tidak dapat penulis sebutkan, serta kepada *mudhir* Ma'had Dr. KH. Fadholan Musyafa' Mu'thi, L.c, M.A (2015) atas petunjuk yang beliau berikan dalam setiap majlis sebagai dorongan dan motivasi penulis dalam menyelesaikan karya tulis ini.
13. Serta kepada semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu proses dan ikut berkontribusi dalam masa perkuliahan atau dalam menyelesaikan skripsi ini

Kepada mereka semua semoga amal sholih serta jasa-jasa dari semua pihak yang telah membantu dan berkontribusi dalam terselesaikannya skripsi ini, diterima oleh Allah SWT serta

mendapatkan balasan yang jauh lebih baik. Sebagai penulis karya tulis ini, penulis menyadari bahwa skripsi ini jauh dari kata sempurna karena keterbatasan penulis sendiri. Oleh karena itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun dari pembaca semua. Penulis berharap semoga karya tulis ini dapat memberikan manfaat bagi penulis khususnya dan para pembaca pada umumnya.

Semarang, 22 April 2022

Penulis

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'U'un Aidatuz Zuhriyah', with a long horizontal stroke extending to the right.

U'un Aidatuz Zuhriyah

DAFTAR TABEL

- Tabel 2.1 Posisi Matahari Awal Waktu Salat Subuh Menurut Ahli Falak Indonesia
- Tabel 2.2 Posisi Matahari Awal Waktu Salat Subuh Menurut Organisasi Islam Dunia
- Tabel 2.3 Posisi Matahari ketika awal waktu Subuh menurut Ahli Falak
- Tabel 2.4 Spesifikasi Kamera Nikon D5300
- Tabel 3.1 Lokasi, Waktu dan Kondisi langit saat pengamatan
- Tabel 4.1 Koreksi waktu pada ketinggian suatu tempat menurut Sa'adoeddin Djambek
- Tabel 4.2 Ketinggian Matahari dalam berbagai kitab Falak

DAFTAR GAMBAR

- Gambar 2.1 Gambaran fajar menurut astronomi
- Gambar 2.2 Tampilan software IRIS
- Gambar 2.3 Camera Nikon D5300
- Gambar 2.4 Tripod
- Gambar 3.1 Hasil pengamatan fajar dengan menggunakan SQM di Depok pada 17 Maret 2017
- Gambar 3.2 Plot SQM data Depok 10 Juni 2015
- Gambar 3.3 Tampilan aplikasi Sun Position
- Gambar 3.4 Tampilan awal aplikasi IRIS
- Gambar 3.5 Dialog memasukan data pada aplikasi IRIS
- Gambar 3.6 Menu untuk memproses data citra fajar
- Gambar 3.7 Dialog besar intensitas cahaya pada citra fajar
- Gambar 3.8 Lokasi Pengamatan dilihat dengan menggunakan google earth
- Gambar 3.9 Grafik hasil pengamatan di desa Kalianyar
- Gambar 3.10 Lokasi pengamatan dilihat dari google earth

- Gambar 3.11 Grafik hasil kalibrasi citra fajar di Penambangan Pasir Badas
- Gambar 3.12 Grafik pengamatan penambangan Pasir Badas 25/08/2020
- Gambar 3.13 Grafik pengamatan penambangan Pasir Badas 26/08/2020
- Gambar 3.14 Deretan pantai di Tuban yang digunakan sebagai lokasi pengamatan
- Gambar 3.15 Grafik hasil pengamatan Pantai Cemara Tuban
- Gambar 3.16 Pantai Pasir Putih Tuban dalam keadaan mendung
- Gambar 3.17 Ufuk Timur Pantai Kelapa Tuban
- Gambar 3.18 Lokasi pengamatan area persawahan dengan menggunakan google earth
- Gambar 3.19 Grafik hasil pengamatan fajar sadik di desa Matakan Badas
- Gambar 3.20 Pengambilan citra fajar di area persawahan desa Matakan Badas
- Gambar 4.1 Hasil bidikan kamera DSLR pada saat pengamatan di pematang sawah di desa Matakan

DAFTAR ISI

COVER

LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
MOTTO	iv
PERSEMBAHAN	v
DEKLARASI	vi
TRANSLITERASI	vii
ABSTRAK	xv
KATA PENGANTAR	xvii
DAFTAR TABEL	xxi
DAFTAR GAMBAR	xxii
DAFTAR ISI	xxiv

BAB I: PENDAHULUAN

A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	5
C. Tujuan Penelitian	6
D. Manfaat Penelitian	6
E. Kajian Pustaka	6
F. Metodologi Penelitian	10
G. Sistematika Penulisan	14

BAB II : PENENTUAN AWAL WAKTU SALAT SUBUH

A. Penentuan Awal Waktu Subuh	17
B. Pemaknaan Fajar Sebagai Indikasi Awal Waktu Subuh	28
C. Konsep Astronomi Awal Waktu Subuh.....	37

D.	Hisab Awal Waktu Subuh	51
E.	Fotometri	53
F.	Instrumen Penelitian	58

**BAB III : KRITERIA KETINGGIAN TERHADAP
KEMUNCULAN FAJAR SADIK MENURUT PERSPEKTIF
TONO SAKSONO**

A.	Kriteria Ketinggian Matahari Terhadap Kemunculan Fajar Sadik Menurut Perspektif Tono Saksono	64
B.	Observasi Kemunculan Citra Fajar Sadik Yang Mempengaruhi Ketinggian Matahari	83

**BAB IV: Analisis Ketinggian Matahari Terhadap Kemunculan
Fajar Sadik Menurut Perspektif Tono Saksono
.....**

108

BAB V: PENUTUP

A.	Simpulan	138
B.	Saran	139

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Waktu Subuh dimulai sejak terbit fajar dan berakhir saat Matahari terbit. Dalam Surat At Thuur ayat 49 waktu Subuh dimulai sejak menghilangnya atau meredupnya bintang-bintang dan berakhir seperti yang disebutkan dalam Surat Qaaf ayat 39 yaitu saat terbitnya Matahari. Fenomena awal waktu Subuh sama dengan awal waktu isya. Subuh ditandai dengan mulai surutnya cahaya bintang-bintang di langit disebabkan oleh pengaruh sinar Matahari yang datang di langit sebelah timur yang menandakan adanya perubahan dari gelap ke terang. Pada saat itu jarak zenit Matahari adalah $90^\circ + 20^\circ$ atau tinggi Matahari pada saat itu = -20° .³

Awal waktu Subuh ditandai dengan munculnya fajar sadik. Fajar sadik adalah sinar yang memancar melintang sepanjang horizon. Fajar sadik dalam ilmu falak dipahami sebagai awal *Astronomical Twilight* (Fajar Astronomi), cahaya ini mulai muncul di ufuk timur menjelang terbit Matahari pada saat Matahari berada sekitar 18° di bawah ufuk (atau jarak Zenit Matahari = 108 derajat).⁴ Saadoeddin Djambek mengambil pendapat bahwa fajar sadik bila $z = 110^\circ$, yang juga digunakan oleh Badan Hisab dan Rukyat Kementerian Agama RI. Fajar sadik yang muncul ditandai dengan hamburan cahaya Matahari di atmosfer bagian atas.⁵

Fajar sadik adalah waktu dini hari menjelang pagi sebelum Matahari terbit. Fajar pada waktu dini hari dimulai sejak pusat bulatan Matahari berada pada posisi 18° di bawah ufuk sampai

³ Maskufa, *Ilmu Falaq*, (Jakarta: Gaung Press. 2009), h101-102.

⁴ Slamet Hambali, *Ilmu Falak 1 Penentuan Awal Waktu Salat & Arah Kiblat Seluruh Dunia*, (Semarang : Program Pascasarjana IAIN Walisongo, 2011), 124.

⁵ Thomas Djamaluddin, *Menggagas Fiqih Astronomi Tela'ah Hisab Rukyat dan Pencarian Solusi Perbedaan Hari Raya*, (Bandung : Kaki Langit , 2005), 138.

Matahari terbit.⁶ Fajar didefinisikan sebagai waktu *dawn* yaitu ketika siang hari mulai tampak kelihatan. Ini adalah waktu di mana cahaya putih di langit muncul horizontal, pada panjang dan luasnya cakrawala. Penelitian dalam bentuk tesis yang membahas mengenai syafaq dan fajar dengan fotometri oleh Nihayaturrohman, memberikan hasil -18° untuk posisi ketinggian Matahari terhadap munculnya fajar sadik.⁷

Selain fajar sadik yang dijadikan acuan dalam penetapan awal waktu Subuh, ketinggian Matahari di bawah ufuk juga dijadikan patokan dalam perhitungannya. Kriteria tinggi Matahari ini merupakan hasil *ijtihadiah* oleh para pakar, diantaranya adalah⁸ : Almanak Nautika (-18°), *International Islamic Calendar Times* dan *Qiblat* oleh Muhammad Ilyas (-19°), dan di Indonesia khususnya Kementerian Agama Islam menggunakan kriteria sudut (-20°). Hal ini bisa dilihat misalnya pendapat ahli falak Indonesia yang terkemuka, Saadod'din Djambek. Saadod'din Djambek menyatakan bahwa waktu Subuh dimulai dengan tampaknya fajar di ufuk sebelah timur dan berakhir dengan terbitnya Matahari.⁹

Sejalan pula dengan pendapat T.M Hasbie Ash Siddiqey dengan konsep munculnya fajar sadik sebagai pertanda awal waktu Subuh. Dari uraian yang ada nampaknya rumusan Saadod'din Djambek dan Hasbi Ash Siddiqey menjelaskan bahwa terbitnya fajar secara astronomis, posisi Matahari sebesar 20° di bawah ufuk¹⁰. Atas dasar pemikiran inilah yang digunakan oleh

⁶ Suksinan Azhari, *Ensiklopedi Hisab Rukyat*, (Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2005), cet. I, 53.

⁷ Nihayatur Rohmah, *Syafaq & Fajar (Verifikasi dengan Aplikasi Fotometri : Tinjauan Syar'i dan Astronomi)*, (Bantul : Lintang Rasi Aksara Books, 2012), 32.

⁸ Ayuk Khoirunnisak, "Studi Analisis Awal Waktu Subuh (Kajian Atas Relevansi Nilai Ketinggian Matahari Terhadap Kemunculan Fajar Shadiq)", *Skripsi* Fakultas Syariah Institut Agama Islam Negeri Walisongo Semarang (Perpustakaan IAIN Walisongo Semarang 2011), 9.

⁹ Saadod'din Djambek, *Salat dan Puasa di daerah Kutub*, (Jakarta: Bulan Bintang, 1974), Cet. I, 7-8.

¹⁰ Susignan Azhari, *Pembaharuan Pemikiran Hisab di Indonesia Studi atas Pemikiran Saadod'din Djambek*, (Yogyakarta : Pustaka Pelajar, 2002), cet. I, 62-63.

Kementerian Agama Republik Indonesia dalam penentuan awal waktu salat Subuh. Departemen Agama yang sekarang menjadi Kementerian Agama Republik Indonesia menganut kriteria ketinggian Matahari untuk awal waktu salat Subuh adalah 20° .¹¹ Abu Raihan al-Biruni dalam hal ini menggunakan kriteria -15° - -18° untuk penentuan waktu salat Subuh. Para ulama ahli hisab dahulu pun sudah merumuskan definisi fajar sadik dengan kriteria yang beragam pula yakni berkisar -17° hingga -20° .¹²

Koreksi awal waktu salat Subuh ini menjadi semakin muncul ke permukaan dengan terbitnya artikel pada majalah *Qiblati* dengan judul “Salah Kaprah Waktu Subuh” dan buku yang berjudul *Koreksi Awal Waktu Subuh* pada tahun 2010. Menurut penulis buku tersebut, Syaikh Mamduh Farhan al Buhairi dan Agus Hasan Bashori bahwa awal waktu Subuh di Indonesia terlalu cepat hingga 24 menit sebelum munculnya fajar sadik.¹³ Dalam kitab *Khulashoh al Wafiyyah fi al-Falak* karya KH. Zubair al Jaelani menetapkan bahwa awal waktu Subuh ketika Matahari pada posisi -18° di bawah ufuk. Namun pendapat ini belum begitu mendapat respon dari umat islam pada masa itu..

Dalam buku yang berjudul “Evaluasi Awal Waktu Subuh dan Isya” karya Tono Saksono, menjelaskan bahwa masuknya awal waktu Subuh yang digunakan di Indonesia selama ini terlalu dini sehingga seharusnya perlu dikoreksi. Dengan menggunakan alat *Sky Quality Meter (SQM)*, yaitu salah satu alat untuk mengukur kecerlangan benda langit, Tono Saksono menyatakan bahwa selama ini fajar dianggap telah terbit saat Matahari pada posisi sudut depresi 20° di bawah ufuk merupakan keputusan ulama Melayu di masa lalu untuk menentukan awal masuknya waktu salat Subuh dan dimulainya puasa. Oleh karena itu, masih butuh koreksi

¹¹ Watni Marpaung, *Pengantar Ilmu Falak*, (Jakarta : Prenadamedia, 2015), cet. I, 48.

¹² Suksinan Azhari, *Pembaharuan Pemikiran Hisab di Indonesia Studi atas Pemikiran Saadod'din Djambek*, (Yogyakarta : Pustaka Pelajar, 2002), cet. I, 62.

¹³ Abdul Mughits, “Problematika Jadwal Waktu Salat Subuh di Indonesia”, *Asy Syir'ah Jurnal Ilmu Syari'ah dan Hukum*, Volume 48, no.2, 2014, 468.

atau evaluasi dalam penentuan awal waktu Subuh. Salah satu contoh dari data yang dihasilkan dari observasi yang dilakukan di Depok, menyebutkan bahwa tidak ada satupun fakta saintifik pun yang mendukung bahwa fajar sadik telah muncul pada dip -20° . Dengan menggunakan algoritma yang ada semua data dari hasil observasi mengerucut pada angka $-13,4^{\circ}$ untuk Subuh dan $-11,5^{\circ}$ untuk isya.¹⁴

Selama ini kita menggunakan jadwal waktu Subuh dengan sudut Matahari sebesar -20° . Sudut ini adalah posisi atau letak Matahari di bawah ufuk timur. Sudut sebesar -20° merupakan ijthadiyah seorang ulama dan ahli falak dari Sumatera yakni Sa'adoeddin Djambek. Selama ini kita belum pernah melakukan penelitian lewat observasi di lapangan secara menyeluruh di wilayah Indonesia. Observasi baru parsial dan lokal. Observasi yang selama ini baru dilakukan oleh sebagian perukyat dan sebagian wilayah saja. Ini pula yang melandasi pihak Pemerintah RI via Tim Hisab Rukyat Kemenag RI belum mengubah dan masih pada kriteria awal Subuh dengan acuan posisi ketinggian Matahari pada awal waktu shbuh adalah -20° atau sama dengan sekitar 80 menit sebelum *sunrise* atau Matahari terbit.¹⁵

Secara astronomi, meskipun Matahari masih di bawah cakrawala di dip (*sun depression angel*) tertentu, sinar Matahari telah benar-benar mulai menyinari langit. Hal itu terjadi karena lapisan atmosfer di sekitar bumi memiliki pantulan sehingga sinar Matahari menyebar ke langit. Langit secara bertahap menjadi terang hingga menjadi terang total (pagi) ketika suasana tidak mampu menyebar sinar Matahari lebih dalam di bawah cakrawala. Dari hasil observasi yang telah dilakukan oleh ISRN (*Islamic Science Research Network*) dengan menggunakan alat pengukur kecerlangan langit *Sky Quality Meter* (SQM) yang kemudian

¹⁴ Tono Saksono, *Evaluasi Awal Waktu Subuh & Isya Perspektif Sains, Teknologi, dan Syari'ah*, (Jakarta: UHAMKA Press &LPP AIKA UHAMKA, 2017), cet. I, 171.

¹⁵ Sugeng Riyadi, "Menalar Waktu Subuh", disampaikan pada *Seminar Falak Mempertanyakan Temuan Waktu Salat Isya' dan Subuh Baru*", Himpunan Mahasiswa Program Studi Ilmu Falak Fakultas Syariah dan Hukum. (Semarang, 3 Mei 2018), 8.

diproses dengan algoritma sehingga menemukan besaran ketinggian Matahari pada awal Subuh adalah $-13,4^{\circ}$.¹⁶

Pada tanggal 23-25 April 2018 dilaksanakan Temu Kerja Hisab Rukyat Kementerian Agama RI di Labuan Bajo, Nusa Tenggara Timur. Pada pertemuan tersebut sekaligus dimanfaatkan untuk pengamatan fajar dalam penentuan awal waktu Subuh. Tim melakukan pengamatan dengan menggunakan SQM (*Sky Quality Meter*), kamera digital, dan secara visual sebelum fajar sampai Matahari terbit. Hasilnya, munculnya fajar pada saat ketinggian -20° mempunyai dukungan data pengamatan, jadi jadwal salat yang dikeluarkan Kementerian Agama tidak terlalu cepat.¹⁷

Dengan beragamnya kriteria penentuan awal waktu Subuh di Indonesia sehingga tidak ada salahnya untuk melakukan koreksi kembali, oleh karena itu penulis mengambil judul penelitian “*Studi Analisis Kriteria Ketinggian Matahari Terhadap Kemunculan Fajar Sadik Menurut Perspektif Tono Saksono*”

B. Rumusan Masalah

Untuk membuat permasalahan menjadi lebih spesifik dan sesuai dengan titik pembahasan penelitian, maka dibutuhkan rumusan masalah yang fokus. Hal ini bertujuan supaya kajian ini, tidak melebar atau keluar dari pembahasan yang dikehendaki. Dari latar belakang yang telah disampikan diatas dapat diambil beberapa rumusan masalah :

1. Apa yang melatar belakangi kriteria ketinggian Matahari terhadap kemunculan fajar sadik menurut Tono Saksono?
2. Bagaimana konsep kriteria ketinggian Matahari terhadap kemunculan fajar sadik menurut Tono Saksono?

¹⁶ Tono Saksono, “*Premature Dawn In Indonesia*”, disampaikan pada *Seminar Falak Kontemporari Kebangsaan 2019*, Dewan Besar Islam Iskandar Johor Baru, (Malaysia, 3 Juli 2019), 1-5.

¹⁷ Thomas Djamaluddin, “Penentuan Waktu Subuh : Pengamatan dan Pengukuran Fajar di Labuan Bajo”, (30 April 2018), <https://tdjamaluddin.wordpress.com/2018/04/30/penentuan-waktu-subuh-pengamatan-dan-pengukuran-fajar-di-labuan-bajo/> diakses 9 September 2019

C. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui kriteria ketinggian Matahari terhadap kemunculan fajar sadik menurut Tono Saksono.
2. Untuk mengetahui konsep kriteria ketinggian Matahari terhadap kemunculan fajar sadik menurut Tono Saksono.

D. Manfaat Penelitian

Adapun beberapa hal yang diharapkan dapat memberikan manfaat setelah penelitian ini adalah :

1. Menambah dan memperkaya khazanah keilmuan Falak atau Astronomi dalam penelitian awal waktu salat Subuh.
2. Untuk menjadi titik tengah dan benang merah antara perbedaan dalam penentuan awal waktu Subuh sehingga meminimalisir adanya perpecahan antara umat islam khususnya di Indonesia.
3. Sebagai salah satu karya ilmiah yang akan menjadi informasi dan sumber rujukan bagi para peneliti pada suatu saat nanti.
4. Menjadi pelengkap data-data kajian mengenai penentuan awal waktu salat Subuh di Indonesia.

E. Kajian Pustaka

Berdasarkan pengetahuan dan hasil penelusuran peneliti, belum ditemukan karya yang mendetail tentang karya ilmiah maupun penelitian yang membahas perbedaan mengenai kriteria ketinggian Matahari terhadap kemunculan fajar sadik oleh Tono Saksono dengan Thomas Djamaluddin.

Namun, ada beberapa penelitian maupun karya tulis ilmiah yang membahas masalah yang sama tentang munculnya perbedaan mengenai kriteria ketinggian Matahari untuk awal waktu Subuh. Antara lain adalah tulisan karya Syaikh Mamduh Farhan al Buhairi yang berjudul *Salah Kaprah Waktu Subuh (Bag 1) Fajar Kadzib & Fajar Sadik I dan Koreksi Awal Waktu Subuh* oleh Agus Hasan Bashori yang dimuat dalam majalah Qiblati pada tahun 2010. Dalam tulisan ini mengungkapkan adanya pemahaman yang salah mengenai masuknya awal waktu Subuh yaitu ditandai dengan

munculnya fajar sadik di Indonesia. Dalam tulisan tersebut disebutkan bahwa waktu salat Subuh di Indonesia terlalu cepat hingga 24 menit karena Matahari pada 14,6 atau 15 derajat di bawah ufuk sudah dapat terlihat. Dalam tulisan Agus Hasan Bashori tersebut disertakan juga dalil-dalil baik Al Qur an maupun Hadist yang menerangkan mengenai awal waktu salat Subuh.¹⁸

Skripsi karya salah satu mahasiswa UIN Walisongo, Annaake Harijadi Noor yang berjudul *Uji Akurasi Hisab Awal Waktu Salat Subuh dengan Sky Quality Meter*, yakni membahas tentang penelitian awal waktu Subuh dengan mengamati kecerlangan langit sebagai tanda munculnya fajar sadik. Dalam karya ilmiah tersebut diadakan pengamatan fajar sadik di Pantai Tayu, Jepara dengan rentan waktu Agustus – September 2015 dengan menggunakan Sky Quality Meter. Penelitian tersebut menghasilkan bahwa kemunculan fajar sadik yaitu pukul 4.31 WIB dengan rata-rata ketinggian matahari yaitu 17° di bawah ufuk. Dari hasil tersebut sebagai bukti bahwa hisab awal waktu salat Kemenag RI lebih cepat dibanding dengan awal waktu Subuh hasil pengamatan dengan rata-rata selisih 10 menit.¹⁹

Skripsi karya Ayuk Khoirunnisak mahasiswi Institut Agama Islam Negeri Walisongo Semarang yang berjudul *Studi Analisis Awal Waktu Salat Subuh (Kajian Relevansi Nilai Ketinggian Matahari Terhadap Kemunculan Fajar Sadik)*, menjelaskan bahwa relevansi antara ketinggian Matahari terhadap fajar sadik merupakan sebuah keselarasan konsep dalam perspektif fiqh dengan perspektif astronomi. Dalam karya tulis tersebut menjelaskan mengenai faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi kriteria ketinggian Matahari untuk awal waktu Subuh.²⁰

¹⁸ Agus Hasan Bashori, *Koreksi Awal Waktu Subuh*, (Malang : Pustaka Qiblati, 2010), 1-9.

¹⁹ Laksmiyanti Annake Harijadi Noor, “Uji Akurasi Hisab Awal waktu Salat Subuh dengan Sky Quality Meter”, *Skripsi* UIN Walisongo Semarang (Semarang, 2016), 74.

²⁰ Ayuk Khoirunnisak, “Studi Analisis Awal Waktu Subuh (Kajian Atas Relevansi Nilai Ketinggian Matahari Terhadap Kemunculan Fajar Shadiq)”, *Skripsi* Fakultas Syariah Institut Agama Islam Negeri Walisongo Semarang (Semarang, 2011), 90.

Tesis yang berjudul *Syafaq dan Fajar dengan Aplikasi Fotometri Tinjauan Astronomi dan Syar'i* karya Mahasiswi Pascasarjana Ilmu Falak UIN Walisongo Semarang, Nihayaturohmah. Pada penelitian ini, penulis melakukan observasi yang kemudian hasil pengamatan tersebut diproses dengan aplikasi fotometri. Dalam karya tulis tersebut memberikan hasil dari observasi lapangan dari peneliti dengan aplikasi fotometri untuk kedudukan Matahari pada awal waktu Subuh adalah $-18^{\circ}10'$. Fotometri adalah ilmu yang mempelajari radiasi tampak, khususnya perhitungan dan pengukuran intensitas cahaya, fluks cahaya dan lain-lain. Hasil dari penelitian tersebut menjelaskan jeda antara fajar sadik dengan fajar kadzib berkisar antara 26, 30, 45 sampai 51 menit dari beberapa tempat.²¹

Buku yang berjudul *Evaluasi Awal Waktu Salat Subuh dan Isya Perspektif Sains, Teknologi, dan Syariah* karya Prof. Dr. Tono Saksono, memaparkan bahwa awal waktu salat Subuh di Indonesia terlalu cepat. Beliau telah melakukan berbagai pengamatan di tempat yang berbeda dan dalam kurun waktu yang ditentukan menghasilkan kriteria untuk ketinggian Matahari terhadap kemunculan salat Subuh adalah rata-rata $13,4^{\circ}$ di bawah ufuk. Pada buku tersebut merupakan bentuk laporan hasil observasi yang dilakukan dengan menggunakan alat pendeteksi kecerlangan langit yaitu All Sky Camera dan Sky Quality Meter. Kemudian dari data yang didapat dari hasil observasi dikembangkan dengan algoritma untuk mencapai besaran sudut ketinggian Matahari awal waktu Subuh.²²

Karya tulis Ilmiah yang berjudul *Penentuan Awal Waktu Subuh Menurut Kementerian Agama dan Aliran Salafi*, oleh Moh. Arif Amrulloh dalam *Jurisdictie* jurnal Hukum dan Syariah UIN

²¹ Nihayaturohmah, "Syafaq dan Fajar dengan Aplikasi Fotometri Tinjauan Astronomi dan Syar'i", *Tesis* Pascasarjana Prodi Ilmu Falak UIN Walisongi Semarang, (Semarang, 2011, dipublikasikan oleh Lintang Rasi Aksara Books (Bantul, 2012)

²² Tono Saksono, *Evaluasi Awal Waktu Subuh & Isya Perspektif Sains, Teknologi, dan Syari'ah*, (Jakarta: UHAMKA Press & LPP AIKA UHAMKA, 2017)

Maulana Malik Ibrahim memaparkan kriteria ketinggian Matahari oleh BHR Kemenag RI dan Aliran Salafi. Tulisan ilmiah tersebut menyebutkan bahwa menurut BHR Kemenag RI, penentuan awal waktu Subuh merupakan masalah ijthadiyah, sedangkan menurut aliran salafi penentuan awal waktu Subuh ini merupakan masalah ibadah yang paling sakral, sehingga harus ada perhatian yang lebih serius. Untuk kriteria ketinggian Matahari menurut BHR Kemenag RI adalah 20° di bawah ufuk, sedangkan aliran salafi 15° di bawah ufuk.²³

Dalam jurnal *Asy Syari'ah* terdapat karya tulis ilmiah oleh Abdul Mughits yang berjudul *Problematika Jadwal Awal Waktu Salat Subuh di Indonesia* yang juga membahas tentang perbedaan kriteria posisi Matahari pada awal waktu Subuh atau pada munculnya fajar sadik. Dalam tulisan tersebut menjelaskan bahwa jadwal waktu salat Subuh di Indonesia yang menggunakan data tinggi Matahari -20° dinilai sebagian orang terlalu pagi dan dipertanyakan akurasinya oleh beberapa kalangan dengan alasan hasil observasi fajar sidik di Indonesia dan dunia internasional yang menunjukkan angka di bawah angka itu, yaitu sebagian besar berkisar angka $-13,2^\circ$ sampai -18° dan sedikit yang menggunakan angka -19° sampai $-19,5^\circ$. Artinya ada selisih waktu dengan maintime jadwal waktu Subuh di Indonesia dengan konversi selisih 1° sama dengan 4 menit.²⁴

Karya tulis ilmiah yang juga ditulis oleh Diah Utari berjudul *Studi Analisis Awal Waktu Subuh (Kajian Ketinggian Matahari Terhadap Kemunculan Fajar Shidiq)* menganalisa mengenai ketinggian Matahari terhadap kemunculan fajar sadik dari segi astronomi dan relevansi ketinggian Matahari terhadap kemunculan fajar sadik sebagai penentu awal waktu Subuh. Dijelaskan pula untuk kriteria ketinggian Matahari yang digunakan dalam perhitungan awal waktu salat Subuh oleh pemerintah di Indonesia

²³ Moh. Arif Amrullah, "Penentuan Awal Waktu Salat Subuh menurut Kementerian Agama dan Aliran Salafi", *Jurisdictie Jurnal Hukum dan Syariah*, UIN Maulana Malik Ibrahim, vol. 2, no. 2, 2011, 129-132.

²⁴ Abul Mughits, "Problematika Jadwal Waktu Salat Subuh di Indonesia", *Jurnal Asy Syariah UIN Sunan Kalijaga*, vol. 48, no.2, 2014, 484.

terdapat kelemahan dalam pengambilan sudut yang sangat tidak berkolerasi dengan negara Indonesia yang beriklim tropis. Kemudian diusunglah beberapa kriteria oleh beberapa pakar dengan pilihan -18° untuk kondisi alam yang normal (cerah), untuk kondisi tertentu fajar sadik akan terlihat pada ketinggian Matahari -14° sampai -15° .²⁵

Sejauh penelusuran yang telah penulis lakukan, belum ditemukan tulisan secara khusus dan mendetail yang membahas tentang kriteria ketinggian Matahari terhadap kemunculan fajar sadik menurut perspektif Tono Saksano. Sebagaimana yang telah dipaparkan bahwa yang membedakan penelitian ini dengan penelitian yang sebelumnya adalah, penelitian ini membahas mengenai suatu kriteria posisi Matahari untuk awal waktu Subuh dimana pada saat ini sedang ramai diperbincangkan dan digugat untuk dikoreksi ulang dengan menggunakan analisis fotometri sebagai pembanding diantara kriteria-kriteria yang beredar.

F. Metodologi Penelitian

Metode yang tepat dalam menjawab permasalahan dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan metode penelitian kualitatif. Penelitian kualitatif adalah penelitian yang bermaksud untuk memahami fenomena tentang apa yang dialami oleh subjek penelitian misalnya perilaku, persepsi, motivasi, tindakan, dan lain-lain secara holistik dan dengan cara deskripsi dalam bentuk kata-kata dan bahasa pada suatu konteks khusus yang alamiah dan dengan memanfaatkan berbagai metode alamiah.²⁶

Dalam penulisan skripsi ini metode yang digunakan adalah penelitian kualitatif, karena penelitian ini dimaksudkan untuk memahami kriteria-kriteria ketinggian Matahari untuk awal waktu Subuh yang dapat menimbulkan berbagai macam perbedaan. Oleh

²⁵ Diah Utari, "Studi Analisis Awal Waktu Subuh (Kajian Ketinggian Matahari Terhadap Kemunculan Fajar Shidiq)", *Jurnal Maqasid, Fakultas Agama Islam Universitas Muhammadiyah Surabaya*, vol. 3 no. 1, 2014

²⁶ Lexy J. Moleong, *Metodologi Penelitian Kualitatif*, (Bandung:Remaja Rosda Karya, 2013), 6.

karena itu dalam pendekatan ini diperlukan untuk mengetahui bagaimana kriteria yang diusung oleh Tono Saksono.

Dalam penelitian ini ada beberapa hal yang harus diketahui yaitu :

1. Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini merupakan penelitian kualitatif yang bersifat penelitian kepustakaan (*library research*)²⁷, yaitu penelitian yang dilakukan dengan menelaah bahan-bahan pustaka, baik berupa buku, ensiklopedi, jurnal, majalah dan sumber-sumber lainnya yang relevan dengan topik yang dikaji. Dalam penelitian ini penulis akan melakukan analisis kriteria ketinggian Matahari terhadap kemunculan fajar sadik menurut perspektif Tono Saksono.

2. Sumber Data

Dalam penelitian ini penulis akan melakukan analisis terhadap teks-teks yang berkaitan dengan penelitian ini, sehingga dibutuhkan sumber data yang banyak diambil dari buku-buku rujukan, jurnal penelitian, artikel, atau tulisan-tulisan ilmiah yang berhubungan dengan penelitian ini.

a. Sumber Data Primer

Data primer ini merupakan data yang berasal langsung dari sumber data yang dikumpulkan dan juga berkaitan dengan permasalahan yang diteliti.²⁸ Yaitu data yang didapat berdasarkan mengumpulkan data mengenai teori atas kriteria ketinggian Matahari terhadap fajar sadik menurut perspektif Tono Saksono dan Thomas Djamaluddin.

²⁷ Suharsimi Arikunto, *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*, (Jakarta: PT Rineka Cipta), cet. 1, 8.

²⁸ Data primer yang dimaksud merupakan karya langsung diperoleh dari tangan pertama yang terkait dengan tema penelitian ini, lihat Saifuddin Azwar, *Metode Penelitian*, (Yogyakarta:Pustaka Pelajar, 2004), cet. Ke 5, 36.

b. Sumber Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang dijadikan sebagai data pendukung. Data sekunder adalah data yang diperoleh dari tangan kedua adalah data yang diperoleh lewat pihak lain, tidak langsung diperoleh oleh peneliti dari subjek penelitiannya.²⁹ Data sekunder ini bisa diperoleh dari beberapa sumber dokumentasi (bisa berupa ensiklopedi, buku-buku falak, artikel-artikel maupun laporan-laporan hasil penelitian). Sumber-sumber tersebut akan digunakan sebagai titik tolak dalam memahami dan menganalisis kriteria ketinggian Matahari terhadap kemunculan fajar sadik. Selain itu data yang didapat hasil dari obeservasi penelitian penulis dari pengamatan munculnya fajar sadik di berbagai tempat. Hal ini dilakukan sebagai uji keakuratan mengenai kriteria ketinggian posisi Matahari dalam penentuan awal waktu Subuh.

3. Teknik Pengumpulan Data

Adapun teknik pengumpulan data dalam penelitian ini berupa:

a. Dokumentasi

Teknik pengumpulan data melalui studi dokumentasi diartikan sebagai upaya untuk memperoleh data dan informasi berupa catatan tertulis/gambar yang tersimpan berkaitan dengan masalah yang diteliti.³⁰ Dokumentasi ini didapat dari berbagai sumber tertulis yang berkaitan dengan kajian penelitian ini, diantaranya berupa buku, jurnal, majalah ataupun artikel-artikel ilmiah yang berakitan dengan posisi Matahari pada saat kemunculan fajar sadik dalam perspektif fiqh maupun astronomi supaya saling bersinggungan.

b. Wawancara

Teknik pengumpulan data dengan metode ini digunakan untuk mewancarai beberapa tokoh yang bersangkutan.

²⁹ Saifuddin Azwar, *Metode Penelitian*, (Yogyakarta:Pustaka Pelajar, 2004), cet. Ke 5, 36.

³⁰ Rully Indrawan & Poppy, Rully Indrawan & R. Poppy Yaniawati, *Metodologi Peneletian Kuantitatif, Kualitatif, dan Campuran Untuk Manajemen, Pembangunan, dan Pendidikan*, (Bandung:Refika Aditama, 2014) 139.

Wawancara ini diharapkan dapat digunakan untuk menggali keterangan yang lebih dalam dari sebuah kajian dengan sumber yang relevan, baik berupa pendapat, kesan, pengalaman, pikiran dan sebagainya yang terkait dengan permasalahan dalam penelitian ini.³¹

c. Observasi

Observasi difokuskan sebagai upaya peneliti mengumpulkan data dan informasi dari sumber data primer dengan mengoptimalkan pengamatan peneliti.³² Observasi yang dilakukan adalah dengan mengamati munculnya fajar sadik di berbagai tempat yang sesuai dengan kriteria mengenai pengamatan kecerlangan langit.

Pada penelitian ini penulis melakukan teknik ini dengan mengadakan observasi langsung di beberapa daerah yang memenuhi syarat untuk pengamatan fajar sadik. Hasil observasi tersebut digunakan untuk membantu dalam menganalisa ketinggian Matahari terhadap munculnya fajar sadik sebagai penentuan awal waktu Subuh. Daerah tersebut adalah berupa pematang sawah yang berada di perbatasan Kediri-Jombang dan beberapa Pantai yang berada di Tuban, Jawa Timur.

4. Teknik Analisis Data

Metode yang digunakan dalam menganalisis data ini adalah metode kualitatif. Metode kualitatif pada dasarnya menggunakan pemikiran logis, analisis dengan logika induksi, deduksi, analogi, komparasi dan sejenisnya. Dalam menganalisis data yang didapat akan diuraikan dengan metode deskriptif analitis, yakni menggambarkan secara umum mengenai fajar sadik yang sangat mempengaruhi ketinggian Matahari dalam penentuan awal waktu Subuh. Kemudian setelah menganalisis kriteria mengenai ketinggian Matahari terhadap kemunculan fajar sadik dari berbagai perspektif, penulis memaparkan dari hasil titik temu dari kriteria ketinggian Matahari yang menuai berbagai perbedaan. Dengan

³¹ Djam'an Satori dan Aan Komariah, *Metodologi Penelitian Kualitatif*. (Bandung: Alfabeta, 2019), 129.

³² *Ibid.*, 134.

metode deskriptif analitis ini, penulis menggambarkan mengenai kriteria ketinggian Matahari menurut Tono Saksono. Dari pemaparan tersebut menghasilkan kesimpulan tentang posisi Matahari saat munculnya fajar sadik.

Penulis melakukan observasi langsung ke lapangan. Dalam observasi tersebut penulis akan menggunakan alat bantu digital berupa kamera yang akan di gunakan untuk menangkap citra cahaya fajar sadik pada saat muncul. Kemudian dari hasil tersebut penulis menganalisa data yang ada dengan menggunakan salah satu aplikasi fotometri. Observasi lapangan ini sebagai pembandingan dari kriteria ketinggian Matahari yang beragam dan membantu untuk menganalisa mengenai kriteria ketinggian Matahari terhadap kemunculan fajar sadik yang mengalami berbagai perbedaan di beberapa kalangan. Sehingga dapat diketahui faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi kemunculan fajar terhadap ketinggian Matahari.

G. Sistematika Penulisan

Secara garis besar penulisan skripsi ini terdiri atas lima bab. Di dalam setiap babnya terdapat sub-sub pembahasan, dengan sistematika sebagai berikut:

BAB I : Pendahuluan

Dalam bab ini menerangkan latar belakang masalah mengenai penelitian yang dilakukan. Kemudian mengemukakan rumusan masalah. Terdapat dalam bab ini yaitu tujuan penelitian ini dibuat. Metode penelitian juga dijelaskan dalam bab ini, di mana dalam metode penelitian ini disajikan secara teknis/cara dan analisis yang dilakukan dalam penelitian. Selanjutnya dikemukakan tentang tinjauan pustaka yaitu berkaitan tentang kajian ilmiah terdahulu yang memiliki sub tema yang sama dalam penelitian ini.

Bab II : Penentuan awal waktu salat Subuh

Pada bab ini memaparkan kerangka teori landasan keilmuan mengenai penentuan awal waktu Subuh dimana kemunculan fajar sadik sebagai acuan dalam penentuan awal waktu Subuh dalam segi perspektif fiqh dan astronomi dan juga dipaparkan juga mengenai fotometri yang penulis gunakan sebagai landasan teori dalam observasi di lapangan.

Bab III : Kriteria ketinggian Matahari terhadap kemunculan fajar sadik menurut perspektif Tono Saksono

Pada bab ini akan memotret kriteria ketinggian Matahari terhadap kemunculan fajar sadik hasil penelitian yang dilakukan oleh Tono Saksono meliputi metode apa saja yang dilakukan dan konsep dari kriteria yang didapat dari penelitian tersebut. Kemudian penulis akan memaparkan hasil dari observasi yang dilaksanakan oleh penulis dengan hasil citra fajar sadik yang diperoleh dengan menggunakan aplikasi fotometri.

Bab IV : Analisis ketinggian Matahari terhadap kemunculan fajar sadik menurut perspektif Tono Saksono

Bab ini merupakan pokok dari pembahasan penulisan penelitian yang penulis lakukan. Dalam bab ini penulis menganalisis mengenai kriteria ketinggian Matahari terhadap kemunculan fajar sadik menurut pemikiran Tono Saksono. Kemudian penulis akan menganalisis kriteria keduanya sehingga akan ditemukan titik temu mengenai perbedaan antara keduanya. Selain itu juga

dalam bab ini penulis akan menjabarkan mengenai observasi pengamatan fajar sadik yang penulis lakukan.

Bab V : Penutup

Bab ini dilakukan penarikan kesimpulan dari keseluruhan pembahasan dan hasil penelitian yang telah dilakukan. Kemudian terdapat juga didalamnya saran untuk perbaikan dan diakhiri dengan penutup.

BAB II

Penentuan Awal Waktu Salat Subuh

A. Penentuan Awal Waktu Subuh

Ilmu astronomi adalah suatu ilmu pengetahuan yang mempelajari benda-benda langit, tentang fisiknya, gerakannya, ukurannya dan segala yang berkaitan dengannya.³³ Zubaer Umar Jaelani mendefinisikan astronomi secara teori sebagai ilmu yang mempelajari benda-benda langit dari segi gerakannya, posisinya, terbit, proses pergerakannya, ketinggiannya, juga membahas masa siang dan malam yang masing-masing berkaitan dengan perhitungan bulan dan tahun, hilal dan gerhana bulan dan Matahari. Sedangkan menurut istilah hisab adalah perhitungan benda-benda langit untuk mengetahui kedudukannya pada saat yang dibutuhkan, seperti dalam penentuan awal waktu salat, awal bulan qamariyah, dan gerhana. Hisab yang dibutuhkan ini adalah hisab waktu sehingga dapat diketahui kedudukan Matahari pada pola langit di saat-saat tertentu.³⁴

Benda langit yang dijadikan objek kajian dikalangan umat Islam adalah Matahari, Bulan, dan Bumi yang dibatasi oleh posisi. Hal ini merupakan sebab adanya perintah pelaksanaan ibadah dalam islam yang sangat bergantung pada waktu. Sedangkan waktu selalu terkait dengan posisi suatu benda langit yang pada hal ini adalah Matahari, Bulan, dan Bumi.

³³ Depag, *Almanak Hisab Rukyat*, (Jakarta : Proyek Pembinaan Badan Peradilan Agama Islam, 2010), 176.

³⁴ Zubaer Umar Jaelani, *al Khulashoh al Wafiyah fi al Falaki bi Jadawil al Lughoritmiyah*, (tt:tp,tth), 4.

فَأَصْبِرْ عَلَىٰ مَا يَقُولُونَ وَسَبِّحْ بِحَمْدِ رَبِّكَ قَبْلَ طُلُوعِ الشَّمْسِ وَقَبْلَ غُرُوبِهَا

وَمِنْ أَثَارِ اللَّيْلِ فَسَبِّحْ وَأَطْرَافَ النَّهَارِ لَعَلَّكَ تَرْضَىٰ 

*“Maka sabarlah kamu atas apa yang mereka katakan, dan bertasbihlah dengan memuji Tuhanmu, sebelum terbit matahari dan sebelum terbenamnya dan bertasbih pulalah pada waktu-waktu di malam hari dan pada waktu-waktu di siang hari, supaya kamu merasa senang” (Q.S. 20 [Thahaa] : 13)*³⁵

Pada ayat ini adalah sebagai bentuk isyarat tentang waktu-waktu salat yang ditetapkan Allah swt, termasuk waktu salat Subuh yaitu dimulai ketika قبل طلوع الشمس yang artinya “sebelum terbitnya Matahari”. Pada akhir ayat tersebut disebutkan bahwa orang yang telah menyucikan dan memuji Allah swt dalam salat akan menciptakan rasa tenang dalam jiwa.³⁶

Dalam Al Quran secara umum telah menegaskan bahwa salat adalah kewajiban bagi orang mukmin yang telah ditentukan waktunya. Hal ini tersebut dalam surat an Nisa ayat 103.

³⁵ Quran in word

³⁶ M. Quraish Shihab, *Tafsir al Misbah Pesan Kesan, dan Keserasian Al Qur'an*, (Jakarta : Lentera Hati, 2002), 710.

فَإِذَا قَضَيْتُمُ الصَّلَاةَ فَادْكُرُوا اللَّهَ قِيَمًا وَرُغُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِكُمْ ۚ فَإِذَا
 أَطْمَأْنَنْتُمْ فَأَقِيمُوا الصَّلَاةَ ۚ إِنَّ الصَّلَاةَ كَانَتْ عَلَى الْمُؤْمِنِينَ كِتَابًا مَّوْقُوتًا



“Maka apabila kamu telah menyelesaikan salat(mu), ingatlah Allah di waktu berdiri, di waktu duduk dan di waktu berbaring. kemudian apabila kamu telah merasa aman, Maka dirikanlah salat itu (sebagaimana biasa). Sesungguhnya salat itu adalah fardhu yang ditentukan waktunya atas orang-orang yang beriman”³⁷ (Q.S. 4 [an Nisaa] : 103)

Pada ayat tersebut mengandung perintah untuk mendirikan salat dengan sempurna, baik dari segi jumlah rakaatnya, kekhusyukannya, rukuk dan sujudnya, ada serta sunnahnya. Karena salat lima waktu adalah kewajiban yang telah ditentukan waktu-waktunya. Artinya, tidak boleh menundanya sampai keluar waktunya. Tidak pula mengurangi rakaatnya kecuali karena adanya suatu halangan, seperti dalam perjalanan dan peperangan. Betapapun salat adalah tiang agama islam dan rukun terpenting setelah dua kalimat syahadat.³⁸

Secara syar’i salat yang diwajibkan itu mempunyai waktu-waktu yang ditentukan. Walaupun tidak dijelaskan secara gamblang waktunya-waktunya, namun secara *isyari*, al Qur’an

³⁷ Qur’an in Word

³⁸ ‘Aidh al Qarni, *Tafsir al Muyassar*, terj. Tim Penerjemah Qisthi Press, (Jakarta Timur : Qisthi Press, 2008), Jilid I, cet. I, 433-434.

telah menentukannya. Sedangkan penjelasan waktu-waktu salat diterangkan dalam hadist-hadist Nabi. Dari hadist tersebut itulah para ulama fiqh memberikan batasan-batasan waktu salat dengan berbagai macam cara dan metode yang mereka asumsikan untuk menentukan waktu-waktu salat tersebut. Ada sebagian dari mereka yang mengasumsikan bahwa cara menentukan waktu salat adalah dengan menggunakan cara melihat langsung pada tanda-tanda alam.³⁹ Sehingga pada dasarnya dalam menentukan awal waktu salat adalah dengan melakukan observasi atau pengamatan posisi Matahari dengan bertolak pada ketentuan dalil syari.

Permulaan waktu Subuh ialah munculnya fajar. Akhir waktunya di dalam waktu ikhtiar ialah hingga remang-remang pagi. Akhir waktunya di dalam waktu jawaz ialah hingga munculnya Matahari.⁴⁰ Yang dimaksud dengan awal waktu Subuh ialah munculnya fajar, yaitu fajar. Fajar sadik adalah fajar yang terangnya menyebar dan melintang di ufuk timur. Fajar ini ialah fajar yang kedua. Adapun fajar yang pertama bukan merupakan permulaan awal waktu salat Subuh. Cahaya fajar pertama berwarna abu-abu, bentuknya memanjang ke atas. Fajar inilah yang dinamakan dengan fajar *kadzib*, karena setelah bersinar kemudian menghitam lagi. Waktu *ikhtiyar* untuk salat Subuh yaitu hingga remang-remang pagi, karena hadist Jibril. Waktu jawaz berlangsung hingga munculnya Matahari. Akhir dari waktu Subuh

³⁹ Ahmad Izzuddin, *ilmu Falak Praktis Metode Hisab-Rukyat Praktis dan Solusi Permasalahannya*, (Semarang : Pustaka Rizki Putra), cet. II, 2014, hlm. 78-79

⁴⁰ Imam Taqiyuddin Abi Bakar Bin Muhammad Al-Husaini, *Kifayatul Akhyar fi Haili Gayatul Ikhtisar* diterjemahkan oleh KH. Syarifuddin Anwar dan KH. Mishbah Musthafa dengan judul *Kifayatul Akhyar (Kelengkapan Orang Saleh)*, (Surabaya : CV Bina Iman), hlm. 186

adalah ketika seseorang telah mengerjakan salat Subuh satu rakaat sebelum terbitnya Matahari. Hal ini berdasar pada hadits Rasulullah saw yang diriwayatkan oleh Abu Hurairah r.a:

و حَدَّثَنِي عَنْ مَالِكٍ عَنْ زَيْدِ بْنِ أَسْلَمَ عَنْ عَطَاءِ بْنِ يَسَارٍ وَعَنْ بُسْرِ بْنِ سَعِيدٍ وَعَنْ الْأَوْجِ كُتَيْبِ بْنِ مَجْدُوْنَةَ عَنْ أَبِي هُرَيْرَةَ أَنَّ رَسُولَ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ قَالَ مَنْ أَدْرَكَ رَكْعَةً مِنَ الصُّبْحِ قَبْلَ أَنْ تَطْلُعَ الشَّمْسُ فَقَدْ أَدْرَكَ الصُّبْحَ وَمَنْ أَدْرَكَ رَكْعَةً مِنَ الْعَصْرِ قَبْلَ أَنْ تَغُوبَ الشَّمْسُ فَقَدْ أَدْرَكَ الْعَصْرَ⁴¹

“Telah menceritakan kepadaku dari Malik dari Zaid bin Aslam dari 'Atho` bin Yasar, Busr bin Said dan Al A'raj, semuanya menceritakannya dari [Abu Hurairah], Rasulullah shallallahu 'alaihi wasallam bersabda: "Barangsiapa mendapatkan satu raka'at salat Subuh sebelum matahari terbit, dia telah mendapatkan salat Subuh. Barangsiapa mendapatkan satu raka'at salat Ashar sebelum matahari terbenam maka dia telah mendapatkan salat ashar."

Perlu diketahui bahwa waktu jawaz Subuh yang tidak makruh berlangsung hingga muncul kemerah-merahan. Maka apabila kemerah-merahan itu muncul, datanglah waktu yang makruh hingga terbit Matahari. Demikian itu apabila tidak ada *udzur*.⁴² Waktu berakhirnya salat Subuh adalah ketika waktu *thulu'* atau terbit yang ditandai dengan posisi Matahari berada pada ketinggian -1 derajat di sebelah timur.

Asy Syirazi berkata, “Waktu Subuh adalah ketika terbit fajar kedua, yaitu fajar *sadik*, yang ketika itu diharamkan dan minum

⁴¹ Al Imam Abu al-Husain Muslim ibn al-Hajjaj al-Qusyairi an-Naisaburi (Imam Muslim), *Sahih Muslim*, (Beirut : Dar al Fikr li at-Tab'ah wa an-Nasyar wa at Tauzi), 1432 H/2011, Jilid 1, hlm. 271

⁴² Imam Taqiyuddin, *Kifayatul*, 186.

bagi orang yang berpuasa. Akhir waktu adalah ketika Matahari menerangi Bumi.” Diriwayatkan bahwa malaikat Jibril AS melaksanakan salat Subuh ketika terbit fajar. Keesekoan harinya melaksanakan salat Subuh ketika Matahari menerang Bumi. Kemudian ia menoleh seraya berkata, “ ini adalah waktumu dan waktu para Nabi sebelum engkau. Di antara dua waktu ini adalah waktu salat.” Kemudian habislah waktu pilihan, dan yang tersisa adalah waktu boleh (*jawaz*), hingga terbit Matahari.⁴³

Penentuan waktu Subuh diperlukan untuk awal puasa dan salat. Tentang waktu awal puasa dalam al Qur’an surat Al Baqarah ayat 187 , sebagai berikut :

أُحِلَّ لَكُمْ لَيْلَةَ الصِّيَامِ الرَّفَثُ إِلَى نِسَائِكُمْ ۚ هُنَّ لِبَاسٌ لَكُمْ وَأَنْتُمْ لِبَاسٌ
لَهُنَّ عِلْمٌ مِّمَّا اللَّهُ أَنْكُمْ كُنْتُمْ تَحْتَانُونَ ۚ أَنْفُسَكُمْ فَتَابَ عَلَيْكُمْ وَعَفَا عَنْكُمْ
فَالَّذِينَ بَشِرُوا هُنَّ وَأَتَّعُوا مَا كَتَبَ اللَّهُ لَكُمْ ۚ وَكُلُوا وَاشْرَبُوا حَتَّى يَتَبَيَّنَ لَكُمْ
الْحَيْطُ الْأَبْيَضُ مِنَ الْحَيْطِ الْأَسْوَدِ مِنَ الْفَجْرِ ۚ ثُمَّ أَتُمُوا الصِّيَامَ إِلَى اللَّيْلِ ۚ وَلَا
تُبَشِّرُوهُنَّ ۚ وَأَنْتُمْ عَنْكُنَّ فِي الْمَسْجِدِ تِلْكَ حُدُودُ اللَّهِ فَلَا تَقْرَبُوهَا ۚ
كَذَلِكَ يُبَيِّنُ اللَّهُ آيَاتِهِ لِلنَّاسِ لَعَلَّهُمْ يَتَّقُونَ ۚ

⁴³ Imam An Nawawi, *Syarah Al Muhadzab*, Terj., *Al Majmu' Syarah al Muhadzab Imam Nawawi*, Abdul Somad, Umar Mujtahid, (Jakarta : Pustaka Azzam), 2010, 96.

⁴⁴ Qur'an in word

“Dihalalkan bagi kamu pada malam hari bulan puasa bercampur dengan isteri-isteri kamu; mereka adalah pakaian bagimu, dan kamupun adalah pakaian bagi mereka. Allah mengetahui bahwasanya kamu tidak dapat menahan nafsumu, karena itu Allah mengampuni kamu dan memberi ma'af kepadamu. Maka sekarang campurilah mereka dan ikutilah apa yang telah ditetapkan Allah untukmu, dan Makan minumlah hingga terang bagimu benang putih dari benang hitam, Yaitu fajar. kemudian sempurnakanlah puasa itu sampai (datang) malam, (tetapi) janganlah kamu campuri mereka itu, sedang kamu beri'tikaf dalam mesjid. Itulah larangan Allah, Maka janganlah kamu mendekatinya. Demikianlah Allah menerangkan ayat-ayat-Nya kepada manusia, supaya mereka bertakwa.” (Q.S. 2 [Al Baqarah] : 187)

Abu al Thib Muhammad Syamsuddin al ‘Azhim Abadi, menjelaskan makna dalam makan dan minumlah sampai tampak kepadamu fajar merah, maksudnya adalah sampai nampak putihnya siang dari hitamnya malam, yaitu waktu Subuh yang berarti sampai munculnya fajar sadik.⁴⁵ Sedang dalam kitab Fath al Bari yang merupakan syarah kitab al Bukhari menjelaskan bahwa makna di ayat tersebut adalah hingga nampak kelihatan jelas putihnya siang dari hitam yang malam, yang dimaksud dalam penjelasan tersebut adalah terbitnya fajar sadik.⁴⁶

⁴⁵ Abu al Thib Muhammad Syamsuddin al ‘Azhim Abadi, *Aun al Ma'bud*, (Beirut : Dar al Kutub al ‘Ilmiyah, tt), 45.

⁴⁶ Ibn Hajar al Asqalani, *Fath al Bari fii syarah al Bukhari*, (Semarang : Toha Putra, tt), 33.

Bisyar bin Mu'adz menceritakan kepada kami, ia berkata : Yazid bin Zurai' menceritakan kepada kami, ia berkata : Sa'id menceritakan kami dari Qatadah ia berkata

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

keduanya adalah tanda yang nyata, maka jangan tertipu oleh adzannya muadzin karena pamer atau kurang waras dari melakukan sahur karena mereka adzan pada bagian malam yang panjang. Dan kadang terlihat fajar yang dusta, maka jangan tertipu olehnya dari melakukan sahur, karena fajar yang benar sangat jelas, yaitu cahaya terang yang tampak di ufuk Timur. Makan dan minumlah hingga masuk waktu Subuh dan jika telah masuk, maka berhentilah dari makan dan minum.⁴⁷

Ibn Hazm mengatakan fajar pertama adalah meninggi ke atas seperti ekor serigala, setelah itu gelap lagi menyelimuti ufuk, tidak mengharamkan makan dan minum bagi orang yang berpuasa, belum masuk waktu salat Subuh. Hal ini tidak terjadi perselisihan di antara umat islam. Fajar yang kedua adalah sinar terang yang melebar di langit ufuk timur di tempat terbitnya Matahari pada setiap masa. Ia berpindah dengan perpindahannya (Matahari), ia merupakan permulaan cahaya Subuh dan semakin terang barangkali dicampuri dengan semburat merah yang indah. Inilah yang menjelaskan masuknya waktu puasa, dan adzan salat Subuh.

⁴⁷ Abu Ja'far Muhammad bin Jarir Ath Thabari, *Tafsir At-Thabari*, diterjemahkan oleh Ahlan Askan, (Jakarta : Pustaka Azzam, 2011), 168.

Adapun masuknya waktu salat terjadi dengan semakin terangnya, maka ini tidak diperselisihkan oleh seorangpun.⁴⁸

Salah satu keutamaan salat Subuh adalah sesuai dengan firman Allah dalam surat al Isra ayat 78

أَقِمِ الصَّلَاةَ لِذُلُوكِ الشَّمْسِ إِلَى غَسَقِ اللَّيْلِ وَقُرْءَانَ الْفَجْرِ إِنَّ قُرْءَانَ الْفَجْرِ

كَانَ مَشْهُودًا 49

“dirikanlah salat dari sesudah matahari tergelincir sampai gelap malam dan (dirikanlah pula salat) Subuh. Sesungguhnya salat Subuh itu disaksikan (oleh malaikat)”
(Q.S. 17 [al Isra] : 78)

Pada ayat di atas menjelaskan bahwa salat Subuh itu disaksikan oleh para malaikat, karena pada waktu itu berkumpul malaikat malam dan malaikat siang serta menyaksikan sembahyang Subuh. Sesudah itu, barulah malaikat yang telah berjaga pada malam hari itu naik dan tinggallah malaikat yang berjaga pada siang hari. Kata ar-Razi : “Pada waktu Subuh itu manusia menyaksikan bekas-bekas kodrat (kekuasaan) Allah dan keindahan hikmah-Nya di langit dan di bumi”. Pada waktu itulah sinar terang benderang menghilangkan kegelapan malam dan

⁴⁸ Moh. Arif Amrullah, Penentuan Awal Waktu Subuh Menurut Kementerian Agama dan Aliran Salafi, *Jurnal Juridice Jurnal Hukum dan Syariah*, vol. 2, no. 2, 2011, 128-129.

⁴⁹ Quran in Word

waktu itulah orang tidur, kembalilah perasaan pancaindera yang berpisah dari mereka selama mereka tidur.⁵⁰

Pada dasarnya cahaya fajar pada saat awal kemunculan fajar sadik warna aslinya adalah warna biru yang redup karena hamburan cahaya Matahari oleh atmosfer tinggi. Hal inilah yang disebut dengan fajar astronomi.⁵¹ Sebagaimana yang telah disebutkan dalam Qur'an surat at Thuur ayat 49 :

وَمِنَ اللَّيْلِ فَسَبِّحْهُ وَإِدْبَرَ النُّجُومِ ﴿٤٩﴾

“dan bertasbihlah kepada-Nya pada berapa saat di malam hari dan di waktu terbenam bintang-bintang (di waktu fajar).”⁵² (Q.S. 52 [at Thuur]: 49)

Pada kalimat *وَمِنَ اللَّيْلِ فَسَبِّحْهُ* ada yang memahaminya dalam arti salat malam, atau salat maghrib atau isya. Adapun kalimat *وَإِدْبَرَ النُّجُومِ* maka ada yang memahaminya dalam arti salat Subuh atau dua rakaat sebelumnya atau dalam arti bertasbih pagi dan petang.⁵³

Nabi Muhammad SAW mengajarkan salat Subuh pada awal waktunya. Permulaan awal waktu Subuh pada hari masih gelap

⁵⁰ Tengku Muhammad Hasbi ash Shiddieqiey, *Tafsir al Qur'anul Majid An Nuur*, (Semarang : Pustaka Rizki Putra, 2000) cet. 2 juz. 3, 2356-2357.

⁵¹ Diah Utari, “Studi Analisis Awal Waktu Subuh (Kajian Ketinggian Matahari Terhadap Kemunculan Fajar Shadiq)”, *Jurnal Muqashid Fakultas Agama Islam Universitas Muhammadiyah Surabaya*, vol. 3, no. 1, 2014, 9.

⁵² Qur'an in Word

⁵³ M. Quraish Shihab, *Tafsir al Misbah Pesan, Kesan dan Keserasiaan al Qur'an*, (Jakarta : Lentera Hati, 2006), cet. V, 401.

(*ghalas*), yaitu keadaan gelap pada akhir malam. Sesuai dengan hadist dari Aisyah, yang diriwayatkan oleh Bukhari sebagai berikut :

حَدَّثَنَا يَحْيَى بْنُ بَكِيرٍ قَالَ : أَخْبَرَنَا اللَّيْثُ عَنْ عَقِيلِ بْنِ شِهَابٍ قَالَ : أَخْبَرَنِي عُرْوَةُ بْنُ الزُّبَيْرِ أَنَّ عَائِشَةَ أَخْبَرَتْهُ قَالَتْ: "كُنَّ نِسَاءُ الْمُؤْمِنَاتِ يَسْهَدْنَ مَعَ رَسُولِ اللَّهِ - صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ- صَلَاةَ الْفَجْرِ مُتَلَفِعَاتٍ بِمُرُوطِهِنَّ، ثُمَّ يَنْقَلِبْنَ إِلَى بُيُوتِهِنَّ حِينَ يَقْضِينَ الصَّلَاةَ لَا يَعْرِفُهُنَّ أَحَدٌ مِنَ الْعُلَسِّ." (رواه بخري)⁵⁴

“Diceritakan Yahya bin Bakir berkata, mengabarkan kepada kami Laist dari Aqil bin Shihab mengatakan: Katakan padaku ‘Urwah bin Zubair mengatakan bahwa Aisha mengatakan, “Jadilah wanita mukmin yang bersaksi Salat Fajar bersama Rasulullah, dengan menyelubungi badan mereka dengan kain, kemudian setelah salat mereka kembali ke rumah mereka masing-masing sampai tidak mengenali satu sama lain karena disebabkan hari gelap.” (HR. Bukhari)

Fajar terdapat dua macam jenis, yaitu fajar yang diharamkan untuk makan dan minum dan diperbolehkan untuk salat. Fajar ini muncul dengan cahaya yang menyebar secara horizontal di ufuk disebut dengan fajar sadik. Kemudian fajar yang diharamkan melakukan salat dan diperbolehkan makan dan minum. Untuk fajar ini kemunculannya ditandai dengan cahaya yang muncul secara vertikal ke atas seperti ekor serigala atau disebut dengan fajar kadzib. Kemunculan fajar sadik inilah yang digunakan dalam penentuan awal waktu Subuh.

⁵⁴ Abi Abdillah Muhammad bin Ismail al Bukhari, *Shahih Bukhari*, Juz I, (Beirut:Dar al Kutub al ‘Ilmiyah, 1992), 180.

Sedangkan awal waktu Subuh disebutkan dalam hadist dari Abdullah bin Umar :

وَعَنْ عَبْدِ اللَّهِ بْنِ عُمَرَ رَضِيَ اللَّهُ عَنْهُ أَنَّ النَّبِيَّ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ قَالَ : وَقْتُ الظُّهْرِ إِذَا زَالَتْ الشَّمْسُ وَكَانَ ظِلُّ الرَّجُلِ كَطَوِيلِهِ مَا لَمْ تَحْضُرِ العَصْرُ وَوَقْتُ العَصْرِ مَا لَمْ تَصْفَرَ الشَّمْسُ وَوَقْتُ صَلَاةِ المَغْرِبِ مَا لَمْ يَغْرُبِ الشَّفَقُ وَوَقْتُ صَلَاةِ العِشَاءِ إِلَى نِصْفِ اللَّيْلِ وَوَقْتُ صَلَاةِ الصُّبْحِ مِنْ طُلُوعِ الفَجْرِ مَا لَمْ تَطْلُوعِ الشَّمْسِ (رواه مسلم) ⁵⁵

“Dari Abdullah bin Amr radhiyallahu anhu, Nabi Shallallahu ‘alaihi wa sallam berkata: waktu salat dzuhur jika Matahari sudah tergelincir ke Barat ketika itu panjang bayangan sama dengan tinggi seseorang, selama belum masuk salat ashar. Waktu salat ashar adalah selama Matahari belum menguning. Waktu salat maghrib adalah sebelum hilang cahaya merah pada ufuk Barat. Waktu isya adalah sampai pertengahan malam. Waktu salat Subuh adalah dari terbit fajar selama belum terbit Matahari” (HR. Muslim)

B. Pemaknaan Fajar Sebagai Indikasi Awal Waktu Subuh

Dalam penetapan awal waktu salat Subuh, data posisi Matahari dalam koordinat horizon terutama ketinggian atau jarak zenit sangat dibutuhkan. Hal tersebut mengindikasikan bahwa penetapan awal waktu Subuh sendiri tidak terlepas dari pengamatan terhadap fenomena Matahari yang disebut dengan fajar.⁵⁶ Fajar dalam istilah bahasa arab bukanlah Matahari. Sehingga ketika disebutkan terbitnya fajar, bukanlah terbitnya Matahari. Fajar adalah cahaya putih agak terang yang menyebar di

⁵⁵ Imam Muslim bin al-Hajjaj al Qusyaury an-Naisabury, *Shahih Muslim*, Juz I, (Beirut : Dar al Kitab al-Ilmiyah, tt), 245-246.

⁵⁶ Tarmi, *Islam Untuk Disiplin Ilmu Astronomi*, (Jakarta : Departemen Agama, 2000), 172.

ufuk Timur yang muncul beberapa saat sebelum Matahari terbit.⁵⁷ Dalam kitab *Zad al-Mustaqni' fi ikhtisar al-Muqni'* menyebutkan yang dimaksud adalah fajar atau fajar kedua yang ditandai dengan munculnya cahaya putih di ufuk Timur. Berbeda dengan yang disebutkan dalam *Lisan al-'Arab* bahwa fajar sadik adalah sinar kemerahan dari Timur cakrawala di langit malam yang hitam. Subuh terbagi menajdi dua, yaitu yang naik seperti ekor serigala adalah disebut fajar kadzib yang kedua adalah yang membentang dan menyebar di sepanjang ufuk Timur dan menjadi waktu haram makan dan minum bagi orang yang berpuasa. Inilah disebut dengan fajar sadik.⁵⁸

Awal waktu salat Subuh dipahami sejak terbit fajar sampai waktu terbit Matahari. Fajar sadik dalam ilmu falak dipahami sebagai awal *astronomical twilight* (fajar astronomi), cahaya ini mulai muncul di ufuk timur menjelang terbit Matahari pada saat Matahari berada pada posisi sekitar 18° di bawah ufuk atau jarak zenith Matahari 108° . Pendapat lain mengatakan bahwa terbitnya fajar shidiq dimulai pada saat Matahari 20° di bawah ufuk atau jarak zenit Matahari 110° . Dalam hisab waktu salat Subuh, data-data yang diperlukan pada dasarnya sama dengan waktu-waktu salat wajib yang lain, hanya saja akhir waktu salat Subuh perlu

⁵⁷ Slamet Hambali, *Ilmu Falak Penentuan Awal Waktu Salat & Arah Kiblat Seluruh Dunia*, (Semarang : Program Pascasarjana IAIN Walisongo Semarang, 2011), 124.

⁵⁸ M. Syaoyi Nahwandi, The Reformulation of Algorithm for Calculating Stars Position As The Sign of Isya and Fajr Prayer Times, *Al Hilal : Journal of Islamic Astronomy*, vol. 1, no.1, 2019, 57.

diketahui, yakni Matahari berada pada posisi -1° ($h = -1^\circ$) di bawah ufuk.⁵⁹

Fajar merupakan cahaya yang dimunculkan Matahari ketika berada pada posisi di bawah ufuk. Kemudian semakin lama cahayanya akan terang hingga pagi Matahari terbit. Kemunculan fajar inilah yang digunakan sebagai penanda awal waktu Subuh. Pada waktu Matahari terletak tersembunyi di bawah horizon, dan melanjutkan mendekati padanya (horizon), maka pada awalnya kita melihat munculnya sinar-sinar, yang membentuk fajar di sebelah Timur, dan pada waktu Matahari terbenam membentuk senja di sebelah barat. Di sebelah timur, cahaya pertama yang mendahului munculnya Matahari, tersebar dalam penampakan sinar putih, yang naik ke atas. Ini disebut fajar bohong atau *fajar kadzib*. Dalam bentuk kiasannya, ia mengingatkan pada ekor serigala. Kemudian baru muncul fajar yang sesungguhnya, yang merupakan sinar-sinar menyebar horizontal. Setelah itu horizon menjadi warna merah disebabkan oleh terbitnya Matahari, yang memancarkan sinarnya menerobos lapisan-lapisan debu, yang terdapat di udara diatas muka Bumi. Kejadian yang sama, hanya dengan urutan yang terbalik, terjadi di sebelah barat pada waktu Matahari terbenam.⁶⁰

Waktu Subuh dimulai sejak terbit fajar sadik sebagaimana yang telah disepakati oleh semua ulama madzhab kecuali Imam Malik.⁶¹ Fajar merupakan cahaya kemerahan di langit sebelah

⁵⁹ Alimuddin, Perspektif Syar'i dan sains Awal Waktu Salat, *Jurnal al Daulah* vol.1, no.1, Desember 2012, 128.

⁶⁰ Abu Raihan Biruni, *Kitab at Tafhim*, (Teheran : 1943), 133.

⁶¹ Menurut Imam Maliki, waktu salat subuh ada dua, pertama adalah *ikhtar* (memilih) yaitu dari terbitnya fajar sampai terlihatnya wajah orang yang

timur sebelum matahari terbit. Terdapat dua macam fajar, yaitu *fajar kadzib*, sebagai fajar pertama dan *fajar sadik* sebagai fajar kedua.

Fajar kadzib adalah fenomena pantulan sinar Matahari menjelang pagi hari yang membentuk suasana berkas sinar terang yang memanjang ke atas.⁶² Dalam bahasa fiqh fajar kadzib dijelaskan, yaitu cahaya yang menjulang ke atas pada posisi tengah-tengah langit, seperti ekor *sirhan* (serigala/singa) yang berwarna hitam, kemudian hilang atau diikuti warna hitam. Maksudnya adalah menyerupai ekor *sirhan* yang berwarna hitam, tetapi bagian dalamnya berwarna putih, karena fajar kadzib itu berwarna putih bercampur dengan hitam atau keabu-abuan. Fajar kadzib (*zodiacal twilight*) akan nampak jelas pada bulan-bulan tertentu, yakni bulan Maret, April, Mei, September, Oktober, dan November.⁶³

Sedangkan fajar sadik merupakan fenomena fajar dengan seberkas sinar terang menjelang pagi yang melebar dari ufuk timur. Fajar inilah yang merupakan pertanda awal waktu salat Subuh. Dalam konteks peredaran Matahari, selama ini yang sering digunakan ketika ketinggian Matahari mencapai sekitar 18° di

kita pandang, sedangkan yang kedua adalah *idhtirari* (terpaksa), yaitu dari terlihatnya wajah sampai terbitnya matahari. penulis mengambil pendapat dari mayoritas ulama madzhab. Lihat Muhammad Jawad Mughniyyah, *Fiqh Lima Mahdzab*, cet vi, (Jakarta : Lentera, 2007), 75-76

⁶² Dikatakan *kadzib*, karena dalam hal ini cahaya yang dipancarkan tidak menunjukkan datangnya waktu subuh yang sebenarnya. Dalam bahasa inggris biasa dikenal dengan *Twilight false* atau *zodiacal light*. Lihat Suksinam Azhari, *Ensiklopedi Hisab Rukyat*, cet I, (Yogyakarta : Pustaka Pelajar, 2005), 64.

⁶³ Abdul Mughits, “Problematika Jadwal Waktu Salat Subuh di Indonesia”, *Asy-Syari’ah Jurnal Ilmu Syari’ah dan Hukum UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta*, vol.48, no.2, Desember 2014, 470.

bawah ufuk timur atau jarak zenith = 108° . Pendapat yang lain menyatakan -20° di sebelah timur atau jarak zenith matahari = 110° , kriteria inilah yang selama ini digunakan oleh Indonesia yang merupakan hasil ijtihad dari Saadoe'ddin Djambek.⁶⁴ Waktu salat Subuh berakhir ketika Matahari terbit dan dengan ketinggian Matahari -1° di sebelah timur.⁶⁵ Pada saat inilah belum masuk waktu salat Subuh, sehingga dilarang untuk melaksanakannya. Sebagaimana hadist Nabi SAW dari Jabbar bin Abdullah sebagai berikut :

عَنْ جَابِرِ بْنِ عَبْدِ اللَّهِ قَالَ قَالَ رَسُولُ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ : الْفَجْرُ فَجْرَانِ فَأَمَّا الْفَجْرُ الَّذِي
يَكُونُ كَذَنْبِ السَّرْحَانِ فَلَا يَحِلُّ الصَّلَاةُ وَلَا يَحْرَمُ الطَّعَامُ وَأَمَّا الَّذِي يَذْهَبُ مُسْتَقِيمًا فِي
الْأَفْقِ فَإِنَّهُ يَحِلُّ الصَّلَاةُ وَيَحْرَمُ الطَّعَامُ⁶⁶

“Dari Jabbar bin Abdullah, Nabi SAW bersabda :
Fajar ada dua macam, pertama fajar yang disebut dengan seperti ekor serigala yang diperbolehkan salat dan diharamkan untuk makan, adapun fajar kedua yang menyebar secara horizontal di ufuk, maka sesungguhnya pada fajar inilah yang diperbolehkan salat dan diharamkan makan”

Perihal pelaksanaan salat di waktu Subuh, para ulama madzhab satu dengan madzhab yang lain berbeda pendapat. Imam Malik, al Syafi'i, Ahmad, Ishaq, Abu Tsaur, al Auza'i, Abu

⁶⁴ Saadoe'ddin Djambek, *Salat dan Puasa di Daerah Kutub*, Jakarta : Bulan Bintang, 1974, cet I, hlm. 4

⁶⁵ Moh. Murtadho, *Ilmu Falak Praktis*, Malang : UIN Malang Press, 2008, hlm. 186

⁶⁶ Maktabah Syamilah, Ahmad bin Husein bin Ali bin Musa Abu Bakar al-Baihaqy, *Sunan Al Baihaqy Al Kubra*, Makkah al Mukarromah : Maktabah da al-Baz, 1994, Juz 10

Dawud, Abu Ja'far al Thabary, berpendapat bahwa ketika gelap lebih utama, sedangkan ketika terang tidak dianjurkan (*gair mandub*). Sementara pendapat ini dalam berbagai hadits diriwayatkan oleh 'Umar, 'Utsman, ibn Zubair, Anas, Abu Musa al Asy'ari, dan Abu Hurairah. Sedangkan penduduk Kuffah menurut Abadi⁶⁷, Abu Hanifah dan para sahabatnya, Sufyan al Tsauri, al Hasan bin Hay dan kebanyakan penduduk Iraq dengan hadits-hadits yang diriwayatkan dari 'Ali bin Abi Thalib dan Ibn Mas'ud bahwa melaksanakan salat Subuh ketika terang adalah lebih utama.⁶⁸

Ibnu Hajar mengatakan bahwa Nabi melakukan salat di awal waktu sebagaimana yang telah disampaikan pada hadits tersebut bahwa Aisyah melakukan salat Subuh dengan Nabi ketika hari masih dalam keadaan gelap. Kemudian ada hadits yaitu oleh Abi Mas'ud al Anshori mengatakan bahwa Nabi melakukan salat dalam keadaan terang (terang) hanya sekali, kemudian selebihnya Nabi melakukan salat Subuh ketika dalam keadaan gelap (ghalas) sampai beliau wafat. Dari sinilah, munculah ketentuan bahwa awal waktu Subuh terjadi ketika keadaan hari masih gelap (ghalas).

Sedangkan menurut Sayyid Sabiq, dalam *Fiqh al Sunnah*, menurut Sayyid Sabiq yang dimaksud dengan *isfar* (keadaan terang) ialah ketika hendak pulang dari menyelesaikan salat dan

⁶⁷ Abu al Thib Muhammad Syamsuddin al 'Azhim Abadi, *Aun al-Ma'bud*, (Beirut : Dar Al Kutub al 'Ilmiyah) tt, hlm. 45

⁶⁸ Nihayaturrohmah, *Syafaq dan Fajar dengan Aplikasi Fotometri Tinjauan Astronomi dan Syar'i*, Tesis, (Yogyakarta : Lintang Aksara Books bekerjasama dengan Program Pascasarjana IAIN Walisongo Semarang, 2012), hlm. 38

bukan ketika memulai salat. Maksudnya adalah untuk memanjangkan bacaan dalam salat hingga kamu selesai dan pulang ketika hari mulai terang, sebagaimana perbuatan Rasulullah SAW, beliau pernah membaca 60-100 ayat al-Qur'an.⁶⁹

Berdasarkan dalil-dalil yang ada baik al Qur'an maupun hadits dalam perspektif fiqh, penetapan awal waktu salat Subuh tidak ada hal yang diperdebatkan. Kemunculan fajar sadik sebagai penentu awal waktu Subuh sudah menjadi patokan dan ulama fiqh telah menyepakatinya. Sejauh penelusuran penulis, penulis tidak menemukan adanya perbedaan antara ulama fiqh terkait dengan penetapan awal waktu salat Subuh. Para ulama bersepakat bahwa berdasarkan dalil-dalil al Qur'an dan beberapa hadis Nabi Muhammad SAW. Oleh karena itu penulis tidak akan menulis hal-hal yang berke sinambungan dengan kaidah fiqhyah dalam pembahasan penentuan awal waktu Subuh. Pada dasarnya yang menjadi titik masalah adalah pada perspektif astronominya.

Fajar palsu atau fajar kadzib didefinisikan berupa cahaya yang terlihat di cakrawala timur yang membentuk kolom menjulang ke atas (dinamakan cahaya zodiak). Cahaya zodiak atau *false dawn* adalah sebuah fenomena optis yang sebelumnya jarang terjadi. Biasanya muncul pada awal musim semi atau akhir musim gugur di lintang tinggi sebelum Matahari terbit. Fajar kadzib (*false dawn*) ini muncul ketika sinar Matahari memantulkan partikel – partikel kecil langit yang sering disebut sebagai serpihan komet keluarga Yupiter. Sebetulnya, di wilayah tropis, cahaya zodiak ini

⁶⁹ Sayyid Sabiq, *Fiqh as Sunnah*, Juz I, (Beirut : Dar al Fikr, 1968), 187-188.

dapat dilihat sepanjang tahun. Namun, kenampakan ini lebih sering kalah oleh intensitas cahaya buatan elektrifikasi dan polusi udara. Fajar sadik sesungguhnya adalah saat terjadi penyebaran cahaya horizontal pertama di cakrawala timur (yang menggantikan kolom vertikal cahaya fajar Kadzib, jika ada).⁷⁰ Adapun karakteristik dari kedua fajar ini adalah:

- a) Walaupun fajar kadzib muncul, sering juga kemudian menghilang lagi (langit menjadi gelap kembali) sebelum fajar sadik muncul
- b) Saat fajar Kadzib muncul, kita akan dengan mudah menentukan posisi sumber sinarnya karena kenampakannya menjulang ke atas. Tapi saat fajar sadik muncul, kita akan kesulitan untuk menentukan lokasi sumber sinar (Matahari) karena fajar tersebar merata
- c) Setelah kemunculan fajar Sadik, langit tidak pernah menjadi gelap kembali (kecuali jika tertutup mendung tebal yang juga merata). Langit akan terus semakin terang secara berangsur-angsur hingga Matahari terbit.

Dari penjelasan di atas dapat disimpulkan bahwa terdapat dua fajar sebelum Matahari terbit. Fajar yang muncul pertama dinamakan fajar kadzib. Kemudian fajar yang kedua disebut fajar sadik, yaitu cahaya yang melintang sepanjang cakrawala atau horizon. Setelah muncul fajar sadik selang beberapa saat terbit Matahari, inilah akhir dari waktu Subuh. Sehingga selang beberapa

⁷⁰ Tono Saksono, *Evaluasi Awal Waktu Subuh dan Isya Perspektif Sains, Teknologi dan Syariah*, (Jakarta : UHAMKA PRESS & LPP AIKA UHAMKA, 2017), 6.

saat antara munculnya fajar sadik hingga terbitnya Matahari inilah yang menjadi waktu salat Subuh.

Pada saat ini banyak waktu-waktu salat ditentukan berdasarkan pada jam, secara tidak langsung dibutuhkan angka yang pasti dalam penentuan awal waktu salat. Sehingga dibutuhkan formulasi hitungan yang digunakan untuk menerjemahkan dalam rumus atau algoritma. Fajar kadzib memang bukan fajar dalam pemahaman umum, yang secara astronomi disebut dengan cahaya zodiak. Cahaya zodiak ada disebabkan oleh hamburan cahaya Matahari terhadap debu-debu antar planet yang tersebar di bidang ekliptika yang tampak di langit melintasi rangkaian rasi bintang. Sehingga fajar kadzib nampak muncul secara vertikal atau tegak lurus dengan ufuk timur. Cahaya dari fajar kadzib terkesan menyemburat ke atas seperti ekor serigala dan arahnya sesuai dengan ekliptika.

Kemunculan fajar kadzib sebelum munculnya fajar sadik saat malam masih gelap. Fajar sadik merupakan hamburan cahaya Matahari oleh partikel-partikel udara yang melingkupi bumi. Dalam al Quran fenomena tersebut diibaratkan dengan ungkapan

“terang bagimu, benang putih dari benang hitam”⁷¹ yaitu peralihan dari gelap malam (hitam) menuju munculnya cahaya (putih).⁷²

C. Konsep Astronomi Awal Waktu Subuh

Jadwal awal waktu salat hari demi hari semakin mengalami variasi yang didukung oleh beberapa faktor. Salah satunya adalah faktor kemajuan teknologi yang kini semakin pesat dan dapat membantu dalam penentuan awal waktu salat. Sehingga jadwal awal waktu salat dapat ditentukan dengan mudah dan praktis. Penentuan awal waktu salat sangat berkaitan dengan peredaran posisi Matahari, tepatnya peredaran semu Matahari yang relatif terhadap Bumi. Pada dasarnya dalam menentukan waktu salat diperlukan beberapa data seperti letak geografis yang bisa dicari dengan bantuan GPS (*Global Positioning System*), waktu (tanggal), dan ketinggian tempat.

Dengan ilmu falak kita dapat memahami bahwa waktu-waktu salat berdasarkan pada fenomena Matahari yang kemudian diterjemahkan dengan posisi Matahari. Posisi Matahari yang dimaksud adalah tinggi Matahari atau jarak yang dihitung dari ufuk sampai dengan Matahari melalui lingkaran vertikal. Ketinggian ini

⁷¹ Qur'an Surat Al Baqarah ayat 187

وَكُلُوا وَاشْرَبُوا حَتَّىٰ يَتَبَيَّنَ لَكُمُ الْخَيْطُ الْأَبْيَضُ مِنَ الْخَيْطِ الْأَسْوَدِ مِنَ الْفَجْرِ ۚ ثُمَّ أَتُمُوا
الصَّيَامَ إِلَى اللَّيْلِ ۚ وَلَا تُبَشِّرُوهُ ۚ وَانْتُمْ عَنكُفُونَ فِي الْمَسْجِدِ ۚ تِلْكَ حُدُودُ اللَّهِ ۚ فَلَا تَقْرُبُوهَا
كَذَٰلِكَ يُبَيِّنُ اللَّهُ آيَاتِهِ لِلنَّاسِ لَعَلَّهُمْ يَتَّقُونَ ۝



⁷² Moh. Afif Amrullah, “Penentuan Awal Waktu Salat Subuh Menurut Kementerian Agama dan Aliran Salafi”, *Juridice Jurnal Hukum dan Syariah UIN Maulana Malik Ibrahim Malang*, vol. 2, 2011, 127.

dinyatakan dengan derajat, minimal 0 dan maksimal 90. Diberi tanda positif yang berarti posisi Matahari di atas ufuk, sedangkan untuk tanda negatif apabila posisi Matahari berada di bawah ufuk.⁷³ Dari kedudukan posisi Matahari diproses untuk mewujudkan keadaan-keadaan yang merupakan pertanda bagi awal atau akhir waktu salat.

Penentuan awal waktu ibadah umat Islam memerlukan pengetahuan posisi Matahari dan posisi geografis tempat di Bumi. Hal ini diperlukan untuk penentuan waktu salat lima waktu. Jadwal ibadah itu merentang dalam waktu satu hari dan menaut dengan fenomena astronomi. Posisi ibadah salat bagi umat Islam dapat dipandang sebagai ibadah dengan sebuah gabungan model ajaran islam yang bersinggungan dengan ilmu pengetahuan dan saling melengkapi kebutuhan umat. Allah menjelaskan peranan dan manfaat keberadaan Matahari bahwa tidak hanya untuk menghangatkan Bumi dengan cahayanya. Dengan adanya keberadaan Matahari, adanya bayang-bayang benda atau tongkat istiwa' oleh Matahari bermakna untuk mengatur ritme kewajiban berdzikir manusia kepada khaliq-Nya.

Setiap hari kita melihat Matahari terbit dari ufuk timur, kemudian bergerak semakin tinggi hingga berada tepat di atas ubun-ubun. Pada posisi inilah Matahari berada pada posisi tepat di atas zenith atau pada posisi tertinggi pada waktu itu. Lalu bergerak makin lama makin merendah, hingga kemudian berakhir

⁷³ Dahlia Haliah Ma'u, "Jadwal Salat Sepanjang Masa di Indonesia (Studi Akurasi dan Batas Perbedaan Lintang dalam Konversi Jadwal Salat)", *Disertasi Semarang* : Program Doktor Program Sarjana Institut Agama Islam Negeri Walisongo, 2013, 20.

tenggelam di ufuk Barat. Perjalanan Matahari inilah yang biasa kita sebut dengan gerak harian Matahari.⁷⁴

Fenomena awal waktu Subuh hampir sama dengan awal isya. Bila pada isya ditandai dengan bintang-bintang di langit cahayanya mencapai titik maksimal akibat hilangnya cahaya merah di langit sebelah timur yang menandakan adanya perubahan dari terang ke gelap maka Subuh dimulai dengan mulai surutnya bintang-bintang dilangit disebabkan oleh pengaruh sinar matahari yang datang di sebelah langit timur yang menandakan adanya perubahan dari gelap ke terang.

Pada penetapan ketinggian posisi terbit Matahari di setiap waktu salat tidak bisa dilakukan oleh semua orang yang notabeneanya adalah orang awam. Berangkat dari hal tersebut mau tidak mau menjadi konsekuensi masyarakat umum untuk *tabi'* atau mengikuti ketentuan-ketentuan yang diberlakukan dan tidak melakukan *recheck* dan pengoreksian kembali. Hal inilah yang membuat kekeliruan tidak dapat dihindari. Demikian pula dalam penentuan ketinggian posisi Matahari ketika terbit. Pada saat ini saja sudah banyak adanya penawaran dari berbagai kriteria untuk ketinggian Matahari terbit yang dimulai dari -20° hingga -13° .

Dalam penetapan awal waktu salat, data posisi Matahari dalam koordinat horizon terutama ketinggian atau jarak zenit sangat dibutuhkan. Hal tersebut mengindikasikan bahwa penetapan awal waktu Subuh sendiri tidak terlepas dari pengamatan terhadap

⁷⁴ Nihayaturrahmah, *Syafaq dan Fajar dengan Aplikasi Fotometri Tinjauan Astronomi dan Syar'i*, (Yogyakarta : Lintang Aksara Books bekerjasama dengan Program Pascasarjana IAIN Walisongo Semarang, 2012), 44.

fenomena Matahari yang disebut dengan fajar.⁷⁵ Fajar merupakan cahaya yang dimunculkan oleh Matahari ketika berada di bawah ufuk yang semakin lama akan semakin terang cahayanya. Kemunculan cahaya tersebut merupakan pertanda bagi umat Islam untuk menyegerakan salat Subuh.⁷⁶

Untuk gambaran permulaan awal waktu Subuh adalah kebalikan dari awal waktu isya'. Apabila diukur pada posisi keberadaan Matahari, ketinggian Matahari untuk waktu Isya adalah 18° di bawah ufuk bagian Barat. Hal ini disebabkan oleh pada saat piringan Matahari terbenam sempurna di bawah ufuk, sehingga menyisakan cahaya Matahari yang menyemburat ke langit. Sisa cahaya tersebut dipantulkan atmosfer Bumi bagian yang masih menerangi Bumi, sehingga pada saat ini masih belum dikatakan gelap sepenuhnya.

Apabila diperhatikan dari landasan normatif baik dari al quran maupun hadits, awal waktu salat senantiasa didasarkan pada perjalanan Matahari harian sebagai akibat dari adanya rotasi bumi dari Barat ke Timur. Oleh karena itu waktu salat relatif mengacu terhadap pergerakan semu matahari.⁷⁷ Pada dasarnya untuk menentukan awal waktu salat diperlukan letak geografis, waktu (tanggal), dan ketinggian. Letak geografis suatu tempat dapat dicari dengan berbagai macam cara yaitu dengan menggunakan GPS (*Global Positioning System*), Google Earth atau atlas. Waktu atau

⁷⁵ Tarmi, *Islam untuk Disiplin Ilmu Astronomi*, (Jakarta : Departemen Agama, 2000), 172.

⁷⁶ Diah Utari, "Studi Analisis Awal Waktu Subuh (Kajian Ketinggian Matahari Terhadap Kemunculan Fajar Shidiq)", *Jurnal Maqasid* Fakultas Agama Islam Universitas Muhammadiyah Surabaya, vol. 3, no. 1, 2014, 9.

⁷⁷ Maskufa, *Ilmu Falaq*, (Jakarta : Gaung Persada Press, 2009), 96.

tanggal adalah hari dimana kita kan menentukan suatu awal waktu salat. Ketinggain merupakan data tinggi matahari pada awal waktu salat yang ditentukan.

Awal waktu Subuh dimulai sejak terbit fajar dan berakhir pada saat terbit Matahari atau dalam surat at Thuur ayat 49⁷⁸ waktu Subuh dimulai sejak “*idbarannujuum*” yakni menghilangnya atau meredupnya bintang-bintang dan berakhir seperti yang disebutkan dalam surat Qaaf ayat 39 yaitu saat “*thuluu’i syams*” yakni terbitnya Matahari. Sementara itu tinggi Matahari pada kajian ini adalah berkaitan dengan ketinggian posisi Matahari yang terlihat pada saat awal waktu atau akhir waktu salat yang diukur dari ufuk Timur.⁷⁹ Maka secara astronomis, kemunculan fajar shodiq dapat dipahami sebagai fajar astronomi (*dawn astronomical twilight*) berlangsung ketika langit tidak lagi gelap saat posisi Matahari berada pada 18° di bawah ufuk atau pada jarak zenith $z=108^\circ$.⁸⁰

Awal waktu Subuh ditandai dengan kemunculan fajar kedua yaitu fajar sadik. Sebelum kemunculan fajar sadik didahului oleh fajar kadzib. Secara sains, fajar kadzib pada pagi hari dalam astronomi dikatakan merupakan pantulan sinar Matahari dari debu antar planet di langit pada saat tertentu sebelum munculnya fajar

⁷⁸ Quran in word

وَمِنَ اللَّيْلِ فَسَبِّحْهُ وَإِدْبَرَ النُّجُومِ ﴿٤٩﴾

dan bertasbihlah kepada-Nya pada beberapa saat di malam hari dan di waktu terbenam bintang-bintang (di waktu fajar).

⁷⁹ Maskufa, *Ilmu Falaq*, (Jakarta : Gaung Persada Press, 2009), 98.

⁸⁰ Laksmiyanti Annake Harijadi Noor, “Uji Akurasi Hisab Awal Waktu Subuh Dengan Sky Quality Meter”, *Skripsi* Fakultas Syariah dan Hukum UIN Walisongo Semarang, 2016, 26.

sadik. Sedangkan fajar sadik adalah pantulan cahaya Matahari dari atmosfer Bumi, sesaat setelah hilangnya fajar kadzib. Antara kedua fajar tersebut merupakan satu paket yang tidak dapat dipisahkan, sehingga apabila hendak melakukan observasi fajar sadik maka terlebih dahulu melihat fajar kadzib. Fajar kadzib juga akan muncul kurang lebih 30 menit sebelum fajar sadik. Semakin mendekati saat munculnya fajar sadik maka cahaya fajar kadzib akan semakin memudar. Kemudian akan terjadi *overleaping* pada ketinggian tertentu. Semakin besar nilai ketinggian Matahari yaitu semakin mendekati horizon langit atau *sunset* maka bintang-bintang akan semakin meredup. Pada ketinggian -18° bintang-bintang yang bermagnitudo -6° mulai meredup. Pada ketinggian Matahari -12° pada saat *nautical twilight* bintang-bintang magnitude -3 mulai meredup, sampai kemudian tinggi -6° (*civil twilight*) tinggal bintang-bintang yang bermagnitudo -1° .⁸¹

Al-Biruni dalam kitabnya yang berjudul *al Qanun al Ma'sudi* menjelaskan tentang proses terjadinya fajar. Yaitu adanya sinar yang menerobos lapisan-lapisan debu yang terletak disekitar bumi (atmosfer). Al Biruni telah merincikan dalam kitabnya tentang fajar sebagai berikut⁸² :

Pada waktu Matahari makin mendekati terbit di ufuk (dari bawah) dan kecondongan bayangan semakin dekat ke arah kita, makin dekat pula pancaran sinarnya yang mengelilingi

⁸¹ Abdul Mughits, "Problematika Jadwal Waktu Salat Subuh di Indonesia", *Asy Syariah Jurnal Ilmu Syariah dan Hukum UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta*, vol. 48, no. 2, 2014, 472-473.

⁸² Nugroho Eko Atmanto, "Relevansi Konsep Fajar dan Senja dalam Kitab al Qanun al Ma'sudi Bagi Penetapan Waktu Salat Isya' dan Subuh", *Jurnal, Analisa*, Vol. 19, no. 01, Januari 2012, 96-103.

Bumi. Dan dengan bantuan debu-debu pada angin-angin bumi (atmosfer) yang terletak di dekat yang terletak di dekat bayangan menjadi bercahaya dan semakin terang. Kita akan temukan warna debu-debu ini secara keseluruhan, dalam hal ini bagian bawah yang menghadap ke kitalah yang bersinar. Inilah yang disebut Fajar Pagi. (al Biruni, al Qanun Al Ma'sudi, India : Dairatul Maarif al Osmania, bab XIII, hlm. 948-949).

Sedangkan proses atau tahapan kejadian fajar ada tiga tahapan, yaitu sebagai berikut :

Tahap pertama, sinar fajar yang lemah dengan bentuk berkas cahaya yang meruncing, memanjang dan tegak. Ini disebut fajar pagi palsu (as Subhu al Kadzib) dan dijuluki ekor serigala (danab as Sirhan). Kemunculan fajar dalam tahap ini tidak membawa konsekuensi kewajiban apa-apa dari segi hukum (ibadah) dan kebiasaan umumnya.

Tahap kedua, fajar yang membentang (horisontal) di permukaan ufuk, melingkar dan mulai menerangi seakan separuh wilayah Bumi menjadi terang. Keadaan ini mempengaruhi binatang (insting) dan manusia untuk mulai menyebar (beraktifitas) sesuai dengan kebiasaannya. Fajar inilah yang dikaitkan dengan kewajiban agama (awal waktu salat Subuh, awal waktu puasa).

Tahap ketiga, mulai datangnya terang dengan diiringi warna merah, yang mengikuti setelah dua tahap sebelumnya dan mendahului terbitnya Matahari, tahapan ini waktu yang masih tersisa untuk manusia melakukan kewajiban agama (waktu salat Subuh). (al Biruni, al Qanun Al Ma'sudi, India : Dairatul Maarif al Osmania, bab XIII, hlm. 949).

Dengan detail al Biruni menjelaskan tentang pengamatannya tentang kapan saat terjadinya fajar dan senja tersebut, berikut dapat kita perhatikan hal tersebut :

Fenomena senja merupakan hal yang biasanya luput dari perhatian banyak orang, ini karena bersamaan waktunya dengan berakhirnya aktifitas pekerjaan keseharian sehingga orang (pada umumnya) disibukan dengan berbagai hal (urusannya masing-masing). Sedangkan pada waktu Subuh (fajar) pada umumnya orang melakukan persiapan untuk berangkat kerja dan oleh karenanya mereka pada saat itu menantikan terbitnya hari (pagi) untuk mengahmbur pergi bekerja.

Berbeda dengan para pembuat hukum, mereka sengaja melakukan pengamatan waktu fajar dan senja untuk menentukan rumusan waktu (ibadah/salat). Bahwa sudut ketinggian Matahari sebesar 18° dibawah ufuk maka itulah waktu munculnya fajar disebelah Timur dan waktu hilangnya senja di ufuk Barat. Ada sebagian pendapat lain menyatakan bahwa batasannya (fajar dan senja) adalah 17° (di bawah ufuk). (al Biruni, al Qanun Al Ma'sudi, India : Dairatul Maarif al Osmania, bab XIII, hlm. 949)

Penjelasan al-Biruni mengenai hamburan cahaya Matahari oleh debu-debu atmosfer sejalan dengan pengetahuan astronomi modern. Pernyataan mengenai debu-debu yang dekat dengan Bumi mengindikasikan bahwa debu yang memantulkan cahaya senja adalah debu atmosfer, bukan debu luar angkasa antar planet sering disebut *cahaya zodiak*. Cahaya zodiak disebabkan karena hamburan cahaya Matahari oleh debu-debu antarplanet yang tersebar di bidang ekliptika yang tampak di langit melintasi rangkaian zodiak atau rangkaian rasi bintang yang tampaknya dilalui oleh Matahari.⁸³

⁸³ Thomas Djamaludin, *Waktu Subuh Ditinjau dari Dalil Syar'i dan Astronomi* , 2010, <http://tdjamaluddin.wordpress.com/2010/04/15/waktusubuh-ditinjausecaraastronomi-dan-syari/>, diakses pada tanggal 05 Januari 2020

Secara astronomis, Kementerian Agama (Kemenag) RI telah menetapkan ketinggian Matahari awal waktu Subuh yaitu -20 derajat untuk kriteria ketinggian Matahari terbit.⁸⁴ Pada awalnya kriteria ketinggian Matahari untuk awal waktu Subuh adalah -20° di bawah ufuk atau jarak zenith $z = 110^\circ$. Hal ini sesuai dengan pendapat ahli falak Indonesia, Saadoe'ddin Djambek yang menyatakan bahwa awal waktu Subuh dimulai dengan tampaknya fajar di ufuk timur yang dalam ilmu falak didefinisikan posisi Matahari sebesar 20° di bawah ufuk.⁸⁵

Ditinjau dari ilmu astronomi, maka menurut US Navy Observatory Washington DC senja dan fajar dapat dibedakan menjadi tiga macam, yaitu⁸⁶ :

1. *Civil Twilight*; ketika posisi Matahari berada 0° sampai -6° di bawah ufuk, benda-benda di tempat terbuka masih terlihat batas-batas bentuknya dan pada saat itu mulai terlihat sebagian bintang-bintang yang berwarna terang.

2. *Nautical Twilight*; Matahari berada pada -6° sampai -12° di bawah ufuk benda-benda di tempat terbuka masih terlihat akan tetapi samar-samar bentuknya, pada saat inilah bintang-bintang yang berwarna terang sudah tampak semua.

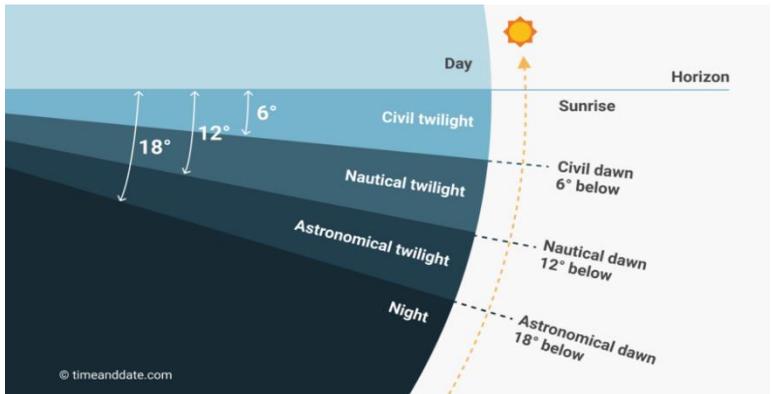
3. *Astronomical Twilight*; ketika Matahari berada pada posisi -12° sampai dengan -18° di bawah ufuk, permukaan Bumi menjadi gelap, sehingga semua tidak tampak sama sekali batas dan bentuknya. Pada saat ini semua bintang sudah tampak semua dan mulai saat inilah astronom bisa memulai kegiatan pengamatan benda-benda langit.

⁸⁴ Kementerian Agama RI, *Buku Saku Hisab Rukyat*, (Jakarta : Sub Direktorat Pembinaan Syariah dan Hisab Rukyat Direktorat Urusan Agama dan Pembinaan Syariah Direktorat Jendral Bimbingan Masyarakat Islam, 2013), 83.

⁸⁵ Slamet Hambali, *Ilmu Falak I Penentuan Awal Waktu Salat dan Arah Kiblat Seluruh Dunia*, (Semarang : Program Pascasarjana IAIN Walisongo, 2011), 125.

⁸⁶ U.s. Naval Observatory Washington DC, *Explanatory Supplement to the Astronomical Almanac*, (Great Britain : University Science Book, 2006), 33.

Gambaran fajar menurut astronomi adalah sebagai berikut⁸⁷ :



Gambar. 2.1 gambaran fajar menurut astronomi

Thomas Djamaluddin menjelaskan bahwasanya fajar astronomilah yang posisi Mataharinya disamakan dengan posisi Matahari ketika fajar sadik yaitu -18° .⁸⁸ Untuk ketinggian Matahari pada posisi -20° dipelopori oleh salah satu ulama ahli falak Indonesia yaitu Saaddoedin Djambek.⁸⁹ Jadi jarak zenit Matahari berjumlah 110° ($90^\circ + 20^\circ$). Sementara batas akhir waktu Subuh adalah 1° di bawah ufuk.⁹⁰ Sehingga dengan ini ahli falak di Indonesia memakai kriteria tersebut, pada saat itu. Namun data tersebut tidak menutup kemungkinan dari adanya kesalahan. Akhir-akhir ini terdapat beberapa ahli falak yang mengatakan bahwasanya ketinggian yang dipakai di Indonesia ternyata tidak

⁸⁷

<https://www.timeanddate.com/astronomy/different-types-twilight.html>. Time and date diakses pada 7 Januari 2020

⁸⁸ Ayuk Khoirunnisak, "Studi Analisis Awal Waktu Subuh (Kajian Atas Relevansi Nilai Ketinggian Matahari Terhadap Kemunculan Fajar Shadiq)". *Skripsi* Fakultas Syari'ah Institut Agama Islam Walisongo Semarang, 2011, 55.

⁸⁹ Suksinan Azhari, *Ilmu Falak Perjumpaan Khazanah dan Sains Modern*, (Yogyakarta : Suara Muhammadiyah, 2007), 70.

⁹⁰ Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak dalam Teori dan Praktik*, cet. II, (Yogyakarta : Buana Pustaka, 2005), 93-94.

tepat dengan munculnya fajar sadik yang kita ketahui sebagai tanda awal masuknya waktu Subuh.

Dalam penentuan jadwal salat, data astronomi terpenting adalah posisi Matahari dalam koordinat horizon, terutama ketinggian atau jarak zenit. Fenomena yang dicari kaitannya dengan posisi Matahari adalah fajar (*morning twilight*), terbit, melintasi meridian, terbenam, dan senja (*even twilight*). Dalam hal ini astronomi berperan menafsirkan fenomena yang disebutkan dalam dalil al Quran dan hadist Nabi. Sebenarnya penafsiran itu belum seragam, tetapi karena masyarakat telah sepakat menerima data astronomi sebagai acuan, sehingga kriterianya relatif mudah disatukan.⁹¹

Para pakar astronomi membuat sebuah konsep perhitungan yang didasarkan pada kriteria ketinggian Matahari yang berbeda-beda untuk tiap-tiap waktu salat. Hal tersebut di karenakan posisi Matahari yang berubah-ubah sehingga menimbulkan kondisi pagi, siang, dan malam.⁹² Dalam penentuan ketinggian Matahari pada tiap-tiap awal waktu salat tidak dapat dipraktikkan oleh semua orang. Tentunya masyarakat awam pun hanya mampu mengikuti kriteria-kriteria yang ada kemudian telah disempurnakan menjadi jadwal awal waktu salat, dan mereka pun tidak melakukan pengecekan ulang. Sehingga adanya peluang kekeliruan tidak dapat dihindari. Hal ini semakin tampak pada penentuan kriteria ketinggian Matahari pada awal waktu Subuh. Dalam hal ini banyak ditawarkan beberapa kriteria ketinggian waktu Subuh mulai -20 derajat hingga -14 derajat di bawah ufuk.⁹³

⁹¹ Thomas Djamaluddin, *Menggagas Astronomi Fiqih Astronomi Tela'ah Hisab Rukyat dan Pencarian Solusi Perbedaan Hari Raya*, (Jakarta :Kaki Langit, 2005), 46.

⁹² Muchtar Salimi, *Ilmu Falak (Penetapan Awal Waktu Salat dan Arah Kiblat)*, (Surakarta : Fakultas Agama Islam Jurusan Syari'ah Universitas Muhammadiyah Surakarta, 1997), 12.

⁹³ Diah Utari, *Studi Analisis Awal Waktu Salat Subuh (Kajian Atas Relevansi Nilai Ketinggian Matahari Terhadap Kemunculan Fajar Shadiq)*, *Jurnal Maqasid* Fakultas Agama Islam Universitas Muhammadiyah Surabaya, vol. 3, 2014, 14.

Berikut adalah kriteria ketinggian Matahari menurut ahli falak di Nusantara,⁹⁴

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

Tabel 2.1. Posisi Matahari Awal Waktu Salat Subuh Menurut Ahli Falak Indonesia

Adapun menurut organisasi dunia, adalah sebagai berikut :⁹⁵

No.	Organisasi	Posisi Matahari	Negara
1.	Universitas of Islamic Science Karachi	-18°	Pakistan, Bangladesh, India, Afghanistan, dan Sebagian Eropa
2.	Islamic Society of North	-15°	Canada dan sebagian Amerika

⁹⁴ Nihayatur Rohmah, *Syafaq dan Fajar : Verifikasi dengan Aplikasi Fotometri : Tinjauan Syar'i dan Astronomi*. (Yogyakarta: Lintang Rasi Akasara Books, 2012), 48.

⁹⁵ Slamet Hambali, *Ilmu Falak I (Penentuan Awal Waktu Salat dan Arah Kiblat Seluruh Dunia)*, (Semarang : PPS IAIN Walisongo, 2011), 139.

	America (ISNA)		
3.	Musim World League	-18°	Eropa, Timur jauh dan sebagian Amerika Serikat
4.	Ummul Qurra Commite	-19°	Semenanjung Arabia
5.	Egyptian General Authority of Survey	-19,5°	Afrika, Syria, Irak, Libanon, Malaysia

Tabel 2.2 Posisi Matahari Awal Waktu Salat Subuh Menurut Organisasi Islam Dunia

Sedangkan menurut Ahli Falak adalah sebagai berikut⁹⁶

No.	Ahli Falak	Posisi Matahari
1.	Abu Raihan al Biruni	-16° - -18°
2.	Al Qaini	-17°
3.	Ibn Yunus, al Khalili, Ibn Syatir, Tusi, Mardeni, Al Muwaqit di Syiria, Magrib, Mesir dan Turkey	-17°
4.	Habash, Muadh, Ibn Haitam	-18°
5.	Al Marrakushi, Tunis dan Yaman	-16°

⁹⁶ Suksisnan Azhari, , *Ensiklopedi Hisab Rukyat*, cet. II, (Yogyakarta : Pustaka Pelajar, 2008), 69.

6.	Abu Abdullah al Sayyid al Moeti	-18°
7.	Abu Abdullah ibn Ibrahim ibn Riqam	-19°
8.	Chagmini, Barjandi, Kamili	-15°

Tabel 2.3 Posisi Matahari ketika awal waktu Subuh menurut Ahli Falak

Pada saat posisi Matahari terbit, berada pada di titik kulminasinya dan saat tenggelam dapat ditentukan dengan ketelitian cukup baik. Dari lima salat wajib bagi umat islam, hanya awal salat maghrib yang ditentukan berdasarkan dengan posisi Matahari, yaitu pada saat Matahari tenggelam, atau ketika piringan atas Matahari menyentuh ufuk. Sedangkan ke empat waktu salat lain, Subuh, dzuhur, ashar dan isya' dihitung berdasarkan dengan efek sinar Matahari terhadap benda di sekeliling kita. Hal ini ditunjukkan oleh bayangan dan sinar Matahari di sekitar kita akibat posisi Matahari yang telah berubah dari posisi sebelumnya.

Pada penentuan awal waktu salat dzuhur dan ashar, umat islam tidak begitu mengalami problem yang terlalu berarti karena untuk menentukan waktunya, posisi Matahari masih berada di langit tempat kita berada sehingga efek sinar Matahari pada benda di sekeliling kita dapat terlihat, misalnya dengan melihat bayangan di sekitar kita. Namun, untuk awal waktu Subuh dan isya' tidak sesederhana seperti waktu dzuhur dan ashar, karena Matahari pada posisi tenggelam tertutup dengan bola Bumi, dan karenanya berada pada belahan langit yang berbeda dengan dimana kita berada.

Awal waktu salat Subuh ditentukan oleh kehadiran fajar meskipun Matahari masih di bawah ufuk. Sedangkan pada waktu isya' ditentukan saat menghilangnya sinar syafaq saat Matahari berada di bawah ufuk di lokasi tempat kita berada. Jadi bukan lagi posisi Mataharinya yang ditentukan. Posisi Mataharinya justru ditentukam setelah kriteria kenampakan sinar fajar terpenuhi

sebelum Matahari terbit, dan menghilangnya sinar syafaq setelah Matahari tenggelam terpenuhi.⁹⁷

Dalam penentuan ketinggian Matahari juga perlu memperhatikan tentang adanya refraksi. Refraksi (*refraction*) atau pembiasan cahaya Matahari adalah pembiasan atau pembelokan cahaya Matahari akibat adanya udara disekeliling Bumi. Besar refraksi pada saat terbenam maupun terbit ditetapkan sebesar $0^{\circ}34'30''$.⁹⁸

Adanya refraksi cahaya Matahari oleh udara yang ada di sekelilingnya Bumi mengakibatkan beberapa hal di Bumi, antara lain⁹⁹ :

1. Ketika posisi Matahari berada di horizon akan terlihat lebih besar jika dibandingkan ketika Matahari berada pada di titik kulminasi atau di puncak. Hal ini disebabkan karena cahaya Matahari ketika berada di horizon menembus lapisan udara yang tebal dan ini disebabkan adanya refraksi yang sangat besar. sedangkan pada saat berada di puncak, cahaya Matahari menembus lapisan udara yang tipis, berposisi tegak lurus dan karenanya refraksinya menjadi lebih kecil.
2. Pada saat Matahari terbit dan tenggelam cahayanya tidak setajam bila dibandingkan dengan pada saat berada dipuncak.

D. Hisab Awal Waktu Salat Subuh

Metode hisab atau perhitungan awal waktu salat Subuh untuk saat ini di dasarkan pada posisi ketinggian Matahari -19° . Sama halnya dengan jadwal awal waktu salat yang digunakan oleh masjid- masjid dan musholla-musholla di Indonesia. Adapun

⁹⁷ Tono Saksono, *Evaluasi Awal Waktu Subuh dan Isya Perspektif Sains, Teknologi, dan Syariah*, (Jakarta : UHAMKA PRESS & LPP AIKA UHAMKA, 2017), 5-6.

⁹⁸ Nihayatur Rohmah, *Syafaq dan Fajar : Verifikasi dengan Aplikasi Fotometri : Tinjauan Syar'i dan Astronomi*, (Yogyakarta : Lintang Rasi Akasara Books, 2012), 56.

⁹⁹ Ismail S., *Waktu Salat dan Arah Qiblat*, (Padang : Taman Ilmu, 2009), 56.

proses perhitungan awal waktu salat adalah sebagai berikut dan ada beberapa hal yang harus diperhatikan¹⁰⁰ :

1. Data pertama yang diperhatikan adalah Bujur (λ^x) baik Bujur Barat (BB) maupun Bujur Timur (BT), Lintang (ϕ^x) dan tinggi tempat (TT) dari permukaan laut. Bujur atau *Ecliptic Longitude*, dan dikenal pula dengan istilah *Taqwim* atau *Thul* (التقويم = الطول) adalah jarak yang dihitung suatu tempat melalui lingkaran khatulistiwa atau equator diukur sepanjang meridian untuk menentukan Barat dan Timur suatu tempat.¹⁰¹ Lintang atau *Ecliptic Latitude* adalah garis yang melintang melewati khatulistiwa atau equator. Data bujur dan lintang dapat diperoleh dari Tabel, Peta, Global Position System (GPS), dan lain-lain. Tinggi Tempat (TT) dapat diperoleh dengan bantuan altimeter atau juga dengan GPS. Tinggi Tempat (TT) diperlukan guna menentukan besar kecilnya kerendahan ufuk. Untuk menentukan kerendahan ufuk dapat menggunakan rumus : $ku = 0^\circ 1'76\sqrt{m}$, m adalah Tinggi tempat yang dinyatakan dalam satuan meter.

2. Menentukan tinggi Matahari (h_0) saat Matahari terbit, dengan menggunakan rumus $h_0 = -(ku + ref + sd)$. KU adalah Kerendahan Ufuk, Ref adalah singkatan dari Refraksi yaitu pembiasan cahaya atau pembelokan oleh cahaya Matahari karena Matahari berada pada posisi tidak tegak lurus dengan zenith. Refraksi tertinggi Matahari adalah saat posisi terbenam dengan nilai $0^\circ 34'$. Sd singkatan dari semi diameter Matahari. Nilai dari semi diameter dapat berubah ubah tergantung pada jauh dekatnya dengan Bumi, sehingga diambil rata-rata dari jarak tersebut adalah $0^\circ 16'$. Tinggi Matahari untuk awal Subuh adalah menggunakan rumus: $h_0 \text{ awal Subuh} = -19^\circ + h_0 \text{ terbit/terbenam}$.

3. Data yang dibutuhkan selanjutnya adalah deklinasi Matahari (δ) dan Equation of Time (e) pada tanggal yang akan dihitung awal waktu salat. Deklinasi Matahari adalah jarak

¹⁰⁰ Slamet Hambali, *Ilmu Falak Penentuan Awal Waktu Salat & Arah Kiblat Seluruh Dunia*, (Semarang : Program Pascasarjana IAIN Walisongo Semarang, 2011), 141-146.

¹⁰¹ Direktorat Urusan Agama Islam dan Pembinaan Syariah Direktorat Jenderal Bimbingan Masyarakat Islam, *Ephimeris Buku Hisab Rukyat 2019*, (Jakarta: Kementerian Agama Republik Indonesia, 2019), 1.

Matahari yang dihitung dari equator. Apabila deklinasi Matahari bernilai positif maka Matahari berada di posisi sebelah utara equator, apabila bernilai negatif maka posisi Matahari di sebelah selatan equator. Equation of Time atau Ta'dil Waqt atau Ta'dil Zaman adalah perata waktu yaitu selisih antara waktu Matahari Hakiki dengan waktu kulminasi Matahari rata-rata.¹⁰²

4. Menentukan sudut waktu Matahari (t_0) dengan menggunakan rumus

$$\cos t_0 = \sin h_0 + \cos \phi^x \div \cos \delta - \tan \phi^x \tan \delta$$

Untuk t_0 berharga (-) atau negatif.

5. Kemudian merubah Waktu Hakiki atau Waktu Istiwak menjadi Waktu Daerah, yaitu WIB, WITA, WIT menggunakan rumus

$$\begin{aligned} \text{Waktu Daerah (WD)} &= \text{WH} - e + (\lambda^d - \lambda^x) \text{ atau} \\ &= \text{WH} - e + (\text{BT}^d - \text{BT}^x) \end{aligned}$$

Bujur Daerah, WIB = 105°, WITA = 120°, WIT = 135°. Bujur tempat (λ^x) adalah bujur tempat, kota desa, atau tempat yang akan dihitung awal waktu salat.

E. Fotometri

Dalam melakukan pengamatan terhadap kemunculan fajar sadik yang berhubungan erat dengan intensitas cahaya, citra atau image dari fajar tersebut harus dipersiapkan terlebih dahulu. Ketika pengamatan visual yaitu dengan mata telanjang sangat rentan kesubjektifan dari hasil pengamatan yang dilakukan. Untuk mengatasi kendala dalam pengamatan visual maka diperlukan instrumen yang berhubungan dengan citra atau image dalam pengambilan data. Seperti kamera atau teleskop yang dapat

¹⁰² Direktorat Urusan Agama Islam dan Pembinaan Syariah Direktorat Jenderal Bimbingan Masyarakat Islam, *Ephemeris Buku Hisab Rukyat 2019*, Jakarta : Kementerian Agama Republik Indonesia, 2019, 2.

mengabadikan citra atau image cahaya fajar sadik dan dapat terdokumentasi dengan baik.

Fotometri berasal dari bangunan epistemologi keilmuan astrofisika yang mempelajari tentang informasi cahaya yang dikirim dari angkasa luar, baik berupa cahaya bintang maupun cahaya benda langit lainnya. Cahaya, dalam kajian fotometri tidak terbatas pada sumber cahaya, tetapi dapat pula berupa gelombang elektromagnetik, seperti inframerah, sinar ultraviolet, sinar gama, sinar X atau gelombang radio.¹⁰³

Disebutkan dalam kamus Fisika, *photometry* (fotometri) merupakan ilmu yang mempelajari radiasi tampak, khususnya perhitungan dan pengukuran intensitas cahaya, fluks cahaya dan lain-lain. Fluks cahaya (*Luminous fluks*) adalah energi cahaya yang dibawa oleh suatu cahaya yang diubah menjadi bentuk terang.¹⁰⁴ Fluks cahaya dapat juga diartikan sebagai laju perubahan terhadap waktu dari aliran energi radiasi, dinilai berdasarkan kapasitasnya untuk menghasilkan sensasi visual dan diukur dalam satuan luman.¹⁰⁵ Terdapat dua jenis pengukuran dalam fotometri. Pertama mengukur besaran cahaya (*luminous*) dengan mengandalkan penggunaan mata manusia. Kedua, mengukur besaran pancaran (*radiant*) yang mengandalkan piranti fotolistrik untuk mengukur energi elektromagnetik.¹⁰⁶

¹⁰³ Sakirman, "Analisis Fotometri Kontras Visibilitas Hilal Terhadap Cahaya Syafaq", *Tesis*, Program Pascasarjana Institut Agama Islam Negeri Walisongo Semarang, 2012, 10.

¹⁰⁴ Lilik Hendrajaya, *Optika*, cet.4, (Surabaya : Sinar Wijaya, , tt), 222.

¹⁰⁵ Like Wilardjo, *Kamus Fisika*, (Jakarta : Balai Pustaka, 2000), 221.

¹⁰⁶ Nihayatur Rohmah, *Syafaq & Fajar verifikasi dengan Aplikasi Fotometri : Tinjauan Syar'i dan Astronomi*, (Yogyakarta : Lintang Rasi Aksara Books, 2012), 79.

Dalam melaksanakan pengukuran fotometrik, maka sumber cahaya yang dibidik yaitu fokus pada titik tertentu dievaluasi dan diperiksa. Ada yang dijadikan sebagai bintang standar, dari data standar tersebut kemudian memungkinkan kalibrasi¹⁰⁷ dari setiap objek pengamatan. Salah satu kelemahan mengadakan pengamatan astronomi dengan mata telanjang tanpa alat bantu/tambahan adalah hasil yang diperoleh dari hasil pengamatan bersifat sangat subyektif. Bila pengamatan dilakukan oleh beberapa orang pengamat, maka hasil yang diperoleh akan berbeda-beda. Untuk dengan sistem fotometri ini diharapkan akan memperoleh data yang objektif karena data direkam oleh kamera dan kemudian diolah dengan sistem fotometri yang kemudian akan dapat diperoleh data kuantitatifnya.

Fotometri lebih memfokuskan kajiannya pada intensitas cahaya (*intensity*) dan derajat penerangan (*brightness*). Pengukuran intensitas cahaya yang lazim disebut dengan istilah fotometri dilakukan dengan membandingkan intensitas cahaya sumber cahaya yang akan ditentukan intensitasnya dengan intensitas cahaya dari sumber cahaya standar yang memang sudah tertentu intensitasnya, yakni dengan membandingkan iluminasi yang diberikan oleh keduanya. Dasar fotometri adalah bahwa

¹⁰⁷ Menurut ISO/IEC guide 17025:2005 dan Vocabulary of International Metrology (VIM) adalah serangkaian kegiatan yang membentuk hubungan antara nilai yang ditunjukkan oleh instrumen ukur atau sistem pengukuran, atau nilai yang diwakili oleh bahan ukur, dengan nilai-nilai yang sudah diketahui yang berkaitan dari besaran yang diukur dalam kondisi tertentu. Dengan kata lain, kalibrasi adalah kegiatan untuk menentukan kebenaran konvensional nilai penunjukan alat ukur dan bahan ukur dengan cara membandingkan terhadap standar ukur yang mampu ditelusur (*traceable*) ke standar nasional maupun internasional untuk satuan ukuran atau internasional dan bahan-bahan acuan tersertifikasi. (Wikipedia.org)

iluminasi oleh suatu sumber cahaya berbanding terbalik dengan kuadrat jarak permukaan yang memperoleh iluminasi dari sumber cahaya itu. Dalam melaksanakan pengukuran fotometrik, maka sumber cahaya yang harus dibidik yaitu fokus pada titik tertentu dievaluasi dan diperiksa. Ada yang dijadikan sebagai bintang standar, dari data standar tersebut kemudian memungkinkan kalibrasi dari setiap objek pengamatan. Salah satu kelemahan mengadakan pengamatan dengan menggunakan mata telanjang tanpa menggunakan alat bantu adalah hasil yang diperoleh dari hasil pengamatan bersifat sangat subjektif. Untuk itu dengan menggunakan sistem fotometri ini diharapkan akan bisa diperoleh data objektif karena data direkam dan didokumentasikan oleh kamera digital kemudian diolah dengan menggunakan sistem fotometri yang kemudian akan dapat diperoleh data kuantitatifnya.¹⁰⁸

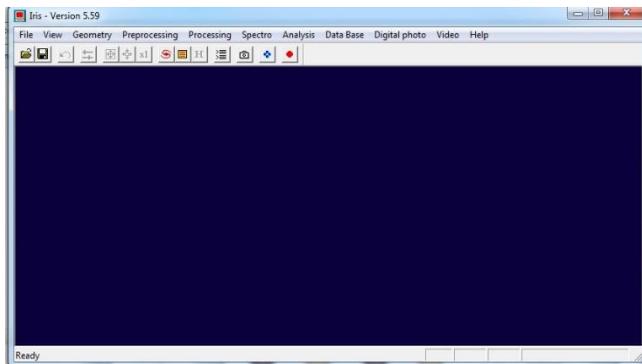
Perangkat lunak yang digunakan dalam penentuan fajar sadik yang dilakukan dalam penelitian ini adalah *IRIS*. Software ini mampu memproses beberapa ribu gambar pixel. Secara mendasar *IRIS* berbeda dari editing gambar dari perangkat lain, tetapi perangkat ini dapat diandalkan dan terdokumentasi dengan baik. *IRIS* telah lama menjadi alat standar untuk penyusunan dan meningkatkan gambar video planet. Perangkat lunak *IRIS* terutama berorientasi pada pengolahan dan analisis ilmiah gambar atau citra foto.¹⁰⁹ Sehingga software ini sangat cocok digunakan untuk

¹⁰⁸ Nihayaturahamah, *Syafaq dan Fajar ...* , 81.

¹⁰⁹ Michel A. Covington, *Practical Amateur Astronomy : Digital SLR Astrophotography*. (New York : Cambridge University Press, 2007), 9 dalam Nihayaturrohman (ed), *Syafaq & Fajar verifikasi dengan Aplikasi Fotometri* :

memproses data dari citra fajar sadik yang dipotret dengan menggunakan kamera digital. Software ini dapat diunduh secara gratis dari internet pada alamat web seperti berikut : <http://www.astrosurf.com/buil/iris-software.html>

Software IRIS bervariasi hampir setiap tahun diperbaharui atau diupgrade. Versi terakhir hingga saat ini adalah versi 5.59. panduan mengenai software ini dapat dilihat pada situs <http://www.astrosurf.com> melalui software IRIS an Astronomical images processing software software Version 5.59 June 24, 2010. Dalam penelitian ini peneliti menggunakan software IRIS versi 5.59 prinsip dasarnya tidak jauh berbeda, tetapi rincian fasilitas software selalu berubah tergantung dengan versinya. Berikut adalah tampilan awal dari software IRIS versi 5.59 :



Gambar. 2.2 Tampilan software IRIS

Dengan menggunakan perangkat lunak tersebut diharapkan dapat memudahkan analisis data yang telah dilakukan oleh peneliti. Salah satu penggunaan perangkat lunak dalam penelitian kali ini adalah sebagai bentuk untuk mengurangi hasil yang subjektif dari data sampel yang telah diambil. Dari data yang telah diperoleh maka akan disajikan dengan menggunakan bentuk curva X dan Y. Olahan dari aplikasi fotometri ini berupa kalibrasi intensitas cahaya pada titik tertentu pada suatu data yang dihitung.

F. Instrument penelitian

Kamera digital

Untuk mengabadikan fenomena kehadiran fajar penulis menggunakan instrument penelitian berupa kamera digital. Dalam penggunaan instrument ini bertujuan sebagai detector fenomena kehadiran fajar yang akan didapat informasi astronomi secara kuantitatif. Sehingga fenomena ini dapat terekam dengan baik, kamera tersebut adalah Nikon D5300, yaitu kamera berjenis DSLR (*Digital Single-lens Refleks*), dan berikut spesifikasiya:

Spesifikasi Nikon D5300	
Tipe	Kamera digital reflex lensa tunggal
Dudukan lensa	Dudukan F Nikon (dengan kontak AF)
Sensor	CMOS 23.5 × 15,6 mm
Piksel total	24,78 juta
Ukuran gambar maksimum	6000 × 4000
Sensitivitas ISO	ISO 100-12800, dapat juga diatur ke sekitar 0,3, 0,7 atau EV 1 EV (setara 25600) diatas ISO 12800
Baterai	Satu baterai isi ulang Li-ion EN-EL14a
Bukaan diafragma maksimal	f/3,5-5.6

Tabel 2.4 Spesifikasi Kamera Nikon D5300

Gambar 2.3 Camera Nikon D5300¹¹⁰

¹¹⁰Gambar diambil dari Wikipedia pada laman https://en.wikipedia.org/wiki/Nikon_D5300 diakses pada 03 Desember 2020

Kamera DSLR ini memiliki jauh lebih besar sensor daripada yang ada pada kamera digital kompak. Sensor yang besar ini sangat baik karena akan menghasilkan *noise* yang lebih sedikit, terutama dengan jarak ekposur, tapi operasi sensor besar sepanjang waktu akan berlari ke bawah bakterial

Tripod

Untuk menghasilkan bidikan citra fajar yang konstan dan fokus pada tempat yang sama pada setiap ufuknya, maka diperlukan alat penyangga kamera, yang biasa disebut dengan tripod. Tripod (kaki tiga) adalah alat yang digunakan sebagai tempat menempel kamera saat melakukan pembidikan yang mempunyai tiga kaki sebagai penyangga. Tripod dapat digunakan menjaga agar letak dan posisi kamera relative tidak berubah pada tempatnya selama pengambilan gambar. Sehingga jarak pandang kamera tidak berubah-ubah dan bebas dari guncangan angin.



Gambar. 2.4 Tripod

Kegunaan tripod ini untuk menghindari gerakan, getaran, goyangan saat menekan tombol pembidik atau *shutter button*, supaya kamera tidak kehilangan fokus bidik. Untuk memperoleh hasil bidikan yang proper maka tripod pun ditempatkan pada bidang yang datar atau rata. Sebelum melakukan pembidikan

pastikan dalam memasang tripod dalam keadaan kuat dan pas sehingga kamera yang dipasang tidak jatuh dan tidak goyang. Pada penelitian ini penulis menggunakan tripod dengan ketinggian maksimum 1,5 meter namun ketinggian ini bisa *disetting* sesuai dengan keinginan dan kebutuhan dalam pengambilan gambar.

Dalam pembidikan citra fajar sadik ada beberapa yang perlu *disetting* mengenai penggunaan instrument yang pada penelitian ini penulis menggunakan kamera digital adalah sebagai berikut:

Pengaturan ISO (Sensitifitas Cahaya)

ISO sensitifitas kamera digital diatur melalui setelan standar ISO. ISO (*International Organization for Standardization*) mengeluarkan standar untuk sensitifitas cahaya yang disebut ISO 5800. Jenis setelan ISO standar adalah 100, 200, 400, dan 800 ini dapat lebih yang terdapat pada kamera yang lebih canggih lagi. Pengaturan ISO yang tinggi dapat menghasilkan gambar yang baik pada ruangan gelap atau tertutup, namun dapat juga menghasilkan efek negative berupa noise.

Yang perlu digaris bawahi bahwa pemakaian ISO yang lebih rendah akan terlihat lebih baik dengan eksposur singkat dibanding dengan ISO yang lebih tinggi. Ini berarti bahwa menangkap foton yang lebih banyak dan lebih baik dari sekedar menguatkan sinyal yang sudah ada. Dengan ISO yang lebih rendah akan didapatkan hasil dan warna yang halus dan sesuai kenyataan atau tepat dengan apa yang dilihat oleh pembidik. Sedangkan ISO

yang lebih tinggi akan menghasilkan warna palsu yang sudah bergeser dari warna sesungguhnya.¹¹¹

Exposure Time

Exposure adalah jumlah total cahaya yang dibiarkan jatuh pada media fotografi (film fotografi) dan dapat dihitung dari nilai eksposur (*EV/ exposure value*). Exposure adalah jumlah cahaya yang masuk ke kamera yang mempunyai efek terhadap foto yang dihasilkan. Pencahayaan berlebih pada suatu foto akan menyebabkan hasil foto *washed out* atau disebut juga dengan *over exposure* dan pencahayaan yang kurang pun juga akan mengakibatkan hasil foto yang gelap dengan sebutan *under exposure*.¹¹²

Pada pengaturan manual, pada saat pengambilan gambar menyesuaikan lensa aperture dan atau kecepatan rana (*shutter*) untuk mencapai eksposur yang dikehendaki. Sedangkan pada kamera dalam eksposur yang otomatis (*automatic exposure/AE*) mode secara otomatis akan menghitung dan menyesuaikan pengaturan eksposur dalam rangka untuk mencocokkan subjek pencahayaan. Digital kamera biasanya memiliki pengaturan ISO variable yang menyediakan fleksibilitas tambahan. Ekxposure time

¹¹¹ Michel A. Covington, *Practical Amateur Astronomy : Digital SLR Astrophotography*, (New York : Cambridge University Press, 2007), 21 dalam Nihayaturrohmah (ed), *Syafaq & Fajar verifikasi dengan Aplikasi Fotometri : Tinjauan Syar'i dan Astronomi*, (Yogyakarta : Lintang Rasi Aksara Books, 2012), 89.

¹¹² I Nyoman Budi Brata, *Modul Pengenalan Camera Photo*, (Gianyar : SMKN 1 Gianyar, 2008), 16.

dikendalikan dalam kamera dengan shutter speed dan pencahayaan oleh lensa aperture dan scene pencahayaan.¹¹³

Aperture

Aperture atau bukaan rana merupakan lebarnya lubang yang dibuka oleh kamera untuk mengizinkan cahaya masuk. Dalam fitur kamera aperture ditunjukkan dengan angka *f/stop*. Semakin besar angkanya semakin kecil bukaanya dan sebaliknya. Apabila digunakan untuk memotret pada intensitas cahaya yang rendah maka DoF (*DEpt of Field*) yaitu ruang tajam yang bisa didefinisikan sebagai ruangan di depan dan belakang obyek yang masih masuk dalam jangkauan fokus, diatur harus lebih besar dengan angka yang semakin kecil dan sebaliknya apabila memotret benda pada ruang yang terang atau berintensitas cahaya yang cukup dan tinggi maka *dept of field* disetting lebih cepat.¹¹⁴

Pada intinya aperture difungsikan untuk memberikan informasi seberapa banyak cahaya yang masuk, sedangkan *focal length* berfungsi memberikan informasi seberapa banyak cahaya yang ditampilkan pada sensor kamera. Jika terdapat cahaya yang masuk maka informasi yang muncul adalah berupa *f-rationya* rendah dan hasil gambarnya pun cerah.¹¹⁵

Shutter Speed

Shutter speed adalah salah satu komponen yang digunakan dalam mengontrol jumlah cahaya yang masuk dan direkam oleh kamera digital sensor atau film. Selain itu shutter

¹¹³ http://en.eikipedia.org/wiki/Exposure_value diakses pada tanggal 7 oktober 2020.

¹¹⁴ I Nyoman Budi Brata, *Modul Pengenalan...*, 19.

¹¹⁵ Michel Covington, 56-57.

speed ini juga dapat memanipulasi efek visual dari gambar akhir di luar luminositasnya.¹¹⁶ Shutter speed berfungsi untuk mengontrol cahaya yang masuk selama proses pembidikan. Untuk angka yang rendah digunakan sebagai pemotretan pada objek yang diam. Sedangkan untuk objek yang bergerak maka digunakan pengaturan pada angka yang lebih tinggi.

Lama waktu yang dibutuhkan dalam pengaturan shutter speed ini sangat mempengaruhi kecerahan gambar (exposure) dan bagaimana gerakan yang mungkin terjadi akan terekam pula. Dengan kecepatan yang rendah akan memberikan akses masuk cahaya yang lebih lama. Sehingga hasil akhir dari pemotretan lebih *smooth* dan terang dari kenyataannya. Begitupun juga sebaliknya, pada pengaturan shutter pada angka yang lebih tinggi, cahaya yang terekam akan diterima lebih sedikit sehingga hasil dari pembidikannya gambar lebih gelap.

¹¹⁶ Nihayaturrahmah, *Syafaq & Fajar...*, 92-94.

BAB III

Kriteria Ketinggian Matahari terhadap Kemunculan Fajar Sadik Menurut Perspektif Tono Saksono

Waktu salat berkaitan dengan peristiwa edaran semu Matahari relatif pada Bumi. Dinamakan dengan gerak semu karena Matahari sebenarnya tidak bergerak, melainkan Bumilah yang bergerak pada sumbunya dari barat ke timur sehingga terlihat Matahari bergerak dari timur ke Barat. Imam Nawawi al Jawi memberikan catatan bahwa waktu-waktu salat pada setiap daerah berbeda-beda menurut posisi dan ketinggian Matahari di daerah tersebut. Ada kalanya posisi Matahari di suatu daerah sedang tergelincir, namun pada daerah lain Matahari sedang terbit.¹¹⁷

Dalam penghitungan awal waktu salat yang pertama perlu diketahui yaitu mengenai ketinggian Matahari. Hal ini disebabkan karena merupakan suatu usaha dan upaya dalam rangka mempermudah pelaksanaan salat lima waktu yang tak dapat terlepas dari kajian posisi Matahari sebagai kriteria awal waktu salat, tak terlepas juga awal waktu salat Subuh yang menjadikan fenomena kemunculan fajar sadik sebagai indikator dalam penentuan awal waktu salat Subuh. Fajar merupakan cahaya kemerahan dilangit sebelah timur sebelum Matahari terbit yaitu saat Matahari terbit pada posisi jarak zenith 108 atau dengan kata lain kira-kira Matahari masih berada 18 derajat di bawah ufuk.¹¹⁸

¹¹⁷ Moh. Afif Amrullah, "Penentuan Awal Waktu Salat Subuh Menurut aliran Salafy", *Jurisdictie: Jurnal Hukum Syariah Vol.2 no.2, Desember 2011*, hlm.126

¹¹⁸ Susiknan Azhari, *Ensiklopedi Hisab Rukyat*, Yogyakarta : Pustaka Pelajar, 2005, hlm. 53

Dibutuhkannya data yang bersifat kuantitatif yang dapat digunakan dalam formulasi dalam perhitungan awal waktu salat, oleh sebab itulah para pakar astronomi membuat konsep perhitungan pada kriteria ketinggian Matahari yang berbeda-beda pada tiap waktu salat. Hal ini disebabkan posisi Matahari yang berubah-ubah sehingga menimbulkan kondisi pagi, siang, dan malam.¹¹⁹

Dalam penetapan ketinggian Matahari pada tiap-tiap awal waktu salat tidak bisa dilakukan oleh setiap orang. Konsekuensinya masyarakat awam hanya bisa mengikuti kriteria-kriteria tersebut, tanpa bisa melakukan pengecekan kembali. Pada akhirnya peluang kekeliruan itupun semakin tampak. Seperti halnya kriteria ketinggian Matahari untuk waktu Subuh. Dalam hal ini banyak yang ditawarkan beberapa kriteria ketinggian waktu Subuh mulai dari 20 derajat sampai dengan 13 derajat di bawah ufuk.

Keterkaitan mengenai ketinggian Matahari terhadap fajar sadik merupakan sebuah keselarasan konsep perspektif fiqh dengan astronomi. Relevansi tersebut membutuhkan bukti yaitu berupa pengamatan lapangan terhadap fajar sadik, sehingga bisa diketahui apakah pada ketinggian Matahari yang selama ini dipakai sudah memenuhi dengan apa yang disebut fajar sadik. Terlepas dari hal ini mencuat teori ketinggian Matahari untuk awal waktu salat Subuh adalah 20 derajat di bawah ufuk tentu saja menjadi patokan untuk beberapa pengamatan dalam hal kredibilitas kriteria tersebut.

¹¹⁹ Muchtar Salimi. *Ilmu Falak (Penetapan Awal Waktu Salat dan Arah Kiblat)*, Surakarta: Fakultas Agama Islam jurusan Syari'ah Universitas Muhammadiyah Surakarta, 1997, hlm.12

Sehingga munculah beberapa kriteria yang dibawa oleh ahli hisab dan astronomi, salah satunya yaitu jatuh pada angka 13 derajat di bawah ufuk untuk posisi ketinggian Matahari awal waktu Subuh.

Menurut Syaikh Mamduh Farhan al Buhairi menyatakan bahwa azan Subuh di Indonesia berkumandang lebih cepat dibandingkan dengan datangnya fajar sadik. Bahwa ternyata selama ini ada kesalahan penanggalan yang menjadi pegangan negara-negara Islam. Berdasarkan pengamatan yang dilakukan, al Buhairi menyebutkan bahwa azan Subuh yang dikumandangkan sebelum waktunya berkisar antara 9 hingga 28 menit. Sangat disayangkan bahwa Indonesia merupakan salah satu negara yang paling jauh waktu sebenarnya, yakni mengumandangkan azan paling tidak 24 menit sebelum munculnya fajar sadik.¹²⁰

A. Kriteria Ketinggian Matahari terhadap Kemunculan Fajar Sadik Menurut Perspektif Tono Saksono

Dalam bukunya yang berjudul “Evaluasi Awal Waktu Subuh & Isya Perspektif Sains, Teknologi dan Syariah” Tono Saksono menggugah kriteria mengenai ketinggian Matahari dalam penentuan waktu salat Subuh dan isya. dalam buku tersebut Tono Saksono memaparkan bahwa kriteria ketinggian Matahari yang digunakan oleh Kementerian Agama RI dalam penentuan awal waktu Subuh terlalu awal dan membutuhkan koreksi dengan melakukan penelitian terhadap kemunculan fajar sadik lebih lanjut. Penelitian yang dilakukan menggunakan beberapa alat yang digunakan untuk mengukur kecerlangan benda langit untuk *image*

¹²⁰ Mamduh Farhan al Buhairi, “Salah Kaprah Waktu Subuh (Bag.I) Fajar Kadzib & Fajar Shadiq”, *Majalah Qiblati* edisi 09, cet. iv, 2010.

processing adalah *All Sky Camera (ASC)*, Kamera DSLR, dan bahkan kamera HP android, dan juga menggunakan *Sky Quality Meter (SQM)*.

Ulama-ulama klasik pada abad pertengahan sebetulnya memperoleh harga dip -18° untuk wilayah Timur Tengah. Instrument yang mereka gunakan adalah astrolabe untuk pengukurannya sedangkan untuk pemrosesannya menggunakan rubu mujayyab. Seharusnya, untuk wilayah equator minimal angka dipnya lebih rendah, namun ternyata kita yang berada di Asia Tenggara saat ini justru menggunakan angka dip yang secara nominal lebih besar dari angka di lintang tinggi seperti Timur Tengah. Sehingga penelitian yang dilakukan oleh Tono Saksono ini, adalah sebagai bentuk evaluasi ketinggian posisi Matahari dalam penentuan awal waktu Subuh, sebagaimana yang telah dipaparkan dalam bukunya yang berjudul “Evaluasi Awal Waktu Subuh dan Isya Perspektif Sains, Teknologi, dan Syariah”.

Penelitian yang dilakukan dimulai bulan Maret 2015, yang menghasilkan bahwa awal waktu Subuh di Indonesia terlalu awal. Dengan menggunakan dua sensor pendeteksi fajar, mengkoleksi ratusan hari pengamatan data, membangun beberapa algoritma pemrosesan data, melakukan pengujian statistik secara robust, dan menerima testimoni dari berbagai pihak independen. Dari kesemuanya menyimpulkan bahwa sudah cukup banyak fakta saintifik yang membuktikan bahwa muslim di Indonesia melakukan sholat Subuh 26 menit lebih awal.

Berdasarkan penelitian dan ribuan data dari dalam negeri yang telah dilakukan oleh Tono Saksono ini menghasilkan angka dip (*sun depression angle*) atau sudut kedalaman posisi Matahari

dihitung dari ufuk yang diperoleh adalah $-13,4^\circ$ untuk awal waktu Subuh. Pada tiap satu derajat pergerakan semu Matahari memerlukan waktu 4 menit. Sementara itu, untuk wilayah Asia Tenggara (Indonesia, Malaysia, Brunei, Singapura) pada umumnya menggunakan dip -20° untuk awal Subuh.

Dari beberapa kajian yang telah beredar sebelumnya, menguatkan indikasi kecurigaan bahwa awal waktu Subuh umat Islam di Indonesia mungkin memang terlalu awal, karena pemilihan dip 20° . Padahal, para pakar astronomi mengatakan bahwa *astronomy twilight* sebesar -18° pun sebetulnya masih terlalu gelap dan tidak pernah digunakan. Ulama Indonesia justru menggunakan dip yang lebih rendah lagi yaitu -20° . Sehingga hal ini lah yang memicu Tono Saksono dan tim penelitiannya secara serius melakukan pengamatan, pengkoleksian data yang diperlukan dan relevan, membangun algoritma pemrosesan data, yang kemudian hasilnya akan disyiarkan kepada masyarakat secara transparan.

Hasil riset yang dilakukan oleh Tono Saksono dengan menggunakan alat *Sky Quality Meter* (SQM) dan *All Sky Camera*, yaitu pengukur kecerlangan benda langit. Menurut Tono Saksono jadwal awal waktu salat Subuh di Indonesia terlalu awal. Selama ini fajar yang dianggap sudah terbit pada posisi sudut depresi 20° dibawah ufuk setara dengan 80 menit sebelum Matahari terbit. dari ratusan data yang kemudian diproses dengan beberapa algoritma serta menerima testimoni dari beberapa pihak independent dalam penelitian ini menghasilkan fakta sanitifik yang membuktikan bahwa Muslim di Indonesia melakukan sholat Subuh terlalu awal

dengan kisaran waktu 26 menit dari hasil jadwal yang sesuai menurut riset.

Dalam penelitiannya, Tono Saksono mengindikasikan bahwa fajar sadik belum muncul pada ketinggian Matahari -18° . Semua hasil penelitiannya menunjukkan nilai rata-rata ketinggian $-13,4^\circ$ untuk masuknya awal waktu Subuh. Menurut penelitiannya, ketinggian Matahari pada -20° dan -18° sebagai awal waktu Subuh terlalu cepat atau terlalu dini pada kemunculan fajar sadik yang sesungguhnya, dan perlu dikoreksi atas nilai ketinggian Matahari yang telah digunakan untuk menentukan jadwal awal waktu salat Subuh.

Penelitian yang dilakukan Tono Saksono mengenai kemunculan fajar sadik dengan pengambilan citra digital pada ufuk timur. Hasil penelitiannya juga menunjukkan bahwa waktu Subuh yang beredar di Indonesia dinilai terlalu cepat. Jika dibandingkan dengan hasil penelitian yang menggunakan alat sensor yaitu SQM, data hasil penelitian awal waktu Subuh menggunakan citra digital terlambat atau terlalu awal 12 menit. Penelitian yang dilakukan secara manual dan tidak mengatur antara *exposure* secara otomatis. Selain itu waktu pengambilan citra juga dilakukan secara acak, sehingga tidak dapat diketahui waktu yang tepat saat kemunculan fajar sadik.

Sky Quality Meter (SQM) adalah instrumen yang digunakan untuk mengukur tingkat kecerlangan langit malam. SQM mengukur seberapa banyak cahaya yang masuk dalam sensornya. SQM kemudian mengubah jumlah cahaya yang masuk tersebut menjadi satuan MPSAS (mag/sec^2). Penelitian dengan menggunakan SQM menghasilkan data berupa kecerlangan langit

sepanjang malam di smpat dan secara praktis dapat digunakan untuk mendeteksi kemunculan fajar sadik sebagai tanda awal waktu salat Subuh.¹²¹

Selain menggunakan SQM, dalam penelitian yang digalakan oleh Tono Saksono adalah dengan menggunakan *All Sky Camera* (ASC). ASC merupakan kamera DSLR yang dilengkapi dengan *fish-eye lens*. Jenis yang digunakan dalam penelitian adalah All Sky Camera type ALPHEA 6MW. Dengan menggunakan All Sky Camera memungkinkan kita memperoleh foto atau tampilan video panoramic untuk seluruh wilayah 360° langit sekeliling kita, bisa pada saat siang atau malam dengan cuaca hujan atau cerah.

Menurut Tono Saksono, hasil observasi yang dilakukan oleh Tim Hisab Rukyat Kemenag bersama para pakar astronomi dan ahli falak di Labuan Bajo dinilai tidak valid dan mengalami kecacatan dalam pengambilan data. Hal ini dijelaskan oleh Tono Saksono dalam sebuah artikel. Dengan hasil observasi yang ada diuji dengan algoritma yang menyimpulkan bahwa tidak ada hasil yang menunjukkan fajar telah muncul pada dip $-19,5^\circ$. Menurut tulisan Tono Saksono yang berjudul “Kesalahan yang mendasar Cara Menganalisis Data Subuh Labuanbajo (bag.2)” dengan menganalisa kembali *image processing* (histogram, *edge detection*, *image adjustment*) atas foto-foto yang diambil oleh tim BHR (Badan Hisab Rukyat) Kemenag pada 24 April 2018 lalu yang menghasilkan bahwa fajar baru muncul pada foto yang diambil dip -17° dan -16° . Begitupula yang disampaikan oleh anggota BHR

¹²¹ Ahmad Ridwan Al Faruq, “*Kecerlangan Langit Malam Arah Zenit di Obeservstorium Bosscha dan Analisis Awal Waktu Subuh dan Isya Menggunakan Sky Quality Meter*”, Skripsi, Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia, 2013, hlm.4

yang hadir pada misi di Labuanbajo tersebut, Mutoha Arkanuddin, menjelaskan bahwa kesimpulan dip data SQM Labuanbajo April lalu sebetulnya masih kontroversi karena masih ada yang berpendapat dip sesungguhnya bervariasi antara -17° sampai dengan -20° .¹²²

Tono Saksono menilai bahwa ketinggian Matahari awal waktu Subuh di Indonesia dengan menggunakan nilai -20° masih terlalu malam. Karena menurut Tono Saksono, seharusnya menggunakan angka $-13,4^{\circ}$ sebagai ketinggian Matahari untuk awal waktu Subuh. Perubahan nilai ketinggian Matahari awal Subuh dari -20° menjadi 13° menggambarkan perjalanan Matahari semu akibat rotasi Bumi, sehingga seakan Matahari bergerak setiap pergerakan 1° memerlukan 4 menit. Apabila menggunakan kriteria tinggi Matahari -20° maka 20 dikali 4 menjadi hasilnya menjadi 80 menit sebelum syuruk. Sedangkan penelitian yang dilakukan oleh Tono saksono mendapatkan hasil angka $-13,4^{\circ}$ apabila dikalikan 4 menit maka 53,6 menit sebelum waktu syuruk.¹²³

Setelah melakukan pengamatan di Depok dan beberapa di Sumatra Utara sejak maret 2015 hingga Juni 2017. Hasil rata-rata DIP pada bulan Maret dan April 2017 adalah $-12,41^{\circ}$ dan $-12,98^{\circ}$. Sedangkan pada bulan Juli 2015 menghasilkan bahwa rata-rata fajar sadik muncul pada $-14,3^{\circ}$. Perbedaan rata-rata dip hasil dari pengamatan ini adalah karena fenomena alam yang

¹²² Tono Saksono, "Kesalahan Mendasar Cara Menganalisis Data Subuh Labuan Bajo", courtstay of youtube VOA Islam channel

¹²³ Zahrotul Husniyah, "Analisis Pengaruh Perhitungan Solar DIP Tono Saksono Terhadap Awal Waktu Salat Isya dan Syubuh", *Skripsi*, Fakultas Syariah dan Hukum Jurusan Hukum Perdata Islam Prode Ilmu Falak UIN Sunan Ampel Surabaya, 2019, hlm. 53

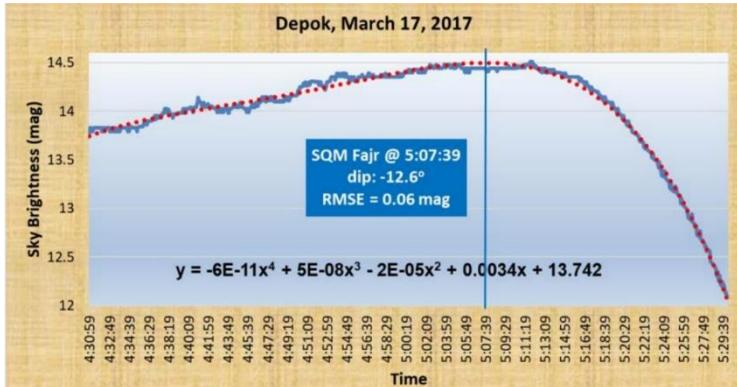
berubah dari waktu ke waktu memang sangat lumrah dalam meneliti fenomena alam. Namun, juga dugaan sementara bahwa ini memiliki korelasi dengan perbedaan jarak lintang antara posisi Matahari yang pada bulan Juni dan Maret terhadap lokasi pengamatan. Pada bulan Juni posisi Matahari berada pada belahan Bumi utara dengan lintang 23° . Sedangkan pada bulan Maret, Matahari berada pada sekitar equator yaitu pada lintang 0° . Sementara itu lokasi pengamatan yaitu di Depok berada pada lintang -6° sehingga jarak dengan posisi Matahari pada saat itu adalah 29° pada bulan Juli dan 6° di bulan Maret. Hal ini diperkuat dengan hasil rata-rata ketinggian Matahari pada pengamatan yang dilakukan bulan April 2015 yang sedikit naik dengan hasil $-12,98^\circ$. Yang menjadi salah satu faktor adalah akibat posisi Matahari yang pada saat itu mulai bergerak merambat naik semakin ke utara meninggalkan equator.¹²⁴

Pada tahun 2017 *Islamic Science Research Network* (ISRN) yang diketuai oleh Tono Saksono mulai melakukan kajian mengenai posisi ketinggian Matahari untuk awal Subuh secara lebih mendalam. Dari hasil pengamatan yang dilakukan tidak ada yang menunjukkan bahwa fajar telah tampak pada ketinggian Matahari -20° . Dimana hal ini sama dengan 80 menit sebelum Matahari terbit. Hal ini dibuktikan dengan saintifik melalui pemrosesan data dengan menggunakan algoritma. Hingga saat ini ISRN sudah mengumpulkan data astronomi dalam rentang waktu dari tahun 2015 hingga 2020. Dari data ini diperoleh rata-rata

¹²⁴ Tono Saksono, *Evaluasi Awal Waktu Subuh dan Isya Perspektif Sains, Teknologi dan Syariah*, Jakarta Selatan : UHAMKA PRESS, 2017, hlm. 94-95

kemunculan fajar pada posisi ketinggian Matahari $-13,4^\circ$ dengan deviasi standar $1,81^\circ$. Dengan sebagian besar data adalah pengamatan yang dilakukan di Depok dan wilayah Medan Sumatera Utara.

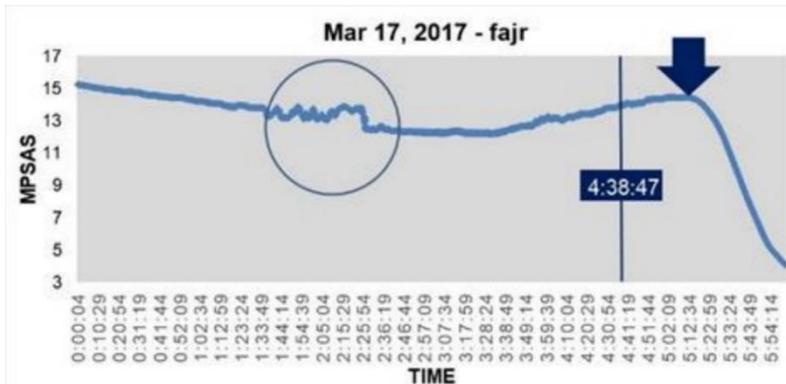
Berikut adalah hasil data pengamatan Tono Saksono :



Gambar. 3.1 Hasil pengamatan fajar dengan menggunakan SQM di Depok pada 17 Maret 2017¹²⁵

Dari data tersebut dapat diketahui bahwa kemunculan fajar sadik terjadi pada posisi Matahari $-13,4^\circ$ yaitu tepat pada pukul 05.07 WIB. Dimana pada saat itu grafik mengalami peningkatan sesuai berjalannya waktu pada saat itu.

¹²⁵ Tono Saksono, *Premature Dawn in Indonesia*, disampaikan pada “Seminar Falak Kontemporeri Kebangsaan 2019, Dewan Besar Pusat Islam Iskandar, Johor Bahru, Malaysia, 3 Juli 2019



Gambar 3.2 Plot SQM data Depok 10 Juni 2015¹²⁶

Dari gambar 3.2 adalah bukti bahwa tidak terdapat data yang menunjukkan adanya kemunculan fajar sadik pada posisi ketinggian Matahari -20° sebagaimana yang digunakan oleh Kementerian Agama dalam penentuan awal waktu Subuh di Indonesia. Tanda panah pada gambar 3.2 menunjukkan awal kemunculan fajar sadik menurut pengamatan Tono Saksono di stasiun pengamatan yaitu Depok. Sedangkan awal Subuh yang ditunjukkan dengan garis vertical pada gambar 3.2 adalah menunjukkan pukul 4.34 WIB. Menurut Tono Saksono berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan mengindikasikan bahwa waktu salat Subuh terlalu awal karena pemilihan nilai dip -20° itu memang menyalahi ketentuan umum dalam astronomi. Dimana menurut para ahli astronomi bahwa cahaya astronomical twilight tampak pada -18° . Ulama Indonesia ternyata mengadopsi dip yang lebih rendah yaitu -20° . Sehingga diskursus mengenai hal ini perlu dicermati lebih serius.

¹²⁶ Tono Saksono, Evaluasi Awal Waktu Subuh dan Isya Perspektif Sains, Teknologi dan Syariah, Jakarta : UHAMKA PRESS, Cet. I, 2017, hlm. 27

Definisi posisi Matahari ditentukan berdasarkan kurva cahaya langit yang tentunya berdasarkan kondisi rata-rata atmosfer. Dalam kondisi tertentu sangat mungkin fajar sudah muncul dalam posisi 18° di bawah ufuk. Misalnya saat tebal atmosfer bertambah ketika aktivitas Matahari meningkat atau saat kondisi komposisi udara tertentu antara lain kandungan debu yang tinggi sehingga cahaya Matahari mampu dihamburkan oleh lapisan atmosfer yang lebih tinggi. Akibatnya walau posisi Matahari masih kurang dari 18° dibawah ufuk, cahaya fajar sudah tampak.¹²⁷

Dalam beberapa pengamatan terhadap fajar sadik yang telah dilakukan, membawa hasil dip -20° sebelum terlihatnya fajar sadik. Hasil tersebut dapat diartikan bahwa ketika telah dilakukan pengamatan yang disesuaikan dengan perhitungan awal waktu salat setempat pada ketinggian -20° , fajar sadik yang merupakan sebagai tolak ukur dalam penentuan awal waktu salat Subuh belum menunjukkan cahayanya pada langit ufuk timur. Sehingga dengan inilah hendaknya dilakukan pengecekan kembali dan mencocokkan beberapa kriteria ketinggian Matahari lainnya, sehingga bisa didapati kesimpulan yang pasti terkait dengan permasalahan tersebut.

Saaddoeddin Djambek menggunakan ketinggian -20° , dengan alasan bahwa waktu Subuh dimulai dengan tampaknya

¹²⁷ Sugeng Ariyadi dalam seminar “Mempertanyakan awal waktu Salat Isya dan Subuh Baru” diselenggarakan oleh fakultas Syariah dan Hukum Prodi Ilmu Falak UIN Walisongo Semarang, 3 Mei 2018, Selengkapnya lihat <https://pakarfisika.wordpress.com/2018/05/03/seminar-waktu-subuh-2018/#more-6174>

fajar di bawah ufuk sebelah timur dan berakhir dengan terbitnya Matahari. Dalam ilmu falak saat tampak fajar didefinisikan dengan posisi Matahari 20° di bawah ufuk sebelah timur atau jarak zenit Matahari 110° .¹²⁸ Sebagaimana pada prinsipnya, saat benda langit terbenam tinggi benda langit 0° atau jarak zenit 90° . Namun saat pengamatan fenomena terbenam benda langit, seperti Matahari dan Bulan perlu memperhitungkan koreksi terhadap refraksi oleh angkasa Bumi rata-rata 34' (34 menit busur) dan koreksi semi diameter sudut Matahari dan Bulan sebesar 16' (16 menit busur). Pengaruh refraksi angkasa Bumi cenderung membuat benda langit lebih tinggi dari seharusnya (seandainya tidak ada).¹²⁹

Tono Saksono menyatakan bahwa perbedaan tempat di permukaan Bumi dan dalam setahun (time of the year) memang akan memberikan efek atas perubahan nilai dip. Akan tetapi perubahan efek yang dihasilkan lebih sering berpengaruh pada waktu waktu Magrib dan Syuruq. Namun demikian, perbedaan yang terdapat dalam tabel di atas menunjukkan pemilihan dip yang acak tanpa landasan saintifik. Seperti halnya di Indonesia memiliki rentang twilight yang lebih lama (80 menit) daripada Amerika Utara (60-70 menit) menjelang matahari terbit. Sehingga kondisi inilah yang terus mendorong tim peneliti ISRN untuk mencari akar masalah yang sebenarnya.¹³⁰

¹²⁸ Sa'adoeddin Djambek, *Pedoman Penentuan Jadwal Awal Waktu Salat Sepanjang Masa*, Jakarta : Bulan Bintang. 1947, hlm. 8

¹²⁹ Ahmad Fadoli, "Analisis Komparasi Perhitungan Waktu Salat Dalam Teori Geosentrik dan Geodetik", *Tesis*, Semarang : Program Megister Program Pascasarjana Institut Agama Islam Negeri Walisongo, 2013, hlm. 22

¹³⁰ Hasil Wawancara dengan Tono Saksono selaku Narasumber utama tanggal 9 Juni 2020 lihat Laelah Fitri Handayani, "Tinjauan Fikih dan Astronomi Terhadap Pemikiran Tono Saksono dalam Penentuan Awal Waktu Salat Subuh di

Menurut T. Djamaluddin fajar sadik adalah hamburan cahaya matahari oleh partikel-partikel udara yang melingkupi bumi. Dalam Alqur'an fenomena tersebut diibaratkan dengan ungkapan “*Terang bagimu benang putih dari benang hitam*”. Sesuai dengan asbabun nuzul ayat tersebut, yang dimaksud benang putih dan benang hitam adalah gelang yang dipakai para kaum laki-laki pada zaman Nabi. Apabila dikaitkan dengan waktu Subuh maka dimaknai dengan kondisi dimana kita bisa membedakan warna hitam dan putih dua gelang tersebut. Semakin matahari mendekati ufuk, semakin terang cahaya. Jadi, batasan yang digunakan adalah jarak matahari dibawah ufuk.¹³¹ Sehingga yang perlu diperhatikan dalam pengamatan fajar sadik ini adalah pengaruh tempat yang digunakan sebagai lokasi pengamatan, seperti halnya daerah yang berdataran rendah atau tinggi, dan daerah yang bebas dari polusi.

Sedangkan fajar kadzib adalah cahaya zodiac, hamburan cahaya Matahari oleh debu-debu antar planet. Fajar sadik adalah twilight, hamburan cahaya Matahari oleh atmosfer Bumi. Fajar sadik adalah sebuah cahaya yang terlihat pada waktu Subuh sebagai batas akhir malam dengan permulaan pagi. Terbit fajar sadik merupakan tanda awal waktu bagi salat Subuh. Demikian pula sebagai tanda awal waktu pelaksanaan puasa, baik puasa wajib maupun puasa sunnah. Sedangkan fajar kadzib adalah sebuah

Indonesia”, *Skripsi* Fakultas Syariah Program Studi Ilmu Falak Universitas Islam Negeri Mataram, (Perpustakaan UIN Mataram:2020), hlm. 50

¹³¹ Ayuk Khoirunnisa’, “Studi Analisi Awal Waktu Subuh (Kajian Atas Relevansi Nilai Ketinggian Matahari Terhadap Kemunculan Fajar Shidiq)”, *Skripsi*, Semarang : Fakultas Syariah dan Institut Agama Islam Walisongo, 2011, hlm. 17.

cahaya yang agak terang yang terlihat memanjang dan mengarah ke atas di tengah-tengah langit, berbentuk seperti ekor serigala. Meskipun fajar kadzib telah berakhir, kita belum bisa melaksanakan salat Subuh karena cahaya putih atau biasa disebut dengan fajar sadik belum menyebar di ufuk timur.¹³²

Hasil pengamatan yang dilakukan Kemenag RI dengan melibatkan seluruh pakar astronomi dan ahli ilmu falak pada 23-25 April 2018 di Labuan Bajo, Nusa Tenggara Timur yang dilakukan untuk menepis hasil penelitian yang mengatakan bahwa waktu Subuh di Indonesia terlalu cepat 20-30 menit sebelum kehadiran cahaya fajar kedua yaitu fajar sadik. Labuan Bajo tergolong minim polusi cahaya karena cahaya lampu kota belum terlalu banyak, sehingga galaksi Bima Sakti (Milky Way) pun terlihat jelas dengan mata telanjang. Tim Kemenag melakukan pengamatan dengan menggunakan alat SQM, kamera digital dan secara visual sebelum fajar sampai Matahari terbit. Pengukuran SQM dilakukan pada 24-25 April 2018 oleh pakar astronomi pengelola Imah Noong yaitu Hendro Setyanto dan Rukman Nugraha seorang Astronom BMKG. Pemotretan dengan kamera DSLR dilakukan oleh AR Sugeng Riyadi (astronom amatir, kepala Observatorium Assalam) dan diolah oleh Rinto Anugraha (Dosen Fisika UGM. Pengajar Falak di UIN Walisongo Semarang).¹³³

Pengamatan di Labuan Bajo menguatkan pendapat yang telah menjadi patokan dalam penentuan awal Subuh oleh Kementerian Agama RI. Alasan tinggi Matahari berbeda dengan

¹³² Wikipedia Indonesia

¹³³<https://tdjamiluddin.wordpress.com/2018/04/30penentuan-waktu-subuh-pengamatan-dan-pengukuran-fajar-dilabuan-bajo/>. diakses tanggal 13 Juli 2020.

kriteria astronomi secara umum (-18°) karena atmosfer Indonesia di ekuator lebih tebal dariada wilayah lain. Ketinggian -18° merupakan nilai yang dipakai oleh beberapa ahli falak dan organisasi falak di dunia, termasuk juga Indonesia sendiri yang dipelopori oleh KH Zubair Umar al-Jailani. Sedangkan dari luar negeri seperti Universitas of Islamic Science yang mencakup di dalamnya; Pakistan, Bangladesh, India, Afghanistan dan Sebagian Eropa dan Muslim World League yang mencakup negara Eropa, Timur jauh dan Sebagian Amerika Serikat.

Kita ketahuai bahwa dalam perspektif astronomi kemunculan sinar Matahari terbagi menajdi tiga macam yaitu, fajar sipil, fajar zodiac dan fajar astronomi yang masing-masing memiliki kriteria tersendiri. Namun dalam penentuan awal waktu shalat shubuh tentu saja tetap berpegang pada kriteria atau ciri-ciri yang telah dibatasi dalam al Quran dan hadist. Menurut Arwin Julia Rakhmadi Butar Butar bahwa awal waktu shubuh rata-rata ketinggian Matahari -18 derajat, tetapi ini berlaku untuk wilayah Timur Tengah. Sedangkan di ekuator pada kajian astronomi, selang waktu subuh di wilayah Timur Tengah dan Indonesia berbeda dikarenakan perbedaan letak posisi pada ekuator. Pada hal ini Indonesia beradadekat di ekuator sehingga dapat menyebabkan selang waktu subuh lebih pendek dan awal munculnya sinar fajar sadik lebih lambat..¹³⁴

Munculnya nilai 18° sebenarnya bukanlah suatu kesepakatan suatu negara tertentu. Agus Hasan Bashori juga

¹³⁴ Seminar bedah bku Evaluasi Awal Waktu Subuh dan Isya perspektif Sains, Teknologi dan Syariah,

mengomentari hal ini dalam tulisannya¹³⁵. Hingga sekarang ini, Lajnah Daimah lilbuhuts al-ilmiyah wal-ifta' KSA berfatwa “Tidak ada nilainya bagi pembagian astronomi (tentang fajar; fajar astronomi, fajar naitika dan fajar sipil) dalam menetapkan waktu-waktu salat, sesungguhnya yang menjadi acuan dalam masuknya waktu fajar adalah dengan munculnya cahaya yang membentang di ufuk timur, jika telah terang tampak jelas dan berakhir dengan munculnya Matahari”.

Waktu imsak dari pembatal-pembatal puasa dimulai dengan masuknya waktu fajar yang telah dijelaskan sebelumnya. Serta berakhir dengan terbenamnya piringan Matahari itu sendiri meskipun masih ada sesuatu cahaya setelah terbenam (keputusan Haiat Kibar Ulama no 61/1398 H). Hal ini pula dapat dilihat di Indonesia. Ada beberapa pakar falak yang menggunakan kriteria selain -18° , oleh Zubair Umar al-Jailani, dan Thomas Djamaluddin, yaitu -19° oleh Slamet Hambali dan Muhammad Ma'shum bin Ali, termasuk Kemenag Indonesia juga pernah menggunakan kriteria ini, sedang pada kriteria -20° oleh Abdul Rachim, Noor Ahmad SS, Muhyiddin Khazin dan Arwin Juli Rakhmadi Butar-Butar, dan digunakan oleh Kemenag Indonesia. Hal ini menunjukkan bahwa ketinggian Matahari dalam penentuan awal waktu Subuh dapat berbeda-beda karena ada beberapa faktor yaitu ketinggian tempat, polusi cahaya, keadaan alam, lintang tempat dan beberapa faktor lainnya.¹³⁶

¹³⁵ Agus Hasan Bashori, *Koreksi Awal Waktu Subuh*, Binamasyarakat.com, hlm. 5

¹³⁶ Unggul Surya Ardi, Problematika Awal Waktu Subuh antara Fiqh dan Astronomi, *Jurnal Al Afaq* jurnal Ilmu Falak dan Astronomi Fakultas

Adanya kriteria 20° di bawah ufuk ini digunakan Kementerian Agama RI adalah digunakan untuk jadwal salat yang sudah beredar di kalangan masyarakat. Hal ini telah ada pada pedoman penentuan jadwal waktu salat sepanjang masa yang diterbitkan oleh department agama RI sebagai berikut :¹³⁷

Waktu Subuh dimulai sejak terbit fajar di ufuk Timur. Saadoeddin Djambek dalam bukunya “Salat Dan Puasa Daerah Kutub” dan Abd. Rachim dalam bukunya ilmu falak menerangkan bahwa tinggi Matahari saat terbit fajar adalah -20° . Ada juga ahli-ahli hisab lainnya yang mengatakan bahwa tinggi Mathari awal Subuh adalah -18 atau $-18,5$ atau -19 derajat. Selam ini kita berpedomana h Subuh -20° seperti apa yang dikemukakan oleh Saadoeddin Djambek dan Abd. Rachim.

Dalam hal ini pemikiran Saadoeddin Djambek dan Abdur Rachim di atas nampaknya masih banyak dipengaruhi oleh Syaikh Taher Djalaludin Azhari dalam kitabnya yang berjudul *Jadawil*

Syariah Universitas Islam Negeri Mataram, Vol. 2 No. 2 Desember 2020, hlm. 91-93

¹³⁷ Departemen Agama RI, Pedoman Penentuan Awal Waktu Salat Sepanjang Masa. Jakarta: Direktorat Jendral Pembinaan Kelembagaan Agama Islam dan Direktorat Pembinaan Badan Peradilan Agama Islam Tahun 1994/1996. Hal. 32, lihat Sa'adoeddin Djambek. Pedoman Penentuan Jadwal Waktu Salat Sepanjang Masa, Jakarta: Bulan bintang th. 1974 M/ 1394 H, hlm. 32. Dan Abdur Rachim, Ilmu Falak Yogyakarta: liberty 1983 Hal. 40. (ed) Furziah, “Awal Waktu Salat Subuh Menurut Tono Saksono”, *Tesis*, Ilmu Falak Pascasarjana Syariah dan Hukum UIN Walisongo Semarang, 2019, hlm.

Nakhnatu at-Taqrirati fi Hisab al-Auqot wa samt al-Qiblat. Selain itu angka-angka yang digunakan oleh beliau juga berasal dari sudut-sudut Matahari yang diperkenalkan Ibn Yunus di Mesir pada 10 ada yang lalu.¹³⁸

B. Observasi kemunculan citra fajar sadik yang mempengaruhi ketinggian Matahari

Perihal objek benda langit sangatlah tidak mudah dalam mempelajari maupun mengamatnya. Sebagai makhluk yang berakal, manusia hanya bisa mengamati, mempelajari dan mencari hukum keteraturan alam yang berkaitan dengan pengamatan benda langit. Kajian mengenai benda langit begitu beragam, sebagai salah satunya adalah mengenai kuat cahaya atau intensitas cahaya yang dipancarkan suatu benda langit. Hal ini mengandung makna bahwa, cahaya yang dipancarkan suatu benda langit ini dijadikan sebagai informasi mengenai benda langit tersebut. Adapun informasi yang didapat melalui benda langit tersebut dapat berupa kondisi atau bahkan proses yang berkaitan dengan benda langit tersebut yang *notabannya* terletak sangat jauh dari kita berpijak. Hal ini berhubungan dengan fenomena kehadiran fajar sadik, cahaya fajar yang dipancarkan merupakan fenomena astronomi yang dapat dilihat oleh mata telanjang, dalam keadaan tertentu.

Kita ketahui bahwa dasar pelaksanaan ibadah salat sebagaimana yang telah tercantum dalam al Quran maupun Hadist dijelaskan secara syar’I, dimana hal ini terlihat bersifat kualitatif. Sehingga dengan observasi mengenai kemunculan fajar yang berkaitan dengan posisi Matahari ini dalam penentuan awal waktu

¹³⁸ Susiknan Azhari, *Ilmu Falak (Perjumapaan Khazanah Islam dan Sains Modern)* hal. 70

salat, diharapkan dapat mengetahui batasan secara kuantitatif yakni data dapat berupa jam, menit, detik ke berapa waktu salat sudah dimulai.

Pengamatan yang dilakukan oleh penulis adalah juga sebagai bentuk verifikasi terhadap kriteria ketinggian Matahari pada saat terbit yang telah digunakan acuan dalam penentuan awal waktu salat Subuh di seluruh wilayah Indonesia oleh Kementerian Agama Republik Indonesia. Pengamatan ini berdasar pada obeservasi yang telah dilakukan oleh penulis berlandaskan pada teori yang sudah ada dan dapat dibuktikan secara ilmiah objektif dan terbuka.

Sebagai pembanding atas kriteria-kriteria yang telah ada, Penulis melakukan pengamatan fajar sadik sebagai indikator dalam penentuan awal waktu sholat Subuh. Pengamatan sebagian dilakukan di pematang sawah yang jauh dari cahaya lampu penduduk dan sebagian juga dilakukan di deretan Pantai Kabupaten Tuban. Dari hasil pengamatan tersebut akan diproses dengan menggunakan software yang berfungsi sebagai *image processing* untuk membantu membaca intensitas citra cahaya fajar sadik yang masuk.

Dalam pengamatan fajar sadik, penulis berpatokan pada perhitungan waktu Subuh yang selama ini telah banyak dijadikan sebagai rujukan dalam penghitungan awal waktu salat yaitu, Slamet Hambali dalam berbagai pelatihan maupun dalam bangku kuliah dan juga Ahmad Izzuddin dalam bukunya “Ilmu Falak Praktis (metode Hisab-Rukyah praktis dan solusi permasalahannya)”, serta berbagai sumber rujukan lainnya. Dalam melakukan perhitungan awal waktu Subuh sendiri, penulis

menggunakan satu model perhitungan. Perhitungan tersebut adalah metode perhitungan yang menggunakan data-data ephemeris yang diberikan selalu berubah setiap jamnya dan menyesuaikan kondisi perubahan Matahari, sehingga data tersebut dapat dikatakan akurat.

Pengambilan data citra fajar Subuh dilakukan selama kurang lebih 45 hingga 60 menit dengan interval waktu pengambilan citra tiap menit. Pengambilan data ini mengacu pada waktu awal Subuh yang dibuat oleh Kemenag yang beredar di masyarakat dengan kurun waktu setengah jam sebelum adzan Subuh berkumandang dan setengah jam setelah adzan Subuh. Pengambilan data dilakukan secara acak, tidak berpatok setiap hari, hal ini dilakukan karena pengambilan data bergantung pada kondisi alam seperti cuaca mendung atau hujan. Selain faktor tersebut juga bergantung pada cahaya rembulan yang juga mempengaruhi kecerahan langit ufuk timur. Sehingga cahaya bulan pun juga menjadi salah satu faktor *noise* dalam pengambilan data.

Lokasi Observasi

Lokasi yang dijadikan sebagai pengamatan citra fajar sadik pada tempat yang gelap dan bebas dari sumber cahaya. Sehingga pengambilan citra fajar dinilai kurang representative apabila dilakukan di daerah perkotaan. Lokasi yang dipilih sebaiknya berupa tempat yang lepas pandang dan dapat melihat ufuk timur dan tidak terhalang oleh bukit atau bangunan. Hal ini dikarenakan

supaya ketika Matahari terbit dapat terlihat karena keberadaan fajar sadik dapat diperkirakan berada di area Matahari terbit.

Lokasi pengamatan yang pertama berada di pematang sawah. Lokasi ini dipilih karena merupakan lokasi yang lepas pandang menghadap ufuk timur. Namun ternyata pada daerah yang dipilih untuk melakukan pengamatan masih banyak terdapat cahaya lampu. Cahaya lampu ini digunakan untuk menyinari area persawahan yang ditanami bawang merah. Sehingga penulis sedikit kesulitan dalam memilih tempat yang sesuai kriteria untuk pengamatan.

Pada lokasi yang kedua merupakan daerah penambangan pasir. Daerah penambangan pasir ini dinilai representatif untuk melakukan pengamatan citra fajar Subuh. Pada daerah penambangan pasir ini bebas dari sumber cahaya, baik dari lampu kota maupun lampu yang digunakan untuk menerangi area persawahan seperti yang terjadi pada lokasi pertama.

Kemudian penulis juga melakukan pengamatan pada lokasi pantai, yaitu di deretan Pantai di Kabupaten Tuban Jawa Timur. Pada deretan pantai tersebut dipilih karena dinilai daerah yang paling cocok untuk melakukan pengamatan. Pada daerah pantai ini akan terlihat ufuk yang jelas dengan pertemuan antara langit dan bumi sehingga mempermudah dalam mencari posisi Matahari terbit. selain itu juga daerah pantai jauh dari noise atau gangguan cahaya yang datang dari lampu-lampu penduduk atau lampu kota. Namun kelemahannya, pada cuaca tertentu yang terjadi di lokasi pengamatan sering terjadi mendung sehingga menghambat pengamatan. Oleh karena itu pemilihan lokasi yang digunakan

untuk melakukan pengamatan adalah penting sebab polusi cahaya mempengaruhi kecerlangan munculnya fajar shidiq.

Waktu Observasi

Dalam pengambilan data pengamatan fajar dilakukan dengan memotret ufuk langit timur. Pengamatan fajar dilakukan dengan memperhatikan keadaan sekitar lokasi pengambilan data, lebih baik dilakukan pada lokasi yang minim cahaya lampu kota atau cahaya bulan. Saat umur bulan masih muda atau pada fase *newmoon* magnitude bulan besar, sehingga bulan terlihat redup, oleh karena itu pada saat inilah saat yang tepat dalam melakukan pengamatan di ufuk timur. Pengambilan data dilakukan ketika sebelum Matahari terbit hingga menjelang terbit. Pada akhir-akhir ini cuaca sedang tidak stabil sehingga dalam pemilihan waktu pengamatan penulis mengambil waktu pengamatan secara acak.

Pengamatan ke	Tanggal pengamatan	Lokasi pengamatan	Kondisi Langit
1	04-08-2020 dan 21-08-2020	Pematang Sawah Dusun Kalianyar Desa Ringin Pitu kecamatan Plemahan Kabupaten Kediri (λ) = 112° 11' 10" BT (ϕ) = -7° 41' 21" LS	Cerah
2	22-08-2020	Penambangan Pasir Dusun	Cerah berawan
3	25-08-2020	Selangking	Cerah

4	26-08-2020	Rejo Desa	Cerah
5	29-08-2020	Badas Kecamatan Badas Kabupaten Kediri (λ) = 112°13'14" BT (ϕ) = - 7°42'09" LS	Berawan mendung
6	07, 08, 10- 08-2020	Pantai Cemara, Dusun Sendang Harjo, Desa Sugihwaras, Kecamatan Jenu, Kabupaten Tuban (λ) = 112°01'33" BT (ϕ) = - 6°51'28" LS	Cerah berawan
7	09-09-2020	Pantai Pasir Putih, Desa Remen, Kecamatan Jenu, Kabupaten Tuban (λ) = 111°57'56" BT	Mendung

		(ϕ) = - 6°45'51" LS	
9	11-09-2020	Pantai Kelapa, Dusun Kepoh, Desa Panyuran, Kecamatan Palang, Kabupaten Tuban (λ) = 112°05'24" BT (ϕ) = - 6°53'42" LS	Mendung berawan
10.	15-09-2020	Pematang Sawah Dusun Matakan Desa Badas Kecamatan Badas (λ) = 112°12'41" BT (ϕ) = 7°41'29" LS	Cerah berawan

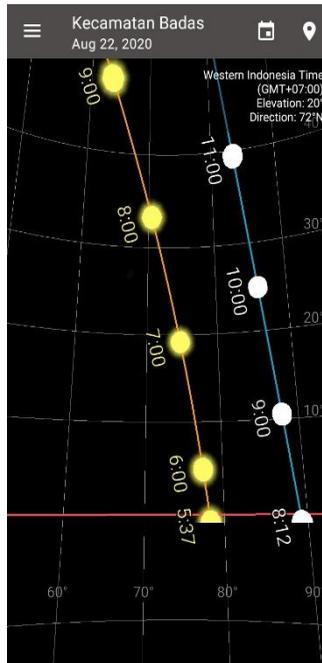
Tabel 3.1 Lokasi, Waktu dan Kondisi langit saat pengamatan

Pengolahan Data

Adapun tahapan yang dilakukan pada pengamatan fajar sadik adalah sebagai berikut :

1. Siapkan tripod untuk tatanan atau landasan kamera pada tempat yang datar.

2. Kemudian tempatkan kamera pada tatanan tripod yang ada. Pastikan Kamera dan tripod tersetting sebagaimana rupa supaya tidak mudah goyah oleh angin atau guncangan pada saat membidik.
3. Arahkan kamera menghadap ke ufuk timur. Kemudian nyalakan kamera. Dalam menentukan arah Matahari terbit dapat menggunakan aplikasi *Sun Position* atau aplikasi sejenis seperti Stellarium. Aplikasi ini dapat didapatkan dengan mendownload di play store pada android. Pada kesempatan ini penulis menggunakan aplikasi *Sun Position*. Setelah download dari Play Store, buka aplikasi yang telah terinstal di android. Arahkan kamera Hp android pada ufuk yang ingin diamati, kemudian akan diketahui posisi Matahari dan bulan terbit maupun tenggelam.



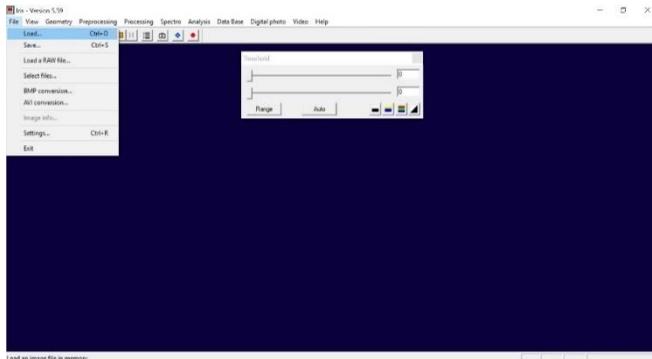
Gambar 3.4 Tampilan aplikasi Sun Position

4. Atau dapat menggunakan kompas yang terdapat pada salah satu fitur di android untuk menentukan posisi lokasi pengamatan.
5. Setting kamera sebelum membidik ufuk yang telah ditentukan. Atur kualitas gambar yang dibidik merupakan tipe jenis gambar *raw*, *fine* atau sejenisnya hal ini dilakukan karena dengan menggunakan jenis file berupa *raw* merupakan gambar asli dan tidak dapat di edit. Sehingga gambar yang dihasilkan merupakan murni dari hasil bidikan kamera.
6. Bidik kamera setiap menit hingga menjelang terbit Matahari, pengambilan data yang diinginkan pun selesai.

Pemrosesan Data

Citra gambar yang didapat diproses dengan menggunakan software IRIS 5.59. Dengan menggunakan perangkat lunak tersebut dapat diketahui besar intensitas cahaya pada titik sampel citra gambar. Hasil bidikan kamera berupa citra gambar yang tersimpan dalam SD card kamera ditransfer pada PC atau laptop, maka selanjutnya pengolahan data yang didapat dengan menggunakan IRIS 5.59 yang sudah terinstal. Tahapan dalam pemrosesan data pada software IRIS 5.59, adalah sebagai berikut:

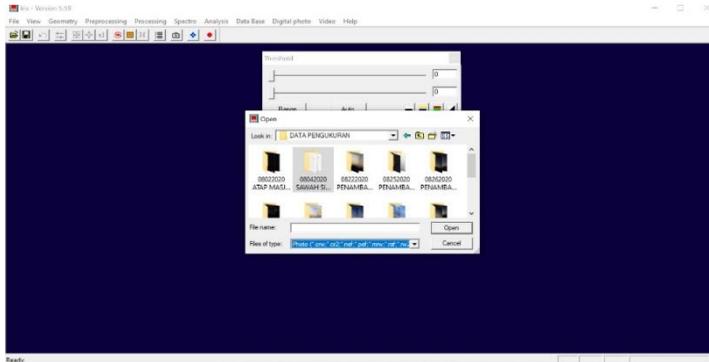
1. Klik menu file, yaitu kotak dialog paling kiri. Kemudian pilih menu Load.



Gambar 3.5 Tampilan awal aplikasi IRIS

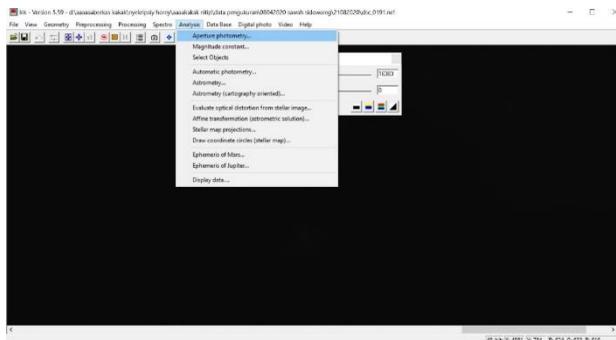
2. Kemudian muncul kotak dialog OPEN, selanjutnya pilih jenis file pada dialog box *files of type*, pilih jenis file, Photo (*.crw; *.cr2; *.nef; *.pef; *.mraw; *.raf; *.rw2; *.arw; *.orf; *.kdc; *.x3f; *.dng)

3. Kemudian pilih file data citra gambar pada dialog box bagian atas, LOOK IN lalu klik OPEN. Tidak berselang lama, maka munculah citra atau image pada file yang diinginkan.



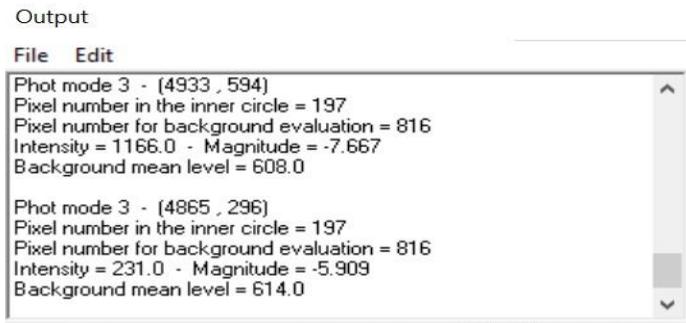
Gambar 3.6 Dialog memasukkan data pada aplikasi IRIS

4. Kemudian pilih *Analysis*, klik *aperture photometry*. Akan muncul dialog box berisi tentang circle number dan radius value of the aperture. Pilih circle number yang sesuai dengan objek yang diukur. Setelah diklik OK dan pointer mouse akan berubah menjadi lingkaran yang siap digunakan untuk mengukur intensitas cahaya.



Gambar 3.7 Menu untuk memproses data citra fajar

5. Pada saat pointer mengklik objek yang diukur maka akan muncul jendela output yang berisi besarnya angka intensitas cahaya. Baris pertama memberikan jenis fotometri pada koordinat pusat lingkaran. Baris kedua adalah jumlah pixel yang terletak di dalam lingkaran. Baris terakhir inilah yang merupakan jumlah intensitas cahaya pada seluruh pixel yang terdapat pada lingkaran. Angka intensitas inilah yang digunakan dalam penelitian fajar sadik ini.



Gambar 3.15 dialog besar intensitas cahaya pada citra fajar

Dalam pemrosesan data citra yang diambil setiap data yang akan diproses menggunakan 5 titik sampel. Gunakan titik lampu yang ada pada setiap frame yang akan diambil datanya sebagai rujukan sehingga data citra yang diambil adalah sama.

Dalam memproses data hasil pengamatan yang perlu diperhatikan adalah nilai intensitas dan magnitude yang mempengaruhi kecerahan langit. Besaran magnitude yang

menunjukkan angka positif menandakan bahwa langit gelap, sementara besaran negative menunjukkan langit yang cerah.¹³⁹

Dalam pengolahan data pengamatan citra fajar sadik akan diproses dengan menggunakan Ms. Excel adalah sebagai berikut:

1. Buka Ms. Excel, klik *open* file format
2. Kemudian isikan magnitude pada tiap titik
3. Lakukan perhitungan kalibrasi dengan memasukan rumus rata-rata pada kolom MS. Exel yang tersedia.
4. Setelah itu, ubah data dengan menggunakan table sehingga dapat diketahui perbedaan kurva naik turunnya angka intensitas cahaya yang dihitung.
5. Kemudian dengan menggunakan aplikasi lain nilai intensitas yang diketahui diproses untuk mengetahui derajat ketinggian Matahari.

Data Hasil Pengamatan

Pengamatan yang dilakukan oleh penulis merupakan pengamatan yang bersifat sebagai verifikasi sebagai adanya perbedaan kriteria ketinggian Matahari untuk awal waktu Subuh. Oleh karena itu perlu adanya kajian yang lebih mendalam lagi mengenai ketinggian Matahari yang digunakan sebagai penentu awal waktu Subuh. Hal yang perlu diperhatikan lagi adalah dengan memahami faktor-faktor yang dapat mempengaruhi munculnya fajar sadik, yaitu fenomena yang dijadikan sebagai patokan awal masuk salat Subuh. Setelah pengambilan citra fajar pada lokasi

¹³⁹ Tono Saksono, "Premature Dawn in Indonesia", Presented at *Seminar Falak Kontemporeri Kebangsaan 2019, Dewan besar Pusat Islam Iskandar, Johor Bahru, Malaysia, July 3 2019*

pengamatan, data yang tersimpan pada kamera ditransfer ke laptop. Setelah itu melakukan pengolahan citra dengan menggunakan software *IRIS*. Pada perangkat lunak *IRIS* dapat diketahui intensitas cahaya Matahari di ufuk timur, sehingga awal waktu Subuh dapat ditentukan dengan melalui kenaikan grafik intensitas cahaya ufuk timur melalui pengambilan citra.

Berikut akan disajikan hasil pengamatan yang dilakukan penulis pada tiap tempat;

1. Pematang sawah dusun Kalianyar desa Ringinpitu pada 21 Agustus 2020

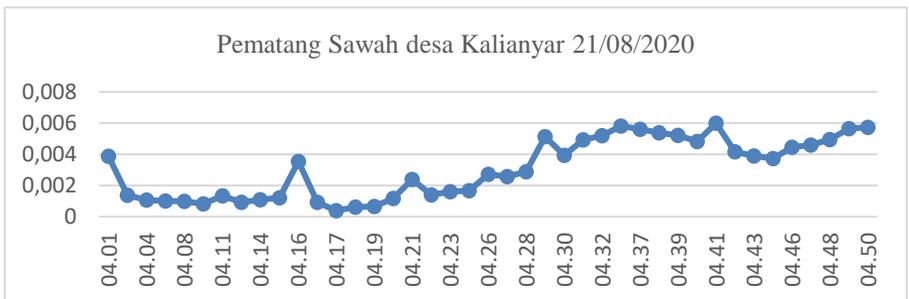
Pengamatan berlangsung pada 30 menit sebelum adzan Subuh dan 20 menit setelah adzan Subuh dan hingga terbit Matahari. Pada saat pengambilan citra ada kendala berupa hembusan angin yang lumayan kencang sehingga tripod tatakan kamera sedikit goyang sehingga perlu dipegangi. Langit terlihat cerah namun Sebagian ufuk atau cakrawala bagian Timur tenggara banyak lampu penduduk atau lampu persawahan, namun hal ini dapat digunakan sebagai kalibrator intensitas citra yang diambil oleh kamera. Lokasi pengamatan terletak di pematang sawah milik warga Kalianyar Ringinpitu kecamatan Plemahan kabupaten Kediri.

Data yang diperoleh dari pengamatan kemudian dipindahkan pada komputer atau laptop untuk diproses dengan menggunakan aplikasi *IRIS* untuk menentukan intensitas cahaya yang paling kuat. Setelah diketahui nilai intensitas cahaya pada tiap citra dilakukan kalibrasi untuk mereduksi data twilight. Untuk kalibrasi dilakukan dengan membagi seluruh intensitas titik sample yang dipilih dengan intensitas lampu yang digunakan sebagai

kalibrator. Hasil dari kalibrasi data yang ada kemudian disajikan dalam bentuk diagram XY dengan disesuaikan dengan catatan waktu sehingga dapat diketahui naik turun suatu intensitas cahaya pada citra yang terambil.



Gambar 3.8 Lokasi Pengamatan dilihat dengan menggunakan google earth



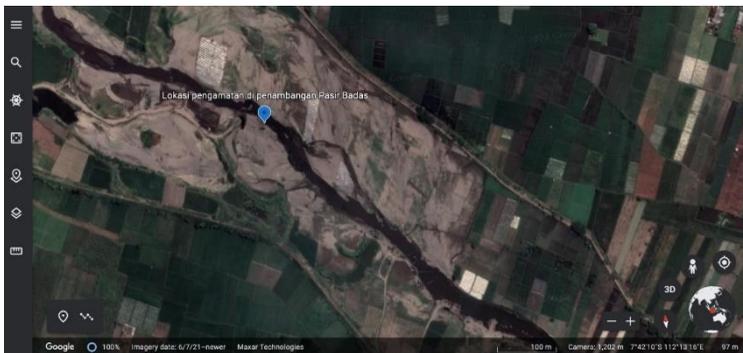
Gambar 3.17 Grafik hasil pengamatan di desa Kaliyanyar

Pada grafik tersebut penulis menyimpulkan data hasil pengamatan tersebut dianggap kurang proper dan belum dapat dikatakan sebagai data yang valid melihat naik turunnya grafik intensitas cahaya yang tidak konstan dan tidak beraturan. Penulis menelaah kembali dengan yang terjadi di lapangan dan menarik kesimpulan bahwa pada saat tersebut terjadi kesalahan dalam

teknik lapangan dikarenakan medan lapangan yang masih asing dan merupakan awal melakukan penelitian. Dapat dilihat pada grafik tersebut awal bidikan mendapat intensitas lebih tinggi dari waktu jadwal salat yang ditentukan. Sehingga peneliti perlu melakukan kajian ulang dan lebih mendalam dalam penelitian lapangan yang lebih mendalam.

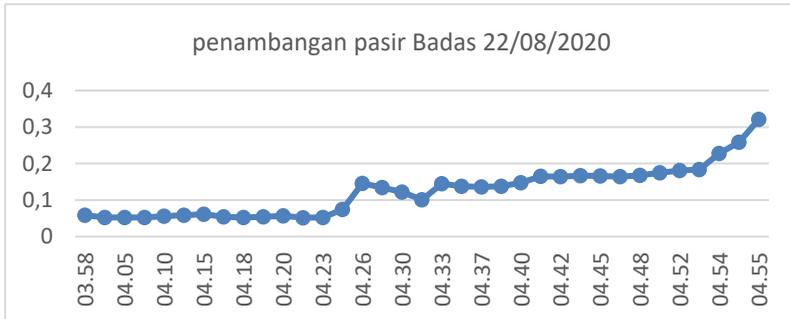
2. Penambangan Pasir Badas

Pada pengambilan data di lokasi ini langit dalam kondisi cerah dan jauh dari polusi cahaya baik dari cahaya lampu penduduk maupun lampu kota. Namun pada siang hari lokasi digunakan untuk menambang pasir sehingga terdapat banyak debu, tapi tidak dengan malam atau dini hari. Dapat dikatakan cukup gelap karena dekat dengan sungai untuk menambang pasir. Lokasi penambangan pasir ini jauh masuk ke daerah persawahan sehingga cukup memadai dalam pengambilan citra fajar sadik.



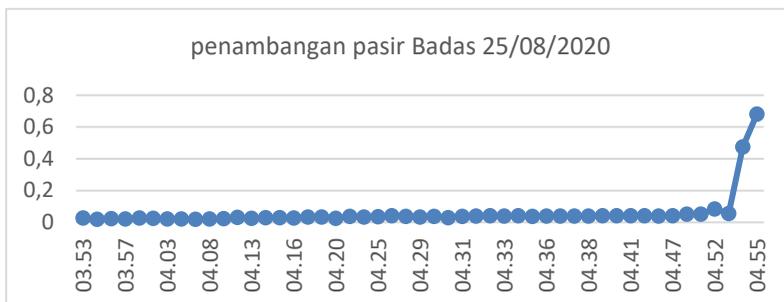
Gambar 3.9 Lokasi pengamatan dilihat dari google earth

Hasil dari pengamatan penulis diproses dengan aplikasi IRIS 5.59 kemudian dibuatkan grafik x,y dengan plot waktu bidik citra fajar dengan hasil kalibrasi intensitas citra fajar. Berikut hasil grafik hasil pengamatan yang dilakukan penulis.



Gambar 3.10 grafik hasil kalibrasi citra fajar di Penambangan Pasir Badas 22/08/2020

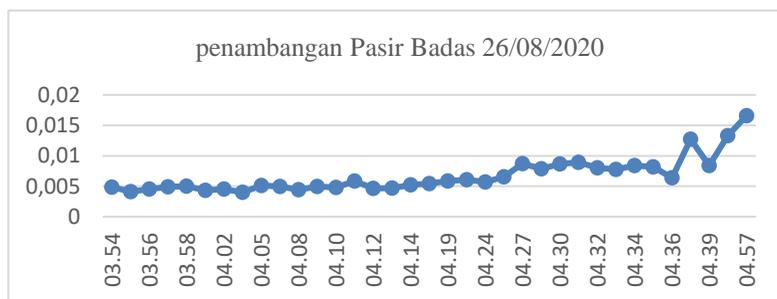
Menurut grafik hasil pemrosesan data dapat disimpulkan bahwa, untuk mulai masuknya cahaya fajar terdeteksi sekitar pukul 04.33 WIB yaitu Matahari pada posisi $18,25^\circ$ di bawah ufuk. Hal ini ditandai dengan naiknya grafik intensitas cahaya hasil pengamatan penulis pada pukul tersebut dan adzan berkumandang mulai pukul 04.26 waktu setempat. Nilai derajat yang diperoleh berasal dari hasil konversi dari nilai ketinggian Matahari dari Kemenag. Dengan ketentuan tiap selisih derajatnya adalah 4 menit. Sehingga pada pukul 04.26 WIB waktu Subuh dengan menggunakan ketinggian 20 derajat di bawah ufuk, sehingga pada pukul 04.33 WIB nilai ketinggiannya adalah 18,25 derajat di bawah ufuk. Penulis memang sengaja menggunakan jadwal awal waktu salat dari Kemenag sebagai acuan dan pembanding karena jadwal waktu salat Subuh tersebut digunakan oleh sebagian besar masyarakat. Pada saat itu kondisi langit cerah berawan, sehingga tidak menutup kemungkinan kemunculan fajar sadik terhalang oleh awan. Sehingga dimulainya terbit fajar belum dapat diketahui pasti akan kehadirannya dan sangat dimungkinkan bahwa kemunculan fajar sadik telah hadir pada waktu sebelumnya pada ketinggian Matahari yang lebih rendah lagi.



Gambar 3.11 Grafik pengamatan penambangan Pasir Badas 25/08/2020

Pada pengamatan di hari selanjutnya, penulis menyimpulkan bahwa fajar sadik mulai terdeteksi pada pukul 04.31 WIB dengan ketinggian Matahari $17,5^\circ$ di bawah ufuk. Karena pada waktu tersebut grafik menunjukkan kenaikan yang konstan hingga posisi Matahari meninggi mulai pukul 04.55 WIB yang ditandai dengan kenaikan grafik yang mulai menajam. Hal ini sudah dapat diperkirakan bahwa intensitas cahaya akan semakin naik sebanding dengan kenaikan posisi Matahari hingga terbit.

Berikut hasil pengamatan pada hari selanjutnya :



Gambar 3.12 Grafik pengamatan penambangan Pasir Badas 26/08/2020

Dari grafik di atas diketahui bahwa intensitas cahaya fajar sadik mulai meninggi 04.25 WIB dengan ketinggian Matahari pada saat itu adalah $18,75^\circ$ di bawah ufuk. Pada saat tersebut langit cerah

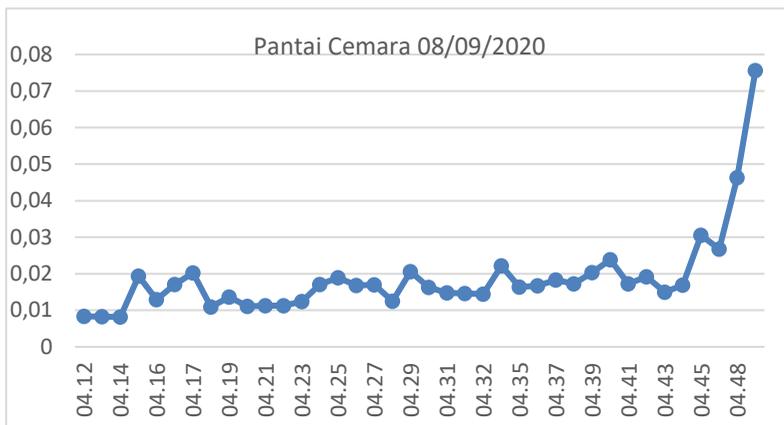
berawan sehingga pada grafik tersebut kenaikan dan turun nilai intensitasnya tidak terlalu konstan. Namun hasil dari pengamatan penulis dengan jadwal awal waktu salat Subuh oleh Kemenag memiliki selisih tidak terlalu jauh yaitu 5 menit dimana awal waktu salat Subuh menurut perhitungan dari Kemenag pada pukul 04.20 WIB.

3. Pantai Cemara Tuban

Hari pertama pengamatan di pesisir pantai Tuban adalah pantai cemara, berada pada pinggir jalan raya pantura. Ufuk timur terlihat sangat jelas pertemuan bagian bumi dengan kaki langit dan aman dari *noise*. Pantai Cemara terletak di dusun Sendang Harjo, desa Sugihwaras, kecamatan Jenu, kabupaten Tuban.



Gambar 3.13 deretan pantai di Tuban yang digunakan sebagai lokasi pengamatan



Gambar 3.14 Grafik hasil pengamatan Pantai Cemara Tuban

Pada grafik diatas menurut pembacaan penulis fajar mulai mengalami kenaikan pada pukul 04.23 WIB yaitu posisi Matahari pada $-17,75^\circ$ sedangkan menurut jadwal sholat yang digunakan oleh Kementerian Agama adalah pada 04.14 WIB. Pada saat pengamatan kondisi langit berawan dan sedikit mendung sehingga sangat mungkin fajar telah tampak pada waktu yang lebih awal dan pada ketinggian Matahari yang lebih rendah. Pada saat tersebut cahaya bulan juga berpengaruh pada pengamatan. Saat pengamatan yang dilakukan penulis, bulan mengalami fase tua dan cukup redup sehingga langit bebas dari gangguan cahaya bulan maupun polusi cahaya lain mengingat letak geografis tempat pengamatan.

4. Pantai Pasir Putih Tuban

Pengambilan citra fajar di pantai pasir putih Tuban yang terletak di desa Jetak Tuban. Karena pada saat tersebut terjadi mendung yang menutupi sehingga munculnya keberadaan cahaya twilight terhalang, sehingga data yang dinilai kurang proper untuk diproses. Memang pada saat tersebut cuaca mendung sering tidak menentu dan tidak selalu berakhir dengan hujan. Namun jika dilihat dari letak geografis tempat pengamatan cukup baik digunakan sebagai pengamatan fajar sadik karena berada pada di pedalaman desa dan jauh dari pusat kota.



Gambar 3.15 Pantai Pasir Putih Tuban dalam keadaan mendung

5. Pantai Kelapa Tuban

Pada saat pengambilan data sudah terdengar adzan yang berkumandang di masjid padahal yang tertangkap oleh kamera masih gelap dan belum ada pertanda fajar sadik yang muncul. Cuaca cerah dan sedikit berawan. Pada pesisir pantai terdapat banyak cahaya lampu dari kapal nelayan yang sedang mencari ikan. Hal ini dapat digunakan sebagai kalibrator pada saat memproses data citra fajar sadik. Namun karena kesalahan teknis dalam pengoperasian kamera gambar yang terbidik bukan berformat RAW sehingga tidak dapat diproses oleh aplikasi.

Namun hasil dari bidikan kamera terdeteksi adanya kemunculan fajar sadik. Hal ini dapat dibuktikan dengan hasil bidikan sebagai berikut :



Gambar 3.16 Ufuk Timur Pantai Kelapa Tuban

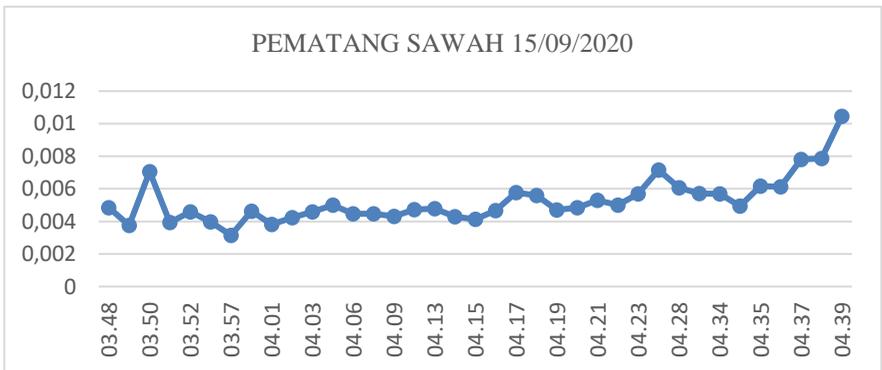
Pada hasil bidikan tersebut langit bagian timur terlihat memutih dan terang. Bidikan tersebut terjadi pada pukul 04.10 WIB sedangkan adzan Subuh mulai berkumandang pada 04.12 WIB sesuai dengan jadwal awal waktu salat oleh Kemenag.

6. Area Persawahan Desa Matakan

Pengambilan data dilakukan pada saat cuaca sedang cerah dan bebas dari cahaya lampu persawahan. Pada saat tersebut deklinasi Matahari berharga positif sehingga posisi Matahari terbit cenderung ke utara.



Gambar 3.17 lokasi pengamatan area persawahan dengan menggunakan google earth



Gambar 3.18 grafik hasil pengamatan fajar sadik di desa Matakan Badas

Dari grafik tersebut menurut pembacaan penulis, kehadiran fajar sadik muncul mulai pada pukul 04.16 WIB dengan posisi Matahari pada ketinggian $18,5^\circ$ di bawah ufuk. Hal ini ditandai dengan kenaikan grafik intensitas cahaya pada saat tersebut secara terus menerus. Yang terjadi seharusnya adalah ketika grafik intensitas cahaya mengalami peningkatan untuk kemunculan fajar sadik seterusnya mengalami peningkatan. Hal ini dikarenakan

pergerakan Matahari yang terus menerus mendekati ufuk hingga terbit, sehingga cahayanya pun mulai terang begitupun dengan intensitas cahayanya. Namun hal ini sangat dipengaruhi kondisi langit pada saat pengamatan. Pada saat pengamatan berlangsung, kondisi langit memang cerah namun terdapat cahaya bulan yang cukup terang. Sehingga grafik yang dihasilkan menjadi naik turun dan tidak stabil sesuai dengan intensitas cahaya yang diketahui. Sehingga terdapat kemungkinan bahwa cahaya fajar sadik sudah mulai muncul pada ketinggian Matahari yang lebih rendah.



Gambar 3.19 pengambilan citra fajar di area persawahan desa Matakan Badas

Untuk mengetahui waktu kapan munculnya cahaya fajar sadik adalah dengan melihat peningkatan intensitas cahaya. Kita ketahui bahwa awal waktu Subuh ditandai dengan munculnya cahaya yang menyebar horizontal di ufuk timur membentang dari utara hingga selatan, cahaya yang seperti ini disebut dengan fajar sadik. Sehingga intensitas kurva cahaya langit akan semakin meningkat adalah sebagai acuan sebagai masuknya waktu Subuh yang cahayanya semakin terang karena mendekati Matahari terbit.

Menurut pandangan penulis tentang lamanya kemunculan fajar dipengaruhi oleh beberapa faktor sesuai dengan posisi daerah

pengamatan. Bagi tempat yang berada di sekitar equator Bumi, maka sebagaimana yang diketahui lingkaran pergeseran harian Matahari (lingkaran equator langit) adalah tegak lurus pada horizon. Hal tersebut mengakibatkan busur dari sebuah kriteria tinggi Matahari tentunya akan tegak lurus dengan horizon.

Konsekuensi dari kondisi seperti itu adalah fajarnya pun akan lebih pendek. Sebaliknya, bagi beberapa tempat yang berada di sebelah selatan equator Bumi, maka posisi lingkaran pergeseran harian Matahari akan lebih condong terhadap tegak lurus. Makin ke utara ataupun makin ke selatan, maka posisinya akan lebih condong lingkaran pergeseran harian Matahari tersebut. Konsekuensinya adalah Matahari membutuhkan waktu yang lebih panjang untuk pada sebuah titik dari kriteria ketinggian Matahari dari waktu salat. Jadi fajar pada sebuah tempat yang lebih ke utara atau ke selatan equator akan semakin panjang.¹⁴⁰

¹⁴⁰ Diah Utari, “Studi Analisis Awal Waktu Salat Subuh (Kajian atas Relevansi Nilai Ketinggian Matahari terhadap KemunculannFajar Shadiq)”, *Jurnal Maqasid Fakultas Aga,a Islam Universitas Muhammadiyah Surabaya*, Vol. 3 No.1, 2014, hlm. 13

BAB IV

Analisis Ketinggian Matahari Terhadap Kemunculan Fajar Sadik Menurut Perspektif Tono Saksono

Semakin berkembangnya ilmu pengetahuan, penentuan awal waktu salat bisa diketahui dengan mudah. Salah satunya adalah dengan metode ilmu hisab¹⁴¹. Dengan ilmu hisab masyarakat tidak perlu lagi melakukan pengamatan terhadap posisi Matahari setiap pada menentukan jadwal salat. Selain itu, sekarang ini para ahli astronomi juga mulai menetapkan patokan ketinggian posisi Matahari pada horizon atau ufuk yang dijadikan sebagai acuan dalam perhitungan jadwal awal waktu salat sepanjang masa yang bisa digunakan secara praktis, tanpa melakukan perhitungan tiap harinya.¹⁴² Selain itu dapat mengetahui waktu salat secara praktis dengan software-software tentang awal waktu salat yang pada saat ini banyak yang bermunculan.¹⁴³ Dengan perkembangan ilmu pengetahuan tersebut umat Islam dalam melaksanakan kewajiban hanya berpatokan pada jam jadwal waktu pelaksanaan salat yang harus melakukan pengamatan terlebih dahulu.

¹⁴¹ Ilmu hisab sering juga disebut dengan ilmu falak karena dalam ilmu falak menggunakan perhitungan

¹⁴² Jadwal waktu yang ada sering kali terpampang di depan musholla atau masjid. Selain itu jadwal-jadwal tersebut merupakan hasil perhitungan para ahli hisab dengan menggunakan rumus segitiga bola. Seperti perhitungan yang telah dijelaskan pada pada BAB II

¹⁴³ Software-software tersebut salah satunya adalah software *Islamic Finder* yaitu software awal waktu salat dan juga terdapat software lain yaitu mawaqit oleh Ing Khafidz dengan beberapa software tersebut masyarakat dapat menentukan awal waktu salat secara praktis disesuaikan dengan bujur dan lintang daerah yang akan dihitung waktu awal salatnya.

Permasalahannya adalah kesalahan dalam jadwal waktu salat tersebut adalah mungkin terjadi. Seperti dalam penentuan ketinggian Matahari untuk awal waktu Subuh yang akhir-akhir ini mengalami perbedaan pada beberapa sudut pandang para ahli. Oleh karena itu diperlukan pengamatan dan peninjauan mengenai ketinggian Matahari pada awal waktu Subuh. Hal ini dikarenakan perhitungan awal waktu salat didasarkan pada garis edar Matahari atau posisi Matahari terhadap Bumi yang setiap harinya juga pasti mengalami perubahan. Karena dipengaruhi oleh musim atau pergerakan semu harian Matahari terhadap Bumi. Sehingga menghisab awal waktu salat pada dasarnya adalah menghitung kapan Matahari akan menempati posisi tertentu yang sekaligus menjadi penunjuk waktu salat.

Keberadaan Matahari awal Subuh merupakan kebalikan dari awal waktu isya. Apabila diukur pada posisi Matahari, ketinggian Matahari untuk waktu isya adalah -18° di bawah ufuk bagian barat. Hal tersebut dikarenakan pada saat Matahari diposisi baru saja terbenam, sehingga masih ada sisa pantulan-pantulan cahaya oleh lapisan-lapisan atmosfer bagian atas sehingga sisa inilah yang masih menerangi Bumi di langit bagian barat dan pada saat inilah belum sepenuhnya gelap. Fenomena inilah yang disebut dengan senja yaitu awal dari suatu malam dan akhir dari siang. Begitupula dengan ketinggian Matahari pada posisi -20° sebagai awal permulaan Subuh, yang hingga saat ini masih terjadi kebingungan yang ditimbulkan adanya perbedaan kriteria ketinggian Matahari untuk awal salat Subuh ataupun awal waktu

isy yang dalam gambaran astronomisnya memiliki posisi yang sejajar.¹⁴⁴

Pendapat para ulama ahli hisab kontemporer seperti Jamil Djambek, Saadoeddin Djambek, Abdurrahim, KH. Noer Ahmad sudah merumuskan definisi fajar sadik berdasarkan pengamatan terdahulu, ketinggian posisi Matahari untuk permulaan awal waktu Subuh berkisar sekitar 18° hingga 20° dibawah ufuk. Karena penentuan fajar sadik merupakan produk dari ijthadiyah para ulama dan pakar yang bersangkutan, perbedaan seperti itu merupakan suatu hal yang wajar saja. Di Indonesia, ijthadiyah yang digunakan adalah posisi Matahari 20° di bawah ufuk dengan landasan dalil syari'I dan astronomis yang dianggap kuat, karena wilayah Indonesia dilewati garis ekuator (khatulistiwa) atau sekitar ekuator dengan lintang tempat lebih dekat dengan ekuator dan atmosfer lebih tebal (tebal troposfer pada lintang rendah/dekat sekitar ± 17 km), maka kriteria waktu Subuh yang digunakan tinggi Matahari 20° di bawah ufuk atau sekitar 1 jam 12 menit kemudian Matahari akan terbit. Kriteria tersebut yang digunakan Badan Hisab Rukyat Kementerian Agama RI sampai ada penelitian yang terpercaya dan meyakinkan dengan melakukan obeservasi.¹⁴⁵

Upaya lain dalam pengamatan fajar sadik untuk mengetahui keselarasan kriteria tersebut adalah, selain harus memperhatikan kriteria ketinggian Matahari, juga harus mempertimbangkan

¹⁴⁴ Muchtar Salimi, *Ilmu Falak (Penetapan Awal Waktu Salat dan Arah Kiblat)*, (Surakarta: Fakultas Agama Islam Jurusan Syariah Universitas Muhammadiyah Surakarta, 1997), 45.

¹⁴⁵ Qomarus Zaman, "Terbit Fajar dan Waktu Subuh (Kajian Nash Syar'I dan Astronomi)", *Jurnal Al Hakim: IAIN Kediri*, vol. 2, no. 1, Januari 2018, 29.

beberapa aspek lainnya, diantaranya adalah kondisi lokasi pengamatan. Pengamatan yang dilakukan berada pada lokasi dataran rendah (laut atau pantai) atau dataran tinggi (pegunungan atau perbukitan). Hal ini dilakukan kerana dengan dua kategori tempat inilah, yang menjadi pertimbangan dalam pengamatan fajar sadik yaitu mengenai kerendahan ufuk.

Mengenai kriteria tempat pengamatan, pada lokasi pengamatan di daerah dataran tinggi seperti pegunungan harus diperhatikan dan diperhitungkan kembali dalam penentuan waktu *syuruq* dan waktu maghrib. Merupakan suatu koreksi khusus bagi ketinggian mata di atas daerah sekeliling. Hal itu disebabkan persoalan terbit dan tenggelamnya Matahari dipengaruhi oleh kedudukan ufuk mar'i (*visible horizon*) karena bentuk bulat yang dimiliki oleh Matahari, maka ufuk mar'i akan terlihat semakin rendah. Apabila kedudukan pengamat lebih lekas terbit dan lambat terbenam. Apabila kedudukan pengamat pada daerah yang lebih tinggi, kerendahan ufuk tersebut akan mengakibatkan Matahari terlihat lebih lekas terbit dan lebih lambat terbenam. Namun perbedaan yang terjadi pada waktu dataran rendah dan dataran tinggi tidak terlalu signifikan sebagaimana telah diklasifikasikan oleh Sa'adoeddin Djambek dalam daftar koreksi bagi kerendahan ufuk pada tabel berikut ini¹⁴⁶

Ketinggian tempat (meter)	Koreksi (menit)
------------------------------	-----------------

¹⁴⁶ Sa'adoeddin Djambek, "Pedoman Waktu Salat Sepanjang Masa", (Jakarta: Bulan Bintang, tt.), 19-20.

50	0.2
75	0.4
100	0.5
150	0.8
200	1.0
250	1.2
300	1.4
400	1.7
500	2.0
600	2.3
700	2.5
800	2.7
900	2.9
1000	3.1

Tabel 4.1 koreksi waktu pada ketinggian suatu tempat menurut
Sa'adoeddin Djambek

Tono Saksono menjelaskan bahwa perbedaan lokasi khususnya pada lintang tempat pengamatan di permukaan bumi dan dalam waktu setahun (time of the year) memang akan memberikan efek atas perubahan nilai posisi ketinggian Matahari. Namun efek perubahan yang dihasilkan lebih sering berpengaruh pada waktu maghrib dan syuruq. Seperti halnya di Indonesia memiliki rentang twilight yang lebih lama (80 menit) daripada Amerika Utara (60-70 menit) menjelang Matahari terbit. Sehingga

kondisi ini yang terus mendorong tim peneliti ISRN untuk mencari akar masalah yang sebenarnya.¹⁴⁷

Dari segala sudut pandang yang ada, dapat diketahui untuk merelevansikan fajar sadik dalam perspektif fiqh dan astronomi, maka banyak hal yang harus diperhatikan yakni terkait dengan ketinggian Matahari dan kerendahan ufuk pada lokasi pengamatan fajar sadik. Dalam hal kriteria ketinggian posisi Matahari untuk awal Subuh pada -20° dapat dinilai sangatlah lemah untuk membuktikan fenomena kemunculan fajar sadik sebagai awal waktu Subuh. Telah diketahui bahwa hakikat fajar adalah cahaya Matahari, dalam artian sinar Matahari yang memantul yang berada pada ufuk timur Bumi. Sehingga faktor cuaca atau udara yang ada di atmosfer dalam kemunculan cahaya Matahari atau fajar sadik sangatlah mempengaruhi.

Definisi posisi Matahari ditentukan berdasarkan kurva cahaya langit yang tentunya berdasarkan kondisi tertentu sangat mungkin fajar sudah muncul sebelum posisi Matahari 18° di bawah ufuk, misalnya saat tebal atmosfer bertambah ketika aktivitas Matahari meningkat atau saat kondisi komposisi udara tertentu antara lain kandungan debu yang tinggi-sehingga cahaya Matahari mampu dihamburkan oleh lapisan atmosfer yang lebih tinggi. Akibatnya, walau posisi Matahari masih kurang dari -18° cahaya fajar sudah nampak.¹⁴⁸

¹⁴⁷ Hendri, Fenomena Fajar Shadiq Penanda Awal Waktu Salat Subuh, Terbit Matahari dan Awal Waktu Dhuha, *Jurnal Al Hurriyah Hukum Islam*, vol. 02, no. 02, Juli -Desember, 2017, 159.

¹⁴⁸ Dirjen Binbapera, *Penentuan Awal Waktu Salat dan Penentuan Arah Kiblat*, Jakarta, 1995, hlm. 13

Saat atmosfer dalam keadaan berkabut, maka cahaya tersebut akan sulit untuk diamati. Oleh karena itu dalam pengamatan yang dilakukan ketika keadaan langit benar-benar cerah. Jadi dapat diketahui pada posisi ketinggian berapa fajar sadik muncul. Menurut pandangan penulis, kelemahan kriteria ketinggian Matahari untuk awal waktu Subuh yang ada merupakan buah pemikiran dari Sa'adoeddin Djambek dalam menentukan hisab awal waktu salat dengan menggunakan angka-angka. Angka-angka yang ada tersebut, apabila ditelusuri kembali ternyata merupakan diambil dari sudut-sudut Matahari yang diperkenalkan oleh Ibn Yunus di Mesir pada sekitar abad ke 10. Tentunya kondisi langit pada saat tersebut sangatlah berbeda dengan kondisi langit pada masa sekarang. Hal ini disebabkan pada kondisi langit pada masa sekarang sudah terpengaruhi oleh cahaya lampu-lampu kota dan polusi udara lainnya. Begitupun dengan kondisi langit yang terbentang di Indonesia, sebagaimana yang diketahui dari segi posisi geografis dan kondisi cuaca sangatlah berpengaruh pada pengamatan kemunculan fajar sadik dan tentunya sangat berbeda dengan kondisi langit di Mesir.

Dalam hal ini Sugeng Ariyadi yang juga memiliki perhatian pada permasalahan ini juga menjelaskan bahwa¹⁴⁹

“Ibn Yunus memang sudah memasukan parameter meteorologis untuk awal waktu Subuhnya, namun kita harus melihat bahwa beliau melakukan studinya di Mesir yang terletak di Garis

¹⁴⁹ Sugeng Ariyadi, blog pakar fisika, selengkapnya lihat http://pakarfisika.files.wordpress.com/2009/08/waktusalat_rhi_pakarfisika diakses pada 22 September 2020

Balik Utara (GBU) 23,5° LU dan dengan kondisi daerah yang relative kering berupa gurun pasir”

Sehingga pada penjelasan tersebut dapat diketahui bahwa kelemahan -20° untuk ketinggian Matahari awal waktu Subuh yang selama ini digunakan mungkin saja terjadi. Hal tersebut disebabkan karena pengambilan data atau lokasi yang digunakan untuk melakukan pengamatan sangatlah berbeda dengan kondisi langit di Indonesia yang memiliki iklim tropis. Sebagaimana yang kita ketahui bahwa tempat yang beriklim tropis cenderung memiliki kondisi atmosfer yang lebih tebal.

Wilayah daerah Indonesia adalah dilewati oleh garis ekuator atau garis khatulistiwa dan sekitar ekuator dimana lintang tempat lebih dekat atau lintang tempat lebih rendah maka atmosfernya relatif lebih tebal (tebal troposfer di wilayah ekuator ± 17 km) sedangkan lintang tempatnya jauh atau lebih tinggi dari ekuator, maka atmosfernya lebih tipis atau lebih rendah (tebal troposfer di wilayah ekuator ± 10 km).¹⁵⁰

Dari penelitian dan pengamatan yang dilakukan para Ulama ahli hisab kontemporer yang sudah merumuskan definisi fajar shodiq yang sudah melakukan pengamatan terlabih dahulu, membawa hasil berkisar 18-20 derajat di bawah ufuk untuk awal waktu Subuh. Adanya perbedaan yang ada merupakan suatu hal yang wajar. Karenanya penentuan kriteria fajar tersebut merupakan produk ijtihadiyyah. Adapun pada saat ini terdapat pendapat bahwa

¹⁵⁰ Nur Nurmal, *Ilmu Falak (Teknologi Hisab Rukyat Untuk Menentukan Arah Kiblat, Awal Waktu Salat dan Awal Bulan Qamariyah)*, (Padang : IAIN Imam Bonjol, 1997), 68

waktu Subuh yang tecantum di dalam jadwal salat dianggap terlalu cepat, hal itu disebabkan oleh tiga hal:

1. Ada yang berpendapat fajar sadik ditentukan dengan menggunakan kriteria fajar astronomis pada posisi Matahari 18° di bawah ufuk. Beberapa program yang beredar dikalangan para pakar maupun di internet adalah kriteria tersebut, dengan perbedaan sekitar 8 menit.

2. Pendapat yang menyatakan bahwa fajar awal waktu Subuh adalah bukan fajar astronomis, karena seharusnya fajar yang digunakan sebagai penanda awal waktu Subuh seharusnya lebih terang, dengan perbedaan 24 menit

3. Pendapat lain mengemukakan bahwa fajar sadik pada posisi Matahari 20° di bawah ufuk karena wilayah Indonesia merupakan wilayah ekuator yang memiliki lintang yang rendah, atmosfer dan troposfernya lebih tebal maka fajar sadik akan Nampak dan terbit sebelum fajar astronomi yang memiliki kriteria 18° .

Oleh karena itu pendapat-pendapat tersebut di atas merupakan suatu kewajaran saja dalam interpretasi ijtihadiyah. Pada dasarnya permukaan di Bumi berbeda-beda, sehingga mempengaruhi waktu pada setiap tempat, karena disebabkan oleh letak geografis dan astronomis, jauh dekatnya dari ekautor, lintang tempat, waktu deklinasi Matahari dalam setahun dan kriteria yang digunakan.¹⁵¹

Al Buhairi mengungkapkan bahwa jadwal waktu salat yang selama ini dipakai hampir di semua negara-negara Islam. Jadwal

¹⁵¹ Sriyatn Shadiq, *Ilmu Falak*, (Surabaya: Yayasan al-Falakiyah, 2010). 78

tersebut pada dasarnya diambil dari sebuah penanggalan Mesir oleh seorang insinyur Inggris ketika Inggris masih menjajah Mesir. Insinyur tersebut ingin membuat penanggalan untuk penentuan waktu di Mesir. Al Buhairi bersama dengan beberapa guru besar dari al Azhar berkumpul di padang *Shara jizah*, kemudian dari tempat itu juga didapati etak garis bujur dan garis lintang yang didasarkan dari perhitungan waktu Greenwich¹⁵² sehingga dibuatlah penentuan waktu harian diantaranya adalah waktu-waktu salat. Orang-orang Mesir sendiri mengakui bahwa penentuan waktu tersebut menyelisih waktu salat yang dipakai pada masa Muhammad Ali Basya dan negara Turki Ustmaniyah, yang mengandalkan bayangan Matahari dan analoginya serta terbitnya fajar.¹⁵³

Dalam penelitiannya Diah Utari juga berpendapat bahwa, salah satu upaya untuk mengetahui keselarasan kriteria ketinggian Matahari awal Subuh, maka dalam pengamatan terhadap terbitnya fajar sadik harus memperhatikan kriteria ketinggian Matahari. Selain memperhatikan kriteria ketinggian Matahari yang berlaku juga harus mempertimbangkan beberapa aspek lainnya, diantaranya adalah kondisi atau posisi lokasi pengamatan, apakah lokasi pengamatan merupakan daerah dataran rendah (lautan) atau

¹⁵² Greenwich adalah nama dari sebuah desa kecil yang terletak beberapa kilometer dari kota London. Pada tempat ini juga terdapat observatorium yang bernama Greenwich Observatory. Selain itu tempat ini telah disepakati secara internasional bahwa meridian yang melewati Greenwich ini dijadikan sebagai titik meridian dasar. Bujur yang di sebelah timur Greenwich dinamai dengan Bujur Timur dan sebaliknya Bujur di sebelah Barat Greenwich adalah Bujur Barat, lihat Muhyiddin Khazin, *Kamus Ilmu Falak*, (Yogyakarta: Buana Pustaka, 2008), 27

¹⁵³ Muhammad Farhan al Buhairi, "Salah Kaprah Waktu Subuh (Bag.I) Fajar Kadzib & Fajar Shadiq", *Majalah Qiblati* edisi 09, cet. iv, 2010.

dataran tinggi (pegunungan). Karena kategori ini terkait dengan yang akan menjadi pertimbangan dalam kerendahan ufuk atau yang biasa disebut dengan *DIP*.¹⁵⁴

Astronom modern menggunakan salah satu instrument modern yang bernama Sky Quality Meter (SQM) untuk mendeteksi kemunculan fajar shdiq. Di Indonesia para astronom modern telah banyak melakukan penelitian terkait dengan kemunculan fajar sadik, namun tidak satupun dari mereka menemukan kemunculan fajar sadik itu pada ketinggian -20° di bawah ufuk. Para astronom terus berijtihad dengan melakukan penelitian yang akan disosialisasikan dengan masyarakat untuk ditetapkan dalam memulai awal waktu salat Subuh. Perbedaan dalam menafsirkan ayat-ayat Al-Qur'an dan Hadits merupakan lahan ijtihad yang tidak dapat diselesaikan dengan mudah.

Pada saat ini di Indonesia setidaknya ada beberapa astronom dan kampus yang telah menggabungkan mengenai penelitian terhadap kemunculan fajar sadik diantaranya; (1) Observatorium Ilmu Falak Universitas Sumatra Utara (OIF UMSU), (2) Islamic Science Research Network (ISRN) UHAMKA, (3) Observatorium UAD Yogyakarta, (4) Observatorium Bosscha, (5) Assalam Observatorium (Solo), (6) Imah Noong (Bandung), dan lain-lain. Hasil sementara dari berbagai penelitian tersebut adalah tidak satu penelitian kemunculan fajar sadik itu pada ketinggian -20° . Oleh karena itu para peneliti terus menerus berijtihad dengan melakukan penelitian

¹⁵⁴ Diah Utari, "Studi Analisa Awal Waktu Salat Subuh (Kajian Atas Relevansi Nilai Ketinggian Matahari Terhadap Kemunculan Fajar Shadiq)", *Jurnal Maqasid Studi Hukum Islam*, no.3, 2014, 10.

terus menerus untuk mendapatkan hasil yang maksimal agar bisa disampaikan kepada masyarakat nantinya.¹⁵⁵

Berikut adalah data nilai derajat ketinggian Matahari dalam berbagai kitab falak:¹⁵⁶

No.	Nama Kitab	Kriteria Ketinggian Matahari (DIP)
1.	<i>Durusul Falakiyah</i>	-19°
2.	<i>Manahijul Hamidiyah</i>	-19°
3.	<i>Khulashah Wafiyah</i>	-18°
4.	<i>Tashihul Mualamah</i>	-19°
5.	<i>Anfa'ul Wasilah</i>	-20°
6.	<i>Irsyadul Murid</i>	-20°
7.	<i>Syawariqul Anwar</i>	-20°

¹⁵⁵ Marataon Ritonga, "Menentukan Ketinggian Fajar Shidiq Sebagai Lahan Ijtihad", OIF UMSU, 22 Juni 2020, <https://oif.umsu.ac.id.2020/06/menentukan-ketinggian-fajar-shadiq-sebagai-lahan-ijtihad/>, diakses pada 27 Januari 2021.

¹⁵⁶ Niswatul Karimah, "Aplikasi *Edge Detection* untuk mengetahui Fajar Shadiq sebagai Penentuan Awal Waktu Subuh Menggunakan GUI MATLAB", *Skripsi* Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang, 2019, 12.

8.	<i>Taqribul Maqshad</i>	-19°
9.	<i>Tibyanul Miqot</i>	-19°

Tabel 4.2 ketinggian Matahari dalam berbagai kitab Falak

Adapun hasil penelitian tesis dari Nihayatur Rohmah, yaitu mengenai fenomena fajar. Pada penelitian tersebut memfokuskan tentang fenomena kemunculan fajar sadik sebagai titik awal dalam menentukan jadwal waktu Subuh, dengan meneliti warna fajar yang dipengaruhi oleh hamburan sinar Matahari yang dipengaruhi oleh kelembapan udara dan temperature atmosfer. Hasil penelitian yang dilakukan Nihayatur Rohmah ini mengutarakan bahwa cenderung menguatkan teori bahwa jenis twilight yang relevan dengan kemunculan fajar sadik adalah *astronomical twilight* dengan kriteria ketinggian atau sudut depresi -18° di bawah ufuk.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Tono Saksono dengan menggunakan SQM. Sebuah SQM mampu secara otomatis merekam data kecerahan dengan temporal waktu yang ditentukan dengan kontinyu. Pada tahun 2017 *Islamic Science Research Network* (ISRN) yang dikepalai oleh Tono Saksono mulai melakukan kajian dip awal waktu salata shubu secara intensif. Dengan menggunakan 2 alat sensor cahaya yaitu SQM dan All Sky Camera, mengoleksi data dari ratusan hari pengamatan terhadap munculnya cahaya fajar, dan mengembangkan beberapa maca algoritma pemerosesan data. Namun, dari penelitian tersebut tidak ada bukti secara saintifik yang mengidentifikasi bahwa fajar telah muncul pada posisi ketinggian Matahari 20° di bawah ufuk atau sama dengan 80 menit sebelum Matahari terbit. dari data yang

terkumpul sejak 2015 hingga 2020 ISRN memperoleh harga rerata kemunculan fajar adalah pada posisi ketinggian Matahari $-13,4^\circ$. Sebagian besar data diambil di stasiun pengamatan utama yaitu di Depok Jakarta dan beberapa di Medan, Sumatera Utara.¹⁵⁷

Koreksi posisi ketinggian Matahari untuk penentuan awal waktu Subuh menurut Tono Saksono berasal dari pemikiran bahwa data ketinggian Matahari yang diperlukan dalam perhitungan awal waktu salat harus didasarkan pada data yang sebenarnya. Keadaan ufuk dalam pengamatan pada setiap tempat tentu saja berbeda. Ada pengamat yang dapat melihat laut sebagai ufuk pada saat Matahari terbit dan terbenam. Namun ada pula pengamat atau peneliti yang melakukan pengamatan pada tempat yang bukan laut melainkan tempat berdataran yang lenh tinggi dari tempat pengamatan. Sedangkan rumus-rumus yang digunakan dalam penentuan awal waktu salat disamaratakan berdasarkan ketinggian tempat di atas permukaan laut. Maka dari itu menurut Tono Saksono konsep yang seperti ini diubah seperti penerapan koreksi ketinggian Matahari miliknya.¹⁵⁸

Dari data yang diperoleh dari hasil pengamatan fajar sadik di Indonesia membuktikan bahwa tidak ada fajar yang terdeteksi pada ketinggian Matahari -20° hingga -18° hal ini menunjukkan

¹⁵⁷ Laelah Fitri Handayani, "Tinjauan Fikih dan Astronomi Terhadap Pemikiran Tono Saksono dalam Penentuan Awal Waktu Salat Subuh di Indonesia", *Skripsi* Fakultas Syariah Program Studi Ilmu Falak Universitas Islam Negeri Mataram, (Perpustakaan UIN Mataram:2020), 52.

¹⁵⁸ Tono Saksono, "Indonesia Salat Subuh terlalu awal 26 menit, Isya lambat 26 menit", dalam wawancara dengan VOA lihat di laman <https://www.voa-islam.com/read/tekno/2018/01/17/55577/prof-dr-tono-indonesia-sholat-subuh-terlalu-awal-26-menit-isy-lambat/> atau pada video youtube channel VOA ISLAM diakses pada 21 November 2021

bahwa Subuh di Indonesia terlalu cepat. Sehingga ISRN yang diketuai oleh Tono Saksono akan terus melopori membangun *Global Twilight Project* guna untuk mendapatkan data secara menyeluruh. Dugunakan juga drone dalam pengamatan fajar. Dari data yang diperoleh hingga saat ini fajar tampak pada posisi Matahari -13° .¹⁵⁹

Adanya wacana tentang keterlambatan dalam penentuan awal waktu salat Subuh ini, Thomas Djamaluddin menanggapi bahwa hal tersebut terjadi karena adanya perbedaan cara hasil perhitungan dan cara memahami data. Wacana tentang waktu Subuh sebelumnya dipicu oleh pada saat fajar mulai menguning. Sekarang ada Lembaga yang menilai waktu Subuh yang berlaku saat ini terlalu cepat rata-rata berkisar hingga 26 menit.

Menurut Thomas Djamaluddin bantahan dari penelitian yang ada karena memandang dari aspek matematisnya saja tanpa memahami fisiknya. Pada saat pengamatan yang akan dilakukan yang perlu diperhatikan adalah aspek fisiknya. Termasuk juga mengenai gangguan polusi cahaya dan posisi awan di ufuk. Waktu Subuh adalah saat fajar sadik yang pertama, berwarna putih, bukan fajar yang berwarna kuning. Petunjuk itu sesuai sunnah Nabi Muhammad SAW. Dengan pernyataan tersebut dapat diartikan bahwa waktu Subuh memang masih gelap, tetapi fajar sudah tampak di ufuk timur. Warna dari fajar tersebut adalah putih lembut.

¹⁵⁹ Seminar Mengkaji Ulang munculnya Fajar di Indonesia dan Global dengan Narasumber Tono Saksono yang diadakan oleh UHAMKA pada 21 Oktober 2020

Fajar di Indonesia dinilai wajar lebih awal muncul karena atmosfer ekuator lebih tinggi. Waktu Subuh disebut termasuk fajar astronomi saat cahaya bintang-bintang mulai meredup karena munculnya hamburan cahaya di ufuk timur. Fajar astronomi terjadi saat Matahari berada pada posisi -18° rata-rata. Fajar tersebut terjadi karena hamburan cahaya Matahari oleh atmosfer atas. Di wilayah ekuator, atmosfer lebih tinggi dari daerah lain, sehingga wajar bila fajar terjadi Ketika posisi Matahari 20° di bawah ufuk.

Alasan penetapan ketinggian Matahari sebesar -20° adalah karena waktu Subuh merupakan perubahan keadaan langit gelap ke terang yang mempengaruhi kepekaan mata dalam melihat adanya perubahan cahaya, terutama cahaya yang redup. Penampakan fisis waktu fajar tidak dapat dengan mudah ditangkap oleh penglihatan karena suasana yang gelap dan mata tidak sensitif untuk melihat cahaya yang redup. Sehingga, jika ketinggian matahari saat fajar astronomi yaitu -18° cahaya putih sudah dapat dilihat, maka dengan asumsi bahwa fajar sadik sesungguhnya telah terlebih dahulu muncul sebelum muncul fajar astronomi, yaitu pada -20° .¹⁶⁰

Pengamatan waktu Subuh itu juga diukur dalam kondisi langit cerah dan bebas polusi cahaya. Dalam pengamatan kemunculan fajar sadik metode yang biasa digunakan adalah dengan teknik fotometri atau pengukuran kuat cahaya. Adapun alat pengukur kuat cahaya tersebut adalah SQM. Syarat yang harus dipenuhi dalam melakukan penelitian adalah dengan dalam keadaan langit yang cerah, benar-benar bersih dari awan, polusi

¹⁶⁰ Laksmiyanti Annake Harijadi Noor, "Uji Akurasi Hisab Awal Waktu Salat Subuh Dengan *Sky Quality Meter*", *Skripsi* Fakultas Syariah dan Hukum Prodi Ilmu Falak Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang, 2016, 26-27.

udara, dan polusi cahaya. Awan tipis dan polusi udara bisa menghalangi kehadiran cahaya fajar di ufuk Timur, sehingga fajar astronomi yang putih tipis tidak tampak. Sementara fajar yang agak kuning akan tampak saat Matahari mulai meninggi. Adapun dengan adanya polusi cahaya juga sangat mengganggu pengamatan fajar. Pengukuran fajar dengan SQM dari tengah kota dengan polusi cahaya yang cukup kuat bisa megecoh atau mengganggu, sehingga menyimpulkan fajar yang lebih lambat.¹⁶¹

Ahli falak Indonesia pada umumnya berpendapat dengan fenomena fajar astronomi, dimana ketika posisi Matahari berada sekitar 18° - 20° , yang pada saat tersebut cahaya bintang mulai meredup. Hal ini disebabkan karena ada kemunculan hamburan cahaya Matahari, yang kemudian selama proses tersebut dinamakan sebagai akhir malam dan merupakan awal waktu Subuh. Berkaitan dengan kriteria di atas Thomas Djamaluddin berpendapat sebagai berikut:¹⁶²

“Karena penentuan kriteria fajar tersebut merupakan produk ijtihadiyah, perbedaan seperti itu dianggap wajar saja. Di Indonesia, ijtihad yang digunakan adalah posisi Matahari 20° di bawah ufuk, dengan landasan dalil syar’I dan astronomi yang dianggap kuat, antara lain karena atmosfer di atas Indonesia yang berada di wilayah ekuator relative lebih tebal dari lintang tinggi

¹⁶¹<http://litbang.kemendagri.go.id/website/astronom-lapan-bantah-waktu-salat-indonesia-salah/?fbclid=IwAR1V91Pa10C-iVHeE1JPkBk5Pra4c4f5u87nR3l5uY9nRD9PEAsywwibtgY> diakses pada 11 Desember 2021

¹⁶² Furziah, “Waktu Salat Subuh Menurut Tono Saksono”, *Tesis* Fakultas Syariah dan Hukum Prodi Ilmu Falak Pascasarjana UIN Walisongo Semarang, 2019, 91.

(misalnya tebal troposfer 30 di lintang tinggi sekitar 10 km, di wilayah ekuator sekitar 17 km).”

Thomas Djamaluddin juga menambahkan, apabila saat ini ada berpendapat bahwa waktu Subuh yang tecantum pada jadwal waktu salat dianggap terlalu cepat hal itu disebabkan oleh dua hal: *Pertama*, ada yang berpendapat fajar sadik ditentukan dengan kriteria fajar astronomis pada posisi -18° di bawah ufuk, karena beberapa program jadwal salat menggunakan kriteria tersebut dengan perbedaan sekitar 8 menit. *Kedua*, ada yang berpendapat fajar sadik bukanlah faar astronomis karena seharusnya fajarnya lebih terang dengan perbedaan sekitar 24 menit.¹⁶³

Adapun tanggapan dari salah satu ormas tentang mengenai perbedan kriteria posisi Matahari untuk awal Subuh ini adalah LFPBNU. Dalam kesimpulan yang dibahas oleh beberapa pakar bahwa LFPBNU tetap menggunakan kriteria posisi Matahari untuk awal Subuh yaitu 20° di bawah ufuk. Berlandaskan pada hasil penelitian sejumlah ahli falak yang tergabung dalam Tim Kajian Awal Waktu Subuh Lembaga Falakiyah PBNU. Dengan menggunakan alat instrument observasi yaitu kamera dslr dan SQM sebagai alat ukur intensitas cahaya langit utuk mendeteksi kemunculan cahaya fajar sadik. Dari uraian artikel yang diunggah di Kompas bahwa Lembaga Falakiyah PBNU berpendapat yang dimaksud cahaya fajar-nyata adalah munculnya cahaya fajar-nyata samar yakni berkas cahaya selain cahaya fajar-semu yang muncul tepat di kaki langit Timur meskipun samar-samar. Data-data yang

¹⁶³ *Ibid.*, 9

ada dikumpulkan kemudian diproses dengan mereduksi data yang menjadi standar dalam penelitian kuantitatif. Sehingga data yang tidak memenuhi syarat baik dari segi aspek lokasi, gangguan cahaya maupun gangguan atmosfer dieleminasi dengan menyisakan 37 data yang memenuhi syarat. Data-data tersebut menghasilkan angka lebih besar dari -18° . Data-data tersebut dihasilkan dari pengamatan dari berbagai kota di pulau Jawa yaitu Madiun, Klaten, Pati, Rembang, Banyuwangi, Adapun di luar pulau Jawa yaitu pulau Bawean kepulauan Nusa Tenggara Timur (Labuan Bajo, Kolbano).¹⁶⁴

Dari 37 data tersebut terdapat 17 data dengan dimana cahaya fajar semu terdeteksi, baik secara kasat mata maupun terbidik dengan lensa kamera. Nilai rata-rata 17 data tersebut adalah $19,89^\circ$. Sedangkan 20 data lainnya tidak terdeteksi adanya cahaya fajar semu dengan nilai rata-rata $19,48^\circ$. Namun apabila berpedoman dengan prinsip persamaan batas dengan nilai terendah sebagaimana diadopsi pada visibilitas hilal, maka cukup rasional untuk menyatakan bahwa nilai untuk posisi ketinggian Matahari untuk awal Subuh adalah -21° . Maka dari sudut pandang ilmu falak, angka -21° ini adalah saat cahaya fajar-nyata samar tepat muncul di titik azimuth Matahari nantinya akan terbit sebagaimana disimpulkan dari kajian fikih dengan mengacu pendapat Imam Fakhruddin ar-Razi, az-Zamakhshari dan lain-lain.

¹⁶⁴ Lembaga Falakiyah PBNU Twitter diunggah pada 5 Januari 2022, artikel terkait : <https://www.kompas.com/sains/read/2021/10/05/193000723/fajar-semu-fajar-nyata-dan-waktu-subuh-indonesia-1-?page=2>, diakses pada 6 Januari 2022

Tetapi dalam kajian fikih dikenal juga dengan langkah pengamanan *ihhtiyat* sebagai langkah kehati-hatian dalam melakukan perhitungan. Dengan menggunakan Langkah ini dapat menjamin bahawa cahaya fajar-nyata semar memang sudah benar-benar terbit. Langkah pengamanan yang rasional dengan menambahkan 1° ke dalam angka hasil pengamatan yaitu 21°. Maka nilai -20° atau dengan kata lain tinggi Matahari -20° dipandang lebih tepat.¹⁶⁵

Dari adanya perbedaan kriteria ketinggian Matahari dalam penentuan awal waktu Subuh, harus dikaji dengan menyelaraskan antara perspektif astronomi dan perspektif fiqh. Pada kriteria -20°, dilakukan untuk observasi dan sebagai bentuk klarifikasi. Namun jika pada kenyataannya tidak ditemukan hamburan cahaya pada ketinggian tersebut maka perlu dilakukan observasi yang berulang-ulang di waktu dan tempat berbeda. Jika tetap tidak muncul fajar sadik pada ketinggian -20° maka sudah seharusnya untuk menyesuaikan kriteria mana yang sesuai dengan fenomena alam maupun letak geografis di tempat tersebut. Dalam peneletian observasi tersebut tentunya juga memperhatikan aspek lainnya yang dapat mempengaruhi kemunculan fajar sadik pada kondisi/posisi pengamatan. Salah satu faktor yang mempengaruhi adalah kerendahan ufuk pada tempat pengamatan.¹⁶⁶

Hingga saat ini di Indonesia ijhtihad yang digunakan adalah posisi Matahari 20 deraat di bawah ufuk. Penggunaan angka ini menurut Departemen Agama RI (1994) adalah berdasarkan

¹⁶⁵ *Ibid.*

¹⁶⁶ Diah Utari, Studi Analisi Awal Waktu Salat Subuh (Kajian Atas Relevansi Ketinggian Matahari Terhadap Kemunculan Fajar Shadiq), *Jurnal Maqashid Studi Hukum Islam*, no. 3, 2014,10.

pendapat Saadoeddin Djambek dalam bukunya salat dan puasa di daerah kutub dan Abd Rachim dalam bukunya ilmu falak. Angka 20° ini sebenarnya adalah angka yang diberikan oleh Ibnu Yunus seorang ilmuwan yang hidup pada masa Al Biruni. Angka ini merupakan modifikasi dari hasil penemuan al Biruni dengan penyesuaian terhadap kepekaan mata dalam mengamati awal fajar dan akhir senja. Hal ini dilandasi adanya pemikiran bahwa respon mata lebih peka untuk mengamati proses perubahan gradual dari gelap ke terang dari pada dari terang ke gelap. Sehingga diambil angka koreksi 2° ini meskipun pada dua kejadian tersebut sama-sama twilight.¹⁶⁷

Perbedaan yang ada mengenai kriteria posisi ketinggian Matahari untuk awal waktu Subuh baik dikalangan pakar falak dan Kementrian Agama Islam sudah dianggap wajar asalkan ada dalil-dalil yang membenarkan, karena hal ini merupakan produk ijtihadiyah. Namun pengecualian untuk orang awam yang perlu dilakukan yaitu memilih dan mimilah pendapat dengan kehati-hatian. Pemilihan pendapat ini berlandaskan dengan kriteria bahawa pendapat yang diambil adalah dari pendapat dari orang yang berilmu dan lebih mumpuni dalam bidangnya. Hal ini diupayakan ketika terjadi kebingungan dalam menimbang ulang pendapat-pendapat para ulama yang ada. Dari hasil pengamatan penulis bahwa adanya perbedaan kriteria ketinggian Matahari untuk awal Subuh perlu dikaji kembali dan diteliti secara mendalam. Hal ini dikarenakan berkaitan dengan waktu

¹⁶⁷ Furziah, "Awal Waktu Subuh menurut Tono Saksono", *Tesis*, Fakultas Syariah dan Hukum Uin Walisongo Semarang, 2010, 51

dimulainya awal waktu salat Subuh dan waktu sebagai waktu haram bagi orang yang hendak melakukan puasa.

Pada penelitian awal yaitu pada 21 Agustus 2020 di pematang Sawah desa Ringinpitu. Pada pengamatan ini kondisi langit cukup cerah namun tidak dengan kondisi ufuk di pematang sawah yang terganggu dengan cahaya lampu persawahan yang warga Ringinpitu yang kebetulan pada saat itu sedang musim tanam bawang merah. Sehingga cahaya lampu yang ada cukup mengganggu pengamatan yang mengakibatkan data mengalami kecacatan. Sehingga penulis tidak memutuskan untuk tidak memaki data pada waktu tersebut. Kemudian pada 22 Agustus 2020 pengamatan yang dilakukan penulis yaitu di daerah penambangan pasir yang terletak di salah satu desa di Badas. Lokasi penelitian merupakan pematang sawah dan terdapat sungai yang digunakan untuk menambang pasir. Lokasi terletak agak masuk ke dalam dari jalan utama. Memang hasil pengamatan penulis tidak jauh beda dengan awal waktu salat Subuh yang digunakan oleh Kementerian Agama, yaitu $17,25^\circ$ dibawah ufuk. Sedangkan pada jadwal Kemenag awal waktu Subuh terjadi pada pukul 04.33 yang berarti selisih 11 menit dengan hasil pengamatan penulis. Pada saat tersebut memang kondisi langit sedang sedikit berawan dan sedikit berkabut sehingga dapat mempengaruhi hasil bidikan kamera. Oleh karena itu, Mengingat kondisi langit yang tidak menentu, sehingga bisa saja posisi ketinggian Matahari lebih rendah dari hasil pengamatan penulis dan awal waktu salat Subuh lebih awal. Namun pada hari selanjutnya yaitu pada 25 Agustus 2020 dapat dikatakan langit cerah dan tidak mengalami gangguan atau noise sehingga pada gambar 3.20 grafik hasil pengamatan penulis

intensitas cahayanya menunjukkan kenaikan yang konstan. Sedangkan pada 26 Agustus 2020 grafik intensitas cahaya hasil pengamatan penulis menunjukkan bahwa cahaya fajar sadik terdeteksi pada pukul 04.25 WIB dengan posisi Matahari $18,75^\circ$ di bawah ufuk. Pada gambar 3.21 juga menunjukkan kenaikan intensitas cahaya sebelumnya, namun pada saat tertentu juga mengalami penurunan sehingga penulis mengambil titik grafik kurva yang menunjukkan kenaikan intensitas cahaya yang secara konstan. Dimana menurut teori yang seharusnya keberadaan cahaya fajar sadik ditandai dengan meningkatnya intensitas yang ada dan terus meningkat hingga Matahari terbit. Sehingga tidak mungkin jika nilai intensitasnya menjadi turun, kecuali terdapat hal-hal yang mempengaruhi kemunculan fajar sadik.

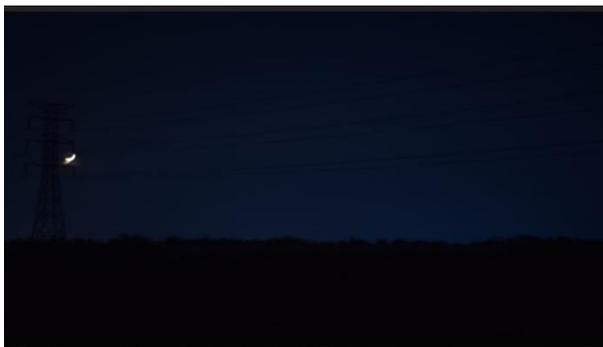
Pada lokasi pengamatan selanjutnya adalah Pantai Cemara Tuban. Hasil pengamatan yang didapat penulis adalah terjadi selisih dengan jadwal Kemenag dimana digunakan sebagai acuan dalam penentuan salat di Indonesia. Selisih tersebut adalah 9 menit lebih cepat dari hasil pengamatan penulis. Hasil penulis menunjukkan perubahan kenaikan intensitas cahaya pada gambar grafik 3.23 terjadi pada pukul 04.23 WIB. Pada grafik tersebut menunjukkan naik turunnya intensitas cahaya yang tidak konstan sehingga penulis menarik kesimpulan bahwa mungkin saja fajar sadik sudah terdeteksi sebelumnya. Hal ini disebabkan oleh kondisi langit pada saat tersebut sedikit berawan.

Sedangkan pada lokasi selanjutnya yaitu pada Pantai Pasir Putih Tuban, data hasil bidikan kamera dianggap tidak valid karena pada saat tersebut keadaan langit memang terlihat gelap sempurna namun ternyata ada awan mendung yang cukup tebal. Sehingga

penulis tidak mengambil data yang di ambil dari lokasi tersebut. Begitupun dengan lokasi selanjutnya yang terjadi kesalah teknis dalam mempersiapkan alat instrument pada pengamatan lapangan sehingga data yang diambil tak dapat diproses pada aplikasi.

Kemudian pada lokasi selanjutnya adalah di pematang sawah desa Matakan Badas, hasil dari pengamatan penulis cahaya fajar sadik terdeteksi pada pukul 04.16 WIB selisih 6 menit dengan jadwal awal waktu salat Subuh dari Kemenag. Gambar 3.27 menunjukkan kenaikan intensitas cahaya pada waktu sebelumnya hal ini dapat juga dijadikan sebagai acuan dalam melihat adanya kemunculan fajar sadik namun. Yaitu pada mulai pukul 03.50 kemudian turun drastis pada pukul 03.52. namun hal ini tidak dapat dijadikan acuan mengingat kondisi langit pada sa

at tersebut terdapat cahaya bulan yang memang pada saat itu bertepatan dengan quarter pertama usia bulan pada saat tersebut sehingga naik turunnya grafik yang ada dipengaruhi hal tersebut. Tapi berdasarkan kesaksian penulis fajar sadik dapat dilihat dari kenaikan intensitas cahaya pada grafi pada pukul 04.16 WIB pada ketinggian Matahari $18,5^{\circ}$ di bawah ufuk. Seperti pada gambar berikut;



Gambar 4.1 hasil bidikan kamera DSLR pada saat pengamatan di pematang sawah di desa Matakan

Berdasar pada penelitian dan pengamatan secara langsung yang dilakukan oleh penulis, penulis lebih sependapat dengan pendapat yang menyatakan bahwa kemunculan fajar sadik lebih relevan apabila disamakan dengan fajar astronomi. Fajar astronomi yaitu fajar dengan ketinggian Matahari 18 derajat di bawah ufuk. Kriteria ketinggian yang dimiliki fajar astronomi salah satunya adalah dengan ketinggian Matahari -18° - -14° . Pendapat lain mengatakan bahwa kemunculan fajar sadik dapat dilihat pada ketinggian -15° atau bahkan -14° bisa dikatakan pada musim tertentu saja, seperti pada musim hujan karena pada musim tersebut terdapat kabut yang lebih tebal dari biasanya. Hal inilah yang mempengaruhi kemunculan cahaya fajar shidiq, yang bisa saja muncul lebih awal amun karena terhalang oleh faktor alam menyebabkan cahaya fajar dapat dideteksi pada posisi Matahari yang lebih tinggi. Sebagaimana hasil pengamatan yang dilakukan oleh penulis menghasilkan rata-rata ketinggian Matahari pada $17,9^{\circ}$ di bawah ufuk. Namun hasil pengamatan dari penulis masih dikatakan jauh untuk dijadikan acuan dalam penentuan awal waktu salat Subuh. Mengingat sulitnya medan penamatan yang dialami oleh penulis.

Munculnya perbedaan kriteria ketinggian Matahari dalam penentuan awal waktu salat Subuh adalah dipengaruhi oleh beberapa faktor. Seperti yang telah dipaparkan. Dalam gambaran keberadaan posisi Matahari awal waktu Subuh adalah kebalikan dari awal waktu isya. Jika diukur pada posisi keberadaan Matahari, posisi Matahari untuk waktu isya adalah -18° di ufuk barat. Hal

tersebut disebabkan karena ketika Matahari baru saja terbenam, sehingga masih ada sisa-sisa cahaya yang dipantulkan oleh lapisan atmosfer bagian atas yang masih menerangi Bumi. Sehingga pada waktu itu belum sepenuhnya gelap. Terkait dengan ketinggian -20° yang ditetapkan sebagai penentuan awal waktu Subuh. Sehingga timbul pertanyaan mengapa muncul kriteria yang berbeda pada dua waktu awal salat yang memiliki gambaran astronomisnya memiliki posisi yang sejajar.¹⁶⁸

Adapun faktor lain yang dapat mempengaruhi kondisi langit saat terbitnya fajar adalah salah satunya yaitu, kondisi atmosfer Bumi. Atmosfer Bumi memiliki sifat optis yang mampu membiaskan, menghamburkan dan menyerap berkas cahaya Matahari. Atmosfer merupakan medium bening berlapis-lapis dengan kerapatan yang berbeda-beda untuk setiap lapisan. Maka setiap lapisan atmosfer memiliki indeks biasnya masing-masing dan dapat membiaskan cahaya yang terkena permukaan atmosfer. Berkas cahaya yang masuk berasal dari aruang angkasa yang datang akan dibiaskan mendekati garis normal. Sehingga berkas cahaya tersebut dapat tiba pada sebuah titik di permukaan bumi meskipun Matahari belum terlihat secara langsung dan masih berada di bawah ufuk.

Kemampuan atmosfer Bumi untuk menghamburkan berkas cahaya Matahari ditopang oleh adanya molekul-molekul (Nitrogen dan Oksigen) serta partikel mikro. Sehingga hamburan oleh atmosfer tersebut menyebabkan langit terlihat berwarna biru di

¹⁶⁸ Muchtar Salimi, *Ilmu Falak (Penentuan Awal Waktu Salat dan Arah Kiblat)*, (Surakarta: Fakultas Agama Islam jurusan Syari'ah Universitas Muhammadiyah Surakarta, 1997), 45.

siang hari dan kemerah merahan pada saat senja atau fajar. Kemampuan atmosfer Bumi dalam menyerap cahaya yang mengenainya disebabkan oleh kandungan molekul tertentu yang ada di atmosfer tersebut salah satunya yaitu Ozon. Molekul ozon menyerap berkas cahaya Matahari sehingga menghasilkan komponen cahaya biru disbanding komponen lain. Kombinasi ketiga faktor tersebut menjelang Matahari terbit melahirkan fajar sadik.¹⁶⁹

Berikut adalah faktor-faktor yang mempengaruhi ketampakan fajar sadik menurut Thomas Djamaluddin :¹⁷⁰

1. Ketebalan Atmosfer

Thomas Djamaluddin menyebutkan faktor perbedaan lintang (jauh dekatnya dengan ekuator) yang menyebabkan tingkat ketebalan atmosfer yang berbeda sehingga berdampak pada munculnya fajar astronomi yang lebih cepat atau lebih lambat.

2. Temperatur

Temperature/suhu udara berhubungan dengan tinggi rendahnya suatu tempat, dan kelembapan udara berhubungan dengan perubahan iklim/cuaca dan polusi udara. Temperature yang rendah akan menghambat kehadiran fajar. Sedangkan temperature yang tinggi akan meneruskan cahaya fajar sehingga fajar akan terlihat lebih cepat.

3. Kelembapan Udara

¹⁶⁹ Hendro Setyanto, <https://www.nu.or.id/opini/tentang-cahaya-fajar-dan-awal-waktu-subuh-NOfeA> diakses pada 18 Februari 2022.

¹⁷⁰ Imam Qusthalaani, Verifikasi Ketinggian Fajar Sidik (Studi Kasus di Desa Karangasem Kecamatan Sedan Kabupaten Rembang), *Tesis*, Program Studi Ilmu Falak Fakultas Syariah dan Hukum UIN Walisongo Semarang, 2019, 42-47.

Perubahan iklim atau cuaca dapat mempengaruhi warna cahaya fajar saat muncul ke permukaan. Kelembapan udara yang tinggi (intensitas air tinggi) akan menyebabkan warna fajar berupa oranye biru tua-kemerahan. Sedangkan kelembapan udara yang cenderung rendah dapat menyebabkan warna fajar berupa putih buram-biru tua – kuning-hitam.

4. Polusi

Faktor lain yang mempengaruhi kemunculan fajar adalah polusi, baik itu polusi udara maupun polusi cahaya. Polusi akan menghambat kehadiran fajar untuk terlihat sehingga cahaya fajar lebih lambat untuk terlihat.

Penulis lebih sepakat dengan pendapat yang menyatakan bahwa fajar sadik lebih relevan apabila disamakan dengan apa yang disebut dengan fajar astronomi (fajar dengan ketinggian Matahari -18°) yang sebelumnya ditentukan dengan kurva cahaya. Dalam pemahaman fajar astronomi, penulis lebih sepakat apabila penyebutan fajar yang dimulai dengan ketinggian Matahari (-18° - -14°) dengan pemahaman teori bahwa waktu awal Subuh adalah saat birunya langit mulai kelihatan, meskipun sedikit, demikian juga dengan bagian terkecil dari horizon timur. Pada ketinggian selanjutnya disebut dengan fajar sipil yaitu dengan kriteria ketinggian Matahari -12° . Beberapa anggota berpendapat bahwa -15° atau bahkan -14° adalah mungkin pada musim tertentu yaitu seperti pada saat musim hujan yang lebih sering muncul kabut. Selain itu perhitungan awal waktu salat dengan menggunakan data ephemeris juga telah menggunakan beberapa koreksi diantaranya adalah koreksi kerendahan ufuk dan refraksi. Koreksi tersebut memiliki pengaruh yang besar terhadap penggunaan ketinggian

Matahari, khususnya pada jam jadwal waktu salat yang dihitung. Ketinggian tersebut berlaku untuk semua tempat, karena sebelumnya pada perhitungan telah dilakukan beberapa koreksi ketinggian tempat yang berpengaruh pada kerendahan ufuk. Tidak ada salahnya bagi pemerintah untuk mengkaji kembali ketinggian Matahari untuk waktu Subuh, bahkan tidak hanya Subuh, koreksi tersebut juga harus diaplikasikan untuk semua waktu salat. Hal ini bertujuan agar tidak ada keresahan dan kesimpangsiuran yang terjadi di masyarakat dengan beberapa pendapat yang berbeda terkait dengan kesalahpahaman waktu salat Subuh.

Adapun mengenai ketinggian Matahari untuk awal Subuh yang mengalami berbagai perbedaan hendaknya konsep awal waktu salat Subuh dalam perspektif fiqh maupun astronomi terdapat keselarasan. Apabila selama ini dari beberapa hasil pengamatan fajar sadik dengan hasil -20° belum terlihat fajar sadik, beberapa hasil pengamatan tersebut menunjukkan bahwa ketika dilakukan pengamatan yang disesuaikan dengan perhitungan waktu salat pada ketinggian -20° , fajar sadik merupakan pertanda awal waktu Subuh cahayanya membentang dari bentangan ufuk timur. Pada kenyataan seperti inilah, semuanya harus diluruskan. Kembali terkait dengan ketidakselarasan tersebut. Pengamatan hendaknya dilakukan dengan mencocokkan beberapa kriteria ketinggian Matahari lainnya, sehingga bisa didapati kesimpulan yang pasti dengan permasalahan tersebut

Dalam memahami fajar sadik pun juga harus dilakukan secara utuh oleh semua pihak yang mengkajinya. Pemahaman ini tidak hanya saja memerlukan pemahaman dalam artian pengertian fajar sadik yang merupakan fajar kedua setelah fajar kadzib. Hal

ini berarti kita harus memahami hal-hal yang harus diketahui yang berhubungan dengan bentuk fisik fajar sadik itu sendiri, seperti halnya warna dan bentuk keberadaannya. Karena dalam lapangan saat melakukan pengamatan ditemukan berbagai kesulitan mengenai medan lapangan pengamatan itu sendiri yang berkaitan dengan warna fajar sadik saat Matahari akan terbit.

BAB V

Penutup

A. Kesimpulan

1. Menurut Tono Saksono kemunculan fajar sadik sebagai penentuan awal waktu salat Subuh pada posisi ketinggian Matahari pada $-13,4^\circ$. Berdasarkan pengamatan yang dilakukan belum ada fakta sintifik yang membuktikan adanya kemunculan fajar sadik pada ketinggian 20° di bawah ufuk atau sama dengan 80 menit sebelum Matahari terbit. hal ini berdasar penelitian yang dilakukan di beberapa tempat Seperti Depok dan beberapa tempat di Sumatra Utara. Adapun instrument yang digunakan adalah SQM dan AI Sky Camera. Hasil yang dari ribuan data yang didapat dibuatkan algoritma sedemikian rupa sehingga menukan besaran derajat untuk posisi ketinggian Matahari. Sedangkan hasil penelitian oleh beberapa ahli dari Kemenag salah satunya Thomas Djamaluddin berhasil mengindikasikan bahwa pada ketinggian -20° cahaya fajar sadik telah tampak. Hal ini berdasar pada pengamatan yang dilakukan dengan beberapa ahli falak dan astronomi di Labuan Bajo pada tahun 2018. Pengamatan tersebut diikuti oleh ahli falak dan astronomi nusantara, dengan menggunakan berbagai instrument seperti SQM, kamera DSLR bahkan kamera ponsel. Dalam pengamatan tersebut membuahkan hasil bahwa sebagai penguat tentang kriteria yang sudah ada, dengan alasan atmosfer diequator Indonesia lebih tebal jika dibandingkan dengan wilayah lain.

2. Hasil pengamatan penelitian penulis menunjukkan adanya selisih perbedaan baik dengan kriteria Tono Saksono maupun Thomas Djamaluddin. Jika dibandingkan dengan kriteria keduanya hasil pengamatan penulis lebih mendekati dengan kriteria fajar astronomi yaitu berkisar -14° hingga -18° . Dimana yang telah disepakati oleh para ahli bahwa kriteria fajar sadik dapat digambarkan dengan kriteria fajar astronomi sebagaimana mengacu pada karya-karya tulis ilmiah yang terkait dengan selisih 8 hingga 10 menit lebih lambat dengan jadwal awal waktu salat Subuh yang digunakan oleh masyarakat. Rata-rata hasil pengamatan penulis menunjukkan angka $-17,9^{\circ}$ di bawah ufuk. Namun hasil dari pengamatan penulis ini tidak dapat digunakan sebagai acuan secara serta merta dalam penentuan awal waktu Subuh. Dikarenakan penulis menyadari bahwa masih terdapat kekurangan dalam pengamatan dan perlunya dilakukan penelitian yang lebih fokus dan mendalam dengan jangka waktu yang lama. Hal ini dikarenakan kondisi langit dan medan pengamatan yang tidak dapat diprediksi dan mudah berubah-ubah.

B. Saran

1. Dalam penentuan awal waktu Subuh bergantung pada posisi ketinggian Matahari yang masih menimbulkan berbagai perdebatan sehingga baik konsep ketinggian yang diusung Thomas Djamaluddin dan Tono Saksano pun perlu untuk dikaji lebih dalam lagi

2. Untuk mendapatkan data yang preventif perlu dilakukan studi lapangan atau observasi di berbagai daerah yang tentunya sesuai kriteria dan syarat dalam melakukan pengamatan fajar sadik.
3. Perlu adanya transparansi data yang didapatkan setelah pengamatan sehingga dapat digunakan sebagai acuan koreksi dan penyelerasan kriteria ketinggian Matahari dalam penentuan waktu Subuh.

C. Penutup

Syukur Alhamdulillah penulis ucapkan sebagai ungkapan rasa syukur kepada Allah swt yang telah memberikan kemudahan dan kelancaran dalam menyelesaikan skripsi ini sebagai tugas akhir syarat kelulusan dalam jurusan Ilmu Falak, Fakultas Syariah dan Hukum, UIN Walisongo Semarang. Walaupun penulis telah berusaha sebagaimana mestinya namun penulis secara pribadi menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu dengan kerendahan hati penulis mengharapkan kritik dan saran yang konstruktif akan penulis terima demi tercapainya kemaslahatan bersama. Penulis berharap semoga karya tulis ini dapat bermanfaat bagi semua pihak khususnya dalam bidang keilmuan falak di Nusantara.

DAFTAR PUSTAKA

- Abi Abdillah Muhammad bin Ismail al Bukhari, *Shahih Bukhari*,
Juz I, Beirut: Dar al Kutub al ‘Ilmiyah, 1992.
- Abu al Thib Muhammad Syamsuddin al ‘Azhim Abadi, *Aun al
Ma’bud*, Beirut : Dar al Kutub al ‘Ilmiyah, tt.
- Abu Ja’far Muhammad bin Jarir Ath Thabari, *Tafsir At-Thabari*,
diterjemahkan oleh Ahlan Askan, Jakarta : Pustaka
Azzam, 2011
- Ahmad bin Husein bin Ali bin Musa Abu Bakar al-Baihaqy,
Sunan Al Baihaqy Al Kubra, Makkah al Mukarromah :
Maktabah da al-Baz, 1994.
- al Asqalani, Ibn Hajar. *Fath al Bari fii Syarah al Bukhari*,
Semarang : Toha Putra, tt.
- _____. *Bulughul Maram min Adilatil Ahkaam*,
Beirut : Dar al Kutub al Ilmiyah, 1996.
- Al Faruq, Ahmad Ridwan. “Kecerlangan Langit Malam Arah
Zenit di Obeservatorium Bosscha dan Analisis Awal
Waktu Subuh dan Isya Menggunakan Sky Quality
Meter”, *Skripsi*, Bandung: Universitas Pendidikan
Indonesia.Maskufa. *Ilmu Falaq* , Jakarta: Gaung Press,
2009.
- Al Imam Abu al-Husain Muslim ibn al-Hajjaj al-Qusyairi an-
Naisaburi (Imam Muslim), *Sahih Muslim*, Jilid 1, Beirut:
Dar al Fikr li at-Tab’ah wa an-Nasyar wa at Tauzi), 1432
H.

- Al Qarni, 'Aidh. *Tafsir al Muyassar*, jilid I, cet. I, terj. Tim Penerjemah Qisthi Press, Jakarta Timur : Qisthi Press, 2008.
- Alimuddin. "Perspektif Syar'i dan sains Awal Waktu Salat", *Jurnal al Daulah Fakultas Syariah dan Hukum UIN Alaudin Makassar*, vol.1, no.1, Desember 2012.
- Amrullah, Moh. Afif. "Penentuan Awal Waktu Salat Subuh menurut Kementerian Agama dan Aliran Salafi", *Jurisdictie Jurnal Hukum dan Syariah, UIN Maulana Malik Ibrahim*, vol. 2, 2011.
- Arikunto, Suharsimi. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*, cet. 1, Jakarta: PT Rineka Cipta, 2010.
- Ash Shiddieqiey, Tengku Muhammad Hasbi *Tafsir al Qur'anul Majid An Nuur*, cet. 2 juz. 3, Semarang : Pustaka Rizki Putra, 2000.
- Atmanto, Nugroho Eko. "Relevansi Konsep Fajar dan Senja dalam Kitab al Qanun al Ma'sudi Bagi Penetapan Waktu Salat Isya' dan Subuh", *Jurnal Analisa*, vol. 19, no. 01, Januari 2012.
- Azhari, Susiknan. *Pembaharuan Pemikiran Hisab di Indonesia Studi atas Pemikiran Saadoe'ddin Djambek*, Yogyakarta : Pustaka Pelajar, 2002.
- _____. *Ensiklopedi Hisab Rukyat*, Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2005.
- _____. *Ilmu Falak Perjumpaan Khazanah dan Sains Modern*, Yogyakarta : Suara Muhammadiyah, 2007.
- Azwar, Saifuddin. *Metode Penelitian*, cet. v, Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2004.

Ardi, Unggul Surya. Problematika Awal Waktu Subuh antara Fiqh dan Astronomi, *Jurnal Al Afaq* jurnal Ilmu Falak dan Astronomi Fakultas Syariah Universitas Islam Negeri Mataram, vol. 2, no. 2 Desember 2020.

Ariyadi, Sugeng. “Menalar Waktu Subuh”, *Makalah* dalam seminar Mempertanyakan awal waktu Salat Isya dan Subuh Baru diselenggarakan oleh fakultas Syariah dan Hukum Prodi Ilmu Falak UIN Walisongo Semarang, 3 Mei 2018, Selengkapnya lihat <https://pakarfisika.wordpress.com/2018/05/03/seminar-waktu-Subuh-2018/#more-6174>

_____. “Waktu salat terlalu cepatkah?” <https://pakarfisika.wordpress.com>. 2009

Badan Penelitian dan Pengembangan Kementerian Dalam Negeri, “Astronom Lapan Bantah Waktu Salat Subuh Salah”, Mei 2019. <http://litbang.kemendagri.go.id/website/astronom-lapan-bantah-waktu-salat-indonesia-salah/?fbclid=IwAR1V91PaI0C-iVHeE1JpKbK5Pra4c4f5u87nR3I5uY9nRD9PEAsywwi btgY>

Bashori, Agus Hasan. *Koreksi Awal Waktu Subuh*, Malang : Pustaka Qiblati, 2010.

Biruni, Abu Raihan. *Kitab at Tafhim*, Teheran : 1943.

Budi Brata, I Nyoman. *Modul Pengenalan Camera Photo*, Gianyar : SMKN 1 Gianyar, 2008.

Covington, Michel A. *Practical Amateur Astronomy : Digital SLR Astrophotography*, New York : Cambridge University Press, 2007.

Dahlia Haliah Ma'u, "Jadwal Salat Sepanjang Masa di Indonesia (Studi Akurasi dan Batas Perbedaan Lintang dalam Konversi Jadwal Salat)", *Disertasi* Program Pascasarjana UIN Walisongo Semarang, 2013.

Departemen Agama RI, *Pedoman Penentuan Awal Waktu Salat Sepanjang Masa*. Jakarta: Direktorat Jendral Pembinaan Kelembagaan Agama Islam dan Direktorat Pembinaan Badan Peradilan Agama Islam Tahun 1994/1996.

_____, *Almanak Hisab Rukyat*, Jakarta : Proyek Pembinaan Badan Peradilan Agama Islam, 2010.

Direktorat Urusan Agama Islam dan Pembinaan Syariah Direktorat Jenderal Bimbingan Masyarakat Islam, Ephemeris Buku Hisab Rukyat 2019, Jakarta: Kementerian Agama Republik Indonesia, 2019.

Djamaluddin, Thomas. *Menggagas Fiqih Astronomi Tela'ah Hisab Rukyat dan Pencarian Solusi Perbedaan Hari Raya*, Bandung : Kaki Langit , 2005.

_____. "Penentuan Waktu Subuh : Pengamatan dan Pengukuran Fajar di Labuan Bajo", <https://tdjamaluddin.wordpress.com/2018/04/30/penentuan-waktu-subuh-pengamatan-dan-pengukuran-fajar-di-labuan-bajo/>, April 2018.

_____, "Waktu Subuh Ditinjau dari Dalil Syar'i dan Astronomi", 2010,

<http://tdjamiluddin.wordpress.com/2010/04/15/waktuSubuh-ditinjausecaraastronomi-dan-syari/>, diakses pada tanggal 05 Januari 2020

Djambek, Saadoe'ddin. *Salat dan Puasa di daerah Kutub*, Jakarta: Bulan Bintang, 1974.

_____. *Pedoman Penentuan Jadwal Awal Waktu Salat Sepanjang Masa*, Jakarta : Bulan Bintang. 1947.

Fadoli, Ahmad. “Analisis Komparasi Perhitungan Waktu Salat Dalam Teori Geosentrik dan Geodetik”, *Tesis Semarang : Program Megister Program Pascasarjana Institut Agama Islam Negeri Walisongo*, 2013

Furziah, “Waktu Salat Subuh Menurut Tono Saksono”, *Tesis Fakultas Syariah dan Hukum Prodi Ilmu Falak Pascasarjana UIN Walisongo Semarang*, 2019.

Hambali, Slamet. *Ilmu Falak 1 Penentuan Awal Waktu Salat & Arah Kiblat Seluruh Dunia*, Semarang : Program Pascasarjana IAIN Walisongo, 2011.

Handayani, Laelah Fitri. “Tinjauan Fikih dan Astronomi Terhadap Pemikiran Tono Saksono dalam Penentuan Awal Waktu Salat Subuh di Indonesia”, *Skripsi Fakultas Syariah Program Studi Ilmu Falak Universitas Islam Negeri Mataram*, Perpustakaan UIN Mataram : 2020. Ismail S., *Waktu Salat dan Arah Qiblat*, (Padang : Taman Ilmu, 2009), 56.

Harijadi Noor, Laksmiyanti Annake. “Uji Akurasi Hisab Awal Waktu Subuh Dengan Sky Quality Meter”, *Skripsi Fakultas Syariah dan Hukum UIN Walisongo Semarang*, 2016.

- Hendrajaya, Lilik. *Optika*, cet.vi, Surabaya : Sinar Wijaya, tt.
- Hendri, “Fenomena Fajar Sadik Penanda Awal Waktu Salat Subuh, Terbit Matahari dan Awal Waktu Dhuha”, *Jurnal Al Hurriyah Hukum Islam*, vol. 02, no. 02, Juli - Desember, 2017.
- Husniyah, Zahrotul. “Analisis Pengaruh Perhitungan Solar DIP Tono Saksono Terhadap Awal Waktu Salat Isya dan Syubuh”, *Skripsi*, Fakultas Syariah dan Hukum Jurusan Hukum Perdata Islam Prodi Ilmu Falak UIN Sunan Ampel Surabaya, 2019.
- Imam An Nawawi, *al Majmu’ Syarah al Muhadzab*, Mesir : ad Daarul ‘alamiyah, tt. terj. Abdul Somad, Umar Mujtahid, terj. Al Majmu’ Syarah al Muhadzab Imam Nawawi, , Jakarta : Pustaka Azzam, 2010
- Imam Muslim bin al-Hajjaj al Qusyaury an-Naisabury, *Shahih Muslim*, Juz I, Beirut : Dar al Kutub al-Ilmiyah, tt.
- Imam Taqiyuddin Abi Bakar Bin Muhammad Al-Husaini, *Kifayatul Akhyar fi Haili Gayatul Ikhtisar*, tt, diterjemahkan oleh KH. Syarifuddin Anwar dan KH. Mishbah Musthafa, *Kifayatul Akhyar (Kelengkapan Orang Saleh)*, Surabaya : CV Bina Iman, tt.
- Indrawan, Rully & R. Poppy Yaniawati, *Metodologi Peneletian Kuantitatif, Kualitatif, dan Campuran Untuk Manajemen, Pembangunan, dan Pendidikan*, Bandung: Refika Aditama, 2014.
- Izzuddin, Ahmad. *Ilmu Falak Praktis Metode Hisab-Rukyat Praktis dan Solusi Permasalahannya*, cet. II, Semarang: Pustaka Rizki Putra, 2014.

- Jaelani, Zubaer Umar. *al Khulashoh al Wafiyah fi al Falaki bi Jadawil al Lughoritmiah*, tt:tp,tth.
- Karimah, Niswatul. “Aplikasi Edge Detection untuk mengetahui Fajar Sadik sebagai Penentuan Awal Waktu Subuh Menggunakan GUI MATLAB”, *Skripsi* Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang, 2019.
- Kementerian Agama RI, Buku Saku Hisab Rukyat, (Jakarta : Sub Direktorat Pembinaan Syariah dan Hisab Rukyat Direktorat Urusan Agama dan Pembinaan Syariah Direktorat Jendral Bimbingan Masyarakat Islam, 2013.
- Khoirunnisak, Ayuk. “Studi Analisis Awal Waktu Subuh (Kajian Atas Relevansi Nilai Ketinggian Matahari Terhadap Kemunculan Fajar Sadik)”, *Skripsi* Fakultas Syariah Institut Agama Islam Negeri Walisongo, Semarang: 2011.
- Khazin, Muhyiddin. *Ilmu Falak dalam Teori dan Praktik*, cet. II, Yogyakarta : Buana Pustaka, 2005.
- _____. *Kamus Ilmu Falak*, Yogyakarta: Buana Pustaka, 2008
- Lembaga Falakiyah PBNU Twitter, artikel terkait, “Fajar Semu, Fajar Nyata, dan Waktu Subuh di Indonesia”, <https://www.kompas.com/sains/read/2021/10/05/193000723/fajar-semu-fajar-nyata-dan-waktu-Subuh-indonesia-1-?page=2>, diunggah pada 5 Januari 2022.
- Marpaung, Watni. *Pengantar Ilmu Falak*, Jakarta : Prenadamedia, 2015.
- Maskufa. *Ilmu Falaq*, Jakarta : Gaung Persada Press, 2009.

- Moleong, Lexy J. *Metodologi Penelitian Kualitatif*, Bandung : Remaja Rosda Karya, 2013.
- Mughits, Abdul. “Problematika Jadwal Waktu Salat Subuh di Indonesia”, *Asy Syir’ah Jurnal Ilmu Syari’ah dan Hukum UIN Sunan Kalijaga*, vol. 48, 2014.
- Muhammad Jawad Mughniyyah, *Fiqh Lima Mahdzab*, cet vi, Jakarta : Lentera, 2007.
- Murtadho, Moh. *Ilmu Falak Praktis*, Malang : UIN Maulana Malik Ibrahim Malang Press, 2008
- Nahwandi, M. Syaoyi. “The Reformulation of Algorithm for Calculating Stars Position As The Sign of Isya and Fajr Prayer Times”, *Jurnal Al Hilal : Journal of Islamic Astronomy*, vol. 1, no.1, 2019.
- Nurmal, Nur. *Ilmu Falak (Teknologi Hisab Rukyat Untuk Menentukan Arah Kiblat, Awal Waktu Salat dan Awal Bulan Qamariyah)*, Padang : IAIN Imam Bonjol, 1997
- Qusthalaani, Imam. “Verifikasi Ketinggian Fajar Sidik (Studi Kasus di Desa Karangasem Kecamatan Sedan Kabupaten Rembang)”, *Tesis*, Program Studi Ilmu Falak Fakultas Syariah dan Hukum UIN Walisongo Semarang, 2019.
- Rachim, Abdur. *Ilmu Falak*, Yogyakarta: liberty 1983 Hal. 40. (ed) Furziah, “Awal Waktu Salat Subuh Menurut Tono Saksono”, Tesis, Ilmu Falak Pascasarjana Syariah dan Hukum UIN Walisongo Semarang, 2019
- Sabiq, Sayyid. *Fiqh as Sunnah*, Juz I, Beirut : Dar al Fikr, 1968.
- Ritonga, Marataon. “Menentukan Ketinggian Fajar Shidiq Sebagai Lahan Ijtihad”, OIF UMSU,

<https://oif.umsu.ac.id.2020/06/menentukan-ketinggian-fajar-sadik-sebagai-lahan-ijtihad/> , 22 Juni 2020.

Rohmah, Nihayatur. *Syafaq & Fajar (Verifikasi dengan Aplikasi Fotometri : Tinjauan Syar'i dan Astronomi)*, Bantul : Lintang Rasi Aksara Books, 2012.

Saksono, Tono. *Evaluasi Awal Waktu Subuh & Isya Perspektif Sains, Teknologi, dan Syari'ah*, Jakarta: UHAMKA Press &LPP AIKA UHAMKA, 2017
Saksono, Tono. "Premature Dawn In Indonesia", *Makalah* disampaikan pada Seminar Falak Kontemporeri Kebangsaan. 3 Juli. Dewan Besar Islam Iskandar Johor Baru, Malaysia, 2019.

_____. "Premature Dawn in Indonesia", *Makalah* disampaikan pada Seminar Falak Kontemporeri Kebangsaan 2019, Dewan Besar Pusat Islam Iskandar, Johor Bahru, Malaysia, 3 Juli 2019.

_____. "Kesalahan Mendasar Cara Menganalisis Data Subuh Labuan Bajo", courtstay of youtube VOA Islam channel

_____. "Indonesia Salat Subuh terlalu awal 26 menit, Isya lambat 26 menit"., dalam wawancara dengan VOA. <https://www.voa-islam.com/read/tekno/2018/01/17/55577/prof-dr-tono-indonesia-sholat-Subuh-terlalu-awal-26-menit-isya-lambat/> atau pada video youtube channel VOA ISLAM, 2018.

Salimi, Muchtar *Ilmu Falak (Penetapan Awal Waktu Salat dan Arah Kiblat)*, Surakarta : Fakultas Agama Islam Jurusan Syari'ah Universitas Muhammadiyah Surakarta, 1997.

- Sakirman, “Analisis Fotometri Kontras Visibilitas Hilal Terhadap Cahaya Syafaq”, *Tesis* Program Pascasarjana Institut Agama Islam Negeri Walisongo Semarang, 2012.
- Sadik, Sriyatin. *Ilmu Falak*, Surabaya: Yayasan al-Falakiyah, 2010
- Shihab, M. Quraish *Tafsir al Misbah Pesan Kesan, dan Kekeragaman Al Qur'an*, Jakarta : Lentera Hati, 2002.
- Setyanto, Hendro. “Cahaya Fajar dan Awal Waktu Subuh”, [https://www.nu.or.id/opini/tentang-cahaya-fajar-dan-awal-waktu-Subuh-NOfeA](https://www.nu.or.id/opini/tentang-cahaya-fajar-dan-awal-waktu-subuh-NOfeA), 2020.
- Tarmi, *Islam Untuk Disiplin Ilmu Astronomi*, Jakarta : Departemen Agama Republik Indonesia, 2000.
- Utari, Diah. “Studi Analisis Awal Waktu Subuh (Kajian Ketinggian Matahari Terhadap Kemunculan Fajar Shidiq)”, *Jurnal Maqasid* Fakultas Agama Islam Universitas Muhammadiyah Surabaya, vol. 3, 2014.
- U.s. Naval Observatory Washington DC, *Explanatory Supplement to the Astronomical Almanac*, Great Britain : University Science Book, 2006.
- Wilardjo, Like. *Kamus Fisika*, Jakarta : Balai Pustaka, 2000.
- <https://www.timeanddate.com/astronomy/different-types-twilight.html>, Time and date diakses pada 7 Januari 2020.
- https://en.wikipedia.org/wiki/Nikon_D5300 diakses pada 03 Desember 2020.
- http://en.eikipedia.org/wiki/Exposure_value diakses pada tanggal 7 ktober 2020.

LAMPIRAN

- Mulai Februari 2017 dengan data SQM tahun 2015.
- Januari 2018, terbit buku hasil tahap pertama.
- Mulai 2019, cakupan riset subuh kami → **GLOBAL**.
- Kami punya grup penelitian internasional *Global Twilight Project*.
- *Anchor points*-nya: Indonesia (UHAMKA), Inggris (OpenFajr Project), Amerika Serikat (Islamic Center of Tacoma).
- Director OpenFajr Project, UK: *"I first need to pay tribute to @tsaksono for the day-by-day analysis of the data. I believe that this algorithmic method of identifying the time of fajr will be ground-breaking for the whole world."*

EVALUASI AWAL WAKTU SUBUH & ISYA
 Kajian Sains, Teknologi dan Syariah
zoom

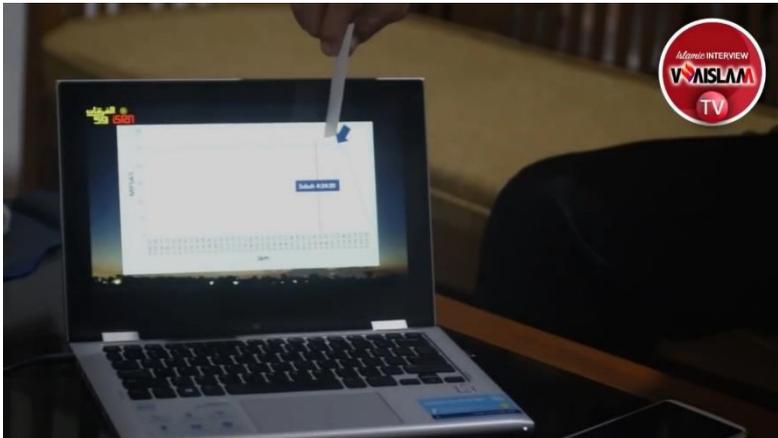
Problem global di dunia Islam

Country	Fajr Dip (deg)	Isha Dip (deg)	Remarks
ISNA	17.5	15	Up to 2015, fajr: -15°
Muslim World League	18	17	
Umm al-Qura University	18.5	22.5	90 minutes after maghrib
Egyptian General Authority of Survey	19.5	17.5	
Shiah Istna (Jaafari)	16	14	
Indonesia, Malaysia, Singapore, Brunei	20	18	Malaysia changed fajr dip to -18°

Local Horizon **Day**
 Sunset (Maghrib) Civil Twilight
 Civil Dawn Nautical Twilight
 Nautical Dawn Astronomical Dawn
 Astronomical Dawn **Celestial Sphere (Bola Langit)**

zoom

Seminar Mengkaji Ulang munculnya Fajar di Indonesia dan Global dengan Narasumber Tono Saksono yang diadakan oleh UHAMKA pada 21 Oktober 2020



Wawancara Tono Saksono dengan VOA ISLAM 18 Januari 2018

1. Pematang sawah dusun Kalianyar desa Ringinpitu



Kondisi langit pada tanggal 04 Agustus 2020 pukul 04.36 WIB. Gambar tersebut merupakan hasil observasi penelus sebelum melakukan penelitian



Hasil bidikan pada 21 Agustus 2020 pukul 04.29 WIB

2. Penambangan Pasir Badas

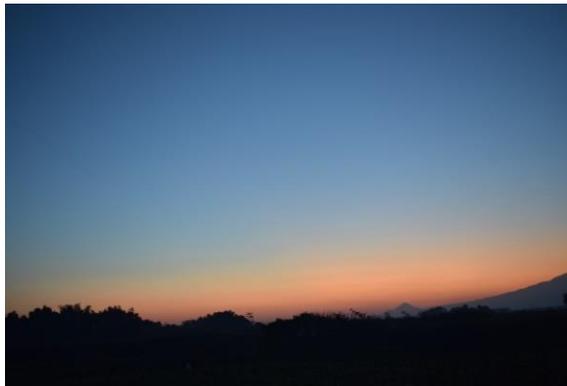
Bidikan pada penelitian di Penambangan Pasir Badas 22 Agustus



2021 pukul 04.21 berkas cahaya putih membentang sepanjang ufuk mulai terdeteksi

Bidikan pada penelitian di Penambangan Pasir Badas 22 Agustus

2021 pukul 05.13 Matahari mulai naik ke atas ufuk





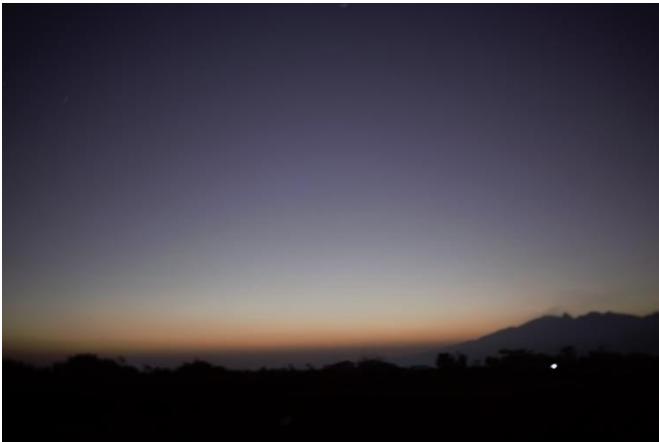
Hasil bidikan pada 04.44 WIB 28 Juli 2020 yang merupakan observasi pertama penulis untuk mengetahui kondisi langit di lokasi pengamatan



Hasil bidikan pada 25 Agustus 2020 04.31 dimana cahaya fajar mulai terdeteks ditandai dengan kondisi langit yang tampak terang sepanjang ufuk timur.



Pada pukul 04.25 WIB 26 Agustus 2020 cahaya fajar mulai tampak di ufuk timur



Sedangkan pada pukul 04.56 sinar Matahari mulai terlihat pertanda Matahari mulai naik mendekati ufuk.



Bidikan pada pukul 04.08 WIB 29 Agustus 2020 dengan menggunakan tambahan waktu exposure sehingga terlihat terang dari apa yang terlihat dengan mata telanjang

3. Pantai Cemara Tuban



Bidikan pada pukul 04.10 WIB 08 September 2020 dengan tambahan exposure yang lebih panjang dan ISO yang lebih tinggi, sehingga terlihat jelas penampakan ufuk timur.



Hasil bidikan pada pukul 04.23 dimana mulai terdeteksi adanya kemunculan fajar sadik



Sedangkan pada pukul 04.49 Matahari mulai menampakkan sinarnya sehingga terlihat langit ufuk Timur



Bidikan pada pukul 04.04 WIB dimana dengan pengaturan kamera menggunakan file JPG, sehingga data yang diperoleh dianggap tidak valid karena tidak terbaca pada aplikasi IRIS.

4. Pantai Pasir Putih

Hasil Bidikan pada 04.34 09 September 2020 dimana yang



seharusnya sudah terdeteksi fajar namun ternyata langit dalam keadaan mendung

5. Pantai Kelapa

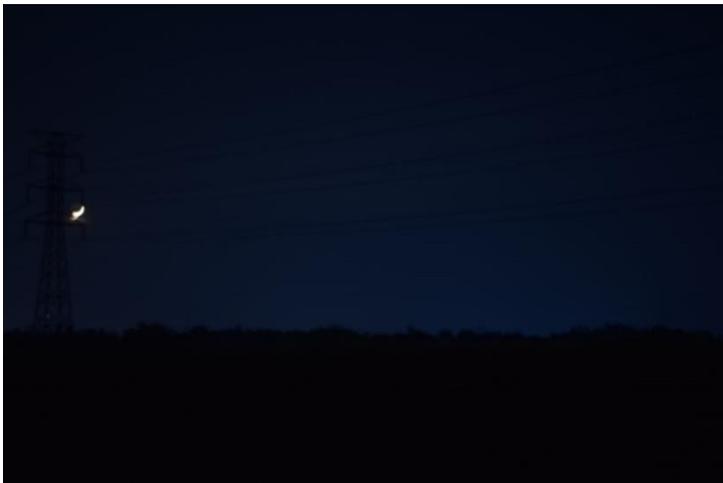


Bidikan pada pukul 04.36 WIB 11 September 2020 cahaya fajar sadik mulai meyebar merata menerangi ufuk Timur



Matahari telah terbit di atas ufuk pada pukul 05.33 WIB

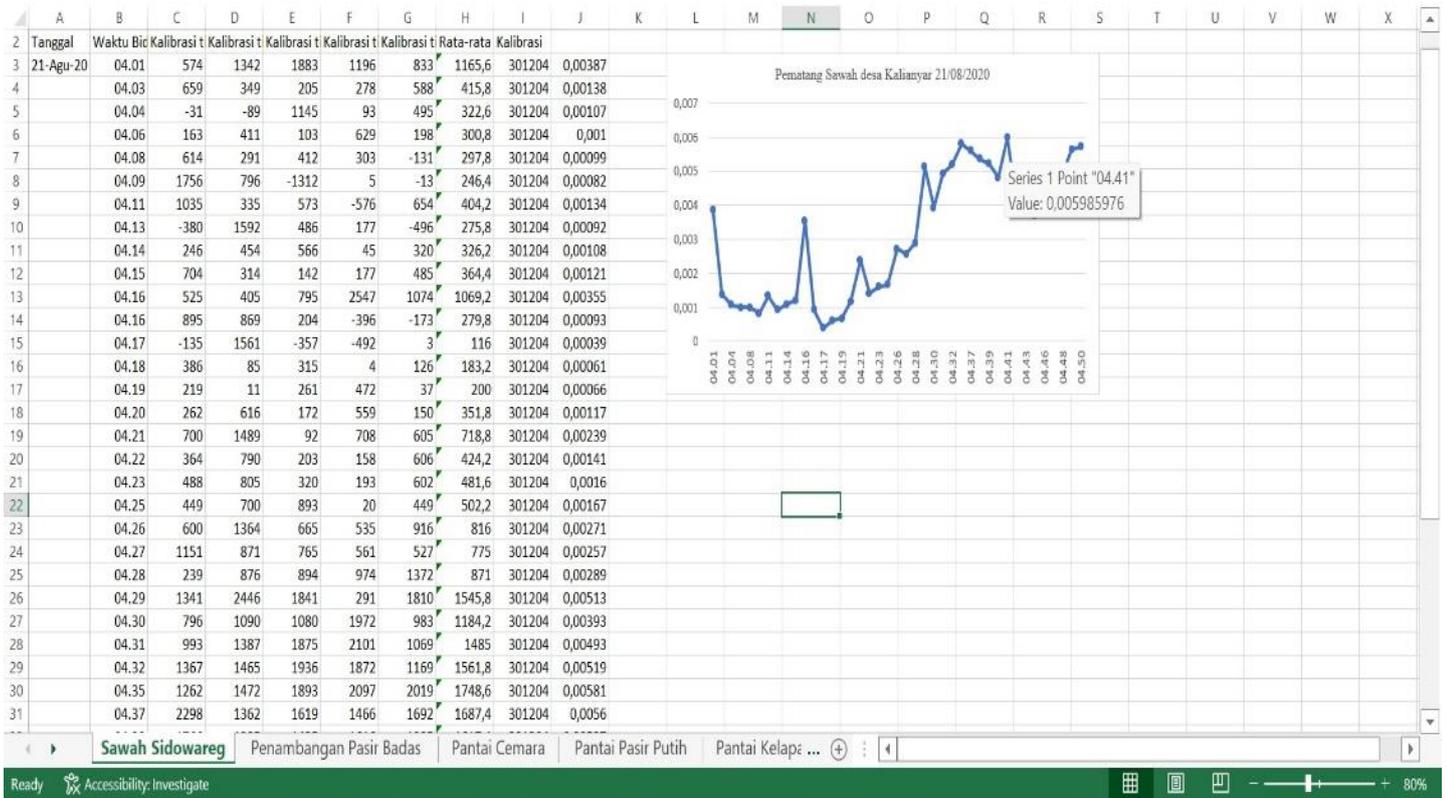
6. Area Persawahan desa Matakan kecamatan Badas



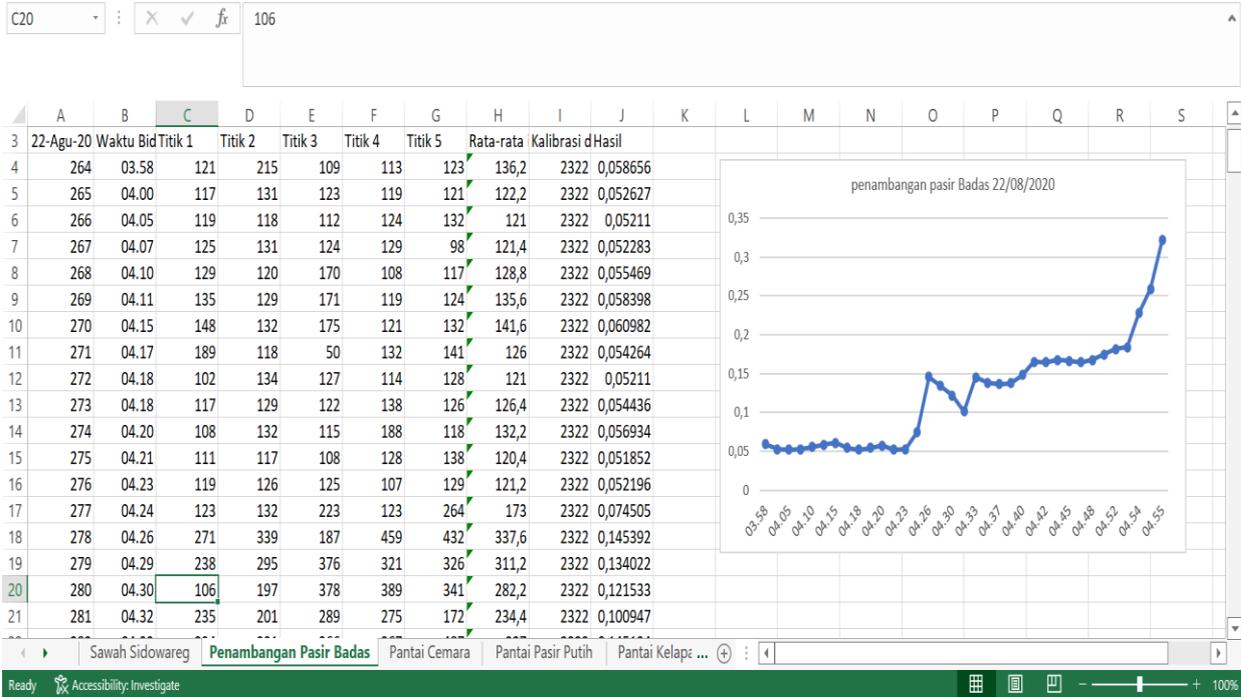
Pengambilan citra fajar dengan exposure 30 detik pada pukul
04.04 WIB 15 September 2020



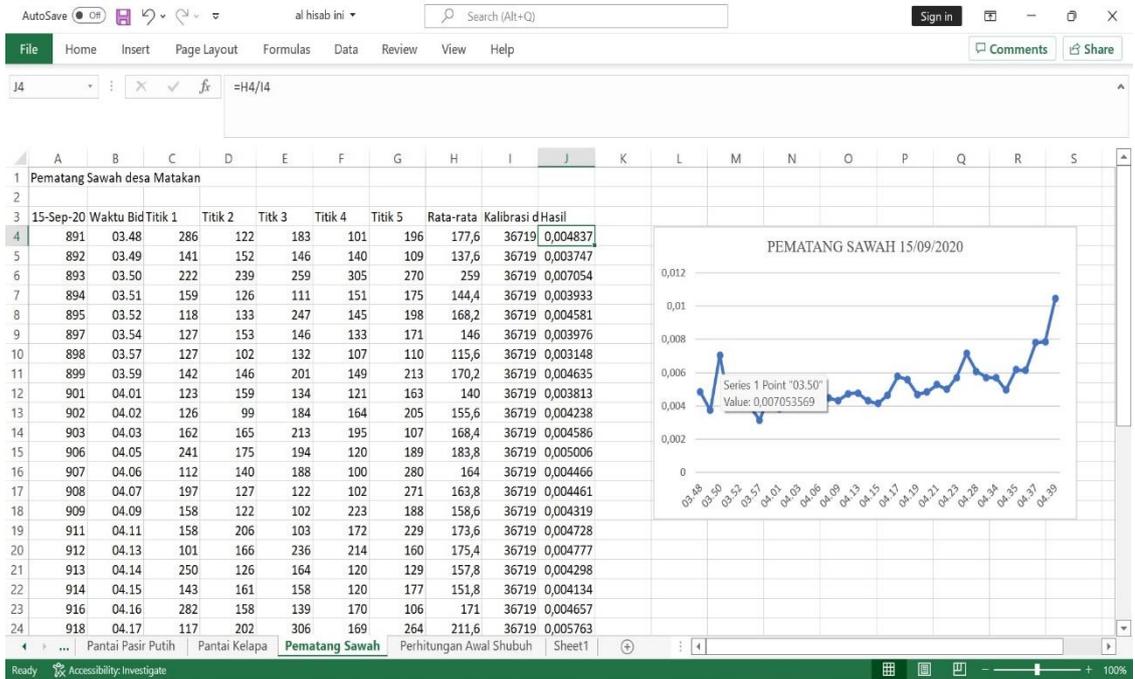
Bidikan paada pukul 04.59 WIB terlihat semburat cahaya Matahari mulai menerangi alngit ufuk Timur yang pada saat waktu tersebut dalam kondisi berawan.



Hasil Perhitungan pengamatan di dusun Kaliyanyar desa Ringinpitu pada 21 Agustus 2022



Perhitungan dari data hasil pengamatan di Penambangan Pasir Badas pada 22 Agustus 2020



Perhitungan dari data hasil pengamatan di Pantai Cemara Tuban 08 September 2020

Perhitungan hasil pengamatan di area Persawahan desa Matakan

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama : U'un Aidatuz Zuhriyah
Tempat Tanggal Lahir : Nganjuk, 16 Mei 1997
Kewarganegaraan : Indonesia
Agama : Islam
Alamat : Jl. Diponegoro IV RT/RW
05/011 Candirejo Tegowangi Plemahan Kediri, Jawa Timur
No. Handphone : +6285232652026
Email : aidaelzahra@gmail.com

Riwayat Pendidikan

A. Formal

1. Sekolah Dasar : MI Al Khoiriyah (2003-2004)
2. Sekolah Menengah Pertama : MTsN Model Pare (2009-2012)
3. Sekolah Menengah Atas : MAN 3 Kota Kediri sekarang
MAN 2 Kota Kediri (2012-2015)

B. Non Formal

1. Pondok Pesantren Al Husna Putri II Banjaran Kota Kediri (2012-2015)
2. Ma'had al Jamiah UIN Walisongo Semarang (2015-2016)
3. Pondok Pesantren An Nur Karanganyar Tugu Semarang (2016-2022)