

**WAKTU SHALAT SUBUH
MENURUT TONO SAKSONO**

TESIS

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



Oleh :

FURZIAH

1500028002

**PROGRAM MAGISTER ILMU FALAK
PASCASARJANA
UIN WALISONGO SEMARANG
2019**

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama lengkap : **Furziah**
NIM : 1500028002
Judul Penelitian : **Waktu Shalat Subuh Menurut Tono Saksono**
Program Studi : Ilmu Falak
Konsentrasi : -

menyatakan bahwa tesis yang berjudul:

WAKTU SHALAT SUBUH MENURUT TONO SAKSONO

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

Semarang, 14 Februari 2019

Pembuat Pernyataan,



Furziah
NIM: 1500028002



PENGESAHAN PERBAIKAN
OLEH MAJELIS PENGUJI UJIAN TESIS

Yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan bahwa tesis mahasiswa :

Nama : Furziah
NIM : 1500028002
Prodi : S2 Ilmu Falak
Judul : WAKTU SHALAT SUBUH MENURUT TONO SAKSONO
telah diujikan pada tanggal 28 Mei 2019 dan dinyatakan **LULUS** oleh majelis penguji :

NAMA	TANGGAL	TANDA TANGAN
<u>Dr. H. Ahmad Izzuddin, M.Ag</u> Ketua Majelis	1 ^o /7/19	
<u>Dr. H. Agus Nurhadi, MA.</u> Sekretaris	12/7/19	
<u>Drs. KH. Slamet Hambali, M.SI</u> Penguji 1	16/7 2019	
<u>Dr. H. Mahsun, M.Ag.</u> Penguji 2	18/7-2019	

NOTA DINAS

Semarang, 1 Februari 2019

Kepada
Yth. Dekan Fakultas Syariah dan Hukum
UIN Walisongo
di Semarang

Assalamu 'alaikum wr. wb.

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

Nama : **Furziah**
NIM : 1500028002
Konsentrasi : ---
Program Studi : Ilmu Falak
Judul : **Waktu Shalat Subuh Menurut Tono Saksono**

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

Wassalamu 'alaikum wr. wb.

Pembimbing,



Dr. H. Ahmad Izzudin, M.Ag.
NIP: 197206121999031003

NOTA DINAS

Semarang, 1 Februari 2019

Kepada
Yth. Dekan Fakultas Syariah dan Hukum
UIN Walisongo
di Semarang

Assalamu 'alaikum wr. wb.

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

Nama : **Furziah**
NIM : 1500028002
Konsentrasi : ---
Program Studi : Ilmu Falak
Judul : **Waktu Shalat Subuh Menurut Tono Saksono**

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

Wassalamu 'alaikum wr. wb.

Pembimbing,



Dr. H. Agus Nurhadi, MA.
NIP: 196604071991031004

ABSTRAK

Judul : **Waktu Shalat Subuh Menurut Tono Saksono**

Penulis : Furziah

NIM : 1500028002

Waktu shalat ditentukan oleh pergerakan bumi mengitari matahari dan perputaran bumi pada porosnya, dalam astronomi diterjemahkan menjadi perhitungan ketinggian (posisi) Matahari. Di Indonesia bulanyak ahli falak yang menentukan kriteria ketinggian Matahari awal waktu subuh, ketinggiannya bervariasi antara -18° sampai -20° . Departemen agama Republik Indonesia (RI) menggunakan ijtihad -20° . Akhir-akhir ini diskursus awal waktu shalat kembali mencuat, hal ini dikarenakan Tono Saksono menyatakan bahwa subuh di Indonesia terlalu awal (-20°), seharusnya subuh terjadi pada saat (posisi) Matahari ada pada dip $-13,4^\circ$. Implikasinya terdapat perbedaan dalam memulai awal waktu subuh antara Tono Saksono dan Kementerian agama RI. Berdasarkan problem akademik tersebut maka permasalahan kajian ini adalah bagaimana metode penentuan awal waktu shalat subuh Tono Saksono dan bagaimana waktu subuh Tono Saksono perspektif fiqh dan astronomi.

Penelitian ini merupakan penelitian kualitatif dengan lingkup kajian kepustakaan (*library research*), yang bersumber dari hasil wawancara dan dokumen, pengumpulan data dilakukan dengan wawancara dan dokumentasi. Selanjutnya data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif.

Hasil temuan penelitian ini adalah dalam mendeteksi hadirnya waktu fajar sebagai tanda awal waktu subuh, Tono Saksono melakukan pengamatan menggunakan dua jenis Instrument yaitu Sky Quality Meter (SQM) dan alat all sky camera (ASC). Selanjutnya mengembulangkan beberapa algoritma untuk pemerosesan data yang telah diperoleh. Hasilnya tidak ada satupun fakta saintifik yang mengindikasikan fajar muncul pada DIP -20° , semuanya mengerucut dan stabil pada angka $13,4^\circ$ dengan a-posteriori ($\sigma = 1,64^\circ$). Berdasarkan paradigma fiqh shalat Subuh dimulai saat terbitnya fajar shadiq, apabila mengambil posisi matahari $-13,06^\circ$ dalam kondisi seperti di Indonesia, berarti hari telah mulai terang. Jika ini yang terjadi, maka untuk salat Subuh relatif tidak bermasalah karena ada

pilihan waktu. Berdasarkan landasan astronomis awal waktu subuh terjadi ketika atmosfer atas Bumi memecah dan memantulkan sinar Matahari yang menerangi atmosfer yang lebih rendah. Memulai waktu subuh dengan Posisi matahari -13.06° secara astronomis tergolong fajar astronomi yang mempunyai sudut elevasi Matahari antara -18° sampai -12° , ditandai dengan mulai meredupnya bintang-bintang di ufuk timur.

ABSTRACT

Title : **Subh Prayer Times According to Tono Saksono**

Author : Furziah

NIM : 1500028002

Prayer times are determined by the movement of the earth around the sun and the rotation of the earth on its axis, in astronomy translated into the calculation of the height (position) of the Sun. In Indonesia, many astronomers determine the criteria for solar altitude at dawn, with elevations ranging from -18° to -20° . The Ministry of Religion of the Republic of Indonesia (RI) uses *ijtihad* -20° . Lately the initial discourse of prayer time has re-emerged, this is because Tono Saksono stated that dawn in Indonesia is too early (-20°), dawn should occur at the time (position) of the Sun at dip -13.4° . The implication is that there are differences in starting the dawn time between Tono Saksono and the Indonesian Ministry of Religion. Based on the academic problems, the problem of this study is how the method of determining the beginning of the dawn prayer time of Tono Saksono and how at dawn Tono Saksono is a fiqh and astronomy perspective.

This research is a qualitative research with *ascopelibrary research*, which is derived from the results of interviews and documents, data collection is done by interviews and documentation. Furthermore, the data obtained were analyzed descriptively.

The findings of this study are in detecting the presence of dawn as a sign of the beginning of dawn, Tono Saksono made observations using two types of instruments, namely Sky Quality Meter (SQM) and all sky camera (ASC). Then develop several algorithms for processing data that has been obtained. The result is that there is no scientific fact that indicates dawn appears at $DIP-20^{\circ}$, all cone and stable at 13.06° with the a-posteriori ($\sigma = 1.64^{\circ}$). Based on the fiqh paradigm the Fajr prayer begins at the dawn of the dawn, when it takes the position of the sun -13.06° in conditions like in Indonesia, it means that the day has begun to light. If this happens, then for Fajr prayer there is relatively no problem because there is a choice of time. Based on the initial astronomical foundation, dawn time occurs when the Earth's upper atmosphere breaks down and reflects sunlight which illuminates the lower atmosphere. Starting at dawn with the sun position -13.06°

astronomically classified as an astronomical dawn which has a sun elevation angle between -18° to -12° , marked by the fading of the stars in the eastern horizon.

PEDOMAN TRANSLITERASI ARAB-LATIN
Keputusan Bersama Menteri Agama dan Menteri P dan K
Nomor: 158/1987 dan Nomor: 0543b/U/1987

1. Konsonan

No.	Arab	Latin
1	ا	tidak dilambungkan
2	ب	B
3	ت	T
4	ث	s\
5	ج	J
6	ح	h}
7	خ	Kh
8	د	D
9	ذ	z\
10	ر	R
11	ز	Z
12	س	S
13	ش	Sy
14	ص	s}
15	ض	d}

No.	Arab	Latin
16	ط	t}
17	ظ	z}
18	ع	'
19	غ	G
20	ف	F
21	ق	Q
21	ك	K
22	ل	L
23	م	M
24	ن	N
25	و	W
26	ه	H
27	ء	'
28	ي	Y

2. Vokal Pendek

...َ = a	كَتَبَ	Kataba
...ِ = i	سُئِلَ	su'ila
...ُ = u	يَذْهَبُ	yaz\habu

3. Vokal Panjang

...َ = a>	قَالَ	qa>la
...ِ = i>	قِيلَ	qi>la
...ُ = u>	يَقُولُ	yaqu>lu

4. Diftong

أَيَّ = ai	كَيْفَ	Kaifa
أَوْ = au	حَوْلَ	h}aula

Catatan:

a sandang [al-] pada bacaan syamsiyyah atau qamariyyah ditulis [al-] secara konsisten supaya selaras dengan teks Arabnya.

MOTTO

أَقِمِ الصَّلَاةَ لَدُلُوكِ الشَّمْسِ إِلَى غَسَقِ اللَّيْلِ وَقُرْءَانَ الْفَجْرِ^ط

إِنْ قُرْءَانَ الْفَجْرِ كَانَ مَشْهُودًا

“Dirikanlah shalat dari sesudah matahari tergelincir sampai gelap malam dan (dirikanlah pula shalat) subuh.

Sesungguhnya shalat subuh itu disaksikan (oleh malaikat)”

(QS. Al-Israa’: 17/78)

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT. Tuhan semesta alam yang telah melimpahkan rahmat, hidayah dan inayah-Nya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan tesis ini dengan baik tanpa ada kendala yang berarti. Shalawat dan salam senantiasa tercurahkan kepada baginda nabi Muhammad SAW beserta keluarga, para sahabat dan seluruh pengikutnya hingga akhir zaman kelak.

Penulis menyadari bahwa tesis ini dapat terselesaikan berkat pengarahan, bimbingan dan bulantuan yang sangat besar, baik berupa moral maupun spiritual dari berbagai pihak, untuk itu penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya terutama kepada:

1. Kedua orang tua penulis, Bapak Aliman Yatim dan ibu Enni, adik-adik penulis Reza Husniah dan Minin Aziman serta segenap keluarga penulis yang senantiasa memberikan motivasi dan dukungan baik berupa moril maupun materil serta doa yang selalu dipanjatkan untuk penulis agar dapat menyelesaikan studi di program studi Ilmu Falak Pascasarjana UIN Walisongo Semarang.
2. Rektor UIN Walisongo Semarang Prof. Dr. H. Muhibbin M.Ag.
3. Direktur Pascasarjana UIN Walisongo Semarang Prof. Dr. Ahmad Rofiq, MA. Dan wakil direktur pascasarjana Dr. H. Hasyim Asy'ari ulama'i M.Ag.
4. Dekan Fakultas Syariah dan Hukum UIN Walisongo Semarang Dr. H Arif Junaidi, M.Ag.
5. Ketua program studi Ilmu Falak UIN Walisongo Semarang Dr. H. Ahmad Izzuddin, M.Ag dan sekretaris program studi Ilmu Falak Pascasarjana Dr. H Mashudi, M.Ag atas masukan dan semangatnya.

6. Dr. H. Ahmad Izzuddin, M.Ag. selaku pembimbing I tesis yang ikhlas meluangkan waktu, tenaga dan pikiran untuk memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penyusunan tesis ini.
7. Dr. H. Agus Nurhadi, MA. selaku pembimbing II tesis yang ikhlas meluangkan waktu, tenaga dan pikiran untuk memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penyusunan tesis ini.
8. Seluruh dosen-dosen ilmu falak pascasarjana UIN Walisongo Semarang, telah bulanyak memberikan ilmu dan pengalaman.
9. Prof. Dr. Tono Saksono yang telah dengan sukarela meluangkan waktu dan membimbing penulis dalam memperoleh data-data guna menyelesaikan penelitian ini.
10. Sahabat-sahabat S2 Ilmu Falak angkata 2015 yang telah bulanyak berbagi ilmu dan pengalaman lengkap dengan candaan rekeh yang selalu sukses mencairkan suasana, serta selalu memberikan semangat dan saran dimanapun mereka berada. Sahabat-sahabat Reguler C angkatan 2015, Keluarga besar “wisma 26” yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu. Kalian adalah bagian dari perjalanan ini, terima kasih atas kebersamaan dan doa-doanya, terima kasih telah menjadi teman berjuang yang menyenangkan.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN	ii
PENGESAHAN	iii
NOTA PEMBIMBING	iv
ABSTRAK	vi
TRANSLITERASI	x
MOTTO	xi
KATA PENGANTAR	xii
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR	xvii
BAB I : PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang.....	1
B. Pertanyaan Penelitian	11
C. Tujuan dan Manfaat Penelitian	11
D. Kajian Pustaka	12
E. Metode Penelitian	15
F. Sistematika Pembahasan	19
BAB II : WAKTU SHALAT PERSPEKTIF FIQH DAN ASTRONOMI	
A. Matahari dan Penentuan Waktu Shalat	19
B. Konsep fajar Perspektif Fiqh dan Astronomi	24
1. Fajar Perspektif Fiqh	24

2. Fajar Perspektif Astronomi.....	29
C. Waktu Shalat Perspektif Fiqh dan Astronomi	36
BAB III: AWAL WAKTU SHALAT SUBUH MENURUT TONO SAKSONO	
A. Biografi Tono Saksono.....	54
B. Dalil syariah tentang Fajar.....	58
C. Instrumentasi pendeteksi awal waktu subuh yang digunakan Tono Saksono	64
D. Pengembulangan algoritma dan Pemerosesan data	68
BAB IV: TELAAH KRITIS AWAL WAKTU SHALAT SUBUH MENURUT TONO SAKSONO	
A. Telaah Kritis Awal Waktu Shalat Subuh Tono Saksono Perspektif Fiqh	84
B. Telaah Kritis Awal Waktu Shalat Subuh Tono Saksono Perspektif Astronomi	95
BAB V: PENUTUP	
A. Kesimpulan	107
B. Saran.....	108
KEPUSTAKAAN	
LAMPIRAN	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	

DAFTAR TABEL

- Tabel 2.1 Satuan Ukur Derajat Ke Satuan Ukur Waktu (Jam), 21.
- Tabel 2.2 Daftar Perubahan Deklinasi Matahari, 24.
- Tabel 2.3 posisi Matahari Awal Waktu Subuh di Beberapa Negara, 49-50.
- Tabel 2.4 Posisi Matahari Awal Waktu Subuh Menurut Ahli Falak Indonesia, 51.

DAFTAR GAMBAR

- Gambar 2.1 Gambaran Umum Senja Dan Fajar, 31.
- Gambar 3.1 Plot SQM Data, Depok 10 Juni 2015, 64.
- Gambar 3.2 Polynomial Model Untuk Sebuah Window 25 Menit
Data Mpas (15 Maret 2017), 71.
- Gambar 3.3. Hasil Hitungan Nilai DIP dan Akurasi Pemodelan
Polinomial Sepanjang Juni/Juli 2015, 78.
- Gambar 3.4 Hasil Hitungan Nilai DIP dan Akurasi Pemodelan
Polinomial Sepanjang Maret 2017, 80.
- Gambar 3.5 Hasil Hitungan Nilai Dip Dan Akurasi
Pemodelanpolinomial Sepanjang April 2017, 81.
- Gambar 3.6 Hasil Hitungan Dip Dan Akurasi Permodelan
Polynomial Untuk September 2017, 82.
- Gambar 3.7 Harga Rerata Dip Subuh -13.06^o Untuk Penggunaan
Data Sqm Maret Desember 2017, 83.
- Gambar 4.1 Kurva Skematik Cahaya Langit, 104.

BAB I

PNDahuluan

A. Latar Belakang

Diskursus awal waktu shalat subuh di Indonesia lebih terasa dan mencuat ke permukaan belakangan ini. Terutama setelah Tono Saksono melakukan penelitian awal waktu subuh yang di duga terlalu awal, karena menggunakan pedoman *sun depression angle* (dip) 20° (derajat) dibawah ufuk.¹

Berawal dari acara temu hisab dan fiqh muhammadiyah di Yogyakarta pada 23 agustus 2016, yang membahas tentang waktu subuh Indonesia yang terlalu cepat. Ada tiga pemateri tentang waktu subuh, ketiganya menggunakan data pengamatan menggunakan alat *sky quality meter* (SQM), SQM merekam data kecerlangan langit yang dinyatakan dalam unit MPSAS (*magnitude per square arc second*) akan tetapi dari ketiga makalah tersebut belum memberikan hasil yang konkrit berapa menit nilai terlalu cepat awal waktu subuh yang dipraktekkan di Indonesia.²

Menurut Tono Saksono, hal tersebut mungkin disebabkan karena data-data yang digunakan belum terlalu memadai sebagai sampel dari populasi statistik yang diperlukan, dan belum ada algoritma yang akurat untuk mmenghitung kapan sebenarnya fajar muncul. Namun diketahui kemudian Tono saksono memiliki akses atas delapan belas

¹ Wawancara dengan Tono Saksono pada hari Sabtu 11 januari 2018 di Bekasi, Jawa Barat.

² Wawancara dengan Tono Saksono pada hari Sabtu 11 januari 2018 di Bekasi, Jawa Barat.

data pengamatan SQM yang bebas *noise* (gangguan), yang dikoleksi pada juni dan juli 2015 dan dipresentasikan pada pertemuan agustus 2016 tersebut. Dari data ini tampak jelas, azan subuh di Indonesia telah dikumandangkan jauh sebelum kemunculan fajar.³

Shalat merupakan perintah langsung dari Allah, yang diberikan kepada Nabi Muhammad SAW, ketika melaksanakan misi suci Isra' Mi'raj yang terjadi pada tanggal 27 Rajab tahun 12 setelah kenabian.⁴ Menentukan waktu shalat merupakan persoalan fundamental ketika dihubungkan dengan sah atau tidaknya shalat. Hal ini dikarenakan Allah telah menetapkan waktu-waktu tertentu untuk melaksanakan shalat. Sebagaimana firman Allah:

فَإِذَا قَضَيْتُمُ الصَّلَاةَ فَادْكُرُوا اللَّهَ قِيَمًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ
جُنُوبِكُمْ ۚ فَإِذَا اطْمَأْنَنْتُمْ فَأَقِيمُوا الصَّلَاةَ ۚ إِنَّ الصَّلَاةَ كَانَتْ
عَلَى الْمُؤْمِنِينَ كِتَابًا مَّوْقُوتًا

Maka apabila kamu telah menyelesaikan shalat(mu), ingatlah Allah di waktu berdiri, di waktu duduk dan di waktu berbaring. kemudian apabila kamu telah merasa aman, Maka dirikanlah shalat itu (sebagaimana biasa). Sesungguhnya shalat itu adalah

³ Tono Saksono, evaluasi awal waktu subuh dan isya perspektif Sains, Teknologi dan syariah, Jakarta: UHAMKA Press dan LPP AIKA UHAMKA, 2017, Hal, 25-26.

⁴ Slamet Hambali, *Ilmu Falak 1*, Semarang: Program Pascasarjana IAIN Walisongo, 2012, Hal. 103.

fardhu yang ditentukan waktunya atas orang-orang yang beriman. (Q.S An-Nisa/4: 103).⁵

Waktu-waktu tersebut mengikuti perputaran gerak semu matahari, dalam gerakan semunya yang disebabkan pergerakan rotasi bumi, yaitu perputaran gerak bumi pada porosnya dari arah timur ke barat dengan kecepatan rotasi bumi sama dengan 11.600 km/jam, satu kali putaran penuh selama sekitar 23 jam 56 menit 4,091 detik (dibulatkan menjadi 24 jam) dan gerak ini dinamakan gerak harian.⁶

Perjalanan semu Matahari itu relatif tetap, sehingga waktu posisi matahari pada awal waktu-waktu shalat setiap hari sepanjang tahun dapat dengan mudah diperhitungkan. Dengan demikian orang yang akan melakukan shalat pada awal waktunya menemui kemudahan.⁷ Penentuan waktu shalat tersebut didasarkan pada fenomena Harian Matahari, yang kemudian diterjemahkan dengan gambaran kedudukan atau posisi Matahari.

Adapun Data astronomi (*zij*) terpenting dalam penentuan waktu shalat adalah posisi matahari dalam koordinat horizon, terutama tinggi (*irtiffa'* (h)), atau jarak zenith (*al-bu'd as-samit* (z)), $z = 90^\circ - h$. fenomena fajar (*morning twilight*), matahari terbit (*Sunrise*), matahari melintasi meridian (*culmination*), matahari terbenam (*sunset*), dan akhir senja (*evening twilight*) berkaitan dengan jarak zenith dan matahari.⁸

⁵ Departemen Agama RI, *al-Qur'an dan Terjemahann ya*, Jakarta: Syaamil, 2005.

⁶ George O Abell, *exploration of the universe*. New York:saunders collage publishing 1987. Hal. 105

⁷ Khazin , *Ilmu Falak dalam*, Hal. 79-80.

⁸ Moedji Raharto, "*Posisi Matahari Untuk Penentuan Awal Waktu Salat Dan Bayangan Arah Kiblat*" (Makalah: Workshop Nasional Mengkaji Ulang

Permasalahan muncul ketika konsep waktu shalat di implementasikan dalam ilmu astronomi, dimana konsep waktu fajar dan senja diterjemahkan kedalam astronomi, dengan perhitungan ketinggian (posisi) Matahari yang menjadi sumber cahaya fajar dan senja tersebut. Akibat selanjutnya adalah munculnya konsep ketinggian (posisi) Matahari pada saat subuh yang berbeda menurut beberapa ilmuwan, implikasinya adalah awal waktu shalat yang disusun akan berbeda-beda tergantung sudut ketinggian Matahari yang digunakan.⁹ Adapun ayat al-Quran yang menjelaskan mengenai penentuan waktu shalat diantaranya sebagai berikut:

أَقِمِ الصَّلَاةَ لِدُلُوكِ الشَّمْسِ إِلَى غَسَقِ اللَّيْلِ وَقُرْءَانَ الْفَجْرِ إِنَّ
 قُرْءَانَ الْفَجْرِ كَانَ مَشْهُودًا

Dirikanlah shalat dari sesudah Matahari tergelincir sampai gelap malam dan (dirikanlah pula shalat) subuh.2 Sesungguhnya Shalat Subuh itu disaksikan (oleh malaikat).” (Q.S. Al-Isra/17: 78)¹⁰

Ayat ini menjelaskan secara global mengenai penetapan waktu shalat, waktu shalat itu dimulai dari tergelincirnya Matahari sampai malam dan di waktu subuh. Ayat al-Quran yang penjelasannya masih

Penentuan Awal Waktu Sholat Dan Arah Kiblat, Yogyakarta: UII, 7 April 2001), Hal, 8. Lihat. Majelis tarjih dan tajdid PP Muhammadiyah, Pedoman *Hisab Muhammadiyah*, Yogyakarta: Majelis tarjih dan tajdid PP Muhammadiyah, 2009. Hal, 52.

⁹ Nugroho Eko Atmanto, relevansi konsep fajar dan senja dalam kitab al-qanun al-masudi bagi penetapan waktu isya dan subuh. Jurnal analisis Vol. 19 No. 01 januari-juni, 2012. Hal. 95-105.

¹⁰ Departemen Agama RI, *al-Qur'an dan Terjemahann ya*, Jakarta: Syaamil, 2005, Hal. 290.

global tersebut dipertegas dengan hadits nabi yang menjelaskan lebih rinci mengenai penetapan waktu shalat. Diantara hadits tersebut adalah sebagai berikut:

عن جا بر رضى الله عنه قال أن النبي صلى الله عليه وسلم جاءه جبريل عليه السلام فقال له قم فصله فصلى الظه حين زالت الشمس ثم جاءه العصر فقال قم فصله فصلى العصر حين صار ظل كل شئ مثله ثم جاءه المغرب فقال قم فصله فصلى المغرب حين وجبت الشمس ثم جاءه العشاء فقال قم فصله فصلى العشاء حين غاب الشفق ثم جاءه الفجر فقال قم فصله فصلى الفجر حين برق الفجر او قال سطع البحر ثم جاءه بعد الغد للظهر فقال قم فصله فصلى الظهر حين صار ظل كل شئ مثله ثم جاءه العصر قم فصله فصلى العصر حين صار ظل كل شئ مثله ثم جاءه المغرب وقتا واحدا لم يزل عنه ثم جاءه العشاء حين ذهب نصف الليل او قال ثلث الليل فقال قم فصله فصلى العشاء حين جاءه حين اسفر جدا فقال قم فصله فصلى الفجر ثم قال ما هذين الوقتين وقت (رواه احمد والنسائ والترمذی)

Hadis Jabir bin Abdillah radhiyallahu'anhu, dari Jabir bin Abdillah ra : Nabi SAW pernah didatangi Jibril 'alaihi salam. Jibril berkata kepada beliau, "Bulangkit dan kerjakanlah shalat", maka beliau mengerjakan shalat Zuhur ketika Matahari sudah tergelincir. Kemudian ia datang lagi di waktu Asar. Jibril berkata, "Bulangkit dan kerjakanlah shalat", maka beliau mengerjakan shalat Asar ketika bayangan segala sesuatu sama panjang dengan tingginya. Kemudian ia datang lagi di waktu Maghrib. Jibril berkata, "Bulangkit dan kerjakanlah shalat", maka beliau mengerjakan shalat Maghrib ketika Matahari sudah tenggelam. Kemudian ia datang di waktu Isya. Jibril berkata, "Bulangkit dan kerjakanlah shalat", maka beliau mengerjakan shalat Isya ketika warna merah di langit telah hilang. Kemudian ia datang di waktu Subuh. Jibril berkata, "Bulangkit dan kerjakanlah shalat", maka beliau mengerjakan shalat Subuh ketika fajar telah terbit, atau dia berkata, ketika fajar telah terang. Keesokan harinya Jibril datang lagi di waktu Zuhur.

Jibril berkata, “Bulangkit dan kerjakanlah shalat”, maka beliau mengerjakan shalat Zuhur ketika bayangan benda sama dengan tingginya. Kemudian ia datang di waktu Asar. Jibril berkata, “Bulangkit dan kerjakanlah shalat”, maka beliau mengerjakan shalat Ashar ketika bayangan benda dua kali tingginya. Kemudian ia datang di waktu Maghrib sama sebagaimana kemarin. Kemudian dia datang di waktu Isya. Jibril berkata, “Bulangkit dan kerjakanlah shalat”, maka nabi mengerjakan shalat Isya ketika separuh malam hampir berlalu, atau dia berkata ketika sepertiga malam telah berlalu. Kemudian ia datang di waktu fajar sudah sangat terang. Jibril berkata, “Bulangkit dan kerjakanlah shalat”, maka beliau mengerjakan shalat Subuh. Kemudian Jibril berkata, “Di antara” dua waktu inilah waktu untuk shalat.” (HR. Ahmad, Nasa’i, Tirmidzi, sahih).¹¹

Ayat al-Quran dan Hadits tersebut menjelaskan bahwa shalat yang diwajibkan itu telah ditentukan waktunya, walaupun tidak dijelaskan secara gamblang pelaksanaannya. Penetapan waktu tersebut berkaitan dengan posisi matahari. Dalam hal penetapan awal waktu shalat, mengetahui posisi dan kedudukan Matahari merupakan suatu hal yang sangat penting. Berdasarkan pergerakan semu Matahari, nilai ketinggian atau kedudukan bisa digunakan untuk menentukan waktu shalat dengan sistem hisab atau perhitungan.

Waktu Subuh dimulai dengan munculnya atau terbitnya fajar shadiq dan berakhir saat Matahari terbit. Waktu Dhuhur dimulai sesaat setelah Matahari terlepas dari titik kulminasi atas, atau Matahari terlepas dari meridian langit. Waktu Ashar dimulai ketika bayangan Matahari sama dengan benda tegaknya. tetapi jika pada saat Matahari berkulminasi

¹¹ Muhammad bin Ali bin Muhammad asy-syaukani, *Nailul Author*, Jilid I, Beirut: Dar al-Kitab, hal. 435.

sudah mempunyai bayangan sepanjang benda tegaknya maka awal waktu ashar dimulai sejak panjang bayangan Matahari itu dua kali panjang benda tegaknya. Waktu Maghrib dimulai saat Matahari terbenam. Dikatakan terbenam apabila menurut pandangan mata piringan atas Matahari bersinggungan dengan ufuk. Adapun ketinggian Matahari pada waktu maghrib adalah -1 derajat di bawah ufuk barat. Waktu Isya dimulai dengan memudarnya mega merah atau menghilangnya mega merah. Sedangkan kedudukan Matahari pada saat mega merah menghilang dan langit mulai menghitam adalah 18 derajat di bawah ufuk barat.¹²

Para ulama ahli hisab dahulu sudah merumuskan definisi fajar shadiq dengan kriteria beragam. Beberapa ahli falak berbeda pendapat tentang ketinggian Matahari dalam awal waktu Isya dan awal waktu Subuh. Perbedaan tersebut mulai dari 15 derajat sampai 19 derajat untuk awal waktu Isya dan 15 derajat hingga 20 derajat untuk awal waktu Subuh.¹³ Karena penentuan kriteria fajar tersebut merupakan produk ijtihadiyah, maka perbedaan seperti itu dianggap wajar.¹⁴

Di Indonesia ijtihad yang digunakan adalah posisi matahari 20 derajat di bawah ufuk, dengan landasan dalil syar'i dan astronomis yang

¹² Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak dalam, ...*, Hal. 87-92.

¹³ Susiknan Azhari, *Ilmu Falak Perjumpaan Khazanah Islam dan Sains Modern*, Yogyakarta: Suara Muhammadiyah, 2007, Hal. 69.

¹⁴ Arwin Juli Rakjmadi Butar-Butar. *Syafaq dan Fajar dalam Kesarjaan Astronomi Muslim dan Ulama Nusantara*. Yogyakarta: LkiS, 2008. Hal. 130-131

dianggap kuat,¹⁵ antara lain karena atmosfer¹⁶ Indonesia yang berada di wilayah ekuator relatif lebih tebal dari lintang tinggi, ketebalan troposfer¹⁷ diatas daerah ekuator lebih besar dari pada di daerah subtropis dan daerah kutub. Di ekuator troposfer (tropopause¹⁸) terletak pada ketinggian 18 km sedangkan di kutub tropopause hanya 6 km. karena tropopause lebih tinggi di ekuator maka lapisan stratosfer lebih tipis di ekuator daripada di daerah subtropis dan kutub.¹⁹

Kriteria posisi matahari 20° di bawah ufuk ini digunakan Departemen Agama RI untuk menentukan jadwal shalat yang beredar di masyarakat. Hal ini dinyatakan dalam buku pedoman penentuan jadwal waktu shalat sepanjang masa yang diterbitkan oleh departemen agama RI sebagai berikut:

Waktu subuh dimulai sejak terbit fajar di ufuk timur. H. Sadoeddin Jambek dalam bukunya shalat dan puasa daerah kutub dan Drs. Asbd. Rachim dalam bukunya ilmu falak menerangkan

¹⁵ Thomas, Jamaluddin, *Waktu Shubuh Ditinjau Secara Astronomi Dan Syar'i*. Diakases, 11 november 2017. <https://tdjamaluddin.wordpress.com/2010/04/15/>

¹⁶ Atmosfer adalah lapisan gas menyelubung benda planet, biasa disebut angkasa atau udara. Lihat Bambang Hidayat, dkk, *Ensikloprdi Astronomi*, Bulandung: ITB, 1980, Hal, 7. Temperatur atmosfer berubah terhadap ketinggian dari permukaan bumi, para ahli membagi atmosfer menjadi beberapa lapisan yaitu: Troposfer, Stratosfer, termosfer dn eksosfer. lihat Gunawan A. Admiranto, *Menjelajahi Tata Surya*. Yogyakarta: Penerbit Karnisius, 2009. Hal. 86.

¹⁷Troposfer adalah daerah terbawah atmosfer bumi, tempat berlangsungnya kegiatan-kegiatan iklim bumi. Lihat Admiranto, *Menjelajahi Tata Surya*, Hal. 276.

¹⁸ Tropopause merupakan lapisan perbatasan yang terletak diatas troposfer yakni lapisan peralihan dengan lapisan atasnya Stratosfer. Lihat Admiranto, *Menjelajahi Tata Surya*, Hal. 88

¹⁹ Bayong Tjasyono, *Ilmu Kebumian Dan Antariksa*, Bulandung: PT Remaja Rosda Karya, 2009, Hal, 131.

bahwa tinggi matahari saat terbit fajar adalah -20° . Ada juga ahli-ahli hisab lainnya yang mengatakan bahwa tinggi matahari awak subuh adalah -18 atau $-18 \frac{1}{2}$ atau -19 . Selama ini kita berpedoman h subuh -20° seperti apa yang dikemukakan oleh H. Saadoeddin Jambek dan Drs. Abd. Rachim.²⁰

Dalam hal ini pemikiran Sa'adoeddin Djambek dan Abdur Rachim di atas nampaknya masih bulanyak dipengaruhi oleh Syaikh Taher Djalaluddin Azhari²¹ dalam bukunya yang berjudul *Jadawil Nakhbatu at-Taqrirati fi Hisabi 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 abad silam.²²

Djamaluddin mengatakan, Kalau saat ini ada yang berpendapat bahwa waktu subuh yang tercantum dalam jadwal shalat dianggap terlalu cepat hal itu disebabkan oleh dua hal: *Pertama*, ada yang berpendapat fajar shadiq ditentukan dengan kriteria fajar astronomis pada posisi 18° di bawah ufuk, karena beberapa program jadwal shalat menggunakan kriteria tersebut dengan perbedaan sekitar 8 menit. *Kedua*, ada yang berpendapat fajar shadiq bukanlah fajar astronomis,

²⁰ Departemen Agama RI, *Pedoman Penentuan Awal Waktu Shalat 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 Shalat Sepanjang Masa*, Jakarta: Bulan bintang th. 1974 M/ 1394 H, hlm. 32. Dan Abdur Rachim, *Ilmu Falak* Yogyakarta: liberty 1983 Hal. 40

²¹ Lahir di Koto Tuo Ampat Bukit Tinggi. Dalam literature-literatur keislaman Indonesia ia merupakan seorang yang terkenal sebagai ahli falak Indonesia. Salah satu karya beliau yang juga menjadi referensi adalah *jadawil Taqrirat fi Hisab al-auqot was amt al-Qiblat*, (Singapore: sin sheng press, 1373 H/ 1954 M), lihat Susiknan Azhari, *Ilmu Falak (Perjumpaan Khazanah Islam dan Sains Modern)*, , hlm 70.

²² Susiknan Azhari. *Ilmu Falak (Perjumpaan Khazanah Islam dan Sains Modern* hal.70

karena seharusnya fajarnya lebih terang dengan perbedaan sekitar 24 menit.²³

Dari beberapa kajian awal ini tampak ada bulanyak indikasi, yang menguatkan dugaan awal waktu subuh umat Islam di Indonesia, mungkin memang terlalu awal karena pemilihan DIP 20° di bawah ufuk. Untuk itulah Tono Saksono mulai melakukan kajian awal waktu subuh secara mendalam yang berlandaskan pada pendekatan saintifik dipadukan dengan pendekatan syariah sebagai suatu wujud dari integrasi sains dan Islami pada tatanan filosofis dan teroris. dari hasil risetnya Tono Saksono rmenyatakan bahwa awal waktu subuh di Indonesia terlalu awal (-20°), seharusnya awal waktu subuh terjadi pada saat Matahari ada pada dip $-13,4^\circ$.²⁴ Berangkat dari fenomena tersebut penulis tertarik untuk mengkaji lebih lanjut tentang penentuan waktu shalat subuh menurut Tono Saksono.

²³ Thomas, Jamaluddin, *Waktu Shubuh Ditinjau Secara Astronomi Dan Syar'i*. Diakases, 11 november 2017. <https://tdjamaluddin.wordpress.com/2010/04/15/>

²⁴ Tono Saksono, evaluasi awal waktu subuh dan isya perspektif Sains, Teknologi dan syariah, Jakarta: UHAMKA Press dan LPP AIKA UHAMKA, 2017, Hal, 171.

B. Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan problem akademik tersebut, maka dapat dikemukakan pokok-pokok masalah yang akan di bahas dalam tesis ini sebagai berikut:

1. Bagaimana metode penentuan awal waktu subuh Tono Saksono?
2. Bagaimana awal waktu shalat subuh Tono Saksono perspektif Fiqh dan Astronomi?

C. Tujuan dan manfaat penelitian

Tujuan penelitian ini adalah

1. Secara teoritis penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan bagaimana penentuan awal waktu shalat subuh menurut Tono Saksono.
2. Mengetahui bagaimana waktu subuh Tono Saksono di telaah dalam perspektif fiqh dan astronomi .

Adapun manfaatnya:

1. Manfaat Teoritis

Dari sisi teoritis penelitian ini diharapkan dapat memberikan sumbulangan pemikiran dalam rangka mengembulangkan dan memperkaya khazanah pengetahuan terutama pengetahuan dalam bidang ilmu falak yang berkaitan dengan awal waktu shalat khususnya shalat subuh.

2. Manfaat Praktis

Manfaat praktis dari hasil penelitian ini adalah dijadikan salah satu alternatif atau solusi permasalahan penentuan awal

waktu shalat dalam kaitannya dengan penentuan awal waktu shalat subuh.

D. Kajian pustaka

Kedudukan Matahari awal waktu shalat karya Abdur Rachim dalam bukunya ilmu falak (1983: 40) pada buku tersebut disebutkan bahwa kedudukan titik pusat Matahari untuk tiap awal waktu shalat bisa diperoleh ketentuan sebagai berikut: awal dhuhur ketika meridian : $h = (90^\circ - \varphi - \delta)$, waktu ashar bisa dicari dengan rumus $\cotg h = \tg z + 1$, untuk waktu magrib $h = -1^\circ$, waktu isya $h = -18^\circ$ waktu subuh $h = -20^\circ$.²⁵

Buku praktis tentang penentuan awal waktu shalat karya Slamet Hambali disebutkan dengan cara-cara praktis bagaimana menentukan awal waktu shalat dengan cara memperhatikan kedudukan Matahari sesuai tuntunan dari syar'i, diantaranya menentukan waktu ashar dengan menancapkan tongkat tegak lurus pada bidang datar maka pada saat Matahari kulminasi bayang-bayang tongkat tersebut ada kalanya mempunyai panjang tertentu dan ada kalanya berimpit dengan dengan tongkat itu sendiri. Selanjutnya, buku tersebut juga membahas tentang bagaimana cara menghitung awal shalat sesuai dengan rumus yang ada, namun ada sedikit perbedaan mengenai ketentuan Matahari (h) sebagaimana yang disebutkan oleh Abd Rachim. Untuk waktu isya $h = -17^\circ$ dan waktu shubuh $h = -19^\circ$.²⁶

Buku ilmu falak dalam teori dan praktek karya Muhyiddin Khazin, menjelaskan bahwa waktu shalat seluruhnya merupakan

²⁵ Abdur Rachim, *Ilmu Falak* Yogyakarta: liberty 1983 Hal. 40

²⁶ Slamet hambali, *Buku Praktis Ilmu Falak*, Semarang 1988, Hal. 65

fenomena Matahari yang kemudian diterjemahkan dengan kedudukan atau kondisi astronomis posisi Matahari pada saat-saat membuat atau mewujudkan keadaan yang merupakan pertanda bagi awal waktu atau akhir waktu shalat dengan ketententuan untuk waktu dhuhur dimulai saat Matahari lepas dari meridian langit, awal waktu ashar dimulai ketika bayangan Matahari sama panjang dengan tegaknya atau dua kali lebih panjang benda tegaknya. waktu magrib dimulai dengan saat terbenam, isya dimulai ketika telah hilang bias partikel (*syafaq ahmar* atau mega merah) dan untuk waktu subuh dimulai ketika sudah muncul fajar shadiq.²⁷

Buku mengagagas fiqh astronomi telaah hisab rukyat dan pencarian solusi perbedan hari raya karangan Thomas Djamaluddin, yang menjelaskan tentang istilah-istilah astronomi untuk awal waktu shalat, secara astronomi fajar shadiq dipahami sebagai awal astronomical twilight, untuk waktu dhuhur adalah sejak Matahari meninggalkan meridian, sedangkan untuk waktu isya istilah astronomi tidak ada kesepakatan karena fenomena yang dijadikan dasar pun tidak jelas. Waktu magrib diawali sesaat setelah matahari terbenam. Untuk waktu isya dalam istilah astronomi didefinisikan sebagai akhir senja astronomy atau *astronomical twilight*.²⁸

Kajian tentang posisi Matahari dalam waktu shalat: sebuah kajian ulang, membahas tentang rincian waktu shalat yang didasarkan pada pemahaman terhadap teks-teks al-quran dan hadits yang kemudian

²⁷ Khazin, *Ilmu Falak dalam*, Hal, 87.

²⁸ Thomas Djamaluddin, *Menggagas Fiqh Astronomi Telaah Hgisabrukyat Dan Pencarian Solusi Perbedan Hari Raya*, Bulandung: Kaki Langit, 2005 Hal, 138

dikaitkan dengan posisi Matahari pada bola langit. Dalam tulisannya Susiknan juga memberikan rekomendasi agar diadakan kajian ulang tentang waktu shalat dengan hasil riset kontemporer agar waktu shalat benar-benar sesuai dengan tuntutan syar'i.²⁹

Buku tentang fiqh hisab rukyat karya Muhammad Izzuddin Nampak memperlihatkan wacana tentang persoalan penentuan waktu shalat yang dipahami secara berbeda dari pemaknaan teks al-quran dan hadits, sehingga muncul madzhab rukyat dimana mereka berasumsi bahwa cara menentukan waktu shalat adalah dengan melihat secara langsung tanda-tanda alam. Sedangkan menurut madzhab hisab, hakimi waktu shalat adalah menghitung kapan Matahari akan menempati posisi-posisi seperti disebutkan dalam nass tentang waktu shalat. Namun dikotomi antara madzhab hisab dan rukyat dalam persoalan penentuan waktu shalat tidak menampakkan adanya suatu persoalan.³⁰

Tulisan karya Mamduh Farhan al-Buhairi yang berjudul “Salah Kaprah Waktu Subuh (Bag I) Fajar Kadzib & Fajar Shadiq” yang dimuat dalam majalah Qiblati. Dalam tulisan ini mengungkapkan adanya pemahaman yang salah mengenai masuknya awal waktu subuh yaitu ditandai dengan munculnya Fajar Shadiq.³¹

Nihayatur Rohmah menulis buku syafaq dan fajar: verifikasi dengan aplikasi fotometri tinjauan syar'i dan astronomi bersumber dari tesis magister ilmu falak, penelitian ini menyatakan, penentuan tersebut ditentukan oleh kenaikan nilai intensitas cahaya ufuk yang dapat dilihat

²⁹ Azhari, *Ilmu Falak Perjumpaan*, Hal, 66.

³⁰ Izzudin, *Fiqh Hisab Rukyat*, Hal, 38.

³¹ Mamduh Farhan al-Buhairi, “Salah Kaprah Waktu Subuh (Bag I) Fajar Kadzib & fajar Shadiq”, dalam *Majalah Qiblati*, IV, edisi 09. 2010.

dari grafik intensitas cahaya ufuk terhadap waktu, yakni ketika kurva mulai naik. Kenaikan kurva tersebut menandakan fajar shadiq. Jika dibandingkan antara hasil penelitian dengan jadwal shalat subuh yang dikeluarkan oleh Kementerian Agama RI ternyata 1 sampai 32 menit lebih awal dibandingkan hasil pengamatan langsung dilapangan.³² Dari penelusuran penelitian yang sudah ada tersebut belum ada yang secara spesifik membahas tentang awal waktu shalat subuh menurut Tono Saksono dalam perspektif fiqh dan astronomi.

D. Metode penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian *kualitatif*³³ yang bersifat *deskriptif*,³⁴ dimana penulis akan menggambarkan permulaan waktu subuh menurut Tono Saksono. Dalam sebuah penelitian terdapat beberapa hal yang harus diperhatikan yaitu:

1. Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian kualitatif yang termasuk dalam lingkup kajian *library research* (penelitian pustaka), karena yang akan penulis kaji adalah mengenai permulaan waktu subuh menurut Tono Saksono.

³² Rohma, *Syafaq dan Fajar Verifikasi*, Hal. 48-49.

³³ Penelitian kualitatif adalah meneliti informan sebagai subjek dalam lingkungan kesehariaanya, penenliti diposisikan sebagai bagian utama, sehingga dikenal istilah *human instrument* peneliti bertindak selaku intrumen penelitian. Lihat, Muhammad Idrus, *Metode Penelitian Ilmu Sosial Pendekatan Kualitaif dan Kuntitatif*, Jakarta: Erlangga, 2009, Hal. 35

³⁴ Penelitan deskripsi pada umumnya bertujuan untuk mendeskripsikan secara sistematis, faktuan dan akurat terhadap suatu populasi atau daerah tertentu, mengenai sifat-sifat, karakteristik-karakteristik atau factor-faktor tertentu. Lihat, Bambang Sunggono, *metodologi Penelitian*, Jakarta: Rajawali Pers. 2010, Hal. 35

2. Sumber Data

a. Data Primer

Data primer ini merupakan data yang berasal langsung dari sumber data yang dikumpulkan dan juga berkaitan dengan permasalahan yang diteliti.³⁵ Sumber primer dari penelitian ini berupa dokumen dan hasil wawancara (*Interview*).³⁶ Dalam hal ini, sumber data primer yang dijadikan rujukan adalah buku evaluasi awal waktu subuh dan isya perspektif sains, teknologi dan syariah karangan Tono Saksono, makalah ilmiah “ fakta sains: perlunya evaluasi atas awal waktu subuh yang di persentasikan dalam seminar nasional model integrasi sains-islam: evaluasi awal waktu shalat subuh menurut sains dan fikih, Jakarta, 9 mei 2017, ISRN-UHAMKA. Dan interview dengan Tono Sakosno.

b. Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang dijadikan bukti pendukung³⁷ atau pelengkap. Dalam penelitian ini, data sekunder dapat diperoleh dari buku-buku, artikel, dokumen

³⁵ Data primer yang dimaksud merupakan karya yang langsung diperoleh dari tangan pertama yang terkait dengan tema penelitian ini. Lihat, Saifuddin Azwar, *Motode Penelitian*, Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 20014 Hal. 36. Lihat juga, Sumadi Suryabrata, *Metodologi Penelitian*, Jakarta: RajaGrafindo Persada, 2004, Hal. 39.

³⁶ Suharsini Arikunto, *Prosedur Penelitian (Suatu Pendekatan Praktek)*, Jakarta: PT Rineka Cipta, 2002, Hal. 202

³⁷ Sedangkan data sekunder merupakan data-data yang berasal dari orang kedua atau bukan dari data pertama. Lihat, Saifuddin Azwar, *Motode Penelitian*, Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 20014 Hal. 36.

maupun website yang berkaitan dengan penentuan waktu shalat subuh.

Untuk memperoleh data-data yang diperlukan dalam penelitian ini, maka penulis akan menggunakan 2 teknik, yaitu:

a. Wawancara (*interview*)

Metode wawancara adalah proses memperoleh keterangan untuk tujuan penelitian dengan cara tanya jawab sambil bertatap muka antara pewawancara dan responden dengan menggunakan alat yang dinamakan panduan wawancara (*interview guide*), dalam hal ini wawancara langsung dengan Tono Saksono.

b. Studi Dokumentasi

Dalam penelitian ini penulis akan melakukan studi dokumentasi³⁸ untuk memperoleh data yang diperlukan dari berbagai macam sumber tertulis, seperti dokumen yang berkaitan dengan penentuan waktu subuh dan semua dokumen yang berhubungan dengan penelitian yang nantinya akan menjadi acuan dan pedoman bagi penulis untuk meneliti dan memahami objek penelitian ini.

³⁸ Dokumen adalah catatan tertulis tentang berbagai kegiatan atau peristiwa masa pada waktu yang lalu. Lihat W. Gulo, *Metodologi Penelitian*, Jakarta: Grasindo, 2002, hlm. 123. Dokumentasi yaitu mencari data mengenai hal-hal atau variabel yang berupa catatan, transkrip, buku, surat kabar, majalah, prasasti, notulen rapat, lengger, agenda, dan sebagainya. Lihat dalam Suharsimi Arikunto, *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek*, Jakarta; Penerbit Rineka Cipta, 2002, hlm. 206

3. Metode Analisis Data

Analisis merupakan sebuah proses berkelanjutan dalam penelitian. Dalam hal ini, penulis akan menggunakan analisis Data Deskriptif.³⁹ Analisis Deskriptif bertujuan untuk memberikan deskripsi mengenai subjek penelitian berdasarkan data dari variabel yang diperoleh dari subjek yang diteliti dan tidak dimasukkan dalam pengajuan hipotesis. Data yang diperoleh dari berbagai sumber, baik itu hasil dari wawancara dan studi dokumentasi akan dianalisis menggunakan analisis *deskriptif*, yaitu dengan menggambarkan dan menjelaskan mengenai awal waktu subuh menurut Tono Saksono dalam perspektif fiqh dan astronomi, kemudian melakukan reduksi data, display data sehingga diperoleh data yang sistematis untuk ditarik kesimpulan.

E. Sistematika Pembahasan

Secara garis besar, penulisan penelitian ini dibagi dalam 5 (lima) bab. Dalam setiap bab terdiri dari sub-sub pembahasan. Sistematika penulisan penelitian ini sebagai berikut :

BAB I : Merupakan gambaran pendahuluan yang akan dimuat latar belakang permasalahan, rumusan permasalahan, tujuan penelitian, kajian pustaka, metode penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II : Pada bab dua ini menjelaskan landasan teori tentang waktu shalat. dasar hukum waktu shalat, Gerakan matahari dan

³⁹ Beni Kurniawan, *Metodologi Penelitian*, Tangerang: Jelajah Nusa, 2012, hlm. 20 Lihat juga, Jujun S. Suriasumantri, *Ilmu Dalam Perspektif*, Jakarta: IKIP Negeri Jakarta, t.t, Hal. 77

implikasinya terhadap waktu sholat serta Konsep fajar dalam perspektif fiqh dan astronomi.

BAB III : Bab ini akan membahas tentang Tono Saksono, biografi, penentuan awal waktu subuh menurut Tono Saksono, meliputi instrument yang digunakan Tono Saksono untuk mendeteksi kehadiran fajar untuk waktu subuh, pengolahan data, algoritma yang di bulangan Tono Saksono untuk perhitungan awal waktu subuh

BAB IV : Bab ini merupakan inti dari penelitian ini yang berisi tentang mengapa tono saksono menentukan waktu subuh berbeda dari yang sebelumnya digunakan di Indonesia dan analisis penentuan awal waktu subuh menurut Tono Saksono dalam perspektif fiqh dan penentuan awal waktu subuh Tono Saksono dalam perspektif astronomi

BAB V : Penutup, dalam bab ini penulis memaparkan kesimpulan dengan menjawab rumusan masalah yang ada, yaitu berkaitan dengan penentuan waktu subuh dan *sun depression angle* yang digunakan oleh Tono Saksono . Selanjutnya memberikan saran saran untuk peneliti.

BAB II

WAKTU SHALAT PERSPEKTIF FIQH DAN ASTRONOMI

A. Matahari Dan Penentuan Waktu Shalat

Matahari merupakan sebuah bintang yang paling dekat dengan bumi dan menjadi pusat tata surya. Bintang ini menghasilkan energinya sendiri melalui mekanisme reaksi fusi yang terdapat pada intinya. Jarak antara bumi dan Matahari rata-rata 150 juta km dengan jarak terdekat 147 juta km dan jarak terjauh sekitar 152 juta km sehingga waktu yang diperlukan untuk sampainya Matahari ke permukaan bumi sekitar 8 menit.⁴⁰

Matahari adalah bintang yang garis tengahnya 1,392 juta km dengan massa 1.990 triliun ton. Sebagai benda langit Matahari juga berotasi akan tetapi periode rotasi Matahari tidak seragam di setiap titik. Di daerah khatulistiwa periodenya 25,4 hari sedangkan di daerah kutub 36 hari.⁴¹ Matahari mempunyai peranan penting dalam penentuan waktu Shalat, Adapun ayat al-Quran yang menjelaskan mengenai penentuan waktu shalat diantaranya sebagai berikut:

أَقِمِ الصَّلَاةَ لِدُلُوكِ الشَّمْسِ إِلَى غَسَقِ اللَّيْلِ وَقُرْءَانَ الْفَجْرِ إِنَّ
قُرْءَانَ الْفَجْرِ كَانَ مَشْهُودًا

⁴⁰Muhyiddin khain, Muhyiddin. *Ilmu Falak Dalam Teori Dan Praktek*, Yogyakarta: Bunana Pustaka, 2004, Hal. 125

⁴¹Muh. Ma'ruin Sudibyo, *Ensiklopedia Fenomena Alam Dalam al-Qur'an*, Solo:Tinta Medina, 2012 Hal. 219-228

Dirikanlah shalat dari sesudah Matahari tergelincir sampai gelap malam dan (dirikanlah pula shalat) subuh. Sesungguhnya Shalat Subuh itu disaksikan (oleh malaikat).” (Q.S. Al-Isra/17: 78)⁴²

Ayat ini menjelaskan secara global mengenai penetapan waktu shalat, waktu shalat itu dimulai dari tergelincirnya Matahari sampai malam. Ayat al-Quran yang penjelasannya masih global tersebut dipertegas dengan hadits nabi yang menjelaskan bahwa shalat yang diwajibkan itu telah ditentukan waktunya walaupun tidak dijelaskan secara gamblang pelaksanaannya. Penetapan waktu tersebut berkaitan dengan posisi Matahari. Dalam hal penetapan awal waktu shalat, mengetahui posisi dan kedudukan Matahari merupakan suatu hal yang sangat penting. Berdasarkan pergerakan semu harian Matahari.

Penentuan waktu shalat didasarkan pada gerak semu Matahari atau fenomena harian Matahari, yang kemudian diterjemahkan dengan gambaran kedudukan atau posisi Matahari. Dalam penentuan awal waktu shalat data astronomi terpenting adalah posisi Matahari dalam koordinat horizon, terutama tinggi (*irtiffa'* (h)), atau jarak zenith (*al-bu'd as-samit* (z)), $z = 90^\circ - h$. Fenomena yang dicari kaitannya dengan posisi matahari adalah fajar (*morning twilight*), Matahari terbit (*Sunrise*), Matahari melintasi meridian (*culmination*), Matahari terbenam (*sunset*), dan akhir senja (*evening twilight*).⁴³

⁴² Departemen Agama RI, *al-Qur'an dan Terjemahannya*, Jakarta: Syaamil, 2005, Hal. 290.

⁴³ Moedji Raharto, “*Posisi Matahari Untuk Penentuan Awal Waktu Shalat Dan Bayangan Arah Kiblat*” (Makalah: Workshop Nasional Mengkaji Ulang Penentuan Awal Waktu Shalat Dan Arah Kiblat, Yogyakarta: UII, 7 April 2001), Hal, 8. Lihat. Majelis tarjih dan tajdid PP Muhammadiyah, Pedoman

Rotasi berarti perputaran benda langit pada porosnya, dalam bahasa arab disebut *al daurah* yaitu putaran atau sekali putaran,⁴⁴ Sedangkan revolusi bumi adalah perputaran gerak bumi pada porosnya dari arah barat ke timur, dengan kecepatan rotasi di permukaan bumi sama dengan 11.600km/jam satu kali putaran penuh selama sekitar 23 jam 56 menit 4,09 detik (dibulatkan menjadi 24 jam) dan gerak ini dinamakan gerak harian.⁴⁵

Bumi berotasi dan berevolusi dengan orbit berbentuk lingkaran posisi bumi tidak tegak berdiri pada sumbunya. Tetapi memiliki sudut kemiringan $23\frac{1}{2}$ terhadap sumbunya.⁴⁶ Sekali berotasi= 360° yang ditempuh selama sekitar 24 jam untuk lebih jelasnya dapat dilihat di tabel berikut:

Satuan ukur derajat ke satuan ukur waktu (jam)⁴⁷

No	Satuan ukur sudut (derajat)	Satuan ukur waktu (jam)
1	360° (derajat)	24 jam
2	15° (derajat)	1 jam
3	1° (derajat)	4 menit
4	$15'$ (menit)	1 menit
5	$1'$ (menit)	4 detik
6	$15''$ (detik)	1 detik

Hisab Muhammadiyah, Yogyakarta: Majelis tarjih dan tajdid PP Muhammadiyah, 2009. Hal, 52.

⁴⁴ Munawir 1997: 342

⁴⁵ George Ogden Abel, *exploration of the universe*, united states of America: holt, Rinehart and Winston. 1974, Hal 132

⁴⁶ George Ogden Abel, *exploration of the universe*, Hal. 99

⁴⁷ George ogden Abel, *Exploration Of The Universe*, Hal 132

Rotasi bumi berdampak pada tiga fenomena alam:⁴⁸

1. pergantian siang dan malam, rotasi bumi akan membuat permukaannya menghadap dan membelakangi Matahari secara bergantian. Bumi akan mengalami siang bila menghadap Matahari dan akan mengalami malam bila membelakangi Matahari. Karena bumi berputar pada porosnya dari barat ke timur. Maka wilayah yang sebelah timur terlebih dahulu mendapat sinar Matahari.
2. Perbedaan waktu. Arah rotasi bumi dari barat ke timur mengakibatkan tempat-tempat di bumi yang lebih timur akan mengalami waktu lebih awal dari yang disebelah barat. Atas dasar ini lahirlah pedoman waktu yang berlaku internasional. Secara umum diseluruh permukaan bumi terdapat 24 daerah waktu, tiap daerah waktu yang berdampingan selisih waktunya 1 jam. Zona-zona waktu tersebut berpangkal pada daerah meridian 0° (derajat) yaitu kota Greenwich london Inggris sehingga dikenal dengan sebutan Greenwich Mean Time (GMT). Jika standar disebelah barat bujur 0° (derajat) maka waktunya dikurangi, sebaliknya disebelah timur bujur 0° (derajat) maka waktunya ditambah. Implikasi dari perbedaan waktu pada setiap garis bujur adalah perbedaan waktu shalat pada setiap tempat dipermukaan bumi.

⁴⁸ D. Endarto, 2005. Pengantar Geologi Dasar. LPP dan UNS Press. 2005 Hal. 179-180

3. Gerak semu harian benda langit.

Revolusi bumi adalah peredaran (gerak) bumi mengelilingi Matahari dari arah barat ke timur dengan kecepatan 30 km/detik. Satu kali putaran penuh (360°) memerlukan waktu 365.242199 hari atau 365 hari 5 jam 48 menit 46 detik.⁴⁹ Periode revolusi bumi (365.242199 hari) tersebut dinamakan satu tahun siderik

Bidang orbit bumi mengelilingi Matahari disebut dengan ekliptika, letaknya miring 23.5° terhadap bidang ekuator langit (perpanjangan bidang ekuator bumi), kemiringan ekliptika tersebut mengakibatkan adanya perubahan deklinasi selama satu tahun tetapi pada tanggal tertentu deklinasinya sama.

Ketika Matahari melintasi khatulistiwa/ equator bumi pada tanggal 21 maret dan 23 september deklinasinya 0° . Pergerakan Matahari dari khatulistiwa ke arah utara akan terjadi pada bulan maret sampai dengan bulan september dan akan berada di titik paling utara pada tanggal 22 juni deklinasinya $+23.5^\circ$. selanjutnya Matahari akan bergerak ke arah selatan mulai dari bulan September setelah melintasi titik khatulistiwa sampai dengan maret, Matahari akan berada pada titik terjauh sebelah selatan pada 22 desember deklinasinya 23.5° selanjutnya bergeser ke utara sampai melintasi ekuator lagi.⁵⁰

⁴⁹ Sa'adod'din Djambek, *Pedoman Waktu Shalat Sepanjang Masa*, Jakarta: Bulan Bintang. 1976 Hal 3

⁵⁰ George ogden Abel, *Exploration Of The Universe*, Hal 132

Table.2: daftar perubahan deklinasi Matahari berdasarkan ephemeris
hisab rukyat kementerian agama 2010

Tanggal	Deklinasi Matahari	Tanggal
22 Desember	-23°26'	22 Desember
21 Januari	-19°51'	21 November
8 Februari	-14°56'	2 November
23 Februari	-09°45'	18 Oktober
8 Maret	-04°49'	5 Oktober
20 Maret	0°00'	23 September
4 April	+5°45'	8 September
16 April	+10°11'	26 Agustus
1 Mei	+15°07'	11 Agustus
2 Mei	+20°36'	20 Juli
21 Juni	+23°26'	21 Juli

Ephemeris hisab rukyat kementerian agama, mencantumkan bahwa pada tanggal 20 maret dan 23 september nilai deklinasi Matahari 0°00'. Sedangkan pada tanggal 21 juni mencapai nilai maksimal yakni +23°26' dan tanggal 22 desember mencapai nilai paling minimal -23°26'. Deklinasi Matahari berubah sepanjang satu tahun hal ini berpengaruh pada penentuan waktu shalat.

B. Konsep Fajar Perspektif Fiqh dan Astronomi

1. Fajar Perspektif Fiqh

Hadits telah jelas menyebutkan bahwa waktu Subuh adalah waktu mulai terbitnya *fajar shadiq* dan berlangsung hingga terbitnya Matahari. Para ahli fiqh sepakat dengan pendapat tersebut, meskipun ada beberapa ahli fiqh Syafi'iyah yang menyimpulkan bahwa batas akhir

waktu Subuh adalah sampai tampaknya sinar Matahari.⁵¹ Fajar yang dimaksud adalah cahaya pagi. Berdasarkan hadits fajar ada 2 macam : Fajar Kadzib dan Fajar Shadiq.

وعن ابن عباس رضي الله عنهما قال : قال رسول الله عليه وسلم : الفجر فجران فجر يحرم الطعام وتحل فيه الصلاة وفجر تحرم فيه الصلاة , أي صلاة الصبح , ويحل فيه الطعام. (رواه ابن خزيمة والحاكم وصححه)

Dari Ibnu Abbas radhiyallahu 'anhu, ia berkata: Rasulullah SAW bersabda: Fajar itu ada dua yaitu fajar yang mengharamkan makan dan membolehkan shalat dan fajar yang tidak boleh padanya shalat (Shubuh) dan boleh makan (sahur). (HR. Ibnu Khuzaimah, al hakim dan keduanya menshahihkan).⁵²

Di dalam al-Quran fenomena fajar yang berkaitan dengan tanda waktu subuh disebut dengan dua istilah yaitu *al-khaith al-abyadh* (benang putih) sebagai fajar shadiq dan *al-khaith al-aswad* (benang hitam), bukan menggunakan kata Fajar, hal ini secara spesifik dijelaskan Allah pada surat al-Baqarah ayat 178.

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

“Dan makan minumlah hingga terang bagimu benang putih dari benang hitam, yaitu fajar (Q.S. Al-baqarah/2: 187)⁵³

⁵¹ Ibnu Rusyd, Abu al Walid Muhammad Bin Ahmad bin Rusyd, *Bidayatul Mujtahid Wa Al-Nihayah Al-Muqtasid*, juz. 1. Beirut: Adar Al-Jil 1409/1989, Hal. 213

⁵² Ibnu Hajar Al-asqalani, *Bulugh Al Maram Min Adillat Al-Ahkam, Terjemah Buughul Marom*, Terj. Badru Salam Bogor: Pustaka Ulul al-Bab, 2006, Hal. 73

⁵³ Departemen Agama RI, *al-Quran dan Terjemahannya*, Jakarta: Syaamil, 2005.d

Para ulama sepakat bahwa fajar ada dua yaitu fajar kadzib dan fajar sidik. Fajar kadzib disebut juga dengan fajar pertama karena muncul pertama kali dan berikutnya disusul munculnya fajar shadiq. Tanda-tanda alami fajar kadzib adalah ia muncul menjulang ke langit laksana ekor serigala dan sesaat kemudian menghilang.⁵⁴ Sementara itu fajar shadiq (al-fajr ash-shadiq) disebut juga fajar kedua (*al-fajr ats-tsany*). Disebut demikian karena ia muncul setelah fajar kadzib. Tanda-tanda alami fajar shadiq adalah tampak menyebar di penjuru ufuk dengan warna keputih-putihan.⁵⁵ Cahayanya terus bertambah sampai akhirnya terbit Matahari.

Menurut Wahbah az-Zuhaili,⁵⁶ fajar yang pertama fajar kadzib, yang memanjang ke atas langit seperti ekor serigala, tidak berkaitan dengan hukum syarak, sedangkan fajar yang kedua fajar shadiq yang ditandai dengan cahaya putih yang menyebar di langit dan sejajar dengan ufuk berkaitan dengan hukum syarak seperti saat memulai puasa pada waktu subuh.⁵⁷

Untuk menentukan subuh ada dua jenis fajar yang harus dikenali yaitu fajar kadzib dan fajar shadiq. Fajar shadiq dicirikan dengan cahaya vertical dilangit timur yang tapak seperti seekor serigala (*zanb al-sirhan*) dan sinarnya menyebar ke ufuk timur dalam bentuk huruf “V” ketika Matahari bergerak lebih dekat ke cakrawala dari bawah, bagian atas “V” memudar bagian bawahnya semakin lebar dan cerah dalam bentuk

⁵⁴ Ibn Manzhur, *Lisan Al-Arab*, Beirut: Dar shadir 2005. Hal. 130-131

⁵⁵ Ibn Manzhur, *lisan al-arab*

⁵⁶ Wahbah Zuhaili, *Fiqh Islam wa Adillatuhu*, Mesir 1422/2002, Hal 664

⁵⁷ Wahbah az-zuhaili, *Fiqh Islam wa Adillatuhu*, Hal. 509

terbalik “V” untuk menunjukkan fajar shadiq, dimana fajar shadiq adalah putihnya langit timur.⁵⁸

Periode waktu subuh ada empat: 1). *Waq̃t al fadila* (waktu utama) yaitu pada awal waktu. 2). *Waq̃t al-ikhtiyar* (waktu pilihan) yaitu setelah waktu utama sampai hingga *isfar*. 3). *Waq̃t al-jawaz* (waktu relatif) yaitu setelah waktu relatif hingga terbit awan merah (*al-humrah*). 4). *Waq̃t al-karahah* (waktu makruh) yaitu ketika terbit *al-humrah* (awan merah).⁵⁹

Nabi SAW mengajarkan shalat subuh pada permulaan waktunya yakni ketika hari masih gelap (galas). Ini sesuai dengan hadits dari Aisyah ra. Yang diriwayatkan oleh al-bukhari bahwa para mukminat ikut melakukan Shalat fajar (subuh) bersama nabi SAW, dengan menyelubungi badan mereka dengan kain dan setelah selesai shalat mereka pulang ke rumah masing-masing tanpa dikenal oleh seorangpun disebabkan hari gelap. Diriwayatkan juga oleh Abu Daud dalam hal ini nabi SAW shalat subuh saat hari masih gelap walaupun pernah shalat saat hari mulai terang, tapi itu hanya dilakukan sekali setelah itu selamanya hari masih gelap.

Hadits yang diriwayatkan oleh Abu Dawud nampak bertentangan dengan hadits dari Rafi' bin khadij yang menjelaskan bahwa nabi SAW memerintahkan shalat subuh disaat hari mulai terang (*isfar*), sebagaimana diriwayatkan oleh at-turmuzi. Terdapat juga hadits yang

⁵⁸ David. A King, call of the muezzin (studies I-IX). Leiden: E.J.Brill.

⁵⁹ Arwin Juli Rakhmadi Butar-Butar, *Pengantar Ilmu Falak, Teori Pratik dan Fikih*. Depok: Rajawali Pers. 2018Hal 37-38

diriwayatkan oleh al-bukhari bahwa ketika nabi selesai shalat subuh, antara jamaah satu sama lainnya saling kenal.

Fukaha berbeda pendapat mengenai waktu pilihan untuk shalat subuh. Ahli fiqh Kufah, Abu Hanifah dan pengikutnya, serta jumhur ulama Irak berpendapat bahwa lebih baik melaksanakan shalat subuh ketika sinar sudah tampak sedangkan Imam Malik, Syafi'i dan pengikutnya Ahmad bin Hanbal Abu Surd dan Daud berpendapat lebih baik melaksanakan shalat subuh ketika akhir malam atau waktu galas.⁶⁰ Perbedaan ini disebabkan cara fukaha dalam memahami berbagai hadits yang lahiriahnya bertentangan pendapat pertama berhujjah pada hadits dari Rafi bin Khadij sedangkan pendapat kedua berhujjah pada hadits dari Aisyah.

Kaitanya dengan hadits dari Rafi bin Khadij dan Abu Barzah al islami menurut Sabiq⁶¹ yang dimaksud dengan isfar adalah ketika hendak pulang menyelesaikan Shalat subuh, bukan hendak memulainya. Artinya memanjangkan bacaan dalam shalat subuh, sehingga selesai dan pulang ketika hari mulai terang. Sebagaimana yang dilakukn nabi SAW biasa membaca 60-100 ayat atau mungkin yang dimaksud menyediki kepastian terbitnya fajar, sehingga tidak mealakukan sebagai dugaan saja. Keterangan diatas menunjukkan bahwa awal waktu subuh dimulai sejak terbit fajar atau ada saat ghalas (gelap pada akhir malam) dan berakhir pada saat Matahari terbit.

⁶⁰ Ibnu Rusyd, Abu al Walid Muhammad Bin Ahmad bin Rusyd, *Bidayatul Mujtahid Wa Al-Nihayah Al-Muqtasid*, Terj. Imam Ghazali dkk, juz. 1. Beirut: Adar Al-Jil 1409/1989 Hal 183

⁶¹ Sayyid Sabbiq, *Fiqh As-Sunnah* jilid1 kairo: Dar al-Fath li al'i'lam al Arabi. 1421/2000. Hal 73

2. Fajar Perspektif Astronomi

Berdasarkan landasan astronomis, fenomena awal waktu subuh hampir sama dengan fenomena awal waktu isya. Awal waktu isya ditandai dengan bintang-bintang di langit, cahayanya mencapai titik maksimal dengan intang-bintang dilangit bagian barat yang menandakan adanya perubahan dari terang ke gelap. Sedangkan awal waktu subuh ditandai dengan mulai surutnya cahaya bintang-bintang di langit. Disebabkan oleh pengaruh sinar Matahari yang datang di langit bagian timur yang menandakan adanya perubahan dari gelap ke terang.⁶²

Untuk satu lokasi di permukaan Bumi, waktu fajar (morning twilight) didefinisikan sebagai waktu yang berawal ketika posisi Matahari di bawah ufuk, tetapi cahaya Matahari mulai dihamburkan oleh atmosfer Bumi sampai terbitnya Matahari. Proses sebaliknya untuk waktu senja (evening twilight) yaitu waktu yang berawal dari Matahari terbenam sampai cahaya Matahari relative tidak dihamburkan oleh atmosfer Bumi. Proses hamburan cahaya diatas menyebabkan warna-warna fajar/senja.

Kenampakan fisis waktu senja/fajar (twilight) tidaklah semudah dilihat dan dirasakan panca indera seperti fenomena Matahari terbit atau terbenam, meskipun semuanya juga dipengaruhi oleh kondisi atau kepadatan atmosfer Bumi. Hal ini terbukti dengan indahnya warna merah langit sore atau pagi hari akibat sebaran cahaya Matahari oleh molekul dan partikel di atmosfer Bumi. Akhir/awal waktu senja/fajar lebih sulit dipahami karena suasana yang gelap dan mata tidak sensitif untuk melihat perubahan intensitas cahaya dan pergantian warna yang

⁶² Kementerian agama 1981,. Hal. 62

redup, sehingga memerlukan alat bulantu untuk mengukur hamburan cahaya dan warnanya, baik sumber cahaya alami dan atau polusi cahaya (lampu-lampu buatan manusia), akibat struktur lapisan dan komposisi atmosfer yang tidak homogeny.⁶³

Fajar dan senja terjadi ketika atmosfer atas Bumi memecah dan memantulkan sinar Matahari yang menerangi atmosfer yang lebih rendah.⁶⁴ Adapun klasifikasi fajar/senja berdasarkan sudut kedalaman posisi Matahari di bawah ufuk berupa sudut yang menjadi pusat geometris Matahari dengan horizon adalah sebagai berikut.⁶⁵

1. Fajar/senja sipil

Waktu fajar ketika pusat geometris Matahari pada sudut kedalaman/elevasi 6° (derajat) dibawah ufuk sampai Matahari terbit $0,5^\circ$ (derajat) dibawah ufuk, dan sebaliknya. Ciri waktu fajar/senja sipil adalah hamburan cahaya Matahari sudah cukup kuat (meskipun Matahari belum terbit), sehingga dengan mudah dibedakan dengan benda-benda luar sekitar kita dan tidak perlu bulantuan lampu. Dalam kondisi cuaca cerah, batas ufuk pantai dan awan disekitarnya jelas terlihat. Demikian pula planet venus masih terlihat secara visual.

⁶³ Dhani Herdiwijaya Herdiwijaya, Dhani. *waktu Shubuh: tinjauan pengamatan astronomi*, makalah disampaikan dalam acara Halaqah Ahli Hisab Dan Fiqh Muhammadiyah Majelis Tarjih Dan Tajdid Pimpinan Pusat Muhammadiyah “Kaji Ulang Atas Waktu Shubuh Dan Tindak Lanjut Konsep Kalender Islam Global Tunggal” 20-21 agustus 2016, kampus 4 Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta.

⁶⁴ <http://www.timeanddate.com>. The different types of twilight, dawn and dusk. Di akses tanggal 15 maret 2018.

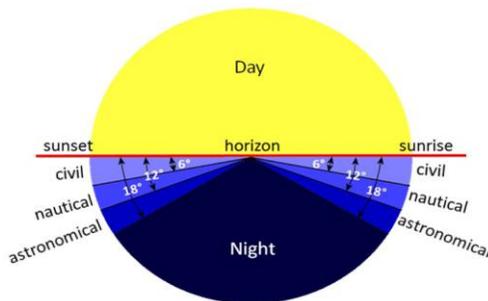
⁶⁵ Dhani Herdiwijaya *waktu Shubuh: tinjauan pengamatan astronomi*.

2. Fajar/senja nautical

Waktu fajar ketika pusat geometris Matahari pada sudut kedalaman/elevasi 12° (derajat) dibawah ufuk sampai 6° (derajat) dibawah ufuk, dan sebaliknya. Langit masih cukup gelap atau remang-remang, sehingga batas ufuk di pantai dan awan tidak jelas terlihat. Demikian pula objek luar disekitar kita tidak bisa dibedakan dengan jelas.

3. Fajar/senja astronomis

Waktu fajar ketika pusat geometris Matahari pada sudut kedalaman/elevasi 18° (derajat) dibawah ufuk sampai 12° (derajat) dibawah ufuk, dan sebaliknya. Langit sudah gelap, sehingga objek luar sekitar kita tidak bisa dibedakan, kecuali mata beradaptasi cukup lama dalam kegelapan. Polusi cahaya akibat lampu kota dapat menyebabkan langit lebih terang dari kondisi normal.



Gambar 1. Gambaran umum senja dan fajar (kanan) dan klasifikasinya (kiri) berdasarkan sudut kedalaman Matahari di bawah ufuk⁶⁶

⁶⁶ Dhani Herdiwijaya, *Waktu Subuh: Tinjauan Pengamatan Astronomi*

Panjang fajar dan senja bergantung pada pada garis lintang. Wilayah khatulistiwa dan tropis cenderung memiliki senja yang lebih singkat dibandingkan dengan wilayah yang terletak di garis lintang tinggi.⁶⁷ Kondisi tersebut berlaku untuk lintang pengamat 45° (derajat). Durasi waktu fajar/senja wilayah ekuator Matahari sekitar 1 jam 8 menit sampai 1 jam 16 menit. Di lokasi dengan lintang tinggi, durasinya mencapai orde beberapa jam. Warna fajar/senja lebih sulit ditentukan karena bergantung terhadap kondisi meteorologis, topografi permukaan, fase bulan, atau komposisi kimia atmosfer rendah, terutama aerosol, terlebih jika ada erupsi gunung berapi, kebakaran hutan atau partikel polutan dari industri dan kota.

Karakteristik fajar astronomi sebagai awal waktu subuh, fajar nautika dan fajar sipil menurut Thomas Jamaluddin⁶⁸:

1. Fajar astronomi tampak di ufuk timur dalam kondisi masih gelap. Galaksi bima sakti di atas kepala masih terlihat dan kita belum bisa mengenali orang di sekitar kita. Itu sesuai dengan ungkapan dalam hadits Aisyah, bahwa sesudah shalat bersama rasul para wanita pulang tidak saling mengenal. Juga sesuai dengan isyarat at-thur/52: 49 munculnya fajar shadiq (fajar sesungguhnya, fajar astronomi) ditandai dengan meredupnya bintang-bintang di ufuk timur karena mulai munculnya cahaya

⁶⁷ <http://www.timeanddate.com>. *The different types of twilight, dawn and dusk*. Di akses tanggal 15 maret 2018.

⁶⁸ Penentuan waktu subuh: *pengamatan dan pengukuran fajar di Labuan diakases 2 mei 2018*.
<https://tdjamaluddin.wordpress.com/2018/04/30/>

akibat hamburan cahaya Matahari oleh atmosfer. Itulah awal waktu subuh.

2. Fajar nautika ditandainya dengan mulai makin terangnya ufuk timur. Itu ditandai dengan garis batas ufuk mulai terlihat dengan jelas. Orang-orang disekitar kita masih terlihat remang-remang, wajahnya belum tampak jelas.
3. Fajar sipil ditandai dengan semakin terangnya kondisi di sekitar kita, sebelum Matahari terbit. Warna fajar mulai agak memerah dibagian bawahnya, wajah orang sudah bisa dikenali dengan baik.

Dalam fikih kita mengenal istilah sebagai fajar shadiq (benar) dan fajar kadzib (palsu).⁶⁹ Fajar kadzib memang bukan fajar dalam pemahaman umum, yang secara astronomi disebut cahaya zodiak. Cahaya zodiak disebabkan oleh hamburan cahaya Matahari oleh debu-debu antar planet yang tersebar di bidang ekliptika yang tampak di langit melintasi rangkaian zodiak (rangkainan rasi bintang yang tampaknya dilalui Matahari). Oleh karenanya fajar kadzib tampak menjulur ke atas seperti ekor serigala, yang arahnya sesuai dengan arah ekliptika. Fajar kadzib muncul sebelum fajar shadiq ketika malam masih gelap.

Fajar shadiq adalah hamburan cahaya Matahari oleh partikel-partikel di udara yang melingkupi Bumi. Dalam bahasa al-Quran diibaratkan dengan ungkapan terang bagimu benang putih dari benang hitam, yaitu peralihan dari gelap malam (hitam) menuju munculnya cahaya (putih). Dalam bahasa fisika hitam bermakna tidak ada cahaya

⁶⁹ *Waktu Subuh Ditinjau Secara Astronomi Dan Syar'i*. diakases 11 november 2017. <https://tdjamaluddin.wordpress.com/2010/04/15/>

yang dipancarkan dan putih bermakna ada cahaya yang dipancarkan. Karena sumber cahaya itu dari Matahari dan penghamburannya adalah udara, maka cahaya fajar melintang di sepanjang ufuk (horizon, kaki langit). Itu pertanda akhir malam, menjelang Matahari terbit. Semakin Matahari mendekati ufuk, semakin terang fajar shadiq. Jadi, batasan yang bisa digunakan adalah jarak Matahari di bawah ufuk.⁷⁰ Dengan demikian yang dimaksud dengan fajar tanda awal waktu subuh adalah sinar yang menyebar di sepanjang ufuk timur secara horizontal, sinar itu memenuhi langit bagian timur.

Malam hari tidak gelap sempurna karena ada kontribusi dari cahaya alami, yaitu hamburan oleh atmosfer Bumi dari cahaya bintang dan adanya cahaya zodiak atau dikenal dengan istilah fajar semu (*fajr kadzib*). Cahaya zodiak tampak di sepanjang garis semu ekliptika, berupa kabut berpendar yang melebar di bagian bawah dan semakin mengerucut ke atas, seperti bentuk piramid atau ekor serigala. Bagian bawah lebih terang dari bagian atasnya.

Untuk melihat langsung cahaya zodiak memerlukan langit yang gelap, tanpa cahaya bulan dan polusi cahaya dari lampu kota. Bahkan tidak diperlukan teleskop untuk melihat cahaya zodiak, tetapi cukup langsung dengan mata atau direkam dengan kamera yang dilengkapi dengan lensa fotografi bermedan luas. Oleh karena cahayanya sangat lemah, maka tidak mungkin melihatnya di dalam kota yang penuh dengan polusi cahaya yang kuat.

Cahaya zodiak berasal dari hamburan cahaya Matahari oleh partikel-partikel debu (berukuran sekitar 1300 mikrometer) di ruang

⁷⁰ <https://tdjamaluddin.wordpress.com/2010/04/15/>

antar planet atau diluar atmosfer Bumi. Debu-debu tersebut mengelilingi Matahari dan berasal dari debu komet periode pendek atau komet lainnya.

Cahaya zodiak merupakan fenomena diluar atmosfer Bumi, sehingga dapat dibedakan dari cahaya senja/fajar (twilight) atau fajar shadiq, baik proses pembentukannya, warna dan fisisnya.⁷¹ Menurut al-Biruni proses terjadinya fajar melalui tiga tahapan:⁷²

1. Sinar fajar yang lemah, dengan bentuk berkas cahaya yang meruncing, memanjang dan tegak. Ini disebut fajar subuh palsu dan dikenal juga dengan ekor serigala. Kemunculan fajar ini tidak membawa konsekuensi kewajiban apapun dari segi hukum (Syariat) dan kebiasaan umumnya.
2. Fajar horizontal di ufuk yang melingkar dan mulai menerangi seakan separuh wilayah Bumi menjadi terang. Keadaan ini mempengaruhi insting binatang dan manusia untuk mulai beraktifitas sesuai dengan kebiasaannya. Fajar inilah yang dikaitkan dengan kewajiban agama (shalat subuh).
3. Ketiga fajar yang mulai tampak terang dengan diiringi warna merah yang mengikuti setelah dua tahap sebelumnya dan mendahului terbitnya Matahari, tahapan ini adalah waktu yang masih tersisa untuk manusia melaksanakan kewajiban agama (waktu shalat subuh).

⁷¹ Dhani Herdiwijaya, *Waktu Subuh: Tinjauan Pengamatan Astronomi*

⁷² Muhammad bin ahmad al-biruni, *al qanun al-mas'udy* , juz.2. Beirut: dar al-kutub al-ilmiyah 1422/2002, Hal. 337

C. Waktu Shalat Perspektif Fiqh dan Astronomi

Pada dasarnya, bulanyak hadits yang memperjelas waktu shalat yang telah disebutkan dalam Al-qur'an, namun dalam tulisan ini hanya mengambil dua hadits yang menurut penulis jelas penggambarannya mengenai waktu shalat. Sebagaimana hadits riwayat Jabir bin Abdulla r.a. telah memberi gambaran kelima waktu shalat secara lebih jelas dengan posisi-posisi Matahari yang menjadi patokan waktu.

Matahari tidak hanya berfungsi menghangatkan biosfer bumi dengan cahayanya, namun dengan bayang-bayang benda atau tongkat istiwa Matahari dapat berperan untuk mengatur ritme kewajibulan dzikir manusia kepada Tuhannya. Dari kelima waktu shalat menggunakan Matahari sebagai patokan dalam perhitungannya. Dalam penentuan waktu shalat, posisi Matahari dalam koordinat horizon sangat diperlukan, terutama ketinggian atau jarak zenith.

عن جا بر رضى الله عنه قال أن النبي صلى الله عليه وسلم جاءه جبريل عليه السلام فقال له قم فصله فصلى الظه حين زالت الشمس ثم جاءه العصر فقال قم فصله فصلى العصر حين صار ظل كل شئى مثله ثم جاءه المغرب فقال قم فصله فصلى المغرب حين وجبت الشمس ثم جاءه العشاء فقال قم فصله فصلى العشاء حين غاب الشفق ثم جاءه الفجر فقال قم فصله فصلى الفجر حين برق الفجر او قال سطع البحر ثم جاءه بعد الغد للظهر فقال قم فصله فصلى الظهر حين صار ظل كل شئى مثله ثم جاءه العصر قم فصله فصلى العصر حين صار ظل كل شئى مثله ثم جاءه المغرب وقتا واحدا لم يزل عنه ثم جاءه العشاء حين ذهب نصف الليل او قال ثلث الليل فقال قم فصله فصلى العشاء حين اسفر جدا فقال قم فصله فصلى الفجر ثم قال ماهدين الوقتين وقت (رواه احمد والنسائى والترمذى)

Hadits Jabir bin Abdillah radhiyallahu'anhu, dari Jabir bin Abdillah radhiyallahu 'anhuma : Nabi sallallahu 'alaihi wa sallam pernah didatangi Jibril 'alaihi salam. Jibril berkata kepada beliau, "Bulangkit dan kerjakanlah Shalat", maka beliau mengerjakan Shalat Zuhur ketika Matahari sudah tergelincir. Kemudian ia datang lagi di waktu Asar. Jibril berkata, "Bulangkit dan kerjakanlah Shalat", maka beliau mengerjakan Shalat Asar ketika bayangan segala sesuatu sama panjang dengan tingginya. Kemudian ia datang lagi di waktu Maghrib. Jibril berkata, "Bulangkit dan kerjakanlah Shalat", maka beliau mengerjakan Shalat Maghrib ketika Matahari sudah tenggelam. Kemudian ia datang di waktu Isya. Jibril berkata, "Bulangkit dan kerjakanlah Shalat", maka beliau mengerjakan Shalat Isya ketika warna merah di langit telah hilang. Kemudian ia datang di waktu Subuh. Jibril berkata, "Bulangkit dan kerjakanlah Shalat", maka beliau mengerjakan Shalat Subuh ketika fajar telah terbit, atau dia berkata, ketika fajar telah terang. Keesokan harinya Jibril datang lagi di waktu Zuhur. Jibril berkata, "Bulangkit dan kerjakanlah Shalat", maka beliau mengerjakan Shalat Zuhur ketika bayangan benda sama dengan tingginya. Kemudian ia datang di waktu Asar. Jibril berkata, "Bulangkit dan kerjakanlah Shalat", maka beliau mengerjakan Shalat Asar ketika bayangan benda dua kali tingginya. Kemudian ia datang di waktu Maghrib sama sebagaimana kemarin. Kemudian dia datang di waktu Isya. Jibril berkata, "Bulangkit dan kerjakanlah Shalat", maka nabi mengerjakan Shalat Isya ketika separuh malam hampir berlalu, atau dia berkata ketika sepertiga malam telah berlalu. Kemudian ia datang di waktu fajar sudah sangat terang. Jibril berkata, "Bulangkit dan kerjakanlah Shalat", maka beliau mengerjakan Shalat Subuh. Kemudian Jibril berkata, "Di antara dua waktu inilah waktu untuk Shalat." (HR. Ahmad, Nasa'i, Tirmidzi, sahih).⁷³

⁷³ Muhammad bin Ali bin Muhammad asy-syaukani, *Nailul Authar*, Terjemahan Nailul authar himpunan hadits hadits hukum, Terj. Mu'ammal Hamidy, dkk, Jld.1, Surabaya: PT Bina Ilmu, Hal. 285.

عَنْ عَبْدِ اللَّهِ بْنِ عَمْرٍو أَنَّ رَسُولَ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ - قَالَ وَقْتُ الظُّهْرِ إِذَا زَالَتِ الشَّمْسُ وَكَانَ ظِلُّ الرَّجُلِ كَطُولِهِ مَا لَمْ يَحْضُرِ الْعَصْرُ وَوَقْتُ الْعَصْرِ مَا لَمْ تَصْفَرَّ الشَّمْسُ وَوَقْتُ صَلَاةِ الْمَغْرِبِ مَا لَمْ يَغِبِ الشَّفَقُ وَوَقْتُ صَلَاةِ الْعِشَاءِ إِلَى نِصْفِ اللَّيْلِ الْأَوْسَطِ وَوَقْتُ صَلَاةِ الصُّبْحِ مِنْ طُلُوعِ الْفَجْرِ مَا لَمْ تَطْلُعِ الشَّمْسُ (رواه مسلم)

Dari Abdullah bin Amar, sesungguhnya Nabi SAW bersabda: Waktu zuhur apabila Matahari tergelincir sampai bayang-bayang seseorang sama dengan tingginya, yaitu selama belum datang waktu asar. waktu Asar selama Matahari belum menguning. waktu Maghrib selama mega merah belum hilang. waktu Isya sampai tengah malam. Waktu subuh mulai terbit fajar Matahari selama Matahari belum terbit” (HR. Muslim dari Abdullah bin Amr).⁷⁴

1. Shalat Dzuhur

Para ahli fiqh memulai dengan shalat Dzuhur, karena ia merupakan shalat pertama yang diperintahkan (*difardhukan*). Kemudian setelah itu *difardhukan* shalat Ashar, kemudian Maghrib, lalu Isya’, kemudian shalat Subuh secara tertib. Kelima shalat tersebut diwajibkannya di Makkah pada malam isra’ setelah 9 tahun dari di utusnya Rasulullah. Hal demikian berdasarkan firman Allah surat Al-Isra’ ayat 78.⁷⁵

⁷⁴ Imam Muslim bin al-hajjaj al-Qusyairy an-Naisabury, Shahih Muslim, Beirut: dar al-Kitab al-ilmiyah, juz II, Hal. 546-547.

⁷⁵ Muhammad Jawa Mughniyyah, *Fiqh Lima Madzhab*, Diterjemahkan oleh Masykur dkk dari *Al-Fiqh ‘ala Al-Madzahib Al-Khamsah*, Jakarta : Lentera, cet VI, 2007, Hal 74. Peristiwa isra’ mi’raj disebutkan dalam surat Al-Isra’ ayat 1 dan terdapat penjelasan mengenai bertemunya Rasulullah dengan Jibril dalam bentuk aslinya dan kebesaran-kebesaran Allah yang disebutkan dalam surat An-Najm ayat 5-18. Sedangkan turunnya perintah shalat 5 waktu didapatkan dari Hadits riwayat Bukhari yang diriwayatkan dari Anas bin Malik. Dari hadits tersebut dikabarkan bahwa Rssul saat mi’raj bertemu dengan dengan para nabi terdahulu dan turun perintah shalat 50 waktu dalam

Pada hadits pertama yang diriwayatkan oleh Jabir, disebutkan bahwa Jibril datang menyuruh Nabi shalat dzuhur pada hari pertama setelah tergelincir Matahari, dan datang lagi diwaktu Ashar saat bayangan benda sama dengan benda tersebut. Pada hari kedua, Jibril datang menyuruh shalat Dzuhur pada waktu bayangan benda sama dengan benda itu sendiri, tepat pada waktu melakukan shalat Ashar pada hari pertama.⁷⁶

Sedangkan pada hadits kedua dijelaskan bahwa waktu Dzuhur ialah bila Matahari sudah tergelincir; atau oleh ulama lain diartikan condong ke Barat; hingga bayang-bayang seseorang sama dengan tingginya atau saat bayang-bayang suatu benda sama panjangnya dengan

sehari-semalam. Dalam perjalanan kembali, Rasul bertemu dengan Nabi Musa yang selanjutnya memberi nasehat untuk meminta keringanan atas perintah shalat yang diterima Rasul, karena umat Rasul dinilai tidak akan sanggup mengerjakannya sebagaimana Nabi Musa mencobakannya pada umat dari Bulani Israil terdahulu. Oleh karena itu diceritakan bahwa Rasul meminta keringanan beberapa kali kepada Allah sehingga perintah shalat menjadi 5 waktu dalam sehari-semalam. Sebenarnya Nabi Musa masih menyarankan agar Rasul meminta keringan lagi, namun Rasul menolak dan berkata, "*Aku telah meminta terlalu bulanyak dari Tuhanku dan itu membuatku malu. Tapi aku rasa sekarang aku gembira dan berserah diri kepada perintah Allah.*" Dan ketika Rasul pergi, beliau mendengar suara berkata "*Aku telah memberikan perintahKu dan telah mengurangi bebulan para hambaKu*". Selengkapny lihat pada Hadits riwayat Bukhari no. 349 dalam *Al Jami' Shahih Al Bukhari*, Beirut: Dar Al Fikr, tt, Hal. 382. Hadits ini dinalai shahih dengan sanad Yahya bin Abu Bukair, Lais bin Su'dan, Yunus, dan Muslim bin Abdullah bin Syihab yang dianggap muttasil dan dikenal sebagai perawi-perawi yang dapat dipercaya. Lihat pada Syekh Syihabuddin Abi al Fadhal Ahmad bin Ali bin Hajar Al Asqalani, *Tahdzib al Tahdzib*, Beirut: Dar Al Kitab Al Islami, 852 H, Hal. 178-445. Dan juga lihat pada Syekh Islam Abi Muhammad Abd Rahman bin Abi Hatim Muhammad, *Al Jarah wa Ta'dil*, Beirut: Dar Al Kutub, 1373 H, Hal. 247, serta lihat pula Imam Hafiz Syamsuddin Muhammad bin Ahmad adz Dzahbi, *Mizan Al I'tidal*, Beirut: Dar Al Kutub Al Islamiyah, tt, Hal. 515.

⁷⁶ Abu Bakar Muhammad, *Subulus Salam*, Surabaya: Al-Ikhlās, Hal.

benda tersebut. Kata “*ka-na*” diathafkan terhadap kata “*za-lat*”, yang maksudnya waktu Dzuhur itu tetap berlangsung hingga terjadi bayangan orang sama dengan tinggi badannya, selama belum masuk waktu Ashar. Inilah batasan bagi permulaan dan akhir waktu Dzuhur.⁷⁷

Dalam hal ini, para ulama’ sependapat bahwa penentuan awal waktu Dzuhur, adalah pada saat tergelincirnya Matahari. Sementara dalam menentukan akhir waktu Dzuhur, ada beberapa pendapat yaitu sampai panjang bayang-bayang sebuah benda sama dengan panjang bendanya (menurut Imam Malik, Syafi’I, Abu Tsaur dan Daud). Sedangkan pendapat Imam Abu Hanifah ketika bayang-bayang benda sama dengan dua kali bendanya.⁷⁸

Secara astronomis, tergelincirnya Matahari diwaktu Dzuhur dapat dikatakan bahwa Matahari sedang berkulminasi atas, yaitu ketika Matahari meninggalkan meridian. Secara ilmu pasti ialah pada saat titik pusat Matahari bergerak dari meridian, atau saat bayang-bayang benda condong ke arah Timur dan sudut yang dihasilkan dengan garis *i’tidal* (garis timur-barat) bukan lagi 90°. ⁷⁹

Tinggi kulminasi Matahari setiap hari berubah, karena adanya deklinasi. Untuk mengetahui besarnya tinggi kulminasi, harus diketahui lebih dahulu *zm* Matahari, yaitu jarak titik pusat Matahari saat kulminasi

⁷⁷ Abu Bakar Muhammad, *Subulus Salam*, Surabaya: Al-Ikhlash, Hal. 305

⁷⁸ Al Faqih Abul Wahid Muhammad Bin Ahmad Bin Muhammad Ibnu Rusyd, *Bidayatul Mujatahid Analisa Fiqih Para Mujtahid*, di terjemahkan oleh Imam Ghazali dkk, dari *Bidayatul Mujtahid Wa Nihayatul Muqtasid*, Jakarta : Pustaka Amani, 2007, Hal. 66

⁷⁹ Abd. Rachim, Rachim, Abdur. *Ilmu Falak*. Yogyakarta: liberty 1983 Hal. 23

dari zenith yang dapat diperoleh dengan rumus, $zm = [\varphi - \delta]$. Dengan kata lain, jarak zenith titik pusat Matahari saat kulminasi besarnya sama dengan harga mutlak lintang tempat dikurangi deklinasi. Oleh karena itu, dalam penentuan awal waktu shalat, maka dapat dirumuskan bahwa jarak zenit (*bu'du as-sumti*), $h = 90^\circ - zm$.⁸⁰ Atau biasanya diambil dua menit setelah tengah hari.⁸¹ Dan beberapa hisab praktis, hanya menghitung waktu tengah antara terbit dan tenggelam Matahari. waktu pertengahan saat Matahari berada di meridian (Meridian Pass) yang dirumuskan dengan $MP = 12 - e$.⁸² Waktu inilah yang menjadi patokan hitungan untuk waktu-waktu shalat lainnya.

2. Shalat Ashar

Secara garis besar dapat dikatakan bahwa awal waktu Ashar adalah sejak bayangan sama dengan tinggi benda sebenarnya, tapi hal ini masih menimbulkan beberapa penafsiran. Dalam hadits riwayat Jabir bin Abdullah r.a Nabi Saw diajak shalat Ashar oleh malaikat Jibril ketika panjang bayangan sama dengan tinggi benda sebenarnya dan pada keesokan harinya Nabi diajak pada saat panjang bayangan dua kali tinggi benda sebenarnya.⁸³

Menurut Imam Malik akhir waktu Dzuhur adalah waktu *musyatarok* (waktu untuk dua shalat), Imam Syafi'i, Abu Tsaur dan Daud berpendapat akhir waktu Dzuhur adalah masuk waktu Ashar; yaitu ketika panjang bayang-bayang suatu benda melebihi panjang benda

⁸⁰ Abd. Rachim, Rachim, Abdur. *Ilmu Falak*. 1983 Hal. 14-15

⁸¹ Moedji Raharto Tarmi, yang dikutip dari Mohammad Ilyas, A *Modern Guide to Islamic Calendar, Times & Qibla*, 1984, Hal. 55

⁸² Muhyiddin Khazin, Hal. 88

⁸³ Muhammad Jawa Mughniyyah, Hal. 74

sebenarnya. Sedangkan Abu Hanifah berpendapat bahwa awal waktu Ashar ketika bayang-bayang sesuatu sama dengan dua kali bendanya.⁸⁴

Dan dalam penetapan akhir waktu shalat Ashar juga ada perbedaan antara hadits Imamatu Jibril dengan hadits Abdillah, yaitu yang pertama dalam hadits Imamatu Jibril sesungguhnya akhir waktu Ashar itu adalah ketika benda itu sama dengan dua kali bayang-bayangnya (pendapat Imam Syafi'i)⁸⁵, dalam hadits Abdillah sebelum menguningnya Matahari (pendapat Imam Ahmad bin Hambal), dan dalam hadits Abu Hurairah akhir waktu Ashar sebelum terbenamnya Matahari kira-kira satu raka'at (pendapat Ahli Dhahir).⁸⁶

Kedua waktu masuknya waktu Ashar ini dimungkinkan karena fenomena seperti itu tidak dapat digeneralisasi akibat bergantung pada musim atau posisi tahunan Matahari. Pada musim dingin hal itu bisa dicapai pada waktu Dzuhur, bahkan mungkin tidak pernah terjadi karena bayangan selalu lebih panjang dari pada tongkatnya.

⁸⁴Lihat pada Syamsudin Sarakhsi, *Kitab Al-Mabsuth* Juz 1-2, Beirut Libulanon : Darul Kitab Al-Ilmiyah, Hal 143. Dalam kitab ini disebutkan bahwa,

وروي عن الحسن ابى حنيفه رحمهما الله تعالى انه اذا صار الظل قامه يخرج وقت الظهر ولا يدخل وقت العصر حتى يصير الظل قاتمين

⁸⁵ Menurut Imam Syafi'i dalam kitabnya *Al-Umm*, waktu Ashar dalam musim panas yaitu ketika bayangan benda sama dengan bendanya atau satu kali bayangan benda sampai ketika habisnya waktu Dzuhur Awal waktu Ashar adalah bila bayang-bayang tongkat panjangnya sama dengan panjang bayangan waktu tengah hari ditambah satu kali panjang tongkat sebenarnya. Lihat pada Imam Abi Abdillah Muhammad Bin Idris Asy-Syafi'i, *Al-Umm*, Beirut-Libulanon : Dar Al-Kitab, Juz I, tt, Hal 153.

⁸⁶Ibnu Rusyd, Abu al Walid Muhammad Bin Ahmad bin Rusyd, *Bidayatul Mujtahid Wa Al-Nihayah Al-Muqtasid*, juz. 1. Hal. 205.

Sementara pendapat yang memperhitungkan panjang bayangan pada waktu Dzuhur atau mengambil dasar tambahannya dua kali panjang tongkat (di beberapa negara Eropa) dianalisis sebagai solusi yang dimaksudkan untuk mengatasi masalah panjang bayangan pada musim dingin.⁸⁷ Untuk masyarakat Indonesia sendiri, digunakan pendapat yang pertama, yaitu masuknya waktu Ashar adalah saat bayang-bayang seseorang atau suatu benda sama dengan seseorang atau benda tersebut.

Cotangent tinggi Ashar sama besarnya dengan tangens jarak zenith titik pusat Matahari sewaktu berkulminasi, ditambah dengan bilangan satu. Adapun akhir waktu Ashar adalah ketika terbenamnya Matahari.⁸⁸

⁸⁷ Departemen Agama RI, (*Penentuan Jadwal Waktu Shalat Sepanjang Masa*), Hal 29. Sedangkan Saadod'ddin Djambek dalam pendapatnya menyatakan bahwa di antara dua pendapat antara Imam Hanafi dan Syafi'i yang dijadikan landasan dalam penentuan awal waktu Shalat Ashar adalah pendapat Imam Hanafi dengan alasan pendapat Imam Hanafi juga mempertimbangkan daerah-daerah kutub, dimana Matahari pada awal Dzuhur tidak begitu tinggi kedudukannya di langit dan dalam keadaan demikian bayang-bayang memanjang lebih cepat dari pada ketika Matahari pada tengah hari berkedudukan tinggi di langit seperti di negeri kita. Jika kita menggunakan pendapat Syafi'i sebagai syarat masuknya awal waktu Ashar maka masuknya waktu Asar akan lebih cepat dan akibatnya waktu Dzuhur menjadi terlalu pendek dan waktu Asar akan terlalu panjang. Selengkapnya baca Wahbah az-Zuhaili. *Al-Fiqh al-Islamiy wa Adillatuhu*, cet. II Beirut : Dar al-Fikr, 1989, I : 509. Baca juga Hasbi ash-Shiddiqie. *Pedoman Shalat*, cet. X , Jakarta : Bulan Bintang, 1978, Hal. 128. Perhatikan pula Saadod'ddin Jambek, *Shalat dan Puasa di daerah Kutub*, cet. I, Jakarta : Bulan Bintang, 1974, Hal 9.

⁸⁸ Abdr. Rachim, Rachim, Abdur. *Ilmu Falak*. Yogyakarta:1983, Hal. 24-25

3. Shalat Maghrib

Dari kedua hadits, ada kesepakatan bahwa awal waktu Maghrib adalah ketika Matahari terbenam. Namun, para ulama berbeda pendapat tentang akhir waktu shalat Maghrib. Imam Hanafi, Hambali, dan Syafi'i, berpendapat bahwa waktu Maghrib adalah antara tenggelamnya Matahari sampai tenggelamnya mega atau sampai hilangnya cahaya merah di arah barat.⁸⁹

Sedangkan Imam Maliki berpendapat, sesungguhnya waktu Maghrib sempit, ia hanya khusus dari awal tenggelamnya Matahari sampai diperkirakan dapat melaksanakan shalat Maghrib itu, yang termasuk di dalamnya, cukup untuk bersuci dan adzan dan tidak boleh mengakhirkannya (mengundurnya) dari waktu ini, ini hanya pendapat Maliki saja.⁹⁰

Secara astronomi, terbenamnya Matahari yang menjadi tanda masuknya awal waktu Maghrib ialah ketika seluruh piringan Matahari berada di bawah ufuk yang biasa dikatakan posisi Matahari -1° . Pada saat tersebut, garis ufuk bersingungan dengan piringan Matahari bagian atas. Sedangkan besar jarak titik pusat Matahari ke ufuk ialah seperdua garis tengah Matahari. Garis tengah Matahari rata-rata ialah $32'$, jadi

⁸⁹ Ibnu Rusyd, Abu al Walid Muhammad Bin Ahmad bin Rusyd, *Bidayatul Mujtahid Wa Al-Nihayah Al-Muqtasid*, juz. 1. Hal. 206

⁹⁰ Muhammad Jawa Mughniyyah, Hal.75. Untuk akhir waktu Maghrib, ada riwayat mengatakan pada hilangnya mega merah (*Asy Syafaq Al Ahmar*) menurut Qoul Jadid yang sependapat dengan Abu Isyaq, Ats Tsaury, Abu Tsaur, Ashab Ar Ra'yi dan sebagian Ashab Asy Syafi'i. Dan ada juga riwayat yang mengatakan bahwa waktu Maghrib hanya seukuran Wudhu, adzan, iqamat, shalat Maghrib, dzikir dan shalat sunnah dua raka'at. Pendapat kedua ini menurut Qaul Qadim Imam Syafi'i.

jarak titik pusat Matahari ke ufuk ialah $\frac{1}{2} \times 32 = 16'$.⁹¹ Oleh karena itu, dalam penentuan waktu Maghrib diformulasikan dengan menambah jarak titik pusat Matahari tersebut; atau yang biasa disebut dengan semidiameter Matahari; dengan koreksi reraksi yang menggunakan data refraksi rata-rata pada saat Maghrib senilai $0^\circ 34'$; serta kerendahan ufuk. Sehingga diperoleh rumus untuk mencari tinggi Matahari (h_o) pada saat Maghrib adalah sebagai berikut:

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

4. Shalat Isya'

Permulaan waktu Isya' dari keterangan hadits tersebut dapat diketahui bahwa pada saat hilangnya mega merah dan berlangsung hingga tengah malam. Namun, dari kedua hadits tersebut, hadits kedua menyebutkan bahwa batas waktu Isya' hingga tengah malam. Sedangkan pada hadits pertama, disebutkan bahwa Jibril baru datang ;dihari kedua; ketika telah lewat separuh malam atau sepertiga malam, kemudian Nabi shalat Isya'. Dari situ, ada tiga pendapat untuk batas waktu Isya', yang pertama sampai sepertiga malam (menurut Syafi'i dan Abu Hanifah), kedua sampai separoh malam (menurut Imam Malik), dan terakhir sampai terbit fajar (menurut imam Daud).⁹²

⁹¹ Abd. Rachim, , Hal. 26

⁹² Al Faqih Abul Wahid Muhammad Bin Ahmad Bin Muhammad Ibnu Rusyd, Hal. 210. Pendapat pertama bahwa akhir waktu Isya' adalah pada pertengahan malam dilansir oleh Ats Tsaury, *Ashab ar Ra'yi* (ulama yang condong pada akal dalam proses ijtihadnya), Ibnu Al Mubarak, Isyaaq bin Rawaih dan Abu Hanifah. Sedangkan akhir waktu Isya' ialah sepertiga malam seperti yang dilansir oleh Umar bin Khattab, Abu Hurairah, Umar bin Abdul Aziz dan Asy Syafi'i (pada salah satu riwayat dari Isyaaq bin Ibrahim dari Jarir dari Manshur). Untuk akhir waktu Isya' saat terbitnya fajar sebagaimana dilansir oleh Asy Syafi'i (pada riwayat lain), Abdullah bin Abbas, Atha',

Di Indonesia, para ulama sepakat bahwa waktu Isya' ditandai dengan mulai memudarnya mega merah (*asy-Syafaq al-Ahmar*) di bagian langit sebelah barat, yaitu tanda masuknya gelap malam. Peristiwa ini dalam falak ilmiy dikenal sebagai akhir senja astronomi (*astronomical twilight*).⁹³

Secara astronomis, apabila Matahari telah di bawah ufuk, cahaya yang langsung mengenai bumi telah tidak ada, yang ada hanya cahaya yang dipantulkan dan dibiaskan oleh partikel-partikel halus yang berada di udara hingga mencapai mata pengamat. Kadar penyebaran cahaya oleh partikel-partikel tersebut berbulandng sebagai kebalikan pangkat empat panjang gelombang. Gelombang yang terpendek ialah sinar biru, sedangkan yang paling panjang adalah sinar merah. Sinar merah ini yang biasa disebut mega merah.⁹⁴

Thawus, Ikrimah dan *Ahlu Ar Rifahiyyah*. Selengkapnya lihat pada Sa'id bin Muhammad Ba'asyun, *Busyr Al Karim Syarh Al Muqadimah Al Hadhramiyah*, Beirut: Dar Ihya Al Kutub Al Arabiyah, tt, Hal. 56

⁹³ There is one phenomenon that lengthens the fraction of the day given over to daylight. Even after the sun has set, some sunlight is received by the observer, scattered and reflected by the earth's atmosphere. As the sun sinks further below the horizon, the intensity of this light diminishes. The phenomenon is called twilight and is classified as civil, nautical or astronomical twilight. Civil twilight is said to end when the sun's centre is 6° below horizon, nautical twilight ends when centre 12° below the horizon, while astronomical twilight ends when the centre of the sun's is 18° below the horizon. Twilight is a nuisance, astronomically speaking, often preventing the observation of very faint celestial objects. We shall see below that in some latitudes during part of the year, twilight is indeed continuous throughout the night, evening and morning twilight merging because the sun's centre at all times of the night is less than 18° below the horizon. Lihat A. E. Roy, D. Clarke, *Astronomy Principles and Practise*, published by Adam Hilger, Bristol: Techno House, 1936, Hal. 83.

⁹⁴ Abd Rachim, *Ilmu Falak*, Hal. 38-39

Waktu Isya' dapat diketahui pada saat peristiwa *dusk astronomical twilight*, yaitu ketika langit tampak gelap karena cahaya Matahari di bawah ufuk tidak dapat lagi dibiaskan oleh atmosfer. Dalam referensi standar astronomi, sudut altitude untuk astronomical twilight adalah 18° di bawah ufuk, atau sama dengan -18° .⁹⁵

Hal ini berarti, bayangan merah setelah terbenamnya Matahari tidak terlihat lagi jika Matahari berada pada 18° di bawah ufuk (-18°), dengan jarak pusat Matahari sama dengan 108° (posisi Matahari tenggelam $90^\circ + 18^\circ$). Ketentuan h Isya' -18° ini dipegang oleh Saadoeddin Djambek dan dalam beberapa keterangan-keterangan pada berbagai kesempatan oleh Abdur Rachim serta Husen kamluddin.⁹⁶

5. Shalat Subuh

Kedua hadits telah jelas menyebutkan bahwa waktu Subuh adalah waktu mulai terbitnya *fajar shadiq* dan berlangsung hingga terbitnya Matahari. Para ahli fiqh sepakat dengan pendapat tersebut, meskipun ada beberapa ahli fiqh Syafi'iyah yang menyimpulkan bahwa batas akhir waktu Subuh adalah sampai tampaknya sinar Matahari.⁹⁷

Fajar shadiq⁹⁸ dapat dipahami sebagai *dawn astronomical twilight* (fajar astronomi), yaitu ketika langit tidak lagi gelap dimana

⁹⁵ Rinto Anugraha, dalam artikel yang ditulis, *Cara Menghitung Waktu Shalat*, yang diakses di www.eramuslim.com pada tanggal 13 November 2017

⁹⁶ Saadoe'ddin Djambek, *Pedoman Waktu Shalat Sepanjang Masa*, Jakarta: Bulan Bintang, 1394, Hal. 32

⁹⁷ Ibnu Rusyd, Abu al Walid Muhammad Bin Ahmad bin Rusyd, *Bidayatul Mujtahid Wa Al-Nihayah Al-Muqtasid*, juz. 1. Hal. 213

⁹⁸ Fajar shidiq disebabkan oleh hamburan cahaya Matahari di atmosfer atas. Berbeda dengan fajar kidzib (cahaya zodiak), yang disebabkan oleh hamburan cahaya Matahari oleh debu-debu antarplanet.

atmosfer bumi mampu membiaskan cahaya Matahari dari bawah ufuk. 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). Pendapat lain menyatakan bahwa terbitnya fajar sidik dimulai pada saat posisi Matahari 20° derajat di bawah ufuk atau jarak zenit Matahari adalah 110° ($90^\circ + 20^\circ$).⁹⁹

Di Indonesia pada umumnya, Subuh dimulai pada saat kedudukan Matahari 20° derajat di bawah ufuk hakiki (*true horizon*). Hal ini bisa dilihat misalnya pendapat ahli falak terkemuka Indonesia, yaitu Saadod'din Djambek disebut-sebut oleh bulanyak kalangan sebagai *mujaddid al-hisab* (pembaharu pemikiran hisab) di Indonesia. Beliau menyatakan bahwa waktu Subuh dimulai dengan tampaknya fajar di bawah ufuk sebelah timur dan berakhir dengan terbitnya Matahari. Menurutnya dalam ilmu falak saat tampaknya fajar didefinisikan dengan posisi Matahari sebesar 20° dibawah ufuk sebelah timur.¹⁰⁰ Sementara itu batas akhir waktu Subuh adalah waktu Syuruq (terbit), yaitu -1° .

⁹⁹ Abd Rachim, *Ilmu Falak*, Hal.39

¹⁰⁰ Saadod'din Djambek, , Hal. 45. Untuk h Matahari saat terbitnya *fajar shadiq* dan *fajar kidzib* sendiri terdapat perbedaan dari beberapa kalangan ahli falak dan ahli astronomi. Abu Raihan Al Biruni berpendapat h Matahari untuk waktu Subuh adalah sekitar -15° hingga -18° . Dalam *Al-khulashatul Wafiyah fil falaki Jadawidil Lughritimiyah* (Zubair umar al-jaelani) Hal. 176, dan *Ilmu Falak (Kosmografi)* (P. Sima-Mora) Hal.82 disebutkan bahwa h Matahari saat Subuh adalah -18° . Sedangkan dalam *Taqribul Maqshad fil 'amali bir rubu'il Mujayyab* (Muhammad Muhtar bin Atharid al-Jawi al-Bogori) Hal. 20, *ad-Durusul Falakiyah* (Muhammad Ma'shumm bin Ali al-Maskumambulangi) Hal.12, dan *Ilmu Hisab dan Falak* (KRT Muhammad Wardan Diponingrat) Hal. 72, menyebutkan bahwa h Matahari saat Subuh adalah -19° sebagaimana Ibnu Yunus, Al Khalily, Ibnu Syathhir dan Ath Thusiy..

Sampai saat ini sudut ketinggian Matahari yang digunakan sebagai patokan waktu shalat subuh belum ada keseragaman. Untuk mengetahui beberapa sudut subuh yang diberlakukan di beberapa Negara yaitu seperti tabel berikut:

Tabel.3 Kriteria Ketinggian Matahari di Beberapa Negara¹⁰¹

Organisasi	Kriteria Ketinggian Matahari		Negara
	Subuh	Isya	
University of Islamic Science Karachi	18°	18°	Pakistan, Bulangladesh, India, Afganistan dan sebagian Eropa
Islamic Society of Nort America (ISNA)	15°	15°	Canada sebagian Amerika
Muslim World league	18°	17°	Eropa, Timur jauh dan sebagian Amerika Serikat
Taqwim Ummul Quro	19°	90 menit setelah magrib (120 menit khusus Ramadhan)	Semenanjung Arabia
Egyptian General Authority of Survey	19,5°	17,5°	Afrika, Syiria, Irak, Lebulanon, Malaysia

¹⁰¹ Susiknan Azhari, *Ilmu Falak Dan Perjumpaan Khazanah Islam dan Sains Modern*, yogyakarta: suara Muhammadiyah, 2007, Hal. 68

Badan Hisab dan Rukyat Departemen Agama	20°	18°	Indonesia
---	-----	-----	-----------

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa setiap selisih 1° ketinggian Matahari yang dijadikan acuan penentuan waktu subuh akan ekuivalen dengan selisih 4 menit awal Shalatnya. Di Indonesia ijthad yang digunakan adalah posisi Matahari 20 derajat dibawah ufuk, Penggunaan angka ini adalah menurut Departemen Agama RI (1994) adalah berdasarkan pendapat Saadoeddin Djambek (974) dalam bukunya shalat dan puasa di daerah kutub dan Abd. Rachim dalam bukunya ilmu falak.

Angka 20° ini sebenarnya adalah angka yang diberikan oleh Ibnu Yunus seorang ilmuan yang hidup semasa dengan 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.

Di Indonesia sendiri angka depresi Matahari yang ditemukan beberapa ahli falak juga bervariasi. Berikut ini beberapa Kriteria ketinggian Matahari untuk subuh oleh beberapa ahli falak Indonesia.

Tabel.4 Posisi Matahari awal waktu subuh menurut ahli falak
Indonesia¹⁰²

Ahli Falak	Posisi Matahari
Saadoe'ddin Djambek (1974: 32)	-20°
KH. Zubair Umar al-Jailani (tt: 176)	-18°
Muhammad ma'shum bin Ali (tt:12)	-19°
Abdur rachim (1983: 39)	-20°
Noor Muhammad SS (tt: 20)	20°
KH. Slamet Hambali (2006: 1)	-19° + h terbit/ terbenam
T Djamaluddin (2005: 138)	-18°
Muhyiddin Khazzin (2008: 92)	20°

Jika dilihat pada tabel 3 di atas, University of Islamic Science Karachi dan Muslim World League memiliki kriteria yang sama yakni -18°, memiliki selisih 1,5° dengan Ummul Qurra Commitee dan Egyptian General Authority of Survey. Sedangkan, Islamic Society of North America (ISNA) memiliki kriteria yang jauh berbeda dengan empat organisasi tersebut, selisihnya 3° - 4,5°. Dari sumber data yang penulis kutip, tidak menjelaskan alasan-alasan astronomis pengambilan angka tersebut. Akan tetapi, diasumsikan bahwa data astronomis tersebut

¹⁰² Nihayatur Rohmah, *Syafaq dan Fajar: Verifikasi Dengan Aplikasi Fotometri Tinjauan Syar'i Dan Astronomi*, 2012Hal. 48-49

didasarkan pada fakta empiris di lapangan dan ditunjang dengan hasil penelitian dari masing-masing organisasi tersebut.

Selanjutnya pada tabel 4, ahli falak Indonesia menentukan bahwa secara astronomis, saat awal waktu Subuh dimulai kedudukan Matahari antara $18-20^{\circ}$, berarti terdapat selisih 2° . Jika dibandingkan dengan kelima organisasi di atas, antara Indonesia dan Islamic Society of North America (ISNA) saja yang memiliki selisih yang jauh berbeda, yaitu sampai 5° . Khusus kriteria yang dikemukakan ahli falak Indonesia, pada umumnya berargumen dengan fenomena fajar astronomi, dimana ketika posisi Matahari berada sekitar 18° atau 20° , saat itu cahaya bintang mulai redup karena mulai munculnya hamburan cahaya Matahari, yang kemudian didefinisikan sebagai akhir malam atau awal waktu Subuh.

BAB III

AWAL WAKTU SHALAT SUBUH MENURUT TONO SAKSONO

A. Biografi Tono Saksono

Tono Saksono adalah seorang konsultan dalam bidang *Mapping Science*, yang saat ini merupakan ketua the Islamic science research network (ISRN) UHAMKA, sebuah pusat penelitian tentang integrasi sains Islam yang didirikan pada april 2016, serta tercatat sebagai ketua umum himpunan ilmuan Muhammadiyah (HIM). Menyelesaikan pendidikan strata satunya di departemen teknik geodesi dan geomatik fakultas Teknik Universitas Gajah Mada (UGM) tahun 1979, kemudian studi Master di Department of Geodetic Science, school of earth science, Ohio State University USA pada tahun 1984 dan Ph.D dari department of civil, environmental dan Geomatic Engineering, University College London inggris pada tahun 1988.¹⁰³.

Tono Saksono adalah Dosen di Fakultas Teknik Universitas Gajah Mada dan dosen di Universiti Tun Hussein Onn Malaysia (2008-2015). Tono Saksono seorang yang gemar menulis, tercatat sampai tahun 2007 telah menulis sekitar 60 *technical papers* yang sebagian besar dipresentasikan di berbagai pertemuan ilmiah tingkat internasional. Adapun buku-buku yang telah ditulis diantaranya; Mengkompromikan rukyat dan hisab (2007), Mengungkap rahasia simfoni dzikir jagat raya (2006), Kuliah ke luar negeri tidak perlu mahal

¹⁰³ Wawancara dengan Tono Saksono pada hari Sabtu 11 januari 2018 di Bekasi, Jawa Barat.

(2007), Menembus penjuru langit dan bumi (2007) dan Pseudo Syariah Economy and Muslims' Civilization Debt (2014)

Tono Saksono sebagai ketua Islamic Science Research Network, Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka (ISRN UHAMKA) Jakarta dan sebagai Majelis Tarjih dan Tajdid PP Muhammadiyah, beliau juga aktif mengisi seminar-seminar ilmu falak dan tercatat sebagai anggota Majelis Tarjih hisab Muhammadiyah dari tahun 2016-sekarang¹⁰⁴.

Tono Saksono seorang yang aktif dalam kajian ilmu falak, beliau tercatat sebagai pembicara dalam seminar nasional kalender Islam global (pasca Muktamar Turki 2016) yang diadakan di Medan 3-4 Agustus 2016 dan terakhir beliau mengisi seminar *Nasional Model Integrasi Sains-Islam; Evaluasi Awal Waktu Shalat Subuh Menurut Sains dan Fikih*. Tulisan ini disampaikan dalam acara seminar Nasional yang dilaksanakan di Aula A.R. Fachrudin Lt. II Fakultas Ekonomi dan Bisnis UHAMKA Jakarta Timur, pada hari Selasa 12 Sya'bulan 1438 H 9 Mei 2017 M.

Kegemaran Tono Saksono dalam bidang ilmu falak (astronomi) membuatnya tekun dan ulet dalam mengkaji ilmu falak, dan sekarang tercatat sebagai anggota divisi hisab Muhammadiyah. ada beberapa artikel yang pernah beliau presentasikan dalam acara seminar ilmu falak diantaranya:

¹⁰⁴ Wawancara dengan Tono Saksono pada hari Sabtu 11 januari 2018 di Bekasi, Jawa Barat.

1. Wujudul Hilal dalam Perspektif Astronomi, Kasus: 1 Ramadan 1434-H, makalah ini disarikan dari manuskrip buku yang berjudul Pseudo Syariah Economy and Muslim's Civilization Debt. Penulisan buku ini dibiayai oleh Publication Department, University Tun Hussein Onn Malaysia (UTHM).
2. Analisis atas Resume Kongres Kalender Islam Global Turki dan Pentingnya Kalender Islam Global untuk umat Islam, makalah ini disampaikan dalam Halaqah Nasional Ahli Hisab dan Fiqih Muhammadiyah.
3. Dogma Visibilitas Hilal dan Kemelud Kalender Islam, makalah ini disampaikan dalam Seminar Nasional (Pasca Muktamar Turki 2016) pada tanggal 3-4 Agustus 2016 di Aula Pascasarjana Lt.1 Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Menuju Terbentuknya Islamic Calendar Research Network Indonesia.
5. Kalender Islam Global dan Upaya Menghentikan Pengelembungan Hutang Peradabulan Umat Islam, makalah ini disampaikan pada seminar tindak lanjut hasil kongres internasional kalender Hijriah unifikatif Turki 2016 untuk Indonesia, UHAMKA, 17 Juni 2016, Jakarta.
6. Imkan-Rukyat is a Scientific Blunder. Makalah ini dipresentasikan dalam sosialisasi Hisab Muhammadiyah 1437-H dan pelatihan hisab arah kiblat yang diselenggarakan oleh Majelis Tarjih dan Tajdid PW Muhammadiyah DKI Jakarta. STIEAD Jakarta, 21 Mei 2016

7. Kalender Islam Global: Momentum Penyatuan Umat dan Menghapus Ego Kelompok. Disampaikan pada diskusi: Kalender Hijriyah Global: Sebuah Keniscayaan, UHAMKA, 26 Mei 2016, Jakarta.
8. Problem Yang Lebih Besar Dari Hanya Sekedar Beda Iedul Adha.

Awal Tono Saksono Menekuni Kajian Falak ialah karena pada tahun 2006 *Islamic society of North America (ISNA)*, mereka mendeklarasikan bahwa kalender Islam yang akan mereka gunakan adalah dengan murni hisab. Padahal sepanjang beberapa puluh tahun sebelumnya mereka menggunakan rukyat sebagai penentuan awal bulan dan selama tahun 1994-2006 ISNA memerintahkan 2000 perukyat untuk melakukan rukyat di Amerika dan Kanada. Akan tetapi mereka gagal memformulasikan rukyat sebagai pedoman penentuan awal bulan. Akhirnya Dewan Fatwa *Fikih Consul of North America* memutuskan mulai tahun 2006 mereka menggunakan hisab murni sebagai penentuan awal bulan dengan markas di Amerika. Tapi karena dihujat, maka markasnya dipindah ke Makkah¹⁰⁵. Polemik ini terus berlanjut, oleh karena itu Tono Saksono mulai meneliti, mengkaji dan menulis buku tentang ilmu falak yaitu *Mengkompromikan Rukyat & Hisab terbit tahun 2007 dan Evaluasi Awal Waktu Subuh Dan Isya Perspektif Sains, Teknologi Dan Syariahtahun 2017*¹⁰⁶

¹⁰⁵ Wawancara dengan Tono Saksono pada hari Sabtu 11 januari 2018 di Bekasi, Jawa Barat..

¹⁰⁶ Wawancara dengan Tono Saksono pada hari Sabtu 11 januari 2018 di Bekasi, Jawa Barat..

B. Dalil Syariah Tentang Fajar

1. Dalil syari tentang fajar dalam al-Quran

a. Al- baqarah (2): 187

أَحِلَّ لَكُمْ لَيْلَةَ الصِّيَامِ الرَّفَثُ إِلَىٰ نِسَائِكُمْ ۚ هُنَّ لِبَاسٌ لَّكُمْ وَأَنْتُمْ لِبَاسٌ لَهُنَّ ۗ عَلِمَ اللَّهُ أَنَّكُمْ كُنْتُمْ تَخْتَانُونَ أَنْفُسَكُمْ فَتَابَ عَلَيْكُمْ وَعَفَا عَنْكُمْ ۖ فَالْآنَ بَشِّرُوهُنَّ ۖ وَابْتَغُوا مَا كَتَبَ اللَّهُ لَكُمْ ۚ وَكُلُوا وَاشْرَبُوا حَتَّىٰ يَتَبَيَّنَ لَكُمُ الْخَيْطُ الْأَبْيَضُ مِنَ الْخَيْطِ الْأَسْوَدِ مِنَ الْفَجْرِ ۗ ثُمَّ أَتُمُوا الصِّيَامَ إِلَىٰ الْوَيْلِ ۚ وَلَا تَبَشِّرُوهُنَّ ۖ وَأَنْتُمْ عَنْكِفُونَ فِي الْمَسْجِدِ ۗ تِلْكَ حُدُودُ اللَّهِ ۚ فَلَا تَقْرُبُوهَا ۗ كَذَٰلِكَ يُبَيِّنُ اللَّهُ لِنَاسٍ لَّعَلَّهُمْ يَتَّقُونَ

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. al-baqarah/2: 187).¹⁰⁷

Akar kata trilateral *ba ya nun* muncul 523 kali dalam al-Quran, salah satunya muncul 18 kali sebagai kata kerja yang berarti menjadi jelas termasuk dalam surat al-baqarah ayat 187 ini, artinya saat fajar sebagai tanda awal waktu subuh itu harus jelas, tidak meragukan.¹⁰⁸

b. Q.S At-Thuur (52): 49

وَمِنَ اللَّيْلِ فَسَبِّحْهُ وَإِدْبَرَ النُّجُومِ

dan bertasbihlah kepada-Nya pada beberapa saat di malam hari dan di waktu terbenam bintang-bintang (di waktu fajar) (Q.S. At-Thuur/ 52: 49).¹⁰⁹

kata dasar trilateral *da ba ro* muncul 44 kali dalam al-Quran, sekali sebagai *verbal noun id'bar*. Menurut Tono Saksono terjemahan terbenamnya bintang-bintang kurang tepat karena ada jutaan bintang, yang mana yang tenggelam, tidak mungkin jutaan bintang itu terbenam bersamaan dan kata terbenam hanya cocok untuk benda langit yang berukuran besar dan jelas seperti matahari dan bulan. al-Quran biasanya menggunakan istilah ghurub.¹¹⁰

¹⁰⁷ Departemen Agama RI, *al-Qur'an dan Terjemahannya*, Jakarta: Syaamil, 2005.

¹⁰⁸ Tono Saksono, evaluasi awal waktu subuh dan isya perspektif Sains, Teknologi dan syariah, Jakarta: UHAMKA Press dan LPP AIKA UHAMKA, 2017, Hal,

¹⁰⁹ Departemen Agama RI, *al-Qur'an dan Terjemahannya*, Jakarta: Syaamil, 2005.

¹¹⁰ Tono Saksono, *Evaluasi Awal Waktu Subuh Dan Isya*. Hal. 39

c. Q.S al-Falaq (113): 1

قُلْ أَعُوذُ بِرَبِّ الْفَلَقِ

Katakanlah: "Aku berlindung kepada Tuhan yang menguasai subuh (Q.S Al-Falaq/113: 1)¹¹¹

Kata dasar trilateral *isim al-falaq* adalah fa lam qaf hanya 4 kali dalam al-Quran, satu kali sebagai kata kerja (26: 63: 8), satu kali sebagai kata benda (*isim majrur* (113:1:4) dan dua kali sebagai *active participle* (6: 95:3) dan (6: 96: 1).¹¹² Dengan demikian *falaqo* sebetulnya bearti membelah, namun itu meliputi proses pembelahan yang beragam.¹¹³

1). Pembelahan oleh beni yang merekahkan bumi dan pertumbuhan akar di bagian dalam bumi

إِنَّ اللَّهَ فَالِقُ الْحَبِّ وَالنَّوْمِ ^ط يُخْرِجُ الْحَيَّ ^ط مِنَ الْمَيِّتِ وَمُخْرِجُ الْمَيِّتِ ^ط
مِنَ الْحَيِّ ^ج ذَٰلِكُمْ اللَّهُ ^ط فَأَنَّى تُؤْفَكُونَ

Sesungguhnya Allah menumbuhkan butir tumbuh-tumbuhan dan biji buah-buahan. Dia mengeluarkan yang hidup dari yang mati dan mengeluarkan yang mati dari yang hidup. (yang memiliki sifat-sifat) demikian ialah Allah, Maka mengapa kamu masih berpaling (Q.S al-anam/6: 95)¹¹⁴

¹¹¹ Departemen Agama RI, *al-Qur'an dan Terjemahannya*, Jakarta: Syaamil, 2005.

¹¹² Tono saksono. *Evaluasi Awal Waktu Subuh Dan Isya ...H.57*

¹¹³ Tono saksono. *Evaluasi Awal Waktu Subuh Dan Isya ...H.57*

¹¹⁴Departemen Agama RI, *al-Qur'an dan Terjemahann ya*, Jakarta: Syaamil, 2005.

- 2). Memisahkan langit dan bumi yang semula berasal dari benda nir-massa (*massales matter*) melalui big bulang menjadi alam raya tak bertepi

أَوَلَمْ يَرَ الَّذِينَ كَفَرُوا أَنَّ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضَ كَانَتَا رَتْقًا
فَفَتَقْنَاهُمَا^ط وَجَعَلْنَا مِنَ الْمَاءِ كُلَّ شَيْءٍ حَيٍّ أَفَلَا يُؤْمِنُونَ^ط

dan Apakah orang-orang yang kafir tidak mengetahui bahwasanya langit dan bumi itu keduanya dahulu adalah suatu yang padu, kemudian Kami pisahkan antara keduanya. dan dari air Kami jadikan segala sesuatu yang hidup. Maka Mengapakah mereka tiada juga beriman (Q.S al-aniya/21: 30).¹¹⁵

- d. Al-an'am (6): 96

فَالِقُ الْإِصْبَاحِ وَجَعَلَ اللَّيْلَ سَكَنًا وَالشَّمْسَ وَالْقَمَرَ حُسْبَانًا^ج
ذَٰلِكَ تَقْدِيرُ الْعَزِيزِ الْعَلِيمِ

Dia menyingsingkan pagi dan menjadikan malam untuk beristirahat, dan (menjadikan) matahari dan bulan untuk perhitungan. Itulah ketentuan Allah yang Maha Perkasa lagi Maha mengetahui (Q.S al-anam/6: 95).¹¹⁶

¹¹⁵ Departemen Agama RI, *al-Qur'an dan Terjemahann ya*, Jakarta: Syaamil, 2005.

¹¹⁶ Departemen Agama RI, *al-Qur'an dan Terjemahann ya*, Jakarta: Syaamil, 2005.

2. Dalil Syari'i Fajar dalam Hadits

Bulanyak hadits-hadits tentang fajar tetapi disini hanya mengutip dua hadits diantaranya:

الفجر فجران فأما المستطيل في لسماء فلا يمتعن السحور ، ولا تحل فيه الصلاة، وإذا اعترض فقد حرم الطعام، فصل صلاة الغداة.

Fajar itu ada 2 macam, adapun yang meninggi dilangit maka ia tidak menghalangi sahur dan tidak menghalalkan shalat, apabila ia telah membentang maka haram makan sahur, maka shalatlah shalat subuh. (HR. Daruquthni dengan sanad Shahih)¹¹⁷

Hadits diatas memperingatkan agar umat islam tidak tertipu oleh kehadiran fajar kadzib yang datang lebih awal sebelum fajar shadiq karena awal waktu subuh yang sesungguhnya adalah ketika munculnya fajar shadiq.¹¹⁸

Terkait dengan benang putih dan benang hitam dalam QS. Al-Baqarah 2/187 beberapa hadits meriwayat sebagai berikut: imam bukhari mencatat Asy-Sya'abi yang meriwayatkan bahwa Adi bin Hatim berkata “ saya mengambil dua benang, satu hitam dan yang lain putih dan menyimpannya di bawah bulantal saya dan terus memandangi kedua benang ini sepanjang malam, tapi tidak dapat membedakan antara keduanya.” Maka pagi berikutnya saya menemui rasulullah dan menceritakan seluruh kisah ini, rasul kemudian bersabda:

¹¹⁷ Tono saksono. *Evaluasi Awal Waktu Subuh Dan Isya*

¹¹⁸ Tono saksono. *Evaluasi Awal Waktu Subuh Dan Isya ...H.49*

إن وسادك إذ لعريض أن كان الخيط الابيض والاسود تحت وساد تكز

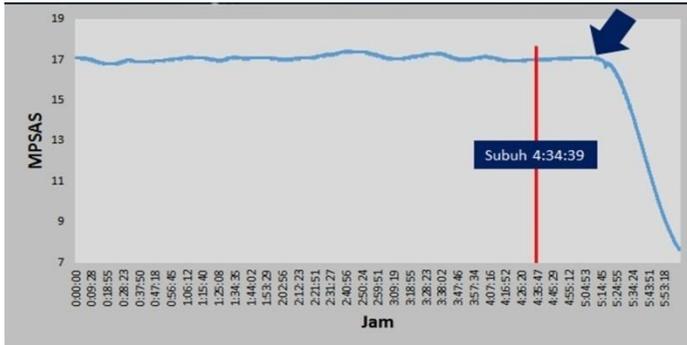
Bulantalmu terlalu ebar jika benang putih dan hitam itu dibawahnya.¹¹⁹

Maksud kalimat “bulantalmu terlalu lebar” disini adalah jika dapat meliputi kedua benang putih dan hitam yang dimaksud dalam ayat tersebut. Yakni terangnya siang dan gelapnya malam yang berarti “bulantalmu seluas timur dan barat” interpretasi astronomis atas hadits ini jelas bahwa yang dimaksud dengan benang putih-hitam adalah kehadiran garis ufuk yang merupakan pertemuan antara kaki langit dan bumi yang sudah membentang dari barat ke timur akibat hadirnya fajar. Itulah fajar shadiq.¹²⁰

¹¹⁹ Tono saksono. *Evaluasi Awal Waktu Subuh Dan Isya*

¹²⁰ Tono saksono. *Evaluasi Awal Waktu Subuh Dan Isya ...Hal. 45*

Pentunjuk dalam al-Quran dan hadits yang dipaparkan sebelumnya jelas memberikan indikasi bahwa fajar shadiq muncul di titik lokasi tanda panah pada gambar berikut.



Gambar 3.1: plot SQM data, Depok 10 Juni 2015¹²¹
(Subuh terjadi pada pada 4:34: 39, seharusnya pada arah panah)

C. Instrumenasi Pendeteksi Awal Waktu Subuh Tono Saksono

Kecerlangan langit (*sky brightness*) dimalam yang gelap secara alami berasal; dari tiga sumber cahaya:¹²²

1. Sumber utama kecerlangan langit berasal dari gabungan cahaya bintang-bintang (yang sebetulnya redup) dalam galaksi bima sakti (*milky way*) yaitu galaxy tempat sistem tata surya kita berada. Kilauan udara adalah akibat emisi saat partikel atom dan atmosfer dan molekul kimiawi (seperti O, Na, O₂) yang pada siang harinya terkena radiasi ultraviolet, kemudian menjadi

¹²¹ Tono saksono. *Evaluasi Awal Waktu Subuh Dan Isya..* Hal. 27

¹²² Tono saksono, *Evaluasi Awal Waktu Subuh Dan Isya*, Hal. 55. Lihat J. Bririel dan K.J adkins, *A Simple Apparatus To Measure Night Sky Brightness At Portable Various Zenith Angel*, jaavscsco, Vol. 38 pp. 221-229, 2010.

sumber utama kecerlangan langit yang dominan pada malam harinya.

2. Sumber yang kedua adalah cahaya lain yang berasal dari debu antar bintang yang menghasilkan cahaya yang menyebar di sepanjang bidang galaksi. Cahaya zodiak yang yang disebar oleh debu-debu planet inilah yang mnerupakan kontributor terbesar kedua untuk kecerahan langit.
3. Sumber cahaya ketiga dan yang paling lemah adalah cahaya extragalatik.

Untuk mendeteksi hadirnya waktu fajar sebagai tanda awal waktu subuh, ISRN melakukan pengamatan menggunakan dua jenis Instrumen pengukur kecerlangan langit pada malam hari yang nilainya merupakan fungsi zenith dan azimuth yaitu Sky Quality Meter (SQM) dan alat all sky camera (ASC).¹²³

- a. Sky Quality Meter

Sky quality meter (SQM) adalah instrumen untuk mengukur tingkat kecerlangan langit malam. Satuan hasil pengukuran adalah magnitude per square arc second (MPSAS)¹²⁴. SQM yang digunakan Tono Saksono dalam pengumpulan data untuk pendeteksi fajar adalah SQM-LU-DL, perangkat ini dilengkapi dengan sensor cahaya, TAOS TSL237S dan filter penapis kanal sinar inframerah, HOYA CM500. Ukuran fisisnya sangat fortable (97 x 61 x 25mm) yang beroperasi dengan baterai berdaya 9 volt. Dengan fungsi filter penapis kanal sinar

¹²³ Tono saksono. *Evaluasi Awal Waktu Subuh Dan Isya ...*H.57

¹²⁴ MPSAS (magnitude per square arc second) adalah sebuah pengukuran berskala logaritmik.

inframerah, SQM hanya mengukur intensitas pada kanal cahaya tampak (visible light) dengan panjang gelombang 0.4-0.7 mikron, dan juga mengukur temperatur sekitaran. SQM ini mempunyai beberapa fungsi yaitu:¹²⁵

1. Meneliti seberapa bagus kondisi langit di sekitar kita
2. Membandingkan nilai kecerlangan langit pada beberapa lokasi secara kuantitatif.
3. Merekam pergerakan polusi cahaya disekitar kita
4. Menetapkan pencahayaan kubah planetarium agar menyerupai langit yang sesungguhnya.
5. Memantau kecerlangan langit sepanjang malam, dari malam ke malam berikutnya, bahkan dari tahun ke tahun berikutnya.

SQM mengukur seberapa bulanyak cahaya yang masuk ke dalam sensornya. Kemudian SQM mengubah jumlah cahaya yang masuk tersebut menjadi satuan MPSAS. Angka yang lebih besar yang terbaca dilayar menunjukkan langit yang lebih gelap. Angka yang terbaca pada SQM sebesar 21.00 MPSAS berarti menunjukkan langit yang sangat gelap, sementara pembacaan data dengan nilai 16.00 MPSAS mengindikasikan langit yang cerlang akibat adanya polusi cahaya.

Selain data MPSAS, SQM juga merekam data lain diantaranya:

1. 37 baris data header yang diantaranya memuat informasi identifikasi non teknis, seperti jenis instrumen, organisasi, nama pengamat, posisi lintang, bujur dan evaluasi pengamatan, zona

¹²⁵ Tono saksono. *Evaluasi Awal Waktu Subuh Dan Isya...* H.57, lihat <http://unihedron.com/projects/darksky/>. Diakses tanggal 24 februari 2018

waktu lokal, pemilihan field of view (FoV) instrumen saat pengamatan, apakah pengukuran bergerak atau statis, resolusi temporal data yang diinginkan, dan lain-lain.

2. Data teknis yang direkam adalah tanggal, waktu, perekaman data, temperatur, jumlah bintang yang masuk dalam FoV. Frekuensi, dan nilai MPSAS.
3. SQM merekam data kecerlangan langit dalam format ASCII¹²⁶. Jadi informasi yang yang terekam adalah data alfanumerik data yang diperlukan terekam secara otomatis ke dalam laptop dan dilakukan dengan resolusi temporal 3 detik dengan demikian dalam jam akan terdapat sekitar 1.200 detik, dengan demikian dalam sehari semalam pengoperasian alat ini akan terekam sekitar 1.500 data (meliputi tanggal waktu perekaman data, temperature, jumlah bintang yang masuk dalam FoV, Frekuensi dan nilai MPSAS).¹²⁷

Dalam hal mengevaluasi kehadiran fajar yang mengakhiri kegelapan malam, hanya memerlukan nilai MPSAS relatif terhadap nilai kecerlangan langit sekitarnya. Studi ini berbeda dengan pengukuran kecerlangan langit untuk keperluan menganalisis polusi cahaya yang memerlukan nilai MPSAS Absolut. Hal ini disebabkan yang diperlukan adalah perilaku grafik MPSAS saat terjadi perubahan kemiringan garis

¹²⁶ ASCII American Standar Code for Information Interchange) merupakan suatu standar internasional dalam kode huruf dan symbol untuk komunikasi elektronik. Lihat <http://id.m.wikipedia.org/wiki/DSLR>. diakses pada tanggal 10 agustus 2018 pukul 19.04

¹²⁷ Wawancara Tono Saksono

singgung yang semula berfluktuasi positif - negatif mendadak berubah menjadi konsisten negatif.

b. All sky Camera (ASC) *Alcor System*

All sky pada dasarnya merupakan kamera DSLR¹²⁸ (digital single lens reflex) yang dilengkapi dengan *Fish eye lens* (lensa cembung) sehingga mampu mengambil citra panoramik 360°. ASC yang digunakan Tono Saksono dalam pengumpulan data untuk mendeteksi fajar adalah all sky camera type Alpeha 6MW yang menunjukkan bahwa kamera ini memiliki kapasitas 6 mega pixel.¹²⁹

ASC alpeha 6MW adalah sistem pencitraan berwarna untuk citra langit malam hari yang praktis dan berbiaya rendah. Penampilannya yang berwarna merupakan dimensi penting pada citra yang dihasilkan sehingga kehadiran polusi dan awan dapat dengan jelas dibedakan. Citra yang direkam akan menampilkan warna aslinya dan sumber polusi ringan akan mudah dikenali.¹³⁰

Data yang dihasilkan ASC berbentuk citra yang terdiri atas 6.4 mega pixel per frame. Diperlukan memori sekitar 6,4 MB untuk menyimpan data dalam satu kanal warna dan 19 MB untuk merekam satu frame citra dengan unsur kanal merah, hijau dan biru.

¹²⁸ Kamera DSLR adalah kamera digital yang menggunakan sistem cermin otomatis dan pentaprisma atau pentamiror untuk meneruskan cahaya dari lensa menuju ke viewfinder. Lihat <http://id.m.wikipedia.org/wiki/DSLR>, diakses pada tanggal 25 agustus 2018 pukul 10.49.

¹²⁹ Tono saksono. *Evaluasi Awal Waktu Subuh Dan Isya ...*H.64-65

¹³⁰ Tono saksono. *Evaluasi Awal Waktu Subuh Dan Isya ...*H.64

D. Pengembulangan Algoritma Pemrosesan Data

Ada empat algoritma yang dikembulangkan sesuai dengan pemodelan matematika yaitu:

- a. Regresi polynomial derajat tiga
- b. Regresi polynomial derajat empat
- c. Regresi polynomial derajat lima
- d. Moving average untuk berbagai macam window

Alam secara natural merupakan fenomena analog yang salah satunya adalah selalu berkesinambungan. Jika melakukan studi atas data fisik permukaan bumi, apalagi menganalisisnya dengan komputer maka permukaan bumi yang analog itu harus dikonversi dulu ke bentuk yang diskrit (digital). Proses mengkonversi (digitalisasi atau sampling) berupa titik-titik yang koordinat tiga dimensinya (lintang bujur dan ketinggian) dicatat agar terbaca oleh komputer.¹³¹

Tingkat kecerlangan langit juga merupakan fenomena analog. Tingkat fenomena ini berkesinambungan tanpa terputus sepanjang zaman meskipun terjadi pergantian siang dan malam, fenomena kecerlangan langit ini harus dibaca dan dicatat sebagai data diskrit. Alat untuk mengubah fenomena kecerlangan langit yang aslinya selanjutnya menjadi diskrit atau digital ini salah satunya adalah sky Quality Meter (SQM) yang digunakan dalam penelitian ini. Data diskrit (digital) ini harus dibuat dengan resolusi temporal, dalam keperluan penentuan awal waktu subuh ini alat SQM diatur untuk dapat mencatat besaran magnitude dengan resolusi temporal tiga detik. Akan tetapi meskipun data digital ini sudah dapat dibaca komputer masih diperlukan satu

¹³¹ Tono saksono. *Evaluasi Awal Waktu Subuh Dan Isya ...*H. 76-77

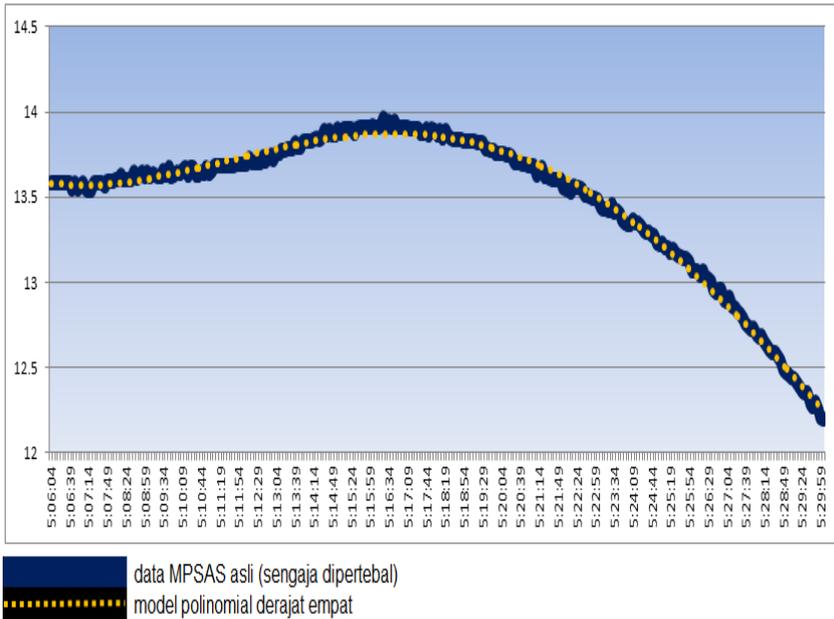
tahap lagi yaitu agar komputer mampu memproses data ini secara otomatis.¹³²

Dengan resolusi temporal tiga detik, alat SQM dipasang dan beroperasi terus menerus 24/7 kecuali ada halangan sangat serius. Untuk setahun pengamatan pertama, pengambilan data dilakukan di depok di pinggiran kota Jakarta ($\lambda = 106:47:38$ $\phi = -06:24:02$). Dalam satu hari pengamatan diperoleh sekitar 15,000 data pengamatan, 7500 data yang untuk keperluan evaluasi waktu subuh dan 7,500 data untuk evaluasi waktu isya.

Data kecerlangan langit tidak pernah bebas dari anomaly karena adanya gangguan berupa kehadiran meteor, komet, petir bahkan badai dan sumber cahaya langit lainnya di kegelapan malam. Gangguan ini menyebabkan turbulensi dilapisan bawah atmosfer yang mempengaruhi foton yang diterima oleh alat SQM, namun gangguan terbesar adalah adanya sinar bulan yang menyebabkan noise dengan intensitas yang kuat. Data MPAS dapat di model dengan fungsi matematik derajat tiga atau empat (*third or fourth degree polynomial*) secara akurat. Pemodelan matematik seperti ini semua proses atas data yang terekam dapat dilakukakan secara digital termasuk melakukan perhitungan seberapa akurat model polynomial yang dipakai.¹³³

¹³² Wawancara dengan Tono Saksono pada hari Sabtu 11 januari 2018 di Bekasi, Jawa Barat.

¹³³ Tono saksono. *Evaluasi Awal Waktu Subuh Dan Isya ...*Hal. 5



Gambar 3.2: polynomial model untuk sebuah window 25 menit data MPAS (15 maret 2017)¹³⁴

Dalam penelitian ini model regresi multi tahap diterapkan dengan menggunakan model polynomial derajat tiga dan empat. Ukuran window harus disesuaikan dengan sifat-sifat titik MPAS aslinya. Jika diperlukan model polynomial tahap pertama, dilanjutkan dengan model tahap kedua (zoom) yang diterapkan pada jendela yang lebih sempit. Untuk memperoleh gambaran seberapa akurat pemodelan matematik yang digunakan dilakukan perhitungan nilai root mean square error (RMSE) model tersebut. Bentuk umum dari polynomial derajat empat

¹³⁴ Tono saksono. *Evaluasi Awal Waktu Subuh Dan Isya ...* Hal. 82

yang menyatakan hubungan fungsional antara data MPAS (y_i) dan waktu (t_i) diberikan pada persamaan (1)

$$y_i = p_1 t_i^4 + p_2 t_i^3 + p_3 t_i^2 + p_4 t_i + p_5 \quad (1)$$

Dimana:

y_i = MPAS hasil hitungan pada t_i

p_1, p_2, p_3, p_4, p_5 = parameter polynomial yang harus dihitung

t_i = saat alat SQM merekam data asli MPAS

Untuk memperoleh nilai parameter polynomial p_1, p_2, p_3, p_4, p_5 harus menggunakan metode *least squares* karena jumlah data yang digunakan jauh lebih besar dari pada jumlah parameter yang harus dihitung. Untuk mengetahui ketelitian polynomial derajat empat sebagai model matematik untuk data fisik yang dimiliki dapat menghitung harga root mean square error (RSME) \bar{y} dengan rumus.

$$RSME = \left(\sum_{i=1}^n \frac{(y_i - \bar{y}_i)^2}{n-u} \right)^{0.5} \quad (2)$$

dimana:

\bar{y}_i = harga MPSAS hasil hitungan pada waktu t_i

y_i = harga MPSAS hasil pengamatan (data fisik) pada waktu t_i

n = jumlah data dalam window

u = jumlah parameter model polynomial

Titik Extrim Kemunculan Fajar

Secara matematik, sebuah garis yang menyinggung di salah satu titik yang terletak pada fungsi polynomial memiliki kemiringan (slope) \propto sedemikian rupa sehingga $\tan \alpha = \frac{dy}{dt}$ jika garis ini bergeser

terus sepanjang fungsi sampai titik ini mencapai titik ekstrimnya (puncak atas maupun bawah), maka garis singgung ini terjadi saat kemiringannya sama dengan nol ($\tan \alpha = 0$). Secara aljabar ini terjadi bila $\frac{\partial y}{\partial t} = 0$. Dengan demikian titik itu dapat dicari dari persamaan berikut¹³⁵:

$$\frac{\partial y}{\partial t} = 4_{p1}t_1^3 + 3_{p2}t_1^2 + 2_{p3}t_1 + p_4 = 0 \quad (3)$$

Selanjutnya titik-titik tersebut diperoleh dengan mencari harga harga persamaan (2) namun, harus diingat bahwa harga akar-akar persamaan (2) dapat berupa titik ekstrim atas (puncak) atau ekstrim bawah (lembah) dari fungsi polynomial (1) untuk mencari titik manakah yang merupakan titik ekstrim atas nama ekstrim bawah. Untuk menjamin titik bahwa titik ekstrim adalah titik puncak tertinggi maka harus menghitung turunan kedua y terhadap t atau $\frac{\partial^2 y}{\partial t^2}$.

$$\frac{\partial^2 y}{\partial t^2} = 12_{p1} t_i^2 + 6_{p2} t_i + 2_{p3} \quad (4)$$

Harga $\frac{\partial^2 y}{\partial t^2}$ dapat dianalisis dari persamaan 3. masukkan ketiga harga akar yang dihitung dari [persamaan 1 dan 2 dan cek nilainya positif atau negative. titik ekstrim atas terjadi jika $\frac{\partial^2 y}{\partial t^2} < 0$ (atau negatif) sedangkan titik singgung ekstrim bawah terjadi jika $\frac{\partial^2 y}{\partial t^2} > 0$ (atau positif).¹³⁶

¹³⁵ Tono saksono. *Evaluasi Awal Waktu Subuh Dan Isya ...*Hal. 86

¹³⁶ Tono saksono. *Evaluasi Awal Waktu Subuh Dan Isya ...*Hal. 87

Moving Average

Tidak selamanya data fisik hasil pengamatan dapat dimodel menggunakan fungsi polynomial. Fungsi polynomial baik derajat 3, 4 dan 5 hanya efektif jika terjadi semacam ayunan dimana data MPSAS bertambah terang dititik terjadi sebelum fajar sesungguhnya terjadi (mengayun ke bawah dulu) namun kemudian kembali menjadi gelap (berarti fungsinya naik lagi) Sampai mencapai puncaknya. Setelah mencapai puncak, baru kemudian kembali menjadi gelap (berarti fungsinya naik lagi) sampai mencapai puncaknya. Setelah mencapai puncak baru kemudian fungsi tersebut turun dengan tajam pada titik dimana fajar muncul.¹³⁷

Model polynomial tidak akan bekerja dengan sempurna apabila data fisik MPSAS yang terekam menyerupai grafik yang sangat datar dan baru terjadi kemiringan garis singgung yang sangat tajam di titik terbitnya fajar. Dalam kasus seperti ini (meskipun jarang terjadi) maka data yang diperoleh dikembulangkan menggunakan moving average.¹³⁸ Pembulungan algoritma moving average ini bertujuan untuk menghitung kemiringan antara data yang berurutan. Dalam pengembulungan moving average harus menggunakan konsep penapisan (*filtering*) dalam lebar window.

Pemilihan lebar window ini harus dilakukan dengan tujuan mendapatkan hasil akhir sesuai ketelitian yang diinginkan. Karena waktu shalat diperoleh dengan ketelitian satu menit maka lebar window = 11 dinilai cukup baik. Dengan resolusi temporal data asli 3 detik.

¹³⁷ Tono saksono. *Evaluasi Awal Waktu Subuh Dan Isya ...*Hal. 89

¹³⁸ Tono saksono. *Evaluasi Awal Waktu Subuh Dan Isya ...*Hal. 90

Maka lebar window = 11 akan menghasilkan penapisan data $(11-1) \times 3$ detik atau sama dengan 0,5 menit. Lebih kecil dari ketelitian akhir hasil yang diinginkan yaitu sebesar 1 menit. Dengan demikian akan diperoleh data hasil penepisan pada setiap kelipatan 11. Selanjutnya dihitung kemiringan antara data hasil penapisan ini. Kemiringan pertama yang bernilai negatif atau nol dimana setelah itu tidak terjadi kemiringan yang positif menunjukan titik munculnya fajar. Akan tetapi kelemahan algoritma moving average ini adalah hilangnya informasi data asli diantara ujung ujung window. Algoritma ini digunakan jika ketiga algoritma pemodelan polynomial gagal menghasilkan harga akar polynomial.¹³⁹

Mmenghitung Nilai dip

Selanjutnya, jika diperlukan kita juga harus melakukan cek ulang dengan mengingat bahwa kondisi kemiringan garis singgung setelah terjadinya titik singgung extrim atas akan selalu negatif. Ini mengkonfirmasi kehadiran sinar matahari yang terus semakin terang seiring dengan waktu yang mendekati syuruq (matahari terbit) di ufuk lokal tempat pengamatan kita. Dari persamaan (2) dapat mmenghitung t_i saat dimana fajar akan muncul. Harga dip dapat dihitung dengan rumus

$$\text{Dip}_{\text{subuh}} = \frac{(t_{\text{terbit}} - t_i)_{\text{menit}}}{4}$$

Dimana

T_{terbit} = waktu terbitnya matahari

T_i =waktu fajar terbit hasil hitungan

¹³⁹ Tono saksono. *Evaluasi Awal Waktu Subuh Dan Isya ...*Hal. 91

Nilai dip (*depression angel*) ($t_{sunrise} - t_i$) ini dalam satuan menit kemudian membagi hasilnya dengan angka konstan, maka akan diperoleh harga dip dalam satuan derajat karena perjalanan semu matahari sebesar satu derajat memerlukan waktu sekitar 4 menit (hanya untuk jarak pendek).¹⁴⁰

Weighted Mean

Weighted arithmetic mean atau disingkat *weighted mean* adalah hasil hitungan akhir jika hasil sementara (*intermediate result*) diperoleh melalui beberapa metode yang memiliki akurasi yang berbeda. Perhitungan *weighted mean* kemudian diperoleh dengan terlebih dahulu menghitung pembobotan atas hasil antaranya. Misalnya untuk rangkaian data dihitung menggunakan kombinasi dua angka algoritma polynomial derajat tiga dan derajat empat diperoleh dengan harga dipnya adalah berturut-turut: dip_{poly3} dan $RSME_{poly4}$. Maka bobot tersebut diperoleh (*weight*) masing masing hasil hitungan sementara adalah

$$W_{poly3} = \frac{1}{(RSME_{poly3})^2}$$

$$W_{poly4} = \frac{1}{(RSME_{poly4})^2}$$

Nilai total Dip_{wm} ³¹ diperoleh dari rumus berikut:

$$Dip_{wm} = \frac{\{(dip_{poly3} * W_{poly3}) + (dip_{poly4} * W_{poly4})\}}{(W_{poly3} + W_{poly4})}$$

¹⁴⁰ Tono saksono. *Evaluasi Awal Waktu Subuh Dan Isya ...Hal. 92*

Hasil perhitungan dip subuh

Dari 26 hari observasi pada juni 2015, hanya ada 17 data yang bebas noise dan layak digunakan. Setelah itu ada dua tambahan untuk awal bulan juli sehingga total ada 19 hari pengamatan. Tabel ini menunjukkan bahwa rata-rata saat munculnya fajar adalah saat dip sebesar $14,6^\circ$ di bawah ufuk. Sementara standar deviasinya adalah $0,7^\circ$. Nilai standar deviasi sebesar $0,7^\circ$ tampak tera. Sangat menarik, hasil di atas ternyata sangat mirip dengan kesimpulan pengamatan dengan menggunakan mata telanjang selama empat tahun oleh Hasan yang dilakukan di Tubruq, Libya yang memberi harga dip $14,4^\circ$ Hasan juga memberikan hasil penelitian sebelumnya yang dilakukan di empat lokasi di Mesir [9] yang memiliki kondisi klimatologis serupa, yang juga memberikan hasil dip yang sama $14,7^\circ$. Interpretasi statistik atas dip rata-rata sebesar $14,6^\circ$ dengan standar deviasi $0,7^\circ$ adalah: ada probabilitas sebulanyak 68.27% bahwa dip yang sesungguhnya ada di kisaran antara $15,3^\circ (= 14,6^\circ + 0,7^\circ)$ dan $13,9^\circ (= 14,6^\circ - 0,7^\circ)$.¹⁴¹

Tabel tersebut juga menunjukkan bahwa polynomial derajat empat merupakan model yang lebih baik yang ditunjukkan oleh rata-rata RMSE-nya sebesar 0.008 magnitud. Sementara polynomial derajat tiga hanya memberikan harga RMSE sebesar 0.015 magnitud, atau hampir dua kalinya. Namun demikian, keduanya telah menunjukkan sebagai model yang sangat akurat karena mampu menghasilkan estimasi dengan

¹⁴¹ Tono Saksono, Adi Damanhuri, Dkk. Makalah ilmiah “ *Fakta Sains: Perlunya Evaluasi Atas Awal Waktu Subuh* yang di presentasikan dalam seminar nasional model integrasi sains-islam: evaluasi awal waktu sHalat subuh menurut sains dan fikih, Jakarta, 9 mei 2017, ISRN-UHAMKA

sub-sub magnitude accuracy karena RMSE nya hanya pada kisaran 0.01 magnitude.¹⁴²

Gambar 3.3: Hasil hitungan nilai dip dan akurasi pemodelan polynomial sepanjang Juni/Juli 2015¹⁴³

Date	3rd degree polynomial		4th degree polynomial		Dip Final (degree)
	Dip (deg)	RMSE (MPSAS)	Dip (deg)	RMSE (MPSAS)	
12-Jun-15	13.83	0.008	13.81	0.008	13.82
13-Jun-15	13.43	0.013	13.44	0.005	13.44
14-Jun-15	15.16	0.035	14.65	0.011	14.69
15-Jun-15	16.00	0.016	15.76	0.012	15.88
16-Jun-15	14.29	0.011	14.39	0.004	14.34
17-Jun-15	13.74	0.007	13.79	0.006	13.77
18-Jun-15	14.32	0.014	14.81	0.010	14.64
19-Jun-15	14.24	0.008	14.64	0.007	14.46
22-Jun-15	14.20	0.022	15.10	0.006	15.04
23-Jun-15	14.49	0.024	14.25	0.010	14.29
25-Jun-15	14.65	0.016	15.50	0.006	15.38
26-Jun-15	14.57	0.013	15.57	0.010	15.19
27-Jun-15	15.00	0.018	15.22	0.008	15.18
28-Jun-15	14.08	0.014	14.08	0.012	14.08
29-Jun-15	14.06	0.008	14.05	0.006	14.05
1-Jul-15	13.94	0.008	14.18	0.007	14.08
7-Jul-15	14.54	0.014	15.38	0.007	15.20
Average:		0.015		0.008	14.56

¹⁴² Makalah Ilmiah “ *Fakta Sains: Perlunya Evaluasi Atas Awal Waktu Subuh* yang di persentasikan dalam seminar nasonal model integrasi sains-islam: evaluasi awal waktu sHalat subuh menurut sains dan fikih, Jakarta, 9 mei 2017, ISRN-UHAMKA

¹⁴³ Makalah Ilmiah “ *Fakta Sains: Perlunya Evaluasi Atas Awal Waktu Subuh* yang di persentasikan dalam seminar nasonal model integrasi sains-islam: evaluasi awal waktu sHalat subuh menurut sains dan fikih, Jakarta, 9 mei 2017, ISRN-UHAMKA

Hasil perhitungan dip untuk pengamatan data kecerlangan langit pada bulan maret dan april 2017 diberikan berturut-turut pada table gambar 3,2 dan gambar 3.2. Namun hasil dip rerata untuk dua bulan ini hanya pada angka 11.2° dan 11.9° . Fakta ini sangat menarik karena bedanya dengan data bulan juni 2015 pada table 1 ternyata cukup besar dan. Ini adalah fakta saintifik baru. Ada asumsi bahwa perbedaan ini terkait dengan posisi matahari yang berbeda pada bulan juni, maret dan april. Perlu diketahui bahwa pada bulan juni, posisi matahari berada belahan bumi utara, kira-kira pada lintang 23° sementara pada bulan maret matahari berada di sekitar ekuator atau pada lintang 0° . Padahal lokasi pengamatan di Depok berada di lintang -6° . Ini berarti pada saat bulan juni.¹⁴⁴

perbedaan lintang antara Depok dengan Matahari adalah sekitar 29° , sedangkan pada bulan Maret perbedaan lintang antara Depok dengan Matahari hanya sekitar 6° . Dugaan ini diperkuat oleh hasil perhitungan dip pada bulan April yang sedikit meningkat, yaitu sebesar 11.9° . Ini mungkin karena perbedaan lintang antara Depok dan Matahari pada bulan April ada pada kisaran 13.6° .

¹⁴⁴ Makalah Ilmiah “ *Fakta Sains: Perlunya Evaluasi Atas Awal Waktu Subuh* yang di presentasikan dalam seminar nasional model integrasi sains-islam: evaluasi awal waktu shalat subuh menurut sains dan fikih, Jakarta, 9 mei 2017, ISRN-UHAMKA

Gambar 3.4: Hasil hitungan nilai dip dan akurasi pemodelan polynomial sepanjang Maret 2017¹⁴⁵

Date	3rd degree		4th degree		Final Dip (degree)
	Dip (degree)	RMSE (MPSAS)	Dip (degree)	RMSE (MPSAS)	
15-Mar-17	9.69	0.04	9.57	0.03	9.61
17-Mar-17	12.40	0.08	11.84	0.04	11.96
18-Mar-17	9.58	0.03	9.76	0.02	9.71
19-Mar-17	9.48	0.04	9.73	0.04	9.62
25-Mar-17	11.20	0.02	11.14	0.01	11.17
26-Mar-17	10.55	0.01	10.54	0.01	10.55
27-Mar-17	13.08	0.03	13.13	0.03	13.10
28-Mar-17	12.37	0.03	12.12	0.02	12.22
30-Mar-17	12.81	0.02	12.75	0.02	12.78
				Aver:	11.19
average RMSE:		0.03			0.03

Pemodelan polynomial derajat tiga dan empat untuk data MPSAS pada Maret dan April 2017 juga masih sangat bagus. Ini ditunjukkan oleh nilai RMSE yang masih ada pada kisaran 0.03 MPSAS. Artinya masih pada level *sub-sub-magnitude accuracy* seperti diklaim untuk data Juni 2015 di Tabel 1. Untuk mendapatkan kesimpulan yang komprehensif, kita masih membutuhkan lebih bulanyak data pengamatan tidak hanya untuk mewakili wilayah geografis Indonesia yang luas namun juga mencakup kondisi musiman, klimatologis, dan cuaca yang berbeda saat Matahari berada di utara dan di bagian selatan bola Bumi. Pasti menarik juga untuk melihat berapakah nilai dip di

¹⁴⁵ Makalah Ilmiah “ *Fakta Sains: Perlunya Evaluasi Atas Awal Waktu Subuh* yang di presentasikan dalam seminar nasional model integrasi sains-islam: evaluasi awal waktu Shalat subuh menurut sains dan fikih, Jakarta, 9 mei 2017, ISRN-UHAMKA

wilayah geografis lintang yang lebih tinggi seperti di AS, Eropa, dan lain-lain. *The Islamic Society of North America* (ISNA) telah lama menggunakan dip 15° baik untuk subuh dan isya di benua Amerika Utara.¹⁴⁶

Gambar 3.5: Hasil hitungan nilai dip dan akurasi pemodelan polynomial sepanjang April 2017¹⁴⁷

Date	3rd degree		4th degree		Final Dip (degree)
	Dip (degree)	RMSE (MPSAS)	Dip (degree)	RMSE (MPSAS)	
1-Apr-17	11.23	0.07	10.94	0.04	11.00
9-Apr-17	13.50	0.05	13.68	0.03	13.63
10-Apr-17	11.39	0.03	11.49	0.02	11.45
16-Apr-17	9.52	0.03	9.50	0.03	9.51
17-Apr-17	11.00	0.02	11.08	0.02	11.04
21-Apr-17	11.01	0.03	10.70	0.03	10.85
25-Apr-17	13.97	0.02	13.75	0.02	13.86
27-Apr-17	12.17	0.04	11.85	0.02	11.92
28-Apr-17	13.50	0.03	13.66	0.03	13.58
29-Apr-17	13.27	0.05	12.93	0.05	13.08
30-Apr-17	10.59	0.02	10.52	0.02	10.55
				Aver:	11.86
average RMSE:		0.04			0.03

¹⁴⁶ makalah ilmiah “ fakta sains: perlunya evaluasi atas awal waktu subuh yang di persentasikan dalam seminar nasional model integrasi sains-islam: evaluasi awal waktu sHalat subuh menurut sains dan fikih, Jakarta, 9 mei 2017, ISRN-UHAMKA

¹⁴⁷ Makalah Ilmiah “ *Fakta Sains: Perlunya Evaluasi Atas Awal Waktu Subuh* yang di presentasikan dalam seminar nasional model integrasi sains-islam: evaluasi awal waktu Shalat subuh menurut sains dan fikih, Jakarta, 9 mei 2017, ISRN-UHAMKA

Gambar 3.6: hasil hitungan dip dan akurasi permodelan polynomial untuk September 2017¹⁴⁸

Tanggal	Polinomial Der 3		Polinomial Der 4		Polinomial Der 5		Moving Average W=5,7	Total Dip (°)	Twilight Subuh (mnt)
	Dip (°)	RMSE (MPSAS)	Dip (°)	RMSE (MPSAS)	Dip (°)	RMSE (MPSAS)			
3-Sep-17							12.07	12.07	45.6
4-Sep-17							13.39	13.39	50.6
5-Sep-17	14.28	0.02			14.43	0.01		14.43	54.5
7-Sep-17			12.93	0.07	13.19	0.06		13.19	49.7
10-Sep-17	12.98	0.02	12.98	0.02				12.98	48.9
11-Sep-17			13.00	0.05	12.29	0.04		12.52	47.1
12-Sep-17			13.10	0.03	12.73	0.03		12.91	48.6
13-Sep-17			13.40	0.08	13.06	0.06		13.19	49.6
14-Sep-17	13.54	0.06	12.87	0.04				13.11	49.3
15-Sep-17			14.40	0.05	14.86	0.02		14.79	55.6
16-Sep-17							12.70	12.70	47.7
21-Sep-17							11.38	11.38	42.7
23-Sep-17	15.22	0.07	14.23	0.03				14.43	54.2
24-Sep-17			13.62	0.08	14.31	0.03		14.25	53.6
25-Sep-17			13.59	0.05	13.87	0.02		13.83	52.0
26-Sep-17	13.82	0.12	12.86	0.04				12.94	48.7
27-Sep-17			13.66	0.04			12.99	13.65	51.4
30-Sep-17			13.49	0.07	13.91	0.06		13.74	51.7
Rerata:		0.06		0.05		0.04		13.30	50.09

Karena ternyata tidak terdapat korelasi yang kuat antara hasil hitungan dip dengan jarak antara lintang stasiun pengamatan dan matahari seperti di duga sebelumnya maka nilai hasil hitungan dip dengan sejak juni 2015 sampai dengan agustus 2017 dapat dirangkum menjadi satu kumpulan sampel statistic. Ada 117 data pengamatan untuk penelitian awal waktu subuh. Dari data ini diperoleh harga rerata dip mengerucut pada angka 13,4 °dengan $\sigma = 1,4^\circ$. Ini menjelaskan bahwa 68, 27 persen dari hasil rerata dip berada pada rentang statistik antara -14,8° atau $(-13.4^\circ - 1.4^\circ)$ dan -12.0° atau $(-13.4^\circ + 1.4^\circ)$.¹⁴⁹

¹⁴⁸ Tono saksono. evaluasi awal waktu subuh dan isya ...Hal. 101

¹⁴⁹ Tono saksono. evaluasi awal waktu subuh dan isya ...Hal. 101

Hasil Temuan Tono Saksono

Dengan menggunakan berbagai teknologi sensor, mengumpulkan ratusan hari pengamatan data dari stasiun pengamatan yang berbeda-beda untuk masing-masing sensor, menerima dan memproses data testimoni dari pihak independen, semuanya mengerucut pada angka dip 13.4° ($\sigma = 1,4^\circ$). Membandingkan beberapa teknologi sensor pendeteksi fajar yang telah digunakan alat SQM ternyata memiliki sensitivitas yang lebih tinggi. Manajemen data SQM juga lebih sederhana karena format datanya dalam bentuk alfanumerik dibandingkan dengan kamera jenis ASC, DSLR yang berbentuk citra.



Gambar 3.7: Plot Nilai Dip subuh Depok Juni-Juli 2015 dan Maret-September 2017 Harga rerata dip subuh -13.06° untuk penggunaan data SQM¹⁵⁰

¹⁵⁰ Tono saksono. evaluasi awal waktu subuh dan isya ...Hal. 104

BAB IV

TELAAH KRITIS AWAL WAKTU SUBUH TONO SAKSONO PERSPEKTIF FIQH DAN ASTRONOMI

A. Awal Waktu Shalat Subuh Tono Saksono Perspektif Fiqh

Penentuan waktu shalat mempunyai dua sisi paradigma yaitu paradigma syar'i dan astronomi. Paradigma syar'i pada dasarnya untuk menentukan waktu ibadah dan paradigma astronomi bertujuan untuk menentukan posisi Matahari untuk saat tertentu. dalam hal ini Penentuan waktu subuh dianggap terlalu awal, ini memang terkait dengan kajian fiqh dan astronomi yang harus dilihat secara berimbang. Kajian astronomi digunakan sebagai alat bantu mengkonversikan fenomena fajar dalam hisab waktu shalat.

Sebagaimana yang telah diketahui bahwa fajar shadiq merupakan pertanda bagi umat Islam untuk melaksanakan shalat Subuh, sampai sekarang konsep tersebut masih tetap digunakan. Tidak ada perbedaan pendapat terkait dengan hal itu. Semakin berkembangnya ilmu pengetahuan, tuntutan untuk mempermudah penentuan waktu shalat secara praktis pun semakin besar. Selain itu, karena saat ini waktu-waktu shalat lebih bulanyak ditentukan berdasarkan jam, maka mengetahui kriteria astronomi yang menjelaskan fenomena fajar dalam dalil syari'i yang diformulasikan dalam teknologi mekanik menjadi sebuah kebutuhan.

Penjelasan fenomena sesungguhnya fajar kadzib dan fajar shadiq kemudian perlu batasan kuantitatif yang dapat digunakan dalam formulasi perhitungan untuk diterjemahkan dalam rumus atau algoritma

program komputer.¹³ Penentuan awal waktu subuh diperlukan untuk penentuan awal puasa dan shalat. Sebagaimana firman Allah

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

“Dan makan minumlah hingga terang bagimu benang putih dari benang hitam, yaitu fajar (Q.S. Al-baqarah/2: 187)¹⁵¹

Dalil al-Quran tersebut dipertegas oleh hadits Abdullah bin Amr sebagai berikut:

عَنْ عَبْدِ اللَّهِ بْنِ عَمْرٍو أَنَّ رَسُولَ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ - قَالَ وَقْتُ الظُّهْرِ إِذَا
زَالَتِ الشَّمْسُ وَكَانَ ظِلُّ الرَّجُلِ كَطُولِهِ مَا لَمْ يَخْضُرِ الْعَصْرُ وَوَقْتُ الْعَصْرِ مَا لَمْ تَصْفَرَ
الشَّمْسُ وَوَقْتُ صَلَاةِ الْمَغْرِبِ مَا لَمْ يَغِبِ الشَّفَقُ وَوَقْتُ صَلَاةِ الْعِشَاءِ إِلَى نِصْفِ اللَّيْلِ
الْأَوْسَطِ وَوَقْتُ صَلَاةِ الصُّبْحِ مِنْ طُلُوعِ الْفَجْرِ مَا لَمْ تَطْلُعِ الشَّمْسُ (رواه مسلم)

Dari Abdullah bin Amar, sesungguhnya Nabi SAW bersabda: Waktu zuhur apabila Matahari tergelincir sampai bayang-bayang seseorang sama dengan tingginya, yaitu selama belum datang waktu asar. waktu Asar selama Matahari belum menguning. waktu Maghrib selama mega merah belum hilang. waktu Isya sampai tengah malam. Waktu subuh mulai terbit fajar Matahari selama Matahari belum terbit” (HR. Muslim).¹⁵²

Di dalam al-Quran fenomena fajar yang berkaitan dengan tanda waktu disebut dengan dua istilah yaitu *al-khaith al-abyadh* (benang putih) sebagai fajar sadik dan *al-khaith al-aswad* (benang hitam)

¹⁵¹ Departemen Agama RI, *al-Qur'an dan Terjemahann ya*, Jakarta: Syaamil, 2005.

¹⁵² Imam Muslim bin al-hajaj al-Qusyairy an-Naisabury, *Shahih Muslim*, Beirut: dar al-Kitab al-ilmiah, juz II, hlm. 546-547.

sebagai fajar kadzib. Benang putih (*al-khaith al-abyadh*) dipahami sebagai batas dimulainya puasa yang mana ia muncul setelah munculnya benang hitam (*al-khaith al-aswad*).

Hadits tersebut telah jelas menyebutkan bahwa waktu Subuh adalah waktu mulai terbitnya fajar shadiq dan berlangsung hingga terbitnya Matahari. Para ahli fiqh sepakat dengan pendapat tersebut, meskipun ada beberapa ahli fiqh Syafi'iyah yang menyimpulkan bahwa batas akhir waktu Subuh adalah sampai tampaknya sinar Matahari.¹⁵³ Fajar yang dimaksud adalah cahaya pagi. Berdasarkan hadits fajar ada 2 macam : Fajar Kadzib dan Fajar Shadiq.

وعن ابن عباس رضي الله عنهما قال : قال رسول الله عليه وسلم : الفجر فجران فجر يحرم الطعام وتحل فيه الصلاة وفجر تحرم فيه الصلاة , أي صلاة الصبح , ويحل فيه الطعام. (رواه ابن خزيمة والحاكم وصححه)

Dari Ibnu Abbas radhiyallahu'anhu, ia berkata: Rasulullah SAW bersabda: Fajar itu ada dua yaitu fajar yang mengharamkan makan dan membolehkan shalat dan fajar yang tidak boleh padanya shalat (Subuh) dan boleh makan (sahur). (HR. Ibnu Khuzaimah, al hakim dan keduanya menshahihkan).¹⁵⁴

Dalam literatur-literatur fiqh mayoritas ulama sepakat, bahwa penetapan awal waktu shalat Subuh tidak ada hal yang perlu diperdebatkan. Fajar shadiq merupakan patokan pasti masuknya waktu

¹⁵³ Ibnu Rusyd, Abu al Walid Muhammad Bin Ahmad bin Rusyd, *Bidayatul Mujtahid Wa Al-Nihayah Al-Muqtasid*, juz. 1. Beirut: Adar Al-Jil 1409/1989 Hal 183, Hal. 213

¹⁵⁴ Ibnu Hajar Al-asqalani, *Bulugh Al Maram Min Adillat Al-Ahkam, Terjemah Buughul Marom*, Terj. Badru Salam Bogor: Pustaka Ulul al-Bab, 2006, Hal. 73

shalat Subuh. Tidak ada perbedaan pendapat ulama terkait dengan penetapan awal waktu shalat Subuh. Mereka bersepakat bahwa berdasarkan dalil-dalil al-Qur'an dan beberapa hadits nabi Muhammad SAW fajar shadiq merupakan pertanda awal waktu shalat Subuh dan berakhir ketika terbit Matahari.

Dalam praktiknya konsep fajar shadiq memunculkan perbedaan. Salah satu riwayat menjelaskan bahwa selesai shalat subuh para sahabat tidak mengenal satu dengan lainnya. Kondisi ini menunjukkan ketika itu masih gelap (ghalas), sedangkan riwayat lain menyebutkan selesai shalat subuh para sahabat mengenal satu dengan lainnya. Hal ini menunjukkan ketika itu sudah terang (isfar).

عن عائشة قالت: كُنَّ نِسَاءُ الْمُؤْمِنَاتِ يَشْهَدْنَ مَعَ رَسُولِ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ صَلَاةَ الْفَجْرِ مُتَلَفِّعَاتٍ بِمُرُوطِهِنَّ ثُمَّ يَنْقَلِبْنَ إِلَى بُيُوتِهِنَّ حِينَ يَقْضِينَ الصَّلَاةَ لَا يَعْرِفُهُنَّ أَحَدٌ مِنَ الْعُلَسِ (البخاري واللفظ له , ومسلم)

Aisyah mengatakan: “Dahulu para sahabat dari kalangan wanita, ikut shalat fajar bersama Rasulullah –SAW dengan berbalut baju yang berbulu. Lalu mereka kembali ke rumah-rumah mereka, dan tidak ada seorangpun yang mengenali mereka, karena suasana yang masih gelap”. (Bukhari dengan redaksi darinya: dan Muslim)¹⁵⁵

Para ulama berbeda pendapat tentang keutamaan waktu shalat subuh antara isfar dan taghlis, sebagian ulama berpandangan bahwa taghlis lebih utama dari isfar, hal ini antara lain merupakan pendapat

¹⁵⁵ Imam Muslim bin al-hajaj al-Qusyairy an-Naisabury, *Shahih Muslim*, Beirut: dar al-Kitab al-ilmiah, juz II, hlm. 119

Malik, Syafi'i, Ishaq. Argumentai pendapat taghlis adalah sebagai berikut¹⁵⁶:

1. Hadits abu Musa yang menyatakan Nabi SAW memerintahkan shalat subuh ketika fajar menyingsing (*insyaqqa a-fajr*), sedangkan manusia hampir tidak saling mengenal satu sama lain.
2. Hadits Abu Barzah yang menyatakan bahwa nabi SAW Shalat subuh, sedangkan salah satu dari mereka ada yang duduk dan membaca ayat sekitar 60 ayat sampai 100 ayat.
3. Firman Allah QS. Ali Imran 3/133, QS al-Maidah 5/48, QS. Al-Baqarah 2/45. Menurut para ulama tiga ayat tersebut mengindikasikan bahwa waktu subuh itu di awal waktu.
4. Hadits Urwah bin az-Zubair, bahwa Aisyah berkata dahulu wanita-wanita mukminat biasa menghadiri shalat subuh bersama rasulullah SAW, mereka menutupi tubuh mereka dengan selimut. Kemudian mereka kembali ke rumah-rumah mereka ketika menyelesaikan shalat, tidak ada seorangpun mengenal mereka karena gelap. (HR. Muslim, Abu Dawud, a-Tirmidzi, an-Nasa'i dan Ibn Majah)
5. Telah menceritakan kepada kami Hammam dari Qatadah, dari Anas bin Zaid sabit telah menceritakan kepadanya, bahwa mereka pernah sahur bersama nabi SAW, kemudian mereka berdiri melaksanakan shalat. Aku bertanya: brap jarak antara

¹⁵⁶Arwin Juliadi Rakhmadi Butar-Butar, *Fajar Dan Syafak Dalam Kesarjanaan Astronom Muslim Dan Ulama Nusantara*, Yogyakarta: LkiS , 2018. Hal.5-6

sahur dan shalat subuh? Dia menjawab, antara 50 hingga 60 ayat (HR. Muslim, at-Tarmidzi, an-Nasa'i dan Ibn Majah).

6. Hadits Sahal bin Sa'd, dia berkata; aku makan sahur bersama keluargaku kemudian aku bercepat-cepat agar mendapatkan sujud (shalat) bersama Rasulullah SAW. (HR. Al-Bukhari).
7. Hadits Hajjaj, "... dan subuh ketika fajar hingga pandangan terbuka" (HR. An-Nasa'i).

Adapun argumentsi isfar adalah¹⁵⁷:

1. Hadits Rafi' bin khadij dia berkata: bersabda rasulullah SAW "berpagi-pagilah menegrjakan shalat subuh, karena yang demikian lebih besar ganjarannya buat kamu (HR. An- Nasa'i, at-Tirmidzi, Ibn Majah, Ahmad, ad-Darimy, al-Baihaqy dan Ibn Hibbulan).
2. Telah menceritakan kepada kami abdullah bin Raja' teah menceritakan kepada kami isra'il dari abu ishaq dari abdurrahman bin yazid dia berkata, "kami keluar bersama abdullah menuju makkah kemudian iba di jama' lalu dia shalat dua ka, yang pada masing-masing shalat itu dia mengumandangkan azan an ikamat serta menikmati mka malam diantara dua shalat itu. Lalu dia shalat subuh ketika fajar telah terbit. Ada seseorang berkata: sesungguhnya rsulullh SAW telah bersabda: inilah dua shalat yang diundurkan pelaksanaannya dari waktunya, di tempat in, yaitu shlt mgrib dan isya, karenanya janganah orang-orang tiba dijama' (muzdalifah)

¹⁵⁷Arwin Juliadi Rakhmadi Butar-Butar, *Fajar Dan Syafak Dalam Kesarjanaan Astronom Muslim Dan Ulama Nusantara...* Hal.7

kecuali shalat isya dan subuh disana dan pada waktu ini. Kemudian dia wukuf disana hingga langit tampak kekuningan (pagi hari) kemudian berkata: seandainya amirul mukminin bertolak sekarang (pagi hari), maka sesuai dengan sunnah Abdurrahman bin Zaid berkata: aku tidak tahu apakah ucapannya itu agar Ustman ra, bersegera atau Ustman ra, bertolak dari sana senantiasa bertalbiyah hingga melempar jumrah aqabah pada hari nahar.

Terkait hadits “*asfiru bi al-fajr*” (shalatlah kalian ketika langit kekuning-kuningan), menurut kalangan pendukung isfar, maksud hadits ini adalah memastikan terbitnya fajar itu sendiri. Sedangkan penggalan sabda nabi SAW “*fa innahu a'zhamu li al-ajr*” (karena sesungguhnya lebih besar pahalanya) semata menunjukkan sahnya shalat sebelum isfar namun ganjarannya lebih sedikit.¹⁵⁸

Tono Saksono mulai melakukan kajian awal waktu subuh secara mendalam yang berlandaskan pada pendekatan saintifik dipadukan dengan pendekatan syariah sebagai suatu wujud dari integrasi sains dan Islam pada tatanan filosofis dan teoritis. Untuk mengoreksi masuknya awal waktu subuh Tono saksono menggunakan dua sensor pendeteksi fajar, mengkoleksi data yang diperlukan dan relevan, membulangun algoritma pemrosesan data. hasilnya menyatakan bahwa

¹⁵⁸ Mustaf bin adawy, mawaqit al-shalah, Mesir: Maktabah ath- Tharfin, tt, hal 138.

subuh di Indonesia seharusnya terjadi pada saat Matahari ada pada dip $13,4^\circ$ di bawah ufuk.¹⁵⁹

Ahli falak Indonesia pada umumnya berargumen dengan fenomena fajar astronomi, dimana ketika posisi Matahari berada sekitar 18° sampai 20° , saat itu cahaya bintang mulai redup karena mulai munculnya hamburan cahaya Matahari, yang kemudian didefinisikan sebagai akhir malam atau awal waktu Subuh. Kaitannya dengan kriteria di atas, Thomas Djamaluddin mengemukakan:¹⁶⁰

"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 relatif lebih tebal dari lintang tinggi (misalnya tebal troposfer 30 di lintang tinggi sekitar 10 km, di wilayah ekuator sekitar 17 km).

Perintah shalat subuh adalah bila saat terbitnya fajar shadiq, yakni fajar yang menandai telah berlalunya waktu malam dan akan masuknya waktu siang. Menurut Tono Saksono berdasarkan hasil risetnya waktu subuh terjadi pada saat fajar shadiq dengan angka rata-rata saat Matahari di posisi 13.04° ($\sigma = 1,4^\circ$) di bawah ufuk. Dengan demikian apabila kita selama ini menggunakan waktu shalat berdasarkan kriteria 20° di bawah ufuk maka akan ada selisih lebih kurang 26 menit.

¹⁵⁹ Tono Saksono, evaluasi awal waktu subuh dan isya perspektif Sains, Teknologi dan syariah, Jakarta: UHAMKA Press dan LPP AIKA UHAMKA, 2017, Hal,

¹⁶⁰ Thomas Djamaluddin, *Twilight Menurut Astronomi*, Makalah disampaikan pada Temu Kerja Evaluasi Hisab dan Rukyat Kementerian Agama, Semarang, 23-25 Februari 2010, h. 3.

Perbedaan kriteria fajar yang digunakan oleh kementerian agama indonesia dengan Tono Sakono dalam ranah intelektual dianggap wajar asalkan ada dalil-dalil yang membenarkan, karena hal ini merupakan produk ijtihadiyah, akan tetapi bagi Bagi orang awam yang harus dilakukan adalah memilih pendapat yang lebih hati-hati, jika tidak mampu berpendapat, yang diikuti adalah dari orang yang lebih dipandang berilmu dari yang lain jika ia bingung dalam menimbang pendapat-pendapat ulama yang ada. Sebagaimana firman Allah:

وَمَا أَرْسَلْنَا مِنْ قَبْلِكَ إِلَّا رِجَالًا نُوْحِيْ اِلَيْهِمْ فَسْأَلُوْا اَهْلَ الذِّكْرِ اِنْ كُنْتُمْ لَا تَعْلَمُوْنَ

dan Kami tidak mengutus sebelum kamu, kecuali orang-orang lelaki yang Kami beri wahyu kepada mereka; Maka bertanyalah kepada orang yang mempunyai pengetahuan¹⁶¹

وهذا أمر لمن لا يعلم بتقليد منيعلم

Ayat diatas berisi perintah bahwa yang tidak tahu hendaklah taqlid (mengikuti) yang lebih tahu.¹⁶²

وَأَمْ مِنْ كَانَ عَاجِزًا عَنِ مَعْرِفَةِ حُكْمِ اللّٰهِ وَرِسُوْلِهِ وَقَدْ اتَّبَعَ فِيْهَا مِنْ هُوَ مِنْ اَهْلِ الْعِلْمِ وَلَدِيْنَ وَلَمْ يَتَّبِعْ لَهُ اَنْ قَوْلٍ غَيْرِهِ اَرْجَعُ مِنْ قَوْلِهِ فَهُوَ مَحْمُوْدٌ يُّثَابُ لَا يَذْمُ عَلٰى ذٰلِكَ وَلَا يَعْاقِبُ وَاِنْ كَانَ قَادِرًا عَلٰى الْاِسْتِدْلَالِ وَمَعْرِفَةِ مَا هُوَ الرَّاجِعُ

Adapun seseorang yang tidak mampu mengenal hukum Allah an rasul-Nya, ia hanya mengikuti ulama dan orang yang paham agama, tidak nampak baginya pula pendapat yang lebih kuat dari pendapat yang lebih kuat dari pendapat tersebut, maka taqlid seperti ini terpuji dan berpahala. Yaang dilakukan tidaklah

¹⁶¹ QS an-Nahl: 16/43

¹⁶² Ibnu qoyyim al-jauziyah: dar ibnul jauzi I'lamul muwaqqi'in, 2: 448

tercela dan tidak mendapat hukuman. Walaupun sebenarnya a mampu untuk mencari dalil dan manakah pendapat yang lebih kuat.¹⁶³

Kalau kita ragu terhadap posisi Matahari saat fajar terlihat berdasarkan hasil riset Tono Saksono maka silahkan mengikuti ketetapan pemerintah untuk kehatian-hatian, Hal ini di dasarkan pada kaidah fiqh:¹⁶⁴

1. Apabila ragu apakah fajar sudah muncul atau belum, lalu kita shalat maka shalat kita tidak sah dan wajib mengulang sebab hukum asalnya belum masuk waktu
2. Apabila kita ragu fajar sudah muncul atau belum, lalu kita sahur maka (puasa) maka sahur kita sah. Abu Daud berkata Abu Abdilah (Imam Ahmad) berkata jika ia ragu tentang fajar maka ia boleh makan hingga merasa yakin kemunculannya. Ini adalah ucapan Ibnu Abbas, Atha' dan Auza'i, karena hukum asalnya masih malam.

Di Indonesia ijhtihad yang digunakan adalah posisi matahari 20° (derajat) di bawah ufuk, hal ini berbeda dengan beberapa negara lainnya karena kondisi geografis yang berbeda. Indonesia berada di wilayah ekuator yang memiliki atmosfer relatif lebih tebal dari lintang tinggi, sehingga jelas akan berbeda dengan negara yang posisinya jauh dari ekuator. Jika menggunakan hasil riset Tono Saksono yang mengambil posisi matahari 13.4° ($\sigma = 1,4^\circ$) di bawah ufuk , dalam kondisi seperti di Indonesia, berarti hari telah mulai terang. Jika ini yang terjadi, maka

¹⁶³ Majmu' al-fatawa, 20: 225

¹⁶⁴ <https://pakarfisika.wordpress.com/2009/08/23/waktu-shubuh-terlalu-cepatkah/> diakses 18 juni 2018, pukul 20.57

untuk shalat subuh relatif tidak bermasalah karena ada pilihan waktu (asalkan tidak dilaksanakan saat matahari terbit), tapi bagi orang yang akan berpuasa, karena awal waktu subuh sering dijadikan patokan mulai puasanya dan ia masih makan sahur, maka puasanya menjadi batal.

B. Awal Waktu Shalat Subuh Tono Saksono perspektif Astronomi

Ketika Matahari terbit di ufuk timur, permukaan bumi tidak langsung atau tiba-tiba menjadi terang. Inilah yang disebut dengan kejadian fajar (*fajr twilight*), dimana proses ini juga terjadi senja ketika senja dengan urutan sebaliknya. Dalam satu sistem tata surya, peredaran bumi atau planet-planet lainnya mengelilingi Matahari berakibat munculnya musim dan iklim di masing-masing planet, adapun perputaran bumi atau planet planet lain pada porosnya meyebabkan pergantian siang dan malam, termasuk didalamnya perbedaan energi yang diterima dari Matahari. Pergantian siang dan malam ini bergantung terhadap atmosfer (selubung lapisan udara tipis) masing masing planet, baik ketebalan, temperatur ataupun komposisi kiamianya. Sehingga prosesnya unik untuk setiap planet. Ibadah shalat ditentukan oleh pergerakan bumi mengitari Matahari pada sumbunya dan juga bergantung terhadap atmosfer bumi yang berlapis-lapis dan kompleks.

Berbicara tentang waktu subuh menurut Tono Saksono maka hal penting yang harus dibahas pertama kali dalam konteks ini adalah

fenomena fajar yakni ketika cahaya memancarkan cahaya matahari. Berikut Karakteristik fajar sebagai awal waktu subuh:¹⁶⁵

1. Fajar astronomi yaitu waktu fajar ketika pusat geometris Matahari pada sudut kedalaman/elevasi 18° (derajat) dibawah ufuk sampai 12° (derajat) dibawah ufuk, ditandai dengan meredupnya bintang-bintang di ufuk timur karena mulai munculnya cahaya akibat hamburan cahaya Matahari oleh atmosfer.
2. Fajar nautika yaitu waktu fajar ketika pusat geometris Matahari pada sudut kedalaman/elevasi 12° (derajat) dibawah ufuk sampai 6° (derajat) dibawah ufuk ditandai dengan garis batas ufuk mulai terlihat dengan jelas.
3. Fajar sipil yaitu waktu fajar ketika pusat geometris Matahari pada sudut kedalaman/elevasi 6° (derajat) dibawah ufuk sampai Matahari terbit $0,5^\circ$ (derajat) dibawah ufuk, dan sebaliknya. Ditandai dengan hamburan cahaya Matahari yang sudah cukup kuat (makin terangnya kondisi di sekitar kita).

Waktu subuh adalah saat fajar yang pertama, berwarna putih bukan fajar yang berwarna kuning. Fajar shadiq muncul dengan cahaya putih tanpa warna (sesungguhnya kebiruan hanya tak tampak karena

¹⁶⁵ Jean Kovalevsky and P Kenneth Seidelman, *Fundamental Of Astrometry, United Kingdom: Cambridge University Press*. 2004, Hal. 309-310. Lihat juga Penentuan waktu subuh: pengamatan dan pengkurn fajr di Labuan diakases 2 mei 2018. <https://tdjamaluddin.wordpress.com/2018/04/30/>

sangat redup) karena sekedar hamburan cahaya Matahari oleh atmosfer tinggi, dalam astronomi ini disebut dengan fajar astronomi karena berdampak pada meredupnya bintang bintang.

Menurut Tono Saksono waktu subuh atau fajar shadiq untuk di mulai saat Matahari ada pada posisi 13.04° ($\sigma = 1,4^\circ$) dibawah ufuk, hal ini di asarkan pada riset yang dilakukannya yakni dalam mennetukan waktu subuh Tono Saksono melalui beberapa tahapan yakni *pertama* mendeteksi hadirnya waktu fajar sebagai tanda awal waktu subuh, dalam hal ini Tono Saksono melakukan pengamatan menggunakan dua jenis Instrumen yaitu sky quality meter (SQM) dan alat all sky camera (ASC). *Kedua* data yang dihasilkan selanjutnya diproses menggunakan algoritma. Terkait penentuan awal waktu subuh ini Tono Saksono mengembulangkan beberapa algoritma untuk pemrosesan data yang telah diperoleh.

Setelah melalui tahapan-tahapan tersebut, mulai dari penggunaan berbagai teknologi sensor untuk mengumpulkan ratusan hari pengamatan data dari stasiun pengamatan yang berbeda-beda untuk masing-masing sensor, menerima dan memproses data testimoni dari pihak independen, Tono Saksono sampai pada kesimpulan bahwa waktu subuh terjadi pada sat matahari ada pada angka dip 13.4° ($\sigma = 1,4^\circ$). Dengan demikian apabila kita selama ini menggunakan waktu shalat berdasarkan kriteria 20° di bawah ufuk maka akan ada selisih lebih kurang 26 menit.

konsep awal waktu shalat Subuh dalam perspektif fiqh dan Astronomi Harus ada keselarasan, jika selama ini dari beberapa hasil pengamatan fajar shadiq yang -20^0 belum terlihat fajar shadiq, beberapa

hasil pengamatan tersebut menunjukkan bahwa ketika dilakukan pengamatan yang disesuaikan dengan perhitungan waktu shalat pada ketinggian -20° , fajar shadiq yang merupakan pertanda awal waktu shalat Subuh belum menunjukkan cahayanya di bentangan ufuk timur.

Pada kenyataan seperti ini, semuanya harus diluruskan kembali terkait dengan ketidakselarasan tersebut. Pengamatan hendaknya dilakukan dengan mencocokkan beberapa kriteria ketinggian Matahari lainnya, sehingga bisa di dapati kesimpulan yang pasti terkait dengan permasalahan tersebut.

Seperti Tono Saksono yang mengatakan bahwa subuh di Indonesia terlalu cepat, dalam konteks ini posisi matahari merupakan point penting yang menyebabkan Tono saksono memulai waktu subuh berbeda dengan kemenag RI. Akan tetapi terkait hal ini harus diperhatikan bahwa posisi matahari ditentukan berdasarkan kurva cahaya langit yang ditentukan berdasarkan rata-rata atmosfer (kondisi geografis), karena perbedaan geografis akan berdampak akan adanya perbedaan fisis, sehingga dalam melakukan pengamatan waktu subuh ini bukan hanya memperhatikan data matematis tetapi juga yang sangat penting diperhatikan adalah data fisis (kondisi geografis), apalagi pengamatan dilakukan di Indonesia yang notabene terletak di equator yang berarti akan ada perbedaan yang sangat signifikan dibulandung daerah lintang tinggi terkait kondisi geografis, maka dari itu pengamatan harus dilakukan secara berimbang antara data fisis dan matematis sehingga tidak ada destorsi data.

Warna fajar dan senja lebih sulit ditentukan karena bergantung pada kondisi meteorologis, topografi permukaan, fase bulan dan

komposisi kimia atmosfer rendah, terutama aerosol, terlebih jika ada erupsi gunung berapi, kebakaran hutan atau partikel polutan dari industri dan kota.¹⁶⁶ Maka untuk alasan mendapatkan hasil pengamatan yang lebih sempurna, Tono saksono selain harus memperhatikan data matematis, juga harus memperhatikan kriteria ketinggian Matahari serta mempertimbangkan beberapa aspek lainnya yakni kondisi/posisi pengamatan.

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

Fajar terjadi karena hamburan cahaya Matahari atmosfer atas. Di wilayah ekuator, atmosfer lebih tinggi dari daerah lain sehingga wajar bila fajar terjadi ketika posisi matahari 20 di bawah ufuk. Durasi terlihatnya senja dipengaruhi oleh kondisi atmosfer (awan, debu tekanan udara, suhu dan kelembabulan) dan pada sudut hamburan waktu fajar

¹⁶⁶Herdiwijaya, Dhani. *waktu Shubuh: tinjauan pengamatan astronomi*, makalah disampaikan dalam acara Halaqah Ahli Hisab Dan Fiqh Muhammadiyah Majelis Tarjih Dan Tajdid Pimpinan Pusat Muhammadiyah “Kaji Ulang Atas Waktu Shubuh Dan Tindak Lanjut Konsep Kalender Islam Global Tunggal” 20-21 agustus 2016, kampus 4 Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta.

dan senja adalah pengaruh geometri pada garis lintang, musim dan lokasi pengamat.

Adapun hal-hal yang mempengaruhi kemunculan fajar diantaranya faktor perbedaan lintang (jauh dekatnya dengan ekuator) yang menyebabkan tingkat ketebalan atmosfer¹⁶⁷ berbeda sehingga berpengaruh saat munculnya fajar astronomi lebih cepat atau lebih lambat. Tono Saksono harus memperhatikan bahwa Indonesia berada di wilayah ekuator relatif mempunyai atmosfer lebih tebal dari lintang tinggi, kriteria berkisar 18° - 20° dibawah ufuk. ketebalan troposfer¹⁶⁸ diatas daerah ekuator lebih besar daripada di daerah subtropis dan daerah kutub. Di ekuator troposfer (tropopause¹⁶⁹) terletak pada ketinggian 18 km sedangkan di kutub tropopause hanya 6 km. karena tropopause lebih tinggi di ekuator maka lapisan stratosfer lebih tipis di ekuator daripada di daerah subtropis dan kutub.¹⁷⁰

Selanjutnya yang harus diperhatikan Tono Saksono ketika melakukan pengamatan fajar yakni faktor temperatur dan kelembabulan

¹⁶⁷ Atmosfer adalah lapisan gas menyelubungi benda planet, biasa disebut angkasa atau udara. Lihat Bambulung Hidayat, dkk, Ensikloprdi Astronomi, Bulandung: ITB, 1980, Hal, 7. Temperatur atmosfer berubah terhadap ketinggian dari permukaan bumi, para ahli membagi atmosfer menjadi beberapa lapisan yaitu: Troposfer, Stratosfer, termosfer dan eksosfer. lihat Gunawan A. Admiranto, *Menjelajahi Tata Surya*. Yogyakarta: Penerbit Karnisius, 2009. Hal. 86.

¹⁶⁸ Troposfer adalah daerah terbawah atmosfer bumi, tempat berlangsungnya kegiatan-kegiatan iklim bumi. Lihat Admiranto, *Menjelajahi Tata Surya*, Hal. 276.

¹⁶⁹ Tropopause merupakan lapisan perbatasan yang terletak diatas troposfer yakni lapisan peralihan dengan lapisan atasnya Stratosfer. Lihat Admiranto, *Menjelajahi Tata Surya*, Hal. 88

¹⁷⁰ Bayong Tjasyono, *Ilmu Kebumihan Dan Antariksa*, Bulandung: PT Remaja Rosda Karya, 2009, Hal, 131.

udara. Temperatur atau suhu udara berhubungan dengan tinggi rendahnya suatu tempat, dan kelembabulan udara berhubungan dengan perubahan iklim/cuaca dan polusi udara. perubahan iklim/cuaca akan berdampak pada warna fajar. Udara dengan intensitas air tinggi akan menyebabkan fajar berwarna orange-biru tua kemerahan, sementara itu udara dengan intensitas air rendah akan menyebabkan fajar berwarna putih buram-biru tua-kuning hitam. Temperatur udara yang rendah akan menghambat kemunculan fajar dan temperatur yang tinggi akan meneruskan cahaya fajar sehingga fajar akan terlihat lebih cepat. Dampak temperatur udara terhadap konsistensi hamburan cahaya fajar terbagi menjadi tiga area¹⁷¹:

1. Ketinggian 40-70km, Pada area ini udara terlihat konstan.
2. Ketinggian 70-90km, area ini memiliki temperatur yang tidak teratur.

Ketinggian 0-40 km area ini memiliki area tidak teratur, atmosfer bumi memantulkan dan membiaskan sinar Matahari menyebabkan Matahari tampak redup dan menjadi merah. Sementara molekul udara menyebabkan sinar ungu, biru dan hijau. Jumlah pewarnaan tergantung pada udara itu sendiri atau lebih tepatnya pada aerosol atau partikel yang tersuspensi di udara.¹⁷² Penyerapan dan

¹⁷¹ E.K.Bigg., *The Detection of Atmospheric Dust and Temperature Inversions By Twilight Scattering*, Journal of Meteorology Vol.13. Australia: Commonwealth Scientific and Industrial Organization, 1955. hal. 264-265

¹⁷² Nur Nafhatun Mohd Sharif, Zetty Sharizat Hamidi, dkk. *Background Theory Of Twilight In Isha And Subh Prayer Times*. <https://www.researchgate.net/publication>. diakses pada tanggal 8 Mei 2018, 10. 26. Lihat Meinel A.M. *Sunsets, Twilight And Evening Skies*, USA: Cambridge University Press. 1983.

kemerahan disebabkan oleh efek gabungan dari penyerapan sejati oleh uap air, lapisan ozon, hamburan oleh gas atmosfer, aerosol dan debu. Kemerahan adalah cahaya merah dari matahari menembus ke mata anda, cahaya birunya hilang dalam menghasilkan warna biru langit.¹⁷³

Astronom muslim Ibnu Yunus mengatakan senja dan fajar asimetri namun perbedaannya sangat kecil. Fenomena senja pada umumnya memiliki kekayaan warna yang lebih besar karena kelembabulan yang lebih besar di udara, dan karena udara sedikit lebih bergejolak dan mengandung lebih bulanyak partikel debu daripada dipagi hari.¹⁷⁴

Penelitian waktu subuh yang objektif harus menggunakan alat ukur cahaya langit. Metode yang biasa digunakan dengan teknik fotometri (pengukuran kuat cahaya). Bisa dengan analisis fotometri citra ufuk timur. Bisa pula dengan alat ukur cahaya langit misal SQM (sky Quality meter). Namun persyaratan teknik fotometri ini langit harus benar-benar bersih dari awan polusi udara dan polusi cahaya. Awan tipis dan polusi cahaya bisa menghalangi cahaya fajar di ufuk timur, sehingga fajar astronomi yang putih tipis tidak tampak. Fajar yang agak kuning akan tampak saat Matahari terbenam mulai meninggi.

¹⁷³ Nur nafhatun Mohd Sharif, Zetty Sharizat Hamidi, dkk. *Background Theory Of Twilight In Isha And Subh Prayer Times*. <https://www.researchgate.net/publication>. diakses pada tanggal 8 Mei 2018, 10. 26. Lihat, Minaert, M.G.J. *light And Color In The Outdoors* (L. Seymour, Trans) Berlin: S ringer Verlag Heidelberg, 1993.

¹⁷⁴ Nur Nafhatun MOHD Sharif, Zetty Sharizat Hamidi, dkk. *Background Theory of twilight in isha and subh prayer times*. <https://www.researchgate.net/publication>. diakses pada tanggal 8 Mei 2018, 10. 26. Lihat, Minnaert, M.G.J. *The Nature Of Light & Color In The Open Air*, USA: Dover Pub, Inc. 1954

Faktor lain yang mempengaruhi pendeteksian kemunculan fajar adalah polusi cahaya. Dalam hal ini Tono Saksono harus memastikan bahwa tempat pengamatan/pengambiln data bebas dari isu polusi cahaya sehingga data yang di dapat benar-benar valid, berikut komponen polusi cahaya Menurut *Internasional Dark Sky Association (IDSA)*¹⁷⁵:

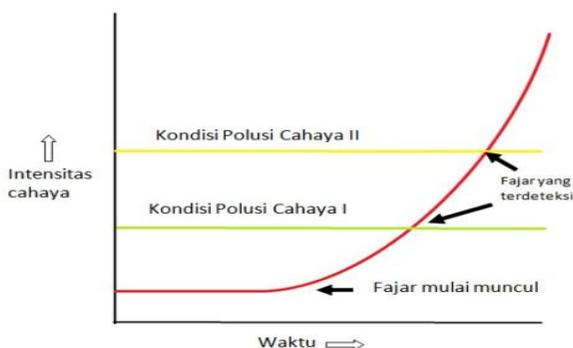
1. *Sky Glow* yaitu cahaya yang tampak di langit perkotaan akibat cahaya artifisial¹⁷⁶, sederhananya bahwa langit tidak gelap pekat.
2. *Glare* atau cahaya pendar yaitu cahaya artifisial yang menyilaukan atau berlebih sehingga menyebabkan ketidaknyamanan visual . kadar pendar cahaya yang tinggi dapat menurunkan visibilitas. Artinya akibat ada cahaya lampu berlebih maka objek teragg lainnya terkalahkan cahayanya.
3. *Light trespass* yaitu masuknya cahaya yang tidak diinginkan dan tidak diperlukan dari luar ke dalam rumah seseorang sehingga mengakibatkan kesulitan tidur.
4. *Light clutter* adalah sumber cahaya yang tidak beraturan, pengelompokan sumber cahaya artifisial yang di perkotaan yang bisa mengganggu penglihatan, umumnya ditemukan di daerah perkotaan yang lebih terang.

Polusi cahaya sangat mengganggu pengamatan fajar dari tengah kota, dengan polusi cahaya yang cukup kuat bisa mengecoh sehingga

¹⁷⁵

¹⁷⁶ Dhani Herdiwijaya, penguran kecerahan langit malam arah zenit untuk penentuan awal waktu fajar, <https://www.researchgate.net/publication>. diakses tanggal 14 mei 2018, 09.56.

menyimpulkan fajar yang lebih lambat. Polusi cahaya mempengaruhi kecerahan langit terutama fase malam hari (sudut elevasi lebih dalam dari 18°). Pengaruh polusi cahaya semakin kecil saat fajar nautikal dan fajar sipil, efek polusi cahaya menyebabkan malam semu yang diakibatkan serapan cahaya oleh partikel-partikel polutan di atmosfer¹⁷⁷. Untuk memahami efek polusi cahaya di atmosfer berikut kurva skematik cahaya langit.



Gambar. 4 1: Kurva skematik cahaya langit¹⁷⁸

Kurva skematik cahaya langit (warna merah) menunjukkan kondisi hasil pengukuran waktu fajar¹⁷⁹

¹⁷⁷Dhani Herdiwijaya, penguran kecerahan langit malam arah zenith untuk penentuan awal waktu fajar, <https://www.researchgate.net/publication>, diakses tanggal 14 mei 2018, 09.56.

¹⁷⁸ <https://tdjamaluddin.wordpress.com>. Benarkah waktu subuh di Indonesia terlalu cepat? Diakses tanggl 9 sepetember 2018 19.40.

¹⁷⁹ <https://tdjamaluddin.wordpress.com>. Benarkah waktu subuh di Indonesia terlalu cepat? Diakses tanggl 9 sepetember 2018 19.40.

1. Dalam kondisi langit cerah tanpa polusi cahaya (misalnya daerah yang jauh dari lampu kota), waktu subuh lebih awal.
2. Dalam kondisi langit terpolusi cahaya sedang (garis hijau) waktu fajar yang terdeteksi lebih lambat
3. Dalam kondisi langit terpolusi cahaya parah (garis kuning) waktu fajar yang terdeteksi lebih lambat lagi.

Dari uraian diatas maka diketahui bahwa Posisi Matahari 18° di bawah ufuk belum bisa dijadikan patokan karena Posisi Matahari ditentukan berdasarkan kurva cahaya langit yang tentunya berdasarkan kondisi rata-rata atmosfer. Dalam kondisi tertentu sangat mungkin fajar sudah muncul sebelum posisi Matahari 18° di bawah ufuk, misalnya saat tebal atmosfer bertambah ketika aktifitas Matahari meningkat atau saat tebal atmosfer bertambah ketika aktivitas Matahari meningkat atau saat kondisi komposisi udara tertentu antara lain kandungan debu tinggi sehingga cahaya Matahari mampu dihamburkan oleh lapisan atmosfer yang lebih tinggi, akibatnya adalah meskipun posisi Matahari masih kurang dari 18° di bawah ufuk cahaya fajar sudah nampak.

Dari kajian diatas jika ditarik kesimpulan mengenai riset yang dilakukan oleh Tono Saksono, terkait awal waktu shalat subuh yang terlalu cepat, angka rata-rata fajar shadiq baru terlihat saat Matahari di posisi 13.04° ($\sigma = 1,4^\circ$) dibawah ufuk, maka memulai waktu subuh dengan Posisi matahari 13.04° dibawah ufuk berdasarkan landasan astronomi posisi matahari tersebut masih tergolong fajar astronomi yang mempunyai sudut elevasi Matahari antara -18° sampai -12° , ditandai

dengan mulai meredupnya bintang-bintang di ufuk timur. Pada posisi matahari tersebut atmosfer atas Bumi telah memecah dan memantulkan sinar Matahari yang menerangi atmosfer yang lebih rendah itu artinya posisi tersebut telah masuk waktu subuh berdasarkan paradigma astronomi.

Akan tetapi walaupun awal waktu shalat subuh menurut Tono Saksono dengan Posisi matahari 13.04° dibawah ufuk masuk kualifikasi Karakteristik fajar astronomi, Waktu subuh tersebut harus terus dikaji dan dikoreksi dengan melakukan kajian secara komprehensif dan multidisipliner guna mendapatkan awal waktu subuh yang selaras dari segi aspek syar'i dan aspek sains. Selain itu pengkoreksian juga harus dilakukan pengamatan yang bukan hanya megedepankan data matematis yang baik akan tetapi juga harus memperhatikan data fisis alam semesta, dan pengkoreksian juga harus menggunakan alat ukur cahaya langit dari lokasi-lokasi yang minim gangguan atmosfer sehingga tidak ada distorsi hasil data.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa:

1. Tono saksono dalam menentukan awal waktu subuh melalui beberapa tahapan yakni *pertama* mendeteksi hadirnya waktu fajar sebagai tanda awal waktu subuh, dalam hal ini Tono Saksono melakukan pengamatan menggunakan dua jenis Instrumen yaitu sky quality meter (SQM) dan alat all sky camera (ASC). *Kedua* data yang dihasilkan selanjutnya diproses menggunakan algoritma. Terkait penentuan awal waktu subuh ini Tono Saksono mengembulangkan beberapa algoritma untuk pemrosesan data yang telah diperoleh, setelah melalui tahapan-tahapan tersebut Tono Saksono menyatakan bahwa bahwa awal waktu subuh di Indonesia terlalu awal, karena tidak ada satupun fakta saintifik yang mengindikasikan fajar muncul pada DIP -20, semuanya mengerucut dan stabil pada angka -13.4° dengan a-posteriori ($\sigma = 1,4^{\circ}$), jadi awal subuh di Indonesia menurut Tono Saksono dimulai saat matahari ada pada posisi 13.4° dibawah ufuk.
2. Dalam perspektif fiqh shalat Subuh dimulai saat terbitnya fajar shadiq, apabila mengambil posisi matahari -13.4° dibawah ufuk, dalam kondisi seperti di Indonesia, berarti hari telah mulai terang. Jika ini yang terjadi, maka untuk shalat Subuh relatif tidak bermasalah karena ada pilihan waktu, akan tetapi bagi

Bagi orang awam yang harus dilakukan adalah memilih pendapat yang lebih hati-hati, jika tidak mampu berpendapat, yang diikuti adalah dari orang yang lebih dipandang berilmu dari yang lain jika ia bingung dalam menimbang pendapat-pendapat ulama yang ada. Dalam konteks Indonesia Kalau kita ragu terhadap posisi Matahari saat fajar terlihat berdasarkan hasil riset Tono Saksono maka silahkan mengikuti ketentuan pemerintah untuk kehati-hatian. Sedangkan dalam perspektif astronomi, awal waktu subuh terjadi ketika atmosfer atas Bumi memecah dan memantulkan sinar Matahari yang menerangi atmosfer yang lebih rendah. Memulai waktu subuh dengan Posisi matahari -13.4° secara astronomis tergolong fajar astronomi yang mempunyai sudut elevasi Matahari antara -18° sampai -12° , ditandai dengan mulai meredupnya bintang-bintang di ufuk timur, akan tetapi walaupun demikian tetap harus diperhatikan bahwa posisi matahari ditentukan berdasarkan kurva cahaya langit yang ditentukan berdasarkan rata-rata atmosfer (kondisi geografis), perbedaan geografis akan berdampak akan adanya perbedaan fisis alam semesta, sehingga dalam melakukan pengamatan waktu subuh ini bukan hanya memperhatikan data matematis tetapi juga yang sangat penting diperhatikan adalah data fisis (kondisi geografis), apalagi pengamatan dilakukan di Indonesia yang notabene terletak di equator yang berarti akan ada perbedaan yang sangat signifikan dibulandng daerah lintang tinggi terkait kondisi geografis.

B. Saran

Penentuan waktu subuh perlu perhatian khusus dan dibutuhkan upaya serius pengkajian kembali dengan riset-riset mutakhir sebagai rumusan patokan penentuan waktu subuh. Waktu subuh harus dikoreksi dengan melakukan kajian secara komprehensif dan multidisipliner karena selama ini kajian yang dilakukan lebih terfokus pada aspek sains padahal persoalan awal waktu subuh merupakan perpaduan aspek syar'i dan aspek sains. Selain itu pengkoreksian juga harus dilakukan menggunakan alat ukur cahaya langit dan dari lokasi yang minim gangguan atmosfer sehingga tidak ada distorsi hasil data.

DAFTAR PUSTAKA

- Abu al Walid Muhammad Bin Ahmad bin Rusyd, *Bidayatul Mujtahid Wa Al-Nihayah Al-Muqtasid*, juz. 1. Beirut: Adar Al-Jil 1409/1989.
- Admiranto, A. Gunawan. *Menjelajahi Tata Surya*. Yogyakarta: Penerbit Karnisius, 2009.
- al-Buhairi, Mamduh Farhan “Salah Kaprah Waktu Shubuh (Bag I) Fajar Kadzib & fajar Shadiq”, dalam *Majalah Qiblati*, IV, edisi 09. 2010.
- Al-asqalani, Ibnu Hajar *Bulugh Al Maram Min Adillat Al-Ahkam, Terjemah Buughul Marom*, Terj. Badru Salam Bogor: Pustaka Ulul al-Bab. 2006.
- Al-Qohtani, Sa'id bin Ali bin wahf. *Ensiklopedi Shalat menurut al-Quran dan Sunnah*, JATCC: Pustaka Imam Asy-Syafi'I. 2008.
- An-Naisabury Imam Muslim bin al-hajjaj al-Qusyairy, *Shahih Muslim*, Beirut: dar al-Kitab al-ilmiyah, juz II. Tt.
- Arikunto, Suharsini. *Prosedur Penelitian (Suatu Pendekatan Praktek)*. Jakarta: PT Rineka Cipta 2002.
- Ash-Shiddiqie, Hasbi. *Pedoman Shalat*, cet. X , Jakarta : Bulan Bintang, 1978.
- Asy-Syaukani, Muhammad Bin Ali Bin Muhammad *Nailul Author*, Terjemahan Nailul Authar Himpunan Hadits hadits hukum, Terj. Mu'ammal Hamidy, dkk, Jld.1, Surabaya: PT Bina Ilmu.
- Az-Zuhaili, Wahbah. *Al-Fiqh Al Islamy Wa Adillatuhu*, Beirut: Dar al-Fikr , 1989.
- Azhari, Susiknan. *Ilmu Falak Perjumpaan Khazanah Islam Dan Sains Modern*. Yogyakarta: Suara Muhammadiyah 2007
- Azwar, Saifuddin. *Metode Penelitian*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar. 2014.
- Bigg,E.K. *The Detection of Atmospheric Dust and Temperature Inversions By Twilight Scattering*, Journal of Meteorology

- Vol.13.Australia: Commonwealth Scientific and Industrial Organization,1955.
- David. A King, call of the muezzin (studies I-IX). Leiden: E.J.Brill.
- Departemen Agama RI, *al-Quran dan Terjemahannya*, Jakarta: Syaamil, 2005.
- Departemen Agama RI, *Pedoman Penentuan Awal Waktu Shalat Sepanjang Masa*. Jakarta: Direktorat Jendral Pembinaan Kelembagaan Agama Islam dan Direktorat Pembinaan Badan Peradilan Agama Islam Tahun 1994/1996.
- Djamaluddin, Thomas. *Menggagas Fiqh Astronomi Telaah Hgisabrukyat Dan Pencarian Solusi Perbedaan Hari Raya*, Bandung: Kaki Langit. 2005.
- _____. *Twilight Menurut Astronomi*, Makalah disampaikan pada Temu Kerja Evaluasi Hisab dan Rukyat Kementerian Agama. Semarang, 23-25 Februari 2010.
- _____. <https://tdjamaluddin.wordpress.com/2010/04/15/>. *Waktu Subuh Ditinjau Secara Astronomi Dan Syar'i*. diakases 11 november 2017.
- _____. <https://tdjamaluddin.wordpress.com/2018/04/30/> Penentuan waktu subuh: pengamatan dan pengkurn fajr di Labuan diakases 2 mei 2018.
- Djazuli, *Kaidah-Kaidah Fiqih, Kaidah –Kaidah Hukum Islam Dalam Menyelesaikan Masalah-Masalah Yang Praktis*, Jakarta: Kencana. 2006.
- Endarto, D. 2005. Pengantar Geologi Dasar. LPP dan UNS Press. 2005.
- Gulo, W. *Metodologi Penelitian*. Jakarta: Grasindo. 2002.
- Hambali, Slamet. *Buku Praktis Ilmu Falak*. Semarang. 1988.
- Hawking, W, Stephen . *Teori Segala Sesuatu Asal Usul Dan Kepunahan Alam Semesta*, Terj. Ikhlasul Ardi Nugrah. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Herdiwijaya, Dhani. *waktu Shubuh: tinjauan pengamatan astronomi*, makalah disampaikan dalam acara Halaqah Ahli Hisab Dan Fiqh Muhammadiyah Majlis Tarjih Dan Tajdid Pimpinan Pusat Muhammadiyah “Kaji Ulang Atas Waktu Shubuh Dan Tindak

Lanjut Konsep Kalender Islam Global Tunggal” 20-21 agustus 2016, kampus 4 Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta.

—————, pengukuran kecerahan langit malam arah zenit untuk penentuan awal waktu fajar, <https://www.researchgate.net/publication>. diakses tanggal 14 Mei 2018, 09.56.

Husain, Imam Taqiyuddin Abi Bakar Muhammad. *Kifayah al-Akhyar Fi Halli Gayatul Iktisar*, Juz. I, Surabaya: Dar al-Kitab al-Islam. Tt.

Ibnu Rusyd, Abu al Walid Muhammad Bin Ahmad bin Rusyd, *Bidayatul Mujtahid Wa Al-Nihayah Al-Muqtasid*, juz. 1. Beirut: Adar Al-Jil 1409/1989

Idrus, Muhammad. *Metode Penelitian Ilmu Sosial Pendekatan Kualitatif dan Kuantitatif*. Jakarta: Erlangga, 2009.

Ilyas, Mohammad A *Modern Guide to Islamic Calendar, Times & Qibla*, 1984.

Izzudin, Ahmad. *Fiqh Hisab Rukyat Menyatukan Nu Dan MUHAMMADIYAH Dalam Penentuan AWAL Ramadhan, IDUL FITRI dan IDUL ADHA*, Jakarta: Erlangga,. 2007.

—————. *Ilmu Falak Praktis*. Semarang: Pustaka Rizki Putra. 2012.

khazin, Muhyiddin. *Ilmu Falak Dalam Teori Dan Praktek*, Yogyakarta: Bunana Pustaka, 2004.

King, A. David. *Call Of The Muezzin (Studies I-IX)*. Leiden: E.J.Brill.

Kovalevsky, Jean and P Kenneth Seidelman, *Fundamental Of Astrometry, United Kingdom: Cambridge University Press*. 2004.

Kurniawan, Beni *Metodologi Penelitian*.Tangerang: Jelajah Nusa. 2012.

Lajnah Pentashihan Mushaf Al-Quran Badan Litbulang dan Diklat Kementrian Agama RI dengan Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI). *Penciptaan Jagat Raya*, Jakarta: Kemenag RI. 2012.

- Mughniyyah, Muhammad Jawa *Fiqih Lima Madzhab*, Diterjemahkan oleh Masykur dkk dari *Al-Fiqh 'ala Al-Madzahib Al-Khamsah*, Jakarta : Lentera. 2007.
- Muslim, Abu Husain. *kitab Shahih Muslim*, Daar al-Jail: Beirut, jilid 4, Juz 8. Tt.
- Rachim, Abdur. *Ilmu Falak*. Yogyakarta: liberty 1983
- Rakhmadi, Arwin Juliadi Butar-Butar. *Esai-Esai Astronomi Islam*. Medan: UMSU PRESS. .2015.
- _____. *Khazanah Astronomi Islam Abad Pertengahan, Deskripsi Historis Tentang Tradisi, Inovasi Dan Kontribusi Peradabulan Islam Dibidang Astronomi*, Perwokerto: UM purwokerto Press, 2016.
- _____. *Syafaq dan Fajar dalam Kesarjaan Astronomi Muslim dan Ulama Nusantara*. Yogyakarta: LkiS, 2008.
- Rinto Anugraha, *Cara Mmenghitung Waktu Shalat*, yang diakses di www.eramuslim.com pada tanggal 13 November 2017.
- Rohmah, Nihayatur. *Syafaq dan Fajar: Verifikasi Dengan Aplikasi Fotometri Tinjauan Syar'i Dan Astronomi* , 2012.
- Roy, A. E. D. Clarke, *Astronomy Principles and Practise*, published by Adam Hilger, Bristol: Techno House, 1936.
- Saksono, Tono. *Evaluasi Awal Waktu Shubuh Dan Isya Perspektif Sains, Teknologi Dan Syariah*, Jakarta: UHAMKA Press dan LPP AIKA UHAMKA, 2017, Hal, 171.
- _____, *Pengantar Ilmu Falak, Teori Praktik Dan Fiqh*. Depok: Rajawali Pers. 2018
- _____. *Mengkompromikan Rukyat & Hisab*. Jakarta: Amythas Publicita. 2007.
- Sabbiq, Sayyid. *Fiqh As-Sunnah*. Jld.1 Kairo: Dar Al-Fath li ali'lam al-Arabi. 1421/2000.
- Sarakhsi, Syamsudin. *Kitab Al-Mabsuth* Juz 1-2, Beirut Libulanon : Darul Kitab Al-Ilmiah, tt
- Sharif , Nur Nafhatun Mohd, Zetty Sharizat Hamidi, dkk. *Background Theory Of Twilight In Isha And Subh Prayer Times*.<https://www.researchgate.net/publication>. diakses pada

tanggal 8 Mei 2018, 10. 26. Lihat Meinel A.M. *Sunsets, Twilight And Evening Skies*, USA: Cambridge University Press. 1983.

Sumantri,S, Jujun. *Ilmu Dalam Perspektif*. Jakarta: IKIP Negeri Jakarta. Tt.

Sunggono, Bambang *metodologi Penelitian*, Jakarta: Rajawali Pers. 2010.

Suryabrata, Sumadi *Metodologi Penelitian*. Jakarta: RajaGrafindo Persada. 2004.

Tjasyono, Bayong. *Ilmu KeBumian Dan Antariksa*, Bulandung: PT Remaja Rosda Karya. 2009.

<http://www.timeanddate.com>. The different types of twilight, dawn and dusk. Diakses tanggal 15 maret 2018.

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

RIWAYAT HIDUP

A. Identitas Diri

1. Nama lengkap : Furziah
2. Tempat & tgl lahir : Seri Kembang, 15 Agustus 1992
3. Alamat Rumah : Jl. Penantian dsn. II Rt. 04 Desa Seri Kembang, Kec. Payaraman, Kab.

Ogan Ilir, Palembang, Sumatera Selatan

HP : 081271328749

E-mail : furziah92@gmail.com

B. Riwayat Pendidikan

1. Pendidikan formal
 - a. TK Aisyiyah Bustanul Athfal Seri Kembang
 - b. SD Muhammadiyah Seri Kembang
 - c. Mts Muhammadiyah Seri Kembang
 - d. MA Muhammadiyah Seri Kembang
 - e. UIN Raden Fatah Palembang
2. Pendidikan non-formal
 - a. Pondok Pesantren Tahfizhul Quran Putri al-Lathifiyyah Palembang

