

**PENGARUH POLUSI CAHAYA TERHADAP
KEMUNCULAN *FAJAR SHADIQ*
(STUDI KASUS DESA SIDOMAKMUR KAB. KENDAL
DAN MENARA AL HUSNA MAJIT KOTA SEMARANG)
SKRIPSI**

Disusun Untuk Memenuhi Tugas dan Melengkapi Syarat Guna
Memperoleh Gelar Sarjana Strata S.1 Ilmu Falak



Disusun Oleh:
Nur Annisa Fuadiyah
2002046044

**FAKULTAS SYARIAH DAN HUKUM
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
SEMARANG
2024**

MOTTO

وَالصُّبْحُ إِذَا تَنَفَّسَ ۖ ﴿١٨﴾

“demi Subuh apabila (fajar) telah menyingsing,”

QS. At-Takwir Ayat 18

PERSEMBAHAN

Dengan segala puji dan Syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, dan atas dukungan dari orang-orang tercinta sehingga dapat diselesaikan dengan tepat waktu, oleh karena itu Dengan bangga skripsi ini saya persembahkan kepada :

Kedua orang tua tercinta, Bapak Mugiharso dan Ibu Sokifatun yang senantiasa mencintai, meridloi, menyayangi, merawat, mendidik, mendampingi, mempercayai, mendoakan, dan mendukung saya secara penuh, di segala kondisi, situasi, serta keadaan saya hingga karya ini selesai dibuat. Hanya do'a kepada Allah yang dapat saya haturkan, semoga Allah senantiasa melimpahkan beliau Kesehatan dan Rahmat-Nya.

Kedua adik saya yang sangat saya sayangi, Habibaturrosidah dan Nayla Nur Aghniy yang menjadi penyemangat dan pengingat akan tanggungjawab dalam penulisan skripsi ini, serta menjadi alasan saya untuk lekas usai dalam pengerjaan skripsi ini, semoga selalu dalam keadaan sehat dan diberkahi ridho Allah dan ridho orangtua.

Kepada kakek saya, Mbah Muhadi Purnomo Yang tak henti-hentinya memotivasi saya dalam belajar, beribadah, dan berdoa kepada Allah Yang Maha Esa agar diberi kemudahan dalam setiap langkah. Semoga Allah SWT memberikannya kesehatan dan panjang umur, Amiin.

Para guru dan juga dosen yang telah memberikan segenap

tenaga, ilmu dan pemikiranya untuk mendidik serta memberikan banyak pengetahuan dan pembelajaran hingga bisa sampai di titik ini, tidak lain hanya karena ilmu yang diberikan. Tidak henti-hentinya saya mengharap keberkahan ilmu dan ridhonya.

Kepada seluruh teman dan rekan yang selalu bertanya
“Kapan Wisuda?”

Juga kepada teman, sahabat, kerabat, yang selalu memberikan support kepada saya hingga saat ini. Semoga Allah selalu merahmati dan meridhoi kita semua.

PERSETUJUAN PEMBIMBING



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

Jln Prof. Dr. H. Hamka Semarang 50185 Telp (024)7601291, Fax (024)7624691, Website: fsh.walisongo.ac.id

NOTA PERSETUJUAN PEMBIMBING

Lamp : 4 (empat) eksemplar
Hal : Naskah Skripsi
A.n. Sdri. Nur Annisa Fuadiyah

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

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Setelah melalui proses bimbingan dan perbaikan, bersama ini saya telah menyetujui naskah skripsi saudara :

Nama : Nur Annisa Fuadiyah
NIM : 2002046044
Prodi : Ilmu Falak
Judul : Pengaruh polusi cahaya terhadap kemunculan Fajar Sadik (Studi kasus
Desa Sidomamur Kab. Kendal dan menara Al-Husna MAJT Semarang)

Dengan ini saya mohon kiranya skripsi saudara tersebut dapat segera dimunaqasyahkan. Demikian agar dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Semarang, 13 Desember 2024

Pembimbing I

Ahmad Satriaul Anam SHL. MH.
NIP. 19800120200312100



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

Jln Prof. Dr. H. Hamka Semarang 50185 Telp (024)7601291, Fax (024)7624691, Website: fsh.walisongo.ac.id

NOTA PERSETUJUAN PEMBIMBING

Lamp : 4 (empat) eksemplar

Hal : Naskah Skripsi

A.n. Sdri. Nur Annisa Fuadiyah

Kepada Yth.

Dekan Fakultas Syari'ah dan Hukum

UIN Walisongo

di –

Semarang

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Setelah melalui proses bimbingan dan perbaikan, bersama ini saya telah menyetujui naskah skripsi saudara :

Nama : Nur Annisa Fuadiyah

NIM : 2002046044

Prodi : Ilmu Falak

Judul : Pengaruh polusi cahaya terhadap kemunculan Fajar Sadik (Studi kasus
Desa Sidomamur Kab. Kendal dan menara Al-Husna MAJT Semarang)

Dengan ini saya mohon kiranya skripsi saudara tersebut dapat segera dimunaqasyahkan. Demikian agar dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Semarang, 19 Desember 2024

Pembimbing II

Dian Ika Aryani, ST, MT
NIP. 199112312019032033

PENGESAHAN



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG
FAKULTAS SYARI'AH DAN HUKUM
Jl. Prof. Dr. Hamka, Semarang 50185

Telpon (024) 7601291, Website: <http://ish.walisongo.ac.id>.

PENGESAHAN

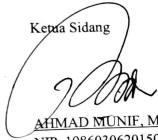
Skripsi Saudari : Nur Annisa Fuadiyah
NIM : 2002046044
Judul : Pengaruh Polusi Cahaya Terhadap Kemunculan Fajar *Shadiq*
(Studi kasus Desa Sidomakmur Kab. Kendal Dan Menara
AlHusna MAJT Kota Semarang).

Telah dimunaqasahkan oleh Dewan Penguji Fakultas Syari'ah dan Hukum Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang, dan dinyatakan lulus dengan predikat cumlaude/baik/cukup, pada tanggal: 24 Desember 2024.

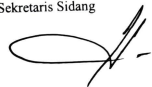
Dan dapat diterima sebagai syarat guna memperoleh gelar Sarjana Strata 1 tahun akademik 2024/2025.

Semarang, 3 Januari 2024

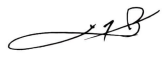
Kepda Sidang


AHMAD MUNIF, M.S.I.
NIP. 198603062015031006

Sekretaris Sidang


Dr. Ahmad Syifaul Anam, SHL, MH.
NIP. 198001202003121001

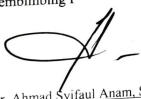
Penguji I


Dra. Hj. Noor Rosyidah, M. SI.
NIP. 196509091994032002

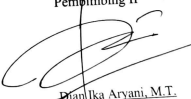
Penguji II


Muhammad Zainal Mawahib, M.H.
NIP. 199010102019031018

Pembimbing I


Dr. Ahmad Syifaul Anam, SHL, MH.
NIP. 198001202003121001

Pembimbing II


Dian Ika Aryani, M.T.
NIP. 199112312019032033

DEKLARASI

Dengan penuh kejujuran dan tanggung jawab, penulis menyatakan bahwa skripsi ini tidak berisi materi yang telah pernah di tulis oleh orang lain atau di terbitkan. Demikian juga skripsi ini tidak berisi satupun pemikiran-pemikiran orang lain, kecuali informasi yang terdapat dalam referensi yang di jadikan bahan rujukan.

Semarang, 19 Desember 2024

Deklarator



Nur Annisa Fuadiyah

NIM 2002046044

PEDOMAN TRANSLITERASI

A. Konsonan

ء = `	ز = z	ق = q
ب = b	س = s	ك = k
ت = t	ش = sy	ل = l
ث = ts	ص = sh	م = m
ج = j	ض = dl	ن = n
ح = h	ط = th	و = w
خ = kh	ظ = zh	ه = h
د = d	ع = ‘	ي = y
ذ = dz	غ = gh	
ر = r	ف = f	

B. Vokal

اَ	A
اِ	I
اُ	U

C. Diftong

اَي	Ay
اَو	Aw

D. Vokal Panjang

أ + اَ	Ā
ي + اِ	Ī
و + اُ	Ū

E. Syaddah (ّ-)

Syaddah dilambangkan dengan konsonan ganda, misalnya الطَّبّ *at-thib*.

F. Kata Sandang

Kata sandang (ال ...) ditulis dengan al-... misalnya الصناعة = *al-Shinā'ah*. Al- ditulis dengan huruf kecil kecuali jika terletak permulaan kalimat.

G. Ta' Marbuthah

Setiap ta' marbuthah ditulis dengan “h” misalnya المعيشة الطبيعية = *al-Ma'īsyah al- Thabī'iyah*.

ABSTRACT

Light pollution means the phenomenon of excessive light intensity. Excessive use of light nowadays is unavoidable. This causes negative impacts, especially for sky observers and observation activities. This was also discussed by Professor Thomas Djamaluddin in a work, namely "Is it true that dawn time in Indonesia is too early?" This research aims to find out how light pollution affects the start of Fajr or what is called dawn shadiq, where the start of Fajr which should be carried out on time becomes faster due to light pollution. This is certainly problematic for people when starting the morning prayer on time.

The research method used is field research which uses qualitative methods obtained from two data sources, namely primary and secondary. The primary data used as a reference in this research is the initial image data at dawn or dawn shadiq which was obtained from field observations carried out in 2 (two) places, namely relatively dark places, namely in Sidomakmur Village, Kec. South Kaliwungu District. Kendal, Central Java, which is located at coordinates $-7^{\circ} 1'55.92''$ South Latitude and $110^{\circ} 12'36.88''$ East Longitude and a place that is more exposed to the impact of light pollution, namely the Al Husna MAJT Tower, Semarang City, which is located at coordinates $-7^{\circ} 7' 20.67''$ S and $110^{\circ} 22' 59.2''$ E. This research was carried out by collecting photo images starting from the sun's height at -20 degrees below the eastern horizon, to a height of -6 degrees below the eastern horizon with an interval of 2 minutes per capture.

Based on this research, researchers found two differences, namely that places that are less exposed to light pollution are darker than places that are more affected by light pollution, which

can be known through the light pollution map site which has a light intensity observer feature and divides it into several classes. This feature is called the Bortle Scale. We can see according to the bortle scale on the light pollution maps site that Sidomakmur Village has a height of 95 meters above sea level and has a light pollution level that is in class 4 (light pollution is clearer, and the detail in the Milky Way is starting to decrease). Meanwhile, the next location is at the Al Husna MAJT Tower, which according to the light pollution maps site is at an altitude of 10 meters above sea level and has class 6 light pollution (light pollution is very significant, blocking out many stars and sky objects). The researchers reviewed this and verified it with observations using a Nikon D7200 type DSLR camera using the astrophotography method and using the blink comparator technique. The results of these observations, namely in places with minimal light pollution, show that dawn begins to appear at a height of -13° below the eastern horizon, while at the Al Husna Tower dawn can be seen at a height of -18° below the eastern horizon. The conclusion from this research can be explained that places with minimal light pollution show the appearance of dawn shadiq later than places that are exposed to light pollution.

Keywords: *Fajar Shadiq, Early Dawn, Light Pollution, Astrophotography, and Blink comparator.*

ABSTRAK

Polusi cahaya berarti adanya fenomena intensitas cahaya yang terlalu besar. Penggunaan cahaya yang berlebih di jaman sekarang tidak bisa dihindari lagi. Hal ini menyebabkan dampak negatif, khususnya bagi pengamat langit dan kegiatan observasi. Hal ini juga dibahas oleh Professor Thomas Djameluddin dalam sebuah karya, yaitu "*Benarkah Waktu Subuh Di Indonesia Terlalu Cepat?*". Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana pengaruh polusi cahaya terhadap awal waktu Subuh atau yang disebut dengan fajar *shadiq*, dimana saat waktu awal Subuh yang seharusnya dilaksanakan tepat waktu menjadi lebih cepat akibat polusi cahaya. Hal ini tentu menjadi problematik bagi masyarakat ketika memulai salat Subuh secara tepat waktu.

Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian lapangan (*field research*) yang menggunakan metode kualitatif yang didapat dari dua sumber data yakni primer dan sekunder. Data primer yang dijadikan acuan pada penelitian ini adalah data citra awal waktu Subuh atau fajar *shadiq* yang didapat dari observasi lapangan yang dilakukan pada 2 (dua) tempat yaitu tempat yang relatif gelap yakni di Desa Sidomakmur Kec. Kaliwungu Selatan Kab. Kendal Jawa Tengah yang terletak pada koordinat $-7^{\circ} 1'55,92''$ LS dan $110^{\circ} 12'36,88''$ BT dan tempat yang lebih terpapar dampak polusi cahaya yakni di Menara Al Husna MAJT Kota Semarang yang terletak pada koordinat $-7^{\circ} 7' 20,67''$ LS dan $110^{\circ} 22' 59,2''$ BT. Penelitian ini dilakukan dengan mengumpulkan citra foto dimulai dari ketinggian matahari pada -20 derajat dibawah ufuk timur, sampai dengan ketinggian -6 derajat dibawah ufuk timur dengan selang waktu 2 menit *per capture*.

Berdasarkan penelitian tersebut, peneliti menemukan dua

perbedaan, yaitu tempat yang lebih minim terpapar polusi cahaya lebih gelap daripada tempat yang lebih terkena dampak polusi cahaya, yang bisa diketahui melalui situs *light pollution map* yang memiliki fitur pengamat intensitas cahaya dan membaginya dalam beberapa kelas. Fitur tersebut dinamakan dengan Skala Bortle. Dapat kita lihat menurut skala bortle yang ada dalam situs *light pollution maps* bahwa di Desa Sidomakmur memiliki ketinggian 95 mpdl dan memiliki tingkat polusi cahaya yang berada pada kelas 4 (Polusi cahaya lebih jelas, dan detail di Bimasakti mulai berkurang). Sedangkan pada lokasi selanjutnya yaitu di Menara Al Husna MAJT yang menurut situs *light pollution maps* berada di ketinggian 10 mdpl serta memiliki polusi cahaya kelas 6 (Polusi cahaya sangat signifikan, menghalangi banyak bintang dan objek langit). Hal tersebut peneliti kaji ulang berikut pembuktian dengan observasi menggunakan kamera DSLR merk Nikon tipe D7200 dengan metode astrofotografi serta menggunakan teknik blink komparator. Hasil dari obeservasi tersebut yaitu pada tempat yang minim polusi cahaya menunjukkan bahwa fajar mulai terlihat pada ketinggian -13° dibawah ufuk timur, sedangkan di Menara Al Husna fajar sudah terlihat pada ketinggian -18° dibawah ufuk timur. Kesimpulan dari penelitian ini dapat dijabarkan bahwa tempat yang minim polusi cahaya menunjukkan kemunculan fajar *shadiq* lebih lambat dibandingkan tempat yang terpaparmemiliki polusi cahaya.

Kata kunci : *Fajar Shadiq, Awal Waktu Subuh, Polusi Cahaya, Astofotografi, dan Blink komparator.*

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr.Wb

Dengan menyebut nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Alhamdulillah, segala puji bagi Allah SWT atas segala rahmat dan kemudahan yang diberikan oleh-Nya sehingga peneliti dapat menyelesaikan penelitian tugas akhir (skripsi) dengan lancar dan sesuai dengan yang diharapkan. Sholawat serta salam semoga tetap tercurahkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW, keluarga, sahabat, dan seluruh umatnya. Skripsi ini merupakan wujud karya terakhir yang peneliti susun dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Strata 1 Program Studi Ilmu Falak Fakultas Syariah dan Hukum UIN Walisongo Semarang. Dalam proses penyusunan skripsi ini tidak lepas dari berbagai hambatan yang mengganggu dan peneliti memperoleh banyak bantuan serta dukungan dari berbagai pihak, untuk peneliti mengucapkan banyak terimakasih kepada :

1. Kedua orang tua, Bapak Mugiharso dan Ibu Sokifatun, yang telah mengasuh, mendidik dan mendo'akan dengan tulus serta memberikan motivasi, baik materil maupun non materil kepada peneliti, bahkan selalu menemani peneliti dalam melakukan penelitian sehingga mampu menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Ketua Jurusan Ilmu Falak, Ahmad Munif, M.S.I., dan Sekretaris Jurusan Dr. Fakhruddin Aziz Lc, M.A. terimakasih atas segala pembelajaran yang diberikan.
3. Bapak Dr. Ahmad Syifaul Anam, SHI. MH. selaku dosen pembimbing I, yang telah mendukung dan memberikan semangat kepada peneliti untuk segera lulus dan menyelesaikan skripsi ini.

4. Ibu Dian Ika Aryani, S.T., M.T., selaku wali dosen sekaligus pembimbing II yang telah bersedia meluangkan waktu, tenaga dan pikiran serta memberikan arahan dan bimbingan kepada peneliti dalam menyusun skripsi.
5. Para bapak dan Ibu Dosen serta para pegawai civitas akademik Fakultas Syari'ah dan Hukum Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang, terimakasih telah memberikan pengetahuan dan ilmu dalam masa perkuliahan sehingga penulis mempunyai bekal untuk masa depan
6. Kedua adik saya tercinta, Habibaturrosidah dan Nayla Nur Aghniy yang selalu memberikan kebahagiaan sehingga peneliti semangat untuk Menyusun skripsi agar bisa melanjutkan cita-cita yang lebih tinggi.
7. Mas Muhammad Qoirul Mukminin, yang senantiasa memberikan support yang berupa dukungan dan semangat, yang setiap hari dicurahkan dalam proses penulisan sampai pengesahan skripsi ini sehingga menambah semangat dan menjadi *moodbooster* tersendiri.
8. Kedua sahabat terbaik saya, Via Azzahra dan Shobahuzzahro yang pernah menemani , membantu dan mensupport saya sejak menjadi siswa di MTs, MA, hingga bisa menyelesaikan studi di UIN Walisongo Semarang, walau sering terkendala jarak dan waktu.
9. Yayang Arga Agustriani, yang selalu menemani, *mensupport*, dan tidak pernah lelah mendengarkan keluh kesah dan curhatan dari peneliti sejak mahasiswa baru sampai proses terakhir penulisan skripsi ini.
10. Teman Ilmu Falak Angkatan Cassiopiea 2020, yang telah menemani selama menuntut ilmu di jurusan ilmu falak.
11. HMJ Ilmu Falak khususnya periode 2021-2022 terimakasih telah mengajari saya berkembang dan tidak takut untuk

mencoba.

12. Pihak-pihak lain yang telah membantu peneliti dalam penyelesaian tugas akhir ini yang belum bisa saya sebutkan satu per satu. Semoga segala kebaikan yang telah diberikan menjadi amal shaleh dan mendapat balasan melebihi apa yang telah diberikan oleh Allah SWT, dan semoga tugas akhir ini bermanfaat bagi saya dan para pembaca pada umumnya.

DAFTAR ISI

COVER.....	0
MOTTO.....	I
PERSEMBAHAN.....	II
PERSETUJUANPEMBIMBING.....	IV
PENGESAHAN.....	VI
DEKLARASI.....	VII
PEDOMAN TRANSLITERASI.....	VIII
<i>ABSTRACT</i>	X
ABSTRACT.....	XII
KATA PENGANTAR.....	XIII
DAFTAR ISI.....	XVII
DAFTAR GAMBAR.....	XIX
DAFTAR TABEL.....	XX
BAB 1.....	1
PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	10
C. Tujuan Penelitian.....	10
D. Manfaat Penelitian.....	11
E. Telaah pustaka.....	14
F. Metode Penelitian.....	18
G. Sistematika Penulisan.....	20
BAB 2.....	20

Gambaran umum tentang polusi cahaya, fajar <i>shadiq</i> , dan blink komparator.....	20
A. Polusi Cahaya.....	20
B. Dampak negatif polusi cahaya.....	25
C. Fajar dalam pengertian astronomi.....	26
D. Fajar dalam pengertian fikih.....	30
E. Fikih awal waktu Subuh.....	32
F. Pengertian salat Subuh.....	35
BAB 3.....	45
Observasi fajar <i>shadiq</i> menggunakan astofotografi dengan teknik <i>Blink Komparator</i>	45
A. Penggunaan teknik <i>Blink Komparator</i> pada citra astofotografi awal waktu Subuh.....	45
B. Data astofotografi di Desa Sidomakmur Kendal dan Menara AlHusna MAJT Semarang.....	68
BAB 4.....	107
A. Tinjauan Fikih dan Astronomi terhadap kriteria tinggi matahari dalam penentuan awal Waktu Subuh.....	80
B. Analisis Terhadap Hasil Observasi Citra Astrofotografi Berdasarkan Teknik Blink Comparator pada Awal Waktu Subuh.....	82
BAB 5.....	107
PENUTUP.....	107
A. Kesimpulan.....	107
B. Saran.....	108

C. Penutup.....	108
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	109
LAMPIRAN.....	110

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Light Pollution Maps Desa Sidomakmur.....	8
Gambar 1. 2 Light Pollution Map MAJT Semarang.....	8
Gambar 2. 1 Light Trespass.....	22
Gambar 2. 2 Light Clutter.....	23
Gambar 2. 3 Glare.....	24
Gambar 2. 3 Sky Glow.....	25
Gambar 2. 5 Pembagian twilight menurut astronomi.....	31
Gambar 2. 6 Fajar <i>Shadiq</i> dan Fajar Kadzib.....	32
Gambar 3. 1 Tripod.....	52
Gambar 3. 2 Kamera Nikon D7200.....	55
Gambar 3. 3 Persentase awan yang menutupi daerah Semarang.....	57
Gambar 3. 4 Data curah hujan rata-rata di Semarang.....	58
Gambar 3. 5 peta Desa Sidomakmur dari situs Light Pollution Map.....	65
Gambar 3. 6 Peta Menara Alhusna MAJT Semarang dari situs Light Pollution Maps.....	67
Gambar 3. 7 Stellarium Mobile.....	69
Gambar 3. 8 Proses pengeditan gambar hasil observasi menggunakan aplikasi Capcut Mobile.....	76
Gambar 3. 15 contoh citra fajar di Desa Sidomakmur saat ketinggian matahari berada pada $-20^{\circ} 00'$	78
Gambar 3. 16 contoh citra fajar di Desa Sidomakmur saat ketinggian matahari berada pada $-06^{\circ} 54'$	78
 Gambar 4. 1 situs bimas islam.....	 102
Gambar 4. 2 Awal Waktu Salat Subuh di Desa Sidomakmur pada 15 Oktober 2024 menurut website Bimas Islam.....	103
Gambar 4. 3 Awal Waktu Salat Subuh di Desa Sidomakmur pada 16	

Oktober 2024 menurut website Bimas Islam.....	104
Gambar 4. 4 Awal Waktu Salat Subuh di Desa Sidomakmur pada 17	
Oktober 2024 menurut website Bimas Islam.....	104
Gambar 4. 5 Awal Waktu Salat Subuh di Kota Semarang pada 24	
Oktober 2024 menurut website Bimas Islam.....	105
Gambar 4. 6 Awal Waktu Salat Subuh di Kota Semarang pada 25	
Oktober 2024 menurut website Bimas Islam.....	105
Gambar 4. 7 Awal Waktu Salat Subuh di Kota Semarang pada 26	
Oktober 2024 menurut website Bimas Islam.....	105

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Data citra Desa Sidomakmur 15 oktober 2024 untuk analisis perubahan warna dengan prinsip blink comparator.....	70
Tabel 3. 2 Data Desa Sidomakmur 16 oktober 2024 untuk analisis perubahan warna dengan prinsip blink comparator.....	71
Tabel 3. 3 Data Desa Sidomakmur 17 oktober 2024 untuk analisis perubahan warna dengan prinsip blink comparator.....	72
Tabel 3. 4 Data Menara Al Husna MAJT 24 oktober 2024 untuk analisis perubahan warna dengan prinsip blink comparator.....	73
Tabel 3. 5 Data Menara Al Husna MAJT 25 oktober 2024 untuk analisis perubahan warna dengan prinsip blink comparator.....	73
Tabel 3. 5 Data Menara Al Husna MAJT 26 oktober 2024 untuk analisis perubahan warna dengan prinsip blink comparator.....	74
Tabel 3. 7 Link Video blink comparator di Desa Sidomakmur Kec.Kaliwungu Selatan Kab. Kendal.....	77
Tabel 3. 7 Link Video blink comparator di Menara Al Husna Kota Semarang.....	77
Tabel 4. 1 kriteria sudut Subuh di beberapa negara.....	84
Tabel 4. 2 kriteria ketinggian matahari awal Subuh menurut beberapa ahli falak di Indonesia.....	85
Tabel 4. 3 kriteria ketinggian matahari awal Subuh menurut beberapa tokoh di dunia.....	88
Tabel 4. 4 Perbandingan ketinggian matahari awal waktu Subuh menurut ahli falak di indonesia.....	96
Tabel 4. 5 data awal waktu Salat Subuh di Desa Sidomakmur, Kendal berdasarkan ahli dan Bimas Islam (+ikhtiyat 2 menit).....	104
Tabel 4. 6 data awal waktu Salat Subuh di Kota Semarang berdasarkan ahli dan Bimas Islam (+ikhtiyat 2 menit).....	105

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar belakang

Pencahayaan memiliki peran yang sangat penting dalam berbagai aspek kehidupan, khususnya di era sekarang. Tanpa cahaya, beberapa aspek kehidupan bahkan mayoritas dari aktivitas manusia modern bisa terganggu, terutama pada malam dan hampir pada waktu pagi karena tidak ada cahaya dari bintang terdekat (matahari) yang menyinari.

Peningkatan populasi penduduk di Indonesia memaksa penggunaan pencahayaan semakin meningkat, mulai dari kebutuhan rumah tangga, fasilitas umum, sektor industri, sampai pemerintahan. Bahkan mayoritas alat transportasi juga menggunakan pencahayaan yang cukup agar menjaga keselamatan pengguna jalan. Diatas telah menjadi alasan mengapa cahaya sangat dibutuhkan untuk kebutuhan sehari hari.

Akan tetapi, beberapa manfaat dari cahaya merupakan sebuah kendala tersendiri bagi beberapa aktivitas observasi di observatorium atau pengamat langit. Hal ini jarang diketahui masyarakat awam. Dampak dari cahaya yang berlebih di langit biasa disebut dengan “polusi cahaya”. Polusi ini berbeda dengan polusi air atau udara yang cenderung merugikan kesehatan dan kehidupan. Polusi cahaya bukan berarti cahaya yang terdampak dari polusi tertentu seperti polusi udara dan air, melainkan cahaya itu sendiri yang menjadi polutan. Polusi cahaya bisa mengganggu observasi, seperti contoh penelitian terhadap rukyatul hilal.

Dikutip dari *science advances* menyatakan bahwa 83% populasi dunia berada dibawah langit malam yang terkena polusi cahaya. Penelitian tersebut menyatakan bahwa lebih dari

sepertiga umat manusia tidak dapat melihat galaksi bima sakti karena adanya polusi cahaya ringan, penelitian ini menandakan bahwa bumi semakin terang ketika malam hari.¹ Hal tersebutlah yang dirasakan para astronom, karena adanya polusi cahaya yang membuat langit malam menjadi lebih cerah, sehingga mengurangi visibilitas bintang dan akhirnya mengganggu observasi dibidang astronomi.²

Polusi cahaya berasal dari berbagai sumber yang menghasilkan cahaya buatan berlebihan.

Berikut adalah beberapa sumber cahaya dalam jumlah besar:

1. Lampu Jalan: Lampu jalan yang tidak efisien adalah lampu yang terlalu terang dan dapat menyebabkan polusi cahaya, terutama jika cahayanya menyebar ke langit atau area yang sudah memiliki penerangan lain.
2. Papan Reklame: Papan reklame yang terlalu terang, terutama yang menggunakan lampu LED atau neon, dapat menyumbang polusi cahaya yang signifikan.³
3. Bangunan Komersial dan Perkantoran: Pencahayaian eksterior dan interior bangunan komersial dan perkantoran yang berlebihan, terutama di malam hari, juga menjadi sumber polusi cahaya.⁴

¹ Fabio Falchi, et.al., “The New World Atlas Of Artificial Night Sky Brightness”, Science Advances, vol. 2, no. 6 (Juni 2016); Science Advances, 1-25.

² Rasna Rajkhowa, “Light Pollution and Impact of Liht Pollution”, International Journal of Science and Research, vol.3, no. 10, 2014, 861-867.

³ BBC News Indonesia, (2020), Polusi cahaya: *Papan reklame, lampu sorot dan stadion olahraga jadi sumber sebagian besar pencemaran*, diakses pada 20 Agustus 2024 pukul 23:24 WIB, Diperoleh dari [Polusi cahaya: Papan reklame, lampu sorot dan stadion olahraga jadi sumber sebagian besar pencemaran - BBC News Indonesia](#)

⁴ Polusi Cahaya, 2024, diakses pada 25 November 2024, dari laman [https://id.wikipedia.org/wiki/Polusi cahaya](https://id.wikipedia.org/wiki/Polusi_cahaya)

4. Stadion Olahraga: Penerangan di stadion olahraga, terutama selama acara malam hari, dapat menyebabkan polusi cahaya yang cukup besar.
5. Lampu Kendaraan: Lampu kendaraan bermotor, terutama di jalan raya yang padat, juga berkontribusi terhadap polusi cahaya.

Polusi cahaya berarti adanya fenomena intensitas cahaya yang terlalu besar. Beberapa spesies, termasuk tumbuhan dan manusia, mengalami dampak dari polusi cahaya. Sebagian besar masyarakat umum tidak pernah mendengar istilah polusi cahaya. Adapun yang mengetahui polusi cahaya biasanya tidak peduli atau tidak melakukan apa-apa untuk menanggulangnya. Polusi cahaya adalah efek samping dari industrialisasi. Polusi cahaya berasal dari pencahayaan eksterior dan interior bangunan, papan iklan, properti komersial, kantor, pabrik, lampu jalan dan stadion.

Polusi cahaya dapat disebabkan oleh beberapa faktor antara lain :

- a. cahaya yang berasal dari cahaya berlebihan di luar rumah dan masuk ke dalam rumah kita sehingga mengganggu jarak pandang dan menyebabkan gangguan tidur serta kualitas tidur yang buruk.
- b. sumber cahaya buatan seperti baliho, lampu jalan, lampu taman dan lain-lain yang menimbulkan gangguan penglihatan. Silau, itu silau yang disebabkan oleh terangnya cahaya, membuat penglihatan tidak nyaman.
- c. *Sky Glow* atau *urban sky light* merupakan lampu yang dapat menerangi langit terutama di kota-kota besar.

Untuk mencegah dan mengatasi polusi cahaya, tidak perlu menghilangkan atau menghentikan penggunaan sumber cahaya. Hal tersebut justru mengganggu aktivitas manusia baik siang

maupun malam. Oleh karena itu, upaya terbaiknya adalah dengan “mengurangi tahun cahaya”, yaitu dengan menghemat energi, terutama pada malam hari. Selain itu, kita juga perlu menggunakan lampu hanya saat diperlukan dan mematikannya saat tidak diperlukan. Jenis lampu yang digunakan juga harus diperhatikan, lampu yang digunakan harus efisien. Sebaiknya gunakan lampu yang mengarah ke bawah, bukan ke atas atau ke arah langit-langit. Oleh karena itu, sangat disarankan untuk menggunakan penutup lampu agar cahaya yang dipancarkan dapat diarahkan ke bawah.

Polusi cahaya memiliki kaitan tersendiri dengan *fajar shadiq*. *Fajar shadiq* adalah berhamburannya cahaya matahari oleh partikel-partikel di udara yang melingkupi bumi yang nampak terang. Inilah waktu peralihan dari gelap malam (hitam) menuju munculnya cahaya (putih). Dalam bahasa Al-Quran fenomena itu diibaratkan dengan ungkapan “terang bagimu benang putih (khait al-abyad) dari benang hitam (khait al-aswad)”.

Fajar shadiq itu cahaya fajar yang melintang di sepanjang ufuk sebelah timur sebagai pertanda akhir malam atau menjelang matahari terbit yang berbentuk horizontal. Semakin matahari mendekati ufuk, semakin terang *fajar shadiq*. Didalam ilmu astronomi batasan *fajar shadiq* yang digunakan adalah jarak matahari di bawah ufuk. Saat *fajar shadiq* atau cahaya yang membentang di horizon muncul, saat itulah waktu salat Subuh telah tiba. Dalam putusan Muhammadiyah, *fajar shadiq* ini muncul pada ketinggian matahari di angka -18 derajat di bawah ufuk bagian timur.⁵

⁵ Ilham, Muhammadiyah (2021), *Penjelasan singkat tentang fajar kadzib dan fajar kadzib*, diakses pada 21 Agustus 2024, diperoleh dari <https://muhammadiyah.or.id/2022/04/penjelasan-singkat-tentang-fajar-kadzib-dan->

Menurut gagasan dari seorang tokoh astronomi Indonesia yang sekarang menjabat sebagai ketua di Lembaga Antariksa dan Penerbangan Nasional yaitu Profesor Thomas Djamaluddin, menjelaskan mengenai pengaruh polusi cahaya terhadap kemunculan *fajar shadiq* yang tercantum dalam artikel yang berjudul “Benarkah Waktu Subuh di Indonesia Terlalu Cepat” yang diterbitkan di situs web pribadinya. Beliau menjelaskan bahwa “Polusi cahaya juga sangat mengganggu pengamatan fajar. Pengukuran fajar dengan SQM (*Sky Quality Meter*) dari tengah kota dengan polusi cahaya yang cukup kuat bisa mengecoh, sehingga menyimpulkan fajar yang lebih lambat”.⁶ Artikel ini berisi tentang beberapa hal yang dapat mempengaruhi penelitian terhadap *fajar shadiq*, salah satunya membahas tentang polusi cahaya yang menyumbang sedikit banyak kesulitan dalam reset di lapangan. Namun di dalam artikel tersebut belum menyantumkan data-data yang rinci.

Polusi cahaya dapat mempengaruhi kemunculan *fajar shadiq*, yaitu waktu fajar yang ditandai dengan munculnya cahaya putih di ufuk timur sebelum matahari terbit. Kadar polusi cahaya di desa jauh lebih kecil dibandingkan di kota, yang berdampak signifikan pada pengalaman pengamatan langit, termasuk fenomena seperti terbitnya *fajar shadiq*. Di desa, minimnya sumber cahaya buatan memungkinkan cahaya alami lebih mendominasi, sehingga saat fajar tiba, perbedaan antara kegelapan malam dan cahaya pagi lebih terasa. Hal ini memungkinkan penduduk untuk melihat transisi cahaya saat langit mulai berwarna, serta memberikan kesempatan untuk

[fajar-shadiq/](#)

⁶ Thomas Djamaluddin, “Benarkah Waktu Subuh di Indonesia Terlalu Cepat?”, <https://tdjamaluddin.wordpress.com/2010/04/15/waktu-Subuh-ditinjau-secara-astronomi-dan-syari/>, diakses pada 30 Agustus 2024 pukul 13:34 WIB

merenungkan keindahan alam yang sering kali terhalang oleh keramaian dan pencahayaan berlebihan di kota.

Dari masalah diatas, penulis mengambil langkah untuk meneliti di dua tempat, yaitu tempat yang pertama berada di perdesaan yang bertepatan di Desa Sidomakmur Kec. Kaliwungu selatan Kab. Kendal, dan tempat lain yaitu Masjid Agung Jawa Tengah. Dua tempat tersebut memiliki perbedaan kadar polusi cahayanya. Di Desa Sidomakmur sendiri memiliki intensitas cahaya yang jauh lebih minim dibandingkan di kota yang memiliki banyak sumber cahaya buatan.

Peneliti menunjuk pemukiman yang jarang penduduk dan memiliki intensitas polusi cahaya yang rendah sebagai tempat observasi yaitu Desa Sidomakmur, Kec. Kaliwungu Selatan, Kab. Kendal. Daerah tersebut masuk kedalam zona minim polusi cahaya sehingga tidak mengganggu pelaksanaan observasi. Desa Sidomakmur secara astronomis terletak pada koordinat $-7^{\circ} 1'55,92''$ LS dan $110^{\circ} 12'36,88''$ BT . Walaupun tempat ini belum pernah dijadikan untuk tempat observasi benda langit, hal tersebut tidak mengganggu pelaksanaan observasi bagi peneliti. Tempat yang gelap seperti Desa Sidomakmur sangat efektif untuk observasi polusi cahaya karena beberapa alasan utama:

1. Minimnya cahaya buatan karena di tempat yang gelap, seperti daerah pedesaan atau pegunungan, jumlah cahaya buatan sangat sedikit. Ini memungkinkan langit malam tetap gelap, sehingga bintang dan objek langit lainnya lebih mudah terlihat.⁷
2. Kontras yang lebih baik, karena Polusi cahaya mengurangi kontras antara langit dan objek langit. Di tempat yang gelap,

⁷ Bosscha ITB (2022), *Polusi Cahaya*, diakses pada 30 Agustus 2024, diperoleh dari <https://bosscha.itb.ac.id/id/publik/polusi-cahaya/>

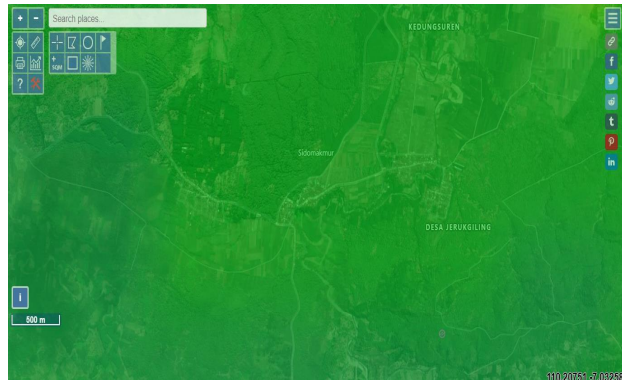
kontras ini lebih tinggi, sehingga objek langit yang redup pun bisa terlihat dengan jelas.⁸

3. Pengamatan/observasi yang lebih akurat ; Observatorium biasanya ditempatkan di lokasi yang jauh dari sumber cahaya buatan untuk mendapatkan pengamatan yang lebih akurat. Di tempat yang gelap, teleskop dan alat pengamatan lainnya dapat bekerja dengan optimal tanpa gangguan cahaya buatan.⁹
4. Visual yang lebih baik karena langit yang gelap memungkinkan kita melihat beberapa benda langit dengan mata telanjang, seperti Bima Sakti, planet, dan meteor.

Masjid Agung Jawa Tengah (MAJT) secara astronomis terletak pada koordinat $-7^{\circ} 7' 20,67''$ LS, $110^{\circ} 22' 59,2''$ BT. Menara Al Husna terletak di kawasan yang padat penduduk yang tak lepas dari polusi cahaya yang ada saat malam hari menjelang pagi. Meskipun demikian, banyak observasi dan penelitian tentang rukyatul hilal dan beberapa aktivitas astronomi yang dilaksanakan disana. Dari kondisi kedua tempat observasi tersebut, maka layak dijadikan sebagai tempat observasi dan penelitian yang dilaksanakan pada sebelum terbit *fajarshadiq* sampai terbit matahari.

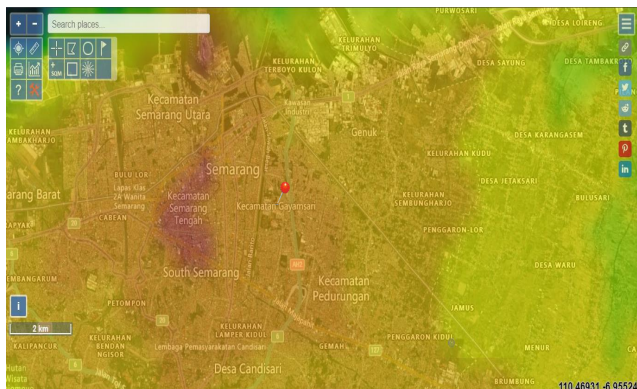
⁸ BBC News Indonesia, (2020), Polusi cahaya: *Papan reklame, lampu sorot dan stadion olahraga jadi sumber sebagian besar pencemaran*, diakses pada 20 Agustus 2024 pukul 23:24 WIB, Diperoleh dari <https://www.bbc.com/indonesia/majalah-54729157>

⁹ Daniel Brown, THE CONVERCATION (2019), *Cara Melihat Bintang dan Mengatasi polusi cahaya di malam hari*, diakses pada 20 Agustus 2024, diperoleh dari <https://theconversation.com/cara-melihat-bintang-dan-mengatasi-polusi-cahaya-di-halaman-anda-sendiri-127507>



Gambar 1. 1 Light Pollution Maps Desa Sidomakmur

Gambar tersebut merupakan peta Desa Sidomakmur yang dilihat dari situs *Light Pollution Map* menunjukkan didominasi warna hijau, yang artinya merupakan wilayah terdapat polusi cahaya tetapi sangat minim sehingga tidak mengganggu aktifitas observasi dan penelitian tentang polusi cahaya, karena daerah tersebut merupakan daerah yang tenang.



Gambar 1. 2 Light Pollution Map MAJT Semarang

Gambar diatas merupakan peta dari Menara Al Husna MAJT yang dilihat dari situs *Light Pollution Map* dari ketinggian 2 km dengan citra satelit resolusi rendah yang bernama VIIRS. VIIRS yang dipakai di situs *Light Pollution Map* tersebut adalah VIIRS 2023. Gambar tersebut didominasi warna kuning ke jingga-an dan dekat dengan warna merah, yang menunjukkan bahwa tempat tersebut sudah didominasi oleh polusi cahaya yang memungkinkan mengganggu proses observasi dan pengamatan fajar *shadiq*.

Kamera mempunyai fungsi untuk mengabadikan objek menjadi sebuah gambar. Selain di gunakan untuk mengabadikan hal-hal yang ada di bumi, kamera dapat memotret benda langit di luar angkasa. Contohnya seperti bulan, bintang, dan benda-benda langit lainnya yang berada jauh dari bumi dapat dijangkau dengan adanya kamera. Astrofotografi merupakan teknik yang dipakai pada ilmu falak dan pada pelaksanaan *ru'yah al-hilal* biasanya diabadikan sebagai bukti munculnya bulan muda atau biasa disebut *hilal*. Metode astrofotografi sangat erat kaitannya pada benda-benda langit, termasuk matahari. Penentuan masuknya waktu Subuh berkaitan dengan hal ini dengan menggunakan matahari sebagai acuan munculnya fajar *shadiq*. Dalam astrofotografi peneliti menggunakan konsep *image processing* sebagai menyempurna pada hasil fenomena fajar *shadiq* dengan aplikasi *software "lightroom"*, setiap orang mempunyai persepsi warna yang berbeda dalam membedakan matahari sebelum terbit dan sesudah terbit, pendapat yang berbeda ini memacu peneliti menggunakan teknik yang dirasa dapat meningkatkan objektivitas yaitu menggunakan Teknik "*blink comparator*" pada fenomena munculnya fajar *shadiq* sehingga hasilnya dapat dipertanggungjawabkan secara syariat dan ilmu pengetahuan. Teknik ini juga dipakai pertama kali oleh Hendro Setyanto yang merupakan pendiri observatorium Imaah Noong di

Bandung dalam penentuan fajar untuk waktu salat Isya’.

Berdasarkan latar belakang diatas, waktu Subuh ini penting untuk dikaji. Peneliti tertarik melakukan penelitian terkait polusi cahaya dengan lokasi pengamatan Desa Sidomakmur Kec. Kaliwungu Selatan Kab. Kendal dan Menara Al Husna MAJT Semarang. Penelitian ini dilaksanakan pada saat matahari berada pada ketinggian -23° dari ufuk timur dari kedua lokasi observasi. Oleh karena itu peneliti tertarik melakukan penelitian dengan judul : **“Pengaruh Polusi Cahaya Terhadap Kemunculan *Fajar shadiq* (Studi Kasus Desa Sidomakmur Kab. Kendal dan Menara Al Husna MAJT Semarang.”**

B. Rumusan Masalah

1. Bagaimana hasil observasi polusi cahaya berdasarkan citra astrofotografi dengan teknik *blink comparator* di Desa Sidomakmur Kab. Kendal dan di Menara Al Husna MAJT Kota Semarang?
2. Bagaimana pengaruh polusi cahaya terhadap kemunculan *fajar shadiq* di Desa Sidomakmur Kab. Kendal dan MAJT Kota Semarang?

C. Tujuan dan Manfaat Penelitian

1. Tujuan dari adanya penelitian ini adalah :
 - a. Untuk mengetahui hasil observasi polusi cahaya berdasarkan citra astrofotografi dengan teknik *blink comparator* di Desa Sidomakmur Kab. Kendal dan Menara Al Husna MAJT Kota Semarang?
 - b. Untuk mengetahui pengaruh polusi cahaya terhadap kemunculan *fajar shadiq* di di Desa Sidomakmur Kab. Kendal dan Menara Al Husna MAJT Kota Semarang.
2. Manfaat Penelitian
 - a. Menjadi sebuah pengingat bagi penggiat astronomi

khususnya ahli falak terutama dalam mengobservasi terhadap pemilihan lokasi ketika hendak melaksanakan observasi terhadap *fajar shadiq*.

- b. Memberikan informasi dan edukasi terhadap masyarakat tentang *fajar shadiq*, dampak, serta apa saja yang merugikan akibat terjadinya polusi cahaya.
- c. Sebagai informasi untuk penelitian selanjutnya.

D. Telaah Pustaka

Telaah Pustaka bertujuan untuk memperoleh gambaran yang berkaitan dengan topik yang akan diteliti tentang beberapa penelitian terdahulu sehingga tidak terjadi duplikasi. Dalam proses pembuatan skripsi, pentingnyamembaca penelitian terdahulu berguna untuk menambah wawasan dan pengetahuan sehingga dapat memperkaya pengetahuan dan membuka jendela pikiran serta dapat menemukan hal baru yang belum diketahui. Penelitian terdahulu merupakan suatu karya yang berisi pengetahuan yang penting bagi ilmu pengetahuan. Oleh karena itu, peneliti memakai untuk menjadi sebuah revolusi, inspirasi juga menghindari adanya *plagiasi* dalam pembuatan skripsi. Penelitian terdahulu yang dijadikan sebuah rujukan antara lain:

Skripsi karya An Nisa' Rahma Fadiya (2024) yang berjudul *Pengaruh Kecerlangan Langit Di Waktu Senja Terhadap Keberhasilan Rukyatul Hilal Di Bukit Kerek Indah, Ngawi*.¹⁰ Penelitian tersebut mengobservasi kelayakan suatu tempat di Ngawi, tepatnya di Bukit Kerek Indah Ngawi. Penelitian ini mengulas tentang kelayakan tempat tersebut sebagai penelitian rukyatul hilal di Jawa Timur. Didalam

¹⁰ An Nisa' Rahma Fadiya, "Pengaruh Kecerlangan Langit Di Waktu Senja Terhadap Keberhasilan Rukyatul Hilal Di Bukit Kerek Indah, Ngawi", *Skripsi SI Ilmu Falak* UIN Walisongo Semarang, 2024.

penelitian ini, penulis judul skripsi tersebut menggunakan bantuan SQM (*Sky Quality Meter*). Peneliti menemukan bahwa di tempat tersebut memiliki kecerlangan yang sesuai untuk melakukan observasi *rukyatul hilal*.

Karya ilmiah yang senada dengan penelitian ini, yaitu artikel yang karya oleh Professor Thomas Djamaluddi yang berjudul *Benarkah Waktu Subuh di Indonesia Terlalu Cepat?*.¹¹ Artikel ini membahas berbagai hal yang mempengaruhi saat melakukan pengamatan *fajar shadiq*. Salah satunya pengaruh dari polusi cahaya, namun semua hal yang dapat mengganggu pengamatan fajar dalam artikel tersebut masih bersifat umum serta tidak mencantumkan data- data yang terperinci.

Skripsi karya Abdulloh Hasan (2015) yang berjudul *Efek Polusi Cahaya Terhadap Pelaksanaan Rukyat (Studi Kasus Pelaksanaan Rukyat di Menara al Husna Masjid Agung Jawa Tengah dan CASA Assalam Surakarta tahun 2014)*.¹² Penelitian tersebut menjelaskan mengenai pengaruh polusi cahaya terhadap pelaksanaan rukyatul hilal yang dilaksanakan di dua lokasi yang terdapat pada wilayah perkotaan, yaitu di Menara al Husna Masjid Agung Jawa Tengah Kota Semarang dan CASA Assalam Kota Surakarta. Didalam tesis ini peneliti menemukan Efek dari polusi cahaya terhadap pelaksanaan rukyat dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu 1). lingkungan geografis lokasi rukyat, 2). Ketinggian tempat 3). Kualitas udara dan cuaca, 4). Intensitas cahaya senja.

Skripsi karya Tiflan Eka Setiawan (2021) yang berjudul

¹¹ Thomas Djamaluddin, “Benarkah Waktu Subuh di Indonesia Terlalu Cepat ?”, <https://tdjamaluddin.wordpress.com/2010/04/15/waktu-Subuh-ditinjau-secara-astronomi-dan-syari/>, Diakses pada 04 Agustus 2024

¹² Abdulloh Hasan, *Efek Polusi Cahaya Terhadap Pelaksanaan Rukyat (Study Kasus Pelaksanaan Rukyat di Menara al Husna Masjid Agung Jawa Tengah dan Casa Assalam Surakarta Tahun 2014)*, Tesis Magister Ilmu Falak, Semarang, UIN Walisongo, 2015.

*Pengaruh polusi cahaya terhadap kemunculan fajar shadiq (studi kasus di Masalima Kab. Sumenep dan Mangkang Kulon Kota Semarang)*¹³. Di dalam skripsinya tersebut peneliti menggunakan SQM (Sky Quality Meter) sebagai alat pengukur polusi cahaya di dua daerah dimana di daerah Kab. Sumenep memiliki kadar polusi cahaya yang lebih rendah dibandingkan di Mangkang kulon yang memiliki kadar polusi cahaya yang jauh lebih banyak.

Dalam jurnal Kumparan Fisika, Volume 4, Nomor 2, tahun 2021 yang ditulis oleh Arif Septianto, Harry Ramza, Rosalina dengan judul Teknik Astrofotografi Dalam Penentuan Pola Akhir Senja (Hilangnya Mega Merah) sebagai Awal Masuknya Waktu Isya dengan *Image Processing*¹⁴ mengkaji mengenai pengukuran citra langit oleh peneliti menggunakan teknologi *drone* sebagai *sensor image*. Data foto yang diambil dalam rentang waktu 15 detik/*capture*), *noise* yang didapat dari citra yang diambil dihilangkan terlebih dahulu dengan metode *image processing* yang membuat data terlihat jelas dan mudah direpresentasikan oleh mata manusia atau komputer yang sifatnya deterministic (acak). Hasil penelitian ini menunjukkan waktu hilangnya *fajar* berbeda-beda pada setiap harinya. Waktu paling awal hilangnya *fajar* terjadi pada pukul 18:38:18 dan waktu paling akhir terjadi pada pukul 18:59:19.

Mahfudz (2020) dalam skripsinya yang berjudul Uji Akurasi Awal Waktu Subuh Kementerian Agama RI

¹³ Arif Septianto, “Teknik Astrophotografi Dalam Penentuan Pola Akhir Senja (Hilangnya Mega Merah) Sebagai Awal Masuknya Waktu Isya Dengan Image Processing”, *Jurnal Kumparan Fisika* , vol. 4, no. 2, 2021, 221

¹⁴ Arif Septianto, “Teknik Astrophotografi Dalam Penentuan Pola Akhir Senja (Hilangnya Mega Merah) Sebagai Awal Masuknya Waktu Isya Dengan Image Processing”, *Jurnal Kumparan Fisika* , vol. 4, no. 2, 2021, 221

Menggunakan Astrofotografi di Pulau Masalembu, Kabupaten Sumenep, Jawa Timur, Jurusan Ilmu Falak Fakultas Syariah dan Hukum UIN Walisongo Semarang, Penelitian mengenai fajar shidiq dengan metode astrofotografi dengan media kamera DSLR (*Digital Single Lens Reflex*) selama 10 hari terhitung dari 17 September 2020 – 26 September 2020 menghasilkan posisi kedudukan Matahari -20° untuk awal waktu Subuh sesuai dengan Konsep yang digunakan Kementerian Agama RI dan perhitungan dari Muhyiddin Khazin, mengatakan bahwa diantara rentang waktu penelitian belum ada satu gambar yang menunjukkan cahaya *fajar shadiq* pada saat matahari berada di ketinggian -20° .

E. Metode Penelitian

Dalam penelitian ini, penulis menggunakan metode penelitian :

1. Jenis penelitian dan pendekatan penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian lapangan (*field research*) yang menggunakan metode kualitatif. Pengertian metode kualitatif sendiri adalah metode yang fokus pada pengamatan yang mendalam sehingga penelitian tersebut menghasilkan kajian fenomena yang lebih komprehensif. Metode penelitian kualitatif sendiri menekankan pada analisis dan proses proses penyimpulan deduktif dan induktif serta pada analisis terhadap dinamika hubungan antar fenomena yang akan diamati. Penelitian kualitatif sendiri merupakan penelitian alami (*natural condition*) yang artinya penelitian ini dilakukan pada obyek yang alami. Data yang dihasilkan bersifat deskriptif dan analisis data dilakukan secara induktif. Tujuan adanya penelitian lapangan ini adalah untuk mempelajari lebih dalam tentang pengaruh polusi cahaya terhadap terbit

fajar shadiq sampai matahari terbit di dua tempat, yaitu tempat yang minim akan polusi cahaya dan tempat yang memiliki polusi cahaya yang tinggi.

2. Sumber Data

Data merupakan sumber dari segala informasi yang memuat suatu penelitian yang nantinya dapat dijadikan informasi dan terdapat data-data yang dibutuhkan. Data tidak lepas dengan hal yang berkaitan pada “kejadian”. Berdasarkan sumbernya, primer dan data sekunder. Penelitian ini memakai dua sumber data yakni primer dan sekunder. Data primer yang dijadikan acuan pada penelitian ini adalah data citra awal waktu Subuh atau *fajar shadiq* yang didapat dari observasi lapangan yang dilakukan pada 2 (dua) tempat yaitu Desa Sidomakmur Kec. Kaliwungu Selatan Kab. Kendal pada tanggal 15, 16, dan 17 Oktober 2024 yang bertepatan pada musim kemarau sehingga kemungkinan polusi cahaya dan eksistensi *fajar shadiq* masih terlihat, dan observasi di tempat kedua yaitu di Menara Al Husna MAJT Kota Semarang dilaksanakan pada tanggal 24, 25, dan 26 Oktober 2024 yang merupakan musim kemarau juga, memungkinkan mempermudah dalam penelitian. Keduanya diambil pada ketinggian di Desa Sidomakmur yaitu 125 MDPL dengan awal pemotretan pada kriteria Tono Saksono dan berakhir pada kriteria Kementerian Agama RI. Data Sekunder yang dijadikan acuan penelitian ini adalah aplikasi *stellarium* yang merupakan patokan arah matahari saat terbit pada ufuk timur juga digunakan untuk melihat posisi ketinggian matahari pada saat pengambilan data citra, *weather spark* untuk melihat kondisi cuaca saat akan melakukan observasi lapangan meliputi ketebalan awan maupun

curah hujan dan *light pollution map* yang digunakan untuk melihat skala *bortle* pada Desa Sidomakmur dan Menara Al Husna MAJT juga tingkat polusi cahaya pada tempat yang akan peneliti lakukan.

3. Teknik Pengumpulan Data

Peneliti mengumpulkan data dengan metode studi lapangan yang bersumber:

a. Observasi

Saat observasi peneliti menggunakan kamera DSLR yaitu Nikon D7200 untuk mengambil data citra *fajar shadiq* di Desa Sidomakmur pada 15 Oktober sampai 17 Oktober 2024 dan Menara Al Husna MAJT Semarang pada 18 Oktober sampai 20 Oktober 2024. Desa Sidomakmur secara astronomis terletak pada koordinat pada $-7^{\circ} 1' 55,92''$ LS dan $110^{\circ} 12' 36,88''$ BT. Walaupun tempat ini belum pernah dijadikan untuk tempat observasi benda langit, hal tersebut tidak mengganggu pelaksanaan observasi bagi peneliti. Sedangkan Masjid Agung Jawa Tengah (MAJT) secara astronomis terletak pada koordinat $-7^{\circ} 7' 20,67''$ LS dan $110^{\circ} 22' 59,2''$ BT. Tempat tersebut sangat populer dalam kalangan ahli falak untuk keperluan observasi benda langit, seperti *rukyah al hilal*.

b. Dokumentasi

Dokumentasi berasal dari kata dokumen diartikan sebagai benda atau alat yang mengandung sebuah informasi. Dokumen dapat berupa buku, majalah, koran, media

elektronik, atau foto¹⁵ juga menggunakan teks tertulis penelitian terdahulu. Pada penelitian ini peneliti menggunakan buku-buku, jurnal dan *website* yang berkaitan tentang awal waktu Subuh, *fajar shadiq*, astronomi, dan ilmu falak sebagai acuan peneliti dengan judul “Pengaruh Polusi Cahaya Terhadap *Fajar Shadiq* (Studi Kasus Desa Sidomakmur Dan Menara Al Husna MAJT Jawa Tengah.”

4. Teknik Analisis Data

Dengan mengumpulkan data dalam rentang waktu 2 (dua) menit per capture dari kedua tempat diatas, observasi yang dilakukan yaitu dengan cara menganalisis kejadian lalu menafsirkannya, dan mengungkapkan dengan faktor penyebab kejadian.¹⁶ Pengambilan data citra pada kamera *Nikon D7200* peneliti menggunakan pengaturan tiga serangkai yang merupakan pengaturan dasar, yaitu :

- a. *Aperture* adalah bukaan pada kamera yang dapat mengatur banyaknya cahaya yang masuk ke lensa. Pembukaan biasanya dilambangkan dengan f.
- b. Kecepatan rana (*shutter speed*) didefinisikan sebagai waktu yang dibutuhkan cahaya untuk mencapai lensa sensor kamera. Kecepatan rana ini biasanya kita temukan pada produk kamera Nikon DSLR;

¹⁵ A. Muri Yusuf, *Metode penelitian: kuantitatif, kualitatif, dan penelitian gabungan*, (Jakarta : Prenadamedia group, 2014), 391

¹⁶ Widodo, *metodologi penelitian populer & praktis*,(Jakarta : Rajawali Press, 2017), 74

- c. Penyesuaian terakhir pada kamera Nikon adalah dengan memperhatikan sensitivitas ISO. ISO adalah istilah yang menunjukkan sensitivitas cahaya dari sensor gambar kamera. Fitur ISO ini memberikan gambar yang lebih detail dan tajam. Pengolahan hasil citra yang didapat diolah menggunakan metode *blink comparator* dengan aplikasi *capcut* digunakan untuk membandingkan dua citra pada fenomena *fajar shadiq*, yang sebelumnya disempurnakan dengan aplikasi “*lightroom*” untuk meningkatkan objektivitas pada warna fajar. Hasil yang digunakan dari observasi guna menjadi data perbandingan dengan para ahli mengenai ketinggian fenomena *fajar shadiq* sebagai awal waktu salat Subuh adalah hasil dari observasi dengan keadaan ufuk yang cerah atau ufuk terlihat *fajar shadiq*.

F. Sistematika Penulisan

Untuk mempermudah dalam penyusunan skripsi ini, peneliti akan menguraikan sistematika pembahasan sebagai gambaran umum penulisan skripsi ini.

Bagian awal yang berisi tentang halaman sampul, halaman judul, halaman nota pembimbing, halaman pengesahan, halaman deklarasi, halaman abstrak, halaman kata pengantar, halaman persembahan, halaman motto dan daftar isi. Bagian ini terdiri dari bab dengan klasifikasi sebagai berikut:

BAB I : Pendahuluan, terdiri dari latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, telaah pustaka, metodologi penelitian dan

sistematika penulisan. Bab ini merupakan arti penting dalam penyajian skripsi, dengan memberikan gambaran secara jelas mengenai permasalahan yang akan peneliti bahas.

BAB II : Gambaran umum tentang polusi cahaya, fajar *shadiq*, dan *blink komoarator*. Dalam bab ini peneliti akan menjelaskan tentang kerangka teori sebagai landasan dalam melakukan penelitian. Dalam hal ini membahas mengenai pengertian polusi cahaya, penyebab terjadinya polusi cahaya, jenis-jenis polusi cahaya, penjelasan mengenai salat Subuh, pengertian *fajar shadiq* secara fikih, pengertian fajar menurut astronomi dan penjelasan mengenai metode perhitungan awal waktu salat Subuh.

BAB III : Observasi fajar *shadiq* menggunakan astrofotografi dengan teknik *blink komparator*. Pada bab ini membahas tentang rumusan masalah mengenai pengumpulan data *fajar shadiq* menggunakan astrofotografi dengan teknik *blink comparator*.

BAB IV : Analisa pembahasan, yaitu dalam bab ini berisi penyajian dan analisis data mengenai kondisi masalah polusi cahaya di dua lokasi peneletian, yaitu di Desa Sidomakmur, Kecamatan Kaliwungu Selatan, Kabupaten Kendal dan Menara Al Husna, MAJT Kota Semarang. Selain itu dalam bab ini juga menjelaskan bagaimana dampak dari masalah polusi cahaya yang mempengaruhi kemunculan dari *fajar shadiq*.

BAB V : Kesimpulan. Dari hasil data penelitian yang merupakan analisis serta berisi permohonan saran dan kritik terhadap hasil penelitian atas kekurangan baik dalam hal metode, pelaksanaan, analisis dan penyajian hasil penelitian.

BAB II

GAMBARAN UMUM TENTANG POLUSI CAHAYA, *FAJAR SHADIQ, DAN BLINK COMPARATOR*

A. Polusi Cahaya

Menurut KBBI, pengertian polusi adalah pengotoran atau pencemaran tentang air, udara, dan sebagainya. Dari arti tersebut, polusi memiliki berbagai macam bentuk yaitu polusi udara, polusi air, polusi tanah, dan sebagainya. Polusi memiliki arti yang berbeda dengan polutan. Polusi adalah bercampurnya zat pencemar ke dalam lingkungan karena aktivitas manusia atau kegiatan alami. Sedangkan polutan adalah zat atau bahan yang menyebabkan polusi atau pencemaran. Pengotoran atau pencemaran menandakan adanya percampuran antara dua zat atau lebih. Contohnya polusi udara, bercampurnya udara dan asap pabrik yang mengakibatkan kerusakan atau penurunan kualitas udara.

Berdasarkan undang-undang nomor 4 tahun 1982, pengertian polusi adalah masuknya makhluk hidup, zat, energi, atau komponen lain ke dalam lingkungan, atau adanya perubahan tatanan lingkungan akibat dari kegiatan manusia dan proses alam. Polusi merupakan dampak dari kegiatan manusia atau proses alam yang mengakibatkan pencampuran dua zat. Akibatnya kualitas lingkungan menurun bahkan bisa sampai rusak. Ketika kualitas lingkungan sudah menurun atau rusak, kondisi ini akan berdampak pada kualitas hidup manusia.

Polusi memiliki berbagai macam bentuk tergantung dari cara kita membedakannya. Dalam pembahasan ini,

kita akan mengulas jenis-jenis polusi secara lengkap.

a. Jenis Polusi Berdasarkan Tempat Asal

Berdasarkan tempat asal, polusi dibagi menjadi 2 macam yaitu:

1) Point Source Pollution (Titik Sumber)

Titik sumber adalah pencemaran yang terjadi di lingkungan (air, udara, tanah, dan sebagainya) dengan sumber tunggal, dan sumber polusi dapat diketahui atau diidentifikasi. Contoh: polusi udara yang disebabkan PLTU batubara.

2) Nonpoint Source Pollution (Bukan Titik Sumber)

Pencemaran lingkungan yang terjadi karena polutan yang berasal dari sumber tertentu. Biasanya penyebab kerusakan hanya sedikit.

Polusi cahaya berarti adanya fenomena intensitas cahaya yang terlalu besar. Beberapa spesies, termasuk tumbuhan dan manusia, mengalami dampak dari polusi cahaya. Sebagian besar masyarakat umum tidak pernah mendengar istilah polusi cahaya. Adapun yang mengetahui polusi cahaya biasanya tidak peduli atau tidak melakukan apa-apa untuk menanggulangnya. Polusi cahaya adalah efek samping dari industrialisasi. Polusi cahaya berasal dari pencahayaan eksterior dan interior bangunan, papan iklan, properti komersial, kantor, pabrik, lampu jalan dan stadion.

Polusi cahaya dapat disebabkan oleh beberapa faktor antara lain :

- a. cahaya yang berasal dari cahaya berlebihan di luar rumah dan masuk ke dalam rumah kita sehingga mengganggu jarak pandang dan menyebabkan gangguan tidur serta kualitas tidur yang buruk.
- b. sumber cahaya buatan seperti baliho, lampu jalan, lampu taman dan lain-lain yang menimbulkan gangguan

penglihatan. Silau, itu silau yang disebabkan oleh terangnya cahaya, membuat penglihatan tidak nyaman.

- c. *Sky Glow* atau *urban sky light* merupakan lampu yang dapat menerangi langit terutama di kota-kota besar.

Adapun jenis-jenis polusi cahaya antara lain:

- a. *Light trespass* adalah salah satu bentuk polusi cahaya di mana cahaya buatan dari sumber eksternal, seperti lampu jalan atau lampu taman, masuk ke area yang tidak diinginkan, seperti rumah tetangga. Hal ini dapat menyebabkan gangguan, seperti menghalangi jarak pandang, mengganggu tidur, dan mengurangi kualitas hidup. Contoh *light trespass* yang umum adalah ketika lampu sorot dari halaman rumah tetangga.¹⁷



Gambar 2. 1 *Light Trespass*

- b. *Light Clutter* dalam konteks polusi cahaya adalah kondisi di mana terdapat banyak sumber cahaya buatan yang berdekatan dan tidak teratur, sehingga menyebabkan gangguan visual. Clutter sering terjadi di

¹⁷ Flickr, “Light Tresspas”, diakses pada 30 Agustus 2024 dari laman [DSC_0689 | Angela Nee | Flickr](#)

area perkotaan dengan banyak papan reklame, lampu jalan, lampu taman, dan lampu dari bangunan komersial yang semuanya bersinar secara bersamaan.



Gambar 2. 2 Light Clutter¹⁸

- c. *Glare* atau silau adalah sensasi visual yang dialami seseorang ketika cahaya menyimpang, cahaya di bidang visual, lebih besar dari cahaya yang dapat diadaptasi oleh mata. Efek glare akan bergantung kepada intensitasnya, ia dapat mengurangi kontras, persepsi warna, dan kinerja visual. Hal yang paling umum terjadi akibat glare adalah rasa ketidaknyamanan hingga menyebabkan gangguan atau iritasi namun menurunkan kinerja visual.

¹⁸ Bosscha ITB (2022), *Polusi Cahaya*, diakses pada 30 Agustus 2024, diperoleh dari [Polusi Cahaya | Observatorium Bosscha](#)



Gambar 2. 3 Glare

- d. *Skyglow* merupakan pendaran langit malam di atas area yang dihuni. *Skyglow* (pendar langit malam) ini berasal dari cahaya buatan berlebih yang terpancar ke atas atau yang terpantul ke atas (pendaran sekunder) kemudian dihamburkan oleh aerosol seperti awan dan bulir air atau partikel kecil seperti polutan di atmosfer. Tingkatan *skyglow* sangat bervariasi tergantung pada kondisi cuaca saat itu, jumlah debu dan gas di atmosfer, jumlah cahaya yang diarahkan ke langit, dan arah dari mana sinar itu dilihat. Dalam kondisi cuaca yang buruk, lebih banyak partikel hadir di atmosfer untuk menyebarkan cahaya yang terikat ke atas, sehingga *skyglow* menjadi efek yang sangat terlihat sebagai cahaya dan energi yang terbuang. *Skyglow* merupakan bentuk polusi cahaya yang paling umum terjadi.



Gambar 2. 4 Sky Glow¹⁹

B. Dampak negatif polusi cahaya

Polusi cahaya memiliki dampak negatif yang signifikan terhadap lingkungan dan kesehatan manusia. Salah satu dampak utamanya adalah gangguan terhadap ekosistem dan kehidupan alam liar. Banyak spesies hewan, terutama yang nokturnal, bergantung pada siklus alami siang dan malam untuk aktivitas mereka. Polusi cahaya dapat mengacaukan jam biologis mereka, mengganggu pola migrasi, dan merusak interaksi predator-mangsa. Misalnya, burung yang bermigrasi menggunakan bintang sebagai panduan navigasi dapat tersesat karena cahaya buatan yang berlebihan. Selain itu, penyu laut yang biasanya bertelur di pantai yang gelap mungkin menghindari area tersebut karena takut dengan cahaya, yang pada akhirnya mengurangi populasi mereka.

Polusi cahaya juga memiliki dampak negatif yang signifikan

¹⁹ Parsika, (2019), *Polusi Cahaya, Pengertian, Dampak dan Solusinya*, diakses pada 30 Agustus 2024, diperoleh dari www.arsitur.com

terhadap observasi benda langit. Cahaya buatan yang berlebihan dari lampu jalan, papan reklame, dan bangunan dapat menciptakan skyglow atau cahaya langit yang mengaburkan pandangan terhadap bintang dan objek langit lainnya.²⁰ Hal ini mengurangi kontras dan visibilitas, sehingga sulit bagi astronom dan pengamat bintang untuk melihat detail halus dari planet, galaksi, dan fenomena langit lainnya. Selain itu, polusi cahaya dapat mengganggu pengamatan astronomi profesional yang membutuhkan langit gelap untuk mendapatkan data yang akurat. Observatorium yang terletak di dekat area perkotaan sering kali harus berjuang melawan efek polusi cahaya, yang dapat mengurangi kualitas dan kuantitas data yang mereka kumpulkan. Oleh karena itu, penting untuk mengurangi polusi cahaya dengan menggunakan pencahayaan yang efisien dan meminimalkan penggunaan cahaya buatan yang tidak perlu.

C. Fajar dalam pengertian astronomis

Fajar adalah periode waktu di pagi hari ketika cahaya pertama mulai muncul di langit sebelum matahari terbit. Ini adalah transisi dari malam ke siang yang ditandai dengan cahaya kemerah-merahan di langit sebelah timur. Dalam bahasa Inggris, fajar dikenal sebagai “dawn”. Fajar memiliki makna penting dalam berbagai budaya dan agama, termasuk dalam Islam, di mana fajar menandai waktu dimulainya salat Subuh dan puasa.

Fajar dan senja terjadi ketika atmosfer atas Bumi memecah dan memantulkan sinar Matahari yang menerangi atmosfer yang lebih rendah.²¹ Adapun klasifikasi fajar/senja berdasarkan sudut

²⁰ Bosscha ITB (2022), *Polusi Cahaya*, diakses pada 30 Agustus 2024, diperoleh dari [Polusi Cahaya](#) | [Observatorium Bosscha](#)

²¹ Time and Date, diperoleh dari laman <http://www.timeanddate.com>. The different types of twilight, dawn and dusk. Di akses tanggal 12 November 2024.

kedalam posisi Matahari di bawah ufuk berupa sudut yang menjadi pusat geometris Matahari dengan horizon adalah sebagai berikut:²²

a. Fajar astronomi/*falaky* (*dawn astronomical twilight*)

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.

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

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.

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

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 bantuan lampu. Dalam kondisi cuaca cerah, batas ufuk pantai dan awan

²² Dhani Herdiwijaya, 2017. "Waktu Subuh : tinjauan pengamatan astronomi.", *Jurnal Tarjih*, Volume 14 (1) 1438 H/2017, <https://jurnal.tarjih.or.id/index.php/tarjih/article/view/14.104>

disekitarnya jelas terlihat. Demikian pula planet venus masih terlihat secara visual.

Astronomical Twilight (Fajar Astronomi) inilah yang menurut Selamat Hambali adalah Fajar *Shadiq*, dan dalam ilmu Falak dipahami sebagai awal cahaya yang mulai muncul di ufuk timur menjelang terbit Matahari pada saat Matahari berada sekitar -18° di bawah ufuk (atau jarak Zenith Matahari = 108 derajat). Pendapat lain menyatakan bahwa terbitnya Fajar Shidiq dimulai pada saat posisi Matahari 20 derajat di bawah ufuk atau jarak Zenith Matahari = 110 derajat.²³ Ketinggian -18° merupakan nilai yang dipakai oleh beberapa ahli falak dan organisasi falak dunia, contohnya di Indonesia sendiri, yang pernah menggunakan kriteria -18° adalah KH Zubair Umar al-Jailani dan Thomas Djamaluddin. Sedangkan di luar Indonesia seperti organisasi Universitas of Islamic Science yang mencakup di dalamnya (Pakistan, Bangladesh, India, Afghanistan dan sebagian Eropa), dan Muslim World League yang mencakup negara (Eropa, Timur jauh dan sebagian Amerika Serikat). Munculnya nilai 18° sebenarnya bukanlah suatu kesepakatan suatu negara tertentu. Agus Hasan Bashori juga mengomentari hal ini dalam tulisanya,²⁴ hingga sekarang ini, Lajnah Daimah lilbuhuts al-ilmiyyah wal-ifta' KSA berfatwa: “Tidak ada nilainya bagi pembagian astronomi (tentang fajar: fajar astronomi, fajar nautika dan fajar sipil) dalam menetapkan waktu-waktu Salat, sesungguhnya yang menjadi acuan dalam masuknya waktu fajar adalah dengan

²³ Selamat Hambali, *Ilmu Falak (Penentuan Awal Waktu Salat & Arah Kiblat Seluruh Dunia)*, (Semarang: Program Pascasarjana IAIN Walisongo Semarang), 2011, h. 124

²⁴ Agus Hasan Bashori, *Koreksi Awal Waktu Subuh*, salah satu tulisan di Binamasyarakat.com. h. 5

munculnya cahaya yang membentang di ufuk timur, jika telah terang dan tampak jelas, dan berakhir dengan munculnya Matahari.” Dan waktu imsak dari pembatal-pembatal puasa dimuali dengan masuknya waktu fajar yang telah dijelaskan sebelumnya, serta berakhir dengan terbenamnya piringan matahari itu sendiri meskipun masih ada sesuatu dari cahaya setelah terbenamnya.” (keputusan Haiat Kibar Ulama no 61/1398 H). Hal ini pula dapat di lihat contohnya di Indonesia. Ada beberapa pakar falak yang menggunakan kriteria selain -18° , oleh Zubair Umar al-Jailani, dan Thomas Djamaluddin, yaitu -19° , oleh Selamat Hambali dan Muhammad Ma’shum bin Ali, termasuk Kemenag Indonesia juga pernah menggunakan kriteria ini, -20° oleh Abdur Rachim, Noor Ahmad SS, Muhyiddin Khazin dan Arwin Juli Rakhmadi Butar-Butar, dan di gunakan saat ini oleh KEMENAG Indonesia. Hal ini menunjukan bahwa ketinggian matahari dalam penentuan awal waktu Subuh dapat berbeda-beda karena adanya beberapa faktor yaitu, ketinggian tempat, polusi cahaya, keadaan alam, lintang temp`at dan beberapa faktor lainnya. Berbeda dengan fajar kazib, Thomas Djamaluddin dalam tulisannya memberikan penjelasan secara astronomis tentang fajar kazib. “*Waktu Subuh Ditinjau secara Astronomi dan Syar`i*” menyebutkan bahwa: “Fajar kazib memang bukan fajar dalam pemahaman umum, yang secara astronomi disebut cahaya zodiak. Cahaya zodiak disebabkan oleh hamburan cahaya matahari oleh debu-debu antar planet yang tersebar di bidang ekliptika yang tampak di langit melintasi rangkaian zodiak (rangkain rasi bintang yang tampaknya dilalui matahari). Oleh karenanya fajar kazib tampak menjulur ke atas seperti ekor serigala, yang arahnya sesuai dengan arah ekliptika. Fajar kazib muncul sebelum fajar *shadiq*

ketika malam masih gelap.”²⁵

D. Fajar dalam pengertian fikih

Fajar kadzib, atau fajar semu, adalah cahaya yang muncul di langit timur sebelum fajar *shadiq*. Fajar kadzib terjadi ketika matahari berada sekitar 18 derajat di bawah ufuk.²⁶ Mengenai waktu pelaksanaan salat Subuh, pertanda bagi masuknya awal waktu salat Subuh adalah munculnya fajar *shadiq* dan diakhiri ketika matahari terbit. Secara bahasa fajar (*al-fajr*) adalah pencahayaan gelap malam dari sinar pagi,²⁷ sedangkan fajar menurut istilah adalah cahaya putih agak terang yang menyebar di ufuk timur yang muncul beberapa saat sebelum matahari terbit.²⁸

Cahaya ini akan menghilang dan langit kembali gelap sebelum munculnya fajar *shadiq*. Pada saat fajar kadzib, masih diperbolehkan makan dan minum bagi yang berpuasa karena belum menandai waktu Salat Subuh. Fajar kazib bukan fajar karena memang tidak nampak cahaya terang dan langit malam masih gelap, cahaya seperti ini 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. Oleh karena itu fajar kazib jika dapat dilihat tampak menjulur ke atas seperti ekor srigala, yang arahnya

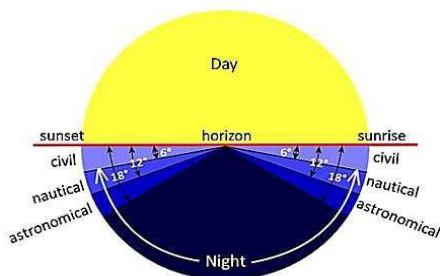
²⁵ Thomas Djamaluddin, *Waktu Subuh Ditinjau secara Astronomi dan Syar’i*, (Online,<https://tdjamaluddin.wordpress.com/2010/04/15/waktu-Subuh-ditinjau-secara-astronomidansyari/>), di akses pada 07 Oktober 2024

²⁶ Hendro Setyanto (2021), *Tentang Cahaya Fajar dan Awal Waktu Subuh*, diakses pada 10 Oktober 2024, melalui [Tentang Cahaya Fajar dan Awal Waktu Subuh \(nu.or.id\)](https://nu.or.id)

²⁷ Arwin Juli Rakhmadi Butar-Butar, *Fajar Dan Syafak Dalam Kesejahteraan Astronomi Muslim Dan Ulama Nusantara*, (Yogyakarta: LkiS, 2018), 1.

²⁸ Ahmat sarawat, *Waktu Salat*, (Jakarta Selatan: Rumah Fiqih Publishing, 2018), 23

sesuai dengan arah ekliptika dari arah timur ke barat (bentuk vertikal). Fajar *kazib* ini muncul beberapa saat sebelum fajar *shadiq* ketika malam masih gelap.



Gambar 2. 5 Pembagian twilight menurut astronomi.

(Sumber : Quora)

Fajar *shadiq*, atau fajar sejati, adalah cahaya yang muncul setelah fajar *kadzib* dan menandai awal waktu Salat Subuh serta waktu mulai puasa. Cahaya ini menyebar secara horizontal di ufuk timur dan semakin terang seiring berjalannya waktu. Fajar *shadiq* terjadi ketika matahari berada sekitar 15 derajat di bawah ufuk.²⁹ Fajar *shadiq* adalah berhamburan cahaya matahari oleh partikel-partikel di udara yang melingkupi bumi yang nampak terang seperti benang putih dari benang hitam, yaitu peralihan dari gelap malam (hitam) menuju munculnya cahaya (putih). Atau dalam bahasa Al-Quran fenomena itu diibaratkan dengan ungkapan “terang bagimu benang putih dari benang hitam”, yaitu peralihan dari gelap malam (hitam) menuju munculnya cahaya (putih). Sedangkan dalam bahasa fisika hitam bermakna tidak ada cahaya yang dipancarkan, dan putih bermakna ada cahaya yang dipancarkan. Karena sumber cahaya itu dari matahari dan

²⁹ Muhammad Abduh Tuasikal (2012), Diakses pada 11 Oktober 2024, diperoleh dari <https://rumaysho.com/2948-waktu-Salat-5-Salat-Subuh.html>

penghamburnya adalah udara, maka cahaya fajar melintang di sepanjang ufuk sebelah timur (horizon, kaki langit). Itu pertanda akhir malam, menjelang matahari terbit. Semakin matahari mendekati ufuk, semakin terang fajar *shadiq*. Jadi dalam ilmu astronomi batasan fajar *shadiq* yang digunakan adalah jarak matahari di bawah ufuk. Dalam konteks ibadah, fajar *shadiq* adalah penanda yang digunakan untuk memulai Salat Subuh dan menahan diri dari makan dan minum bagi yang berpuasa.



Gambar 2. 6 Fajar Shadiq dan Fajar Kadzib³⁰

E. Fikih awal waktu Subuh

Awal waktu Subuh dalam fikih Islam dimulai dengan terbitnya fajar *shadiq*, yaitu cahaya putih yang muncul di ufuk timur dan menyebar secara horizontal. Fajar *shadiq* ini berbeda dengan fajar kadzib, yang muncul lebih awal dan cahayanya vertikal.

³⁰ Abdul Roqib, *Kapan Batas Waktu Sholat Subuh? Ini Hukum Saat Kesiangan* (2024), diakses pada 10 Oktober 2024, dari [Kapan Batas Waktu Salat Subuh? Ini Hukum Saat Kesiangan \(yatimmandiri.org\)](https://yatimmandiri.org)

Menurut jumhur ulama, fajar *shadiq* menandai dimulainya waktu Salat Subuh dan merupakan waktu yang disepakati oleh para ahli fikih³¹

Waktu Subuh terbagi menjadi dua periode: waktu ikhtiyar dan waktu jawaz. Waktu ikhtiyar adalah waktu yang paling utama untuk melaksanakan Salat Subuh, yaitu sejak terbitnya fajar *shadiq* hingga isfaar, yaitu saat langit mulai terang namun matahari belum terbit. Melaksanakan Salat Subuh pada waktu ikhtiyar dianggap lebih utama dan lebih baik⁵ .

Waktu jawaz adalah periode setelah waktu ikhtiyar hingga terbitnya matahari. Pada waktu ini, Salat Subuh masih sah dilakukan, namun tidak seutama jika dilakukan pada waktu ikhtiyar. Para ulama menekankan pentingnya melaksanakan Salat Subuh sebelum matahari terbit, karena setelah itu waktu Salat Subuh dianggap telah habis.

Dalam konteks fikih, memahami awal waktu Subuh sangat penting untuk memastikan pelaksanaan ibadah sesuai dengan syariat. Selain itu, pengetahuan ini membantu umat Islam untuk mengatur waktu mereka dengan baik, terutama dalam menjalankan kewajiban Salat lima waktu. Dengan demikian, mengetahui dan mematuhi waktu-waktu Salat yang tepat adalah bagian dari menjaga kesempurnaan ibadah dan ketaatan kepada Allah. Awal waktu Subuh dimulai ketika fajar *shadiq* (fajar yang sebenarnya) muncul, yaitu ketika cahaya putih mulai menyebar di ufuk timur dan membentang secara horizontal. Berikut adalah penjelasan rinci mengenai fikih awal waktu Subuh beserta dalil dari Al-Qur'an dan Hadits:

³¹ Rahma Ambar Nabilah, (2024). Batas Waktu Solat Subuh Dan Hukum Kesiangan. Diakses pada 24 November 2024, dari <https://www.detik.com/hikmah/khazanah/d-7193423/batas-waktu-sholat-Subuh-dan- hukum-bangun-kesiangan>

Dalil dari Al-Qur'an

1. Surah Al-Baqarah (2:187)

أَحِلَّ لَكُمْ لَيْلَةَ الصِّيَامِ الرَّفَثُ إِلَى نِسَائِكُمْ هُنَّ لِبَاسٌ لَكُمْ وَأَنْتُمْ لِبَاسٌ لَهُنَّ
 عَلِمَ اللَّهُ أَنَّكُمْ كُنْتُمْ تَخْتَانُونَ أَنْفُسَكُمْ فَتَابَ عَلَيْكُمْ وَعَفَا عَنْكُمْ فَالْآنَ
 بَاشِرُوهُنَّ وَابْتَغُوا مَا كَتَبَ اللَّهُ لَكُمْ وَكُلُوا وَاشْرَبُوا حَتَّى يَتَبَيَّنَ لَكُمُ الْخَيْطُ
 الْأَبْيَضُ مِنَ الْخَيْطِ الْأَسْوَدِ مِنَ الْفَجْرِ ثُمَّ أَتُمُوا الصِّيَامَ إِلَى اللَّيْلِ وَلَا
 تُبَاشِرُوهُنَّ وَأَنْتُمْ عَاكِفُونَ فِي الْمَسْجِدِ تِلْكَ حُدُودُ اللَّهِ فَلَا تَقْرُبُوهَا كَذَلِكَ
 يَبَيِّنُ اللَّهُ لَكُمْ آيَاتِهِ لِلنَّاسِ لَعَلَّهُمْ يَتَّقُونَ ﴿١٨٧﴾

Artinya : Dihalalkan bagimu pada malam hari puasa bercampur dengan istrimu. Mereka adalah pakaian bagimu, dan kamu adalah pakaian bagi mereka. Allah mengetahui bahwa kamu tidak dapat menahan dirimu sendiri, tetapi Dia menerima tobatmu dan memaafkan kamu. Maka sekarang campurilah mereka dan carilah apa yang telah ditetapkan Allah bagimu. Makan dan minumlah hingga jelas bagimu (perbedaan) antara benang putih dan benang hitam, yaitu fajar. Kemudian sempurnakanlah puasa sampai (datang) malam. Tetapi jangan kamu campuri mereka, ketika kamu beriktikaf dalam masjid. Itulah ketentuan Allah, maka janganlah kamu mendekatinya. Demikianlah Allah menerangkan ayat-ayat-Nya kepada manusia, agar mereka bertakwa.

2 Surah Al-Isra (17:78)

أَقِمِ الصَّلَاةَ لِذُلُوكِ الشَّمْسِ إِلَى عَسْقِ اللَّيْلِ وَقُرْآنَ الْفَجْرِ إِنَّ قُرْآنَ الْفَجْرِ كَانَ
 مَشْهُودًا ﴿٧٨﴾

Artinya : "Dirikanlah Salat dari sesudah matahari tergelincir sampai gelap malam dan (dirikanlah pula Salat) Subuh. Sesungguhnya Salat Subuh itu disaksikan (oleh malaikat)."

Berikut adalah beberapa poin penting mengenai salat Subuh dari ayat ini:

1. Keutamaan Salat Subuh : Salat Subuh memiliki keutamaan khusus karena disaksikan oleh malaikat malam dan malaikat siang¹. Ini menunjukkan betapa pentingnya salat ini dalam kehidupan seorang Muslim.
2. Waktu Pelaksanaan : Salat Subuh dilakukan pada waktu fajar, sebelum matahari terbit. Ini adalah waktu yang sangat tenang dan penuh berkah, di mana umat Islam dianjurkan untuk memulai hari mereka dengan ibadah².
3. Kesaksian Malaikat : Malaikat yang bertugas pada malam hari dan siang hari menyaksikan pelaksanaan salat Subuh. Hal ini menambah nilai spiritual dari salat ini, karena disaksikan oleh makhluk-makhluk yang taat kepada Allah.

F. Pengertian Salat Subuh

Salah satu kewajiban yang ditetapkan Allah SWT untuk seluruh umat muslim adalah mendirikan salat maktubah yang dikerjakan lima waktu dalam sehari semalam, salat lima waktu tersebut ialah dzuhur, ashar, magrib, Isya' dan Subuh. Dari kelima waktu tersebut salat Subuh termasuk sulit untuk dilaksanakan, karena pada waktu ini umat muslim harus bangun dari tidurnya untuk melaksanakan salat Subuh, oleh karena itu kalimat adzan pada waktu Subuh terdapat lafadz "*Ash-Salatu khairun minan naum*" yang bermakna "salat itu lebih baik dari

pada tidur”, bahkan Rasulullah SAW sampai mendoakan para umatnya yang bergegas dan melaksanakan salat Subuh.³²

Salat Subuh dilakukan sebanyak dua rakaat serta dilaksanakan dalam rentang waktu sejak fajar (fahar *shadiq*) hingga matahari terbit.³³ Ketika melaksanakan salat Subuh lebih diutamakan untuk berjamaah dan memanjangkan bacaan Al Qur'an didalamnya. Penjelasan mengenai salat Subuh juga tercantum dalam Al Qur'an yang dijelaskan pada surah Taha ayat 130 dan surah Al Isra' ayat 78.

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

Artinya :

...Dan bertasbilah dengan memuji tuhanmu, sebelum terbit matahari dan sebelum terbenamnya dan bertasbilah (pula) pada waktu-waktu di malam hari dan pada waktu-waktu di siang hari, supaya kamu merasa senang. (Surah Taha ayat 130)

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

³² Nazam Dewangga dan Aji 'El-Azmi Payumi, *The Miracle of Salat Tahujud, Subuh & Dhuha*, (Jakarta Timur: Al Magfiroh), 109.

³³ Nailul Rahmi & Firdaus, "An Analysist Of Sa'adudin Djambek's Hisab Method About All The Time Of Praying Schedule", *Al-Hilal: Journal of Islamic Astronomy*, vol. 2, no. 1, 2020, 15-38.

Artinya :

Laksanakanlah salat sejak matahari tergelincir sampai gelapnya malam dan (laksanakanlah pula salat) Subuh. Sungguh, salat Subuh itu disaksikan (oleh malaikat) (Al Isra' ayat 78)

Kedua ayat di atas memberikan gambaran bahwa waktu salat umat islam berjumlah lima waktu dalam sehari semalam. Pada surat Taha ayat 130 terdapat makna tasbih memiliki arti salat yang dilaksanakan sebelum terbit matahari, yaitu salat Subuh yang mensyaratkan pelaksanaannya tidak boleh dari terbitnya matahari.³⁴ Sedangkan dalam surah al isra' ayat 78 menjelaskan bahwa salat Subuh dilihat oleh para malaikat. Karena pada fajar berkumpul malaikat penjaga malam dan malaikat penjaga siang untuk pergantian tugas dan keduanya melaporkan kepada Allah SWT bahwa orang yang bersangkutan sedang melaksanakan salat ubuh ketika mereka tinggalkan.³⁵ Hal ini menyiratkan bahwa keutamaan salat Subuh yaitu dilaksanakan pada awal waktu yaitu pada waktu *ghalas*³⁶, jumhur ulama' seperti Imam Malik, Syafi'i, Ahmad, Ishak dan Abu Tsaur berpendapat bahwa, pelaksanaan salat Subuh pada waktu *ghalas* lebih utama dari pada waktu *isfar*.³⁷

Secara umum dalam perhitungan waktu Subuh memerlukan data-data yang diperluka yaitu sebaga berikut :

1. Lintang Tempat

Lintang dalam bahasa Inggris dikenal dengan istilah

³⁴ Encep Abdul Rojak, Amrullah Hayatudin & Muhammad Yunus, "Koreksi Ketinggian Tempat Terhadap Fikih Waktu Salat : Analisis Jadwal Waktu Salat Kota Bandung", *AL-AHKAM*, vol. 27, no. 2, Oktober 2017, 241-266.

³⁵ Laksmiyanti Annake Harijadi Noor, *Uji Akurasi Hisab Awal Waktu Subuh Dengan Sky Quality Meter*, Skripsi SI Fakultas Syari'ah dan Hukum, Semarang: Universitas Islam Negeri Walisongo, 2016, Hal.17, Tidak Dipublikasikan

³⁶ Waktu *ghalas* adalah waktu dari akhir malam

³⁷ Waktu *isfar* adalah waktu datangnya cahaya pagi

Latitude, dan dalam bahasa Arab ‘Urdau Balad’. Lintang tempat diberi tanda dengan huruf Yunani yaitu phi yang disimbolkan dengan (ϕ) Lintang merupakan jarak pada sepanjang meridian bumi yang diukur dari khatulistiwa sampai ke suatu tempat, yaitu dengan angka minimal 0° sampai 90° . Belahan bumi bagian utara memiliki lintang positif (+) dan bumi yang berada pada bagian selatan memiliki lintang negatif (-).

2. Bujur tempat

Bujur tempat dalam bahasa Inggris dikenal dengan Longitude dan dalam bahasa Arab dikenal dengan istilah thul al-balad. Bujur tempat merupakan jarak yang diukur sejajar dari equator Bumi yang dihitung dari garis bujur melalui kot Greenwich sampai bujur yang dilalui suatu tempat yang dimaksud. Tanda astronominya yaitu lamda dengan simbol (λ).

3. Equation of Time/Perata Waktu

Equation of Time/Perata Waktu yaitu selisih antara waktu hakiki dengan waktu rata-rata dari matahari, diperlukan dalam menghitung waktu salat dengan diberi simbol (e).³⁸Fungsinya untuk mengatasi kesulitan waktu yang disebabkan oleh perbedaan waktu di Indonesia maupun belahan dunia. Oleh karena itu, terbentuk sistem waktu regional yang diterapkan pada suatu wilayah garis bujur (meridian) tertentu.

Wilayah Indonesia terbagi atas 3 (tiga) waktu, berdasarkan keputusan presiden RI (Soeharto) no 41 Th. 1987 tanggal 26 Nopember 1987, yaitu :

³⁸ Susiknan Azhari, *Ensiklopedi Hisab Rukyat*, 50.

- a. Waktu Indonesia Barat (WIB) : 105° BT dengan zona waktu GMT + 7j.
- b. Waktu Indonesia Tengah (WITA) : 120° BT dengan zona waktu GMT + 8j.
- c. Waktu Indonesia Timur (WIT) : 135° BT dengan zona waktu GMT + 9j.

4. Deklinasi Matahari

Deklinasi matahari ialah busur di lingkaran waktu yang diukur mulai dari titik perpotongan antara lingkaran waktu dan equator sampai matahari ke arah utara atau selatan sampai dengan titik pusat pada piringan, dilambangkan dengan delta (δ_0).³⁹ Deklinasi dikatakan positif (+) jika matahari berada pada sebelah utara equator dan deklinasi dikatakan negatif (-) jika matahari berada pada sebelah selatan equator. Deklinasi matahari 0° saat melewati khatulistiwa.⁴⁰

Deklinasi yang digunakan berupa tabel rata-rata harian deklinasi sebagaimana dicantumkan pada buku Ilmu Falak dalam Teori dan Praktis karangan Muhyiddin Khazin ataupun pada buku ephemeris yang dikeluarkan oleh Kementerian Agama RI yang dapat untuk melakukan perhitungan memudahkan penggiat ilmu, apalagi jika penggiat membuat program yang menggunakan rumus deklinasi dalam mekanika benda langit.

5. Ketinggian Matahari

Irtifa' al-syams merupakan istilah falak dari

³⁹ Muhyidin Khazin, *kamus Ilmu Falak*, 52

⁴⁰ Slamet Hambali, *Ilmu Falak 1 penentuan awal waktu sholat dan arah kiblat seluruh dunia*, (Semarang : Program Pascasarjana IAIN Walisongo, 2011), Cet. I, 55.

ketinggian matahari disimbolkan dengan (h_o) *high of sun*. Ketinggian matahari adalah jarak busur pada sepanjang lingkaran vertikal yang dihitung dari ufuk sampai dengan matahari.⁴¹ Dinyatakan positif (+) jika matahari berada diatas ufuk dan negatif (-) jika matahari berada di bawah ufuk, dinyatakan dalam satuan derajat dari 0° sampai 90° .

6. Semi Diameter Matahari

Semi diameter matahari atau jari-jari, *Nisfu al-Qutr* atau radius adalah jari-jari lingkaran yang diukur dari titik pusat ke tepi lingkaran matahari, disimbolkan dengan (SD_o).⁴² Semidiameter adalah salah satu data yang diperlukan untuk menentukan ketinggian matahari, mekanika langit, dan literatur astronomi lainnya. Semi diameter dapat diperoleh dari data ephemeris Kementerian Agama ataupun software seperti stellarium.

7. Ihtiyat

Ihtiyat adalah tindakan pengamanan dalam perhitungan awal waktu salat, menambahkan 1-3 menit dari hasil perhitungan sebenarnya. Fungsi dari ihtiyat yaitu:⁴³

- a. Membulatkan pada yang terkecil dalam hitungan menit, sehingga penggunaannya mudah.
- b. Memperbaiki dari kesalahan perhitungan untuk menambah kepastian bahwa waktu sholat benar-benar telah masuk waktunya, sehingga ibadah salat benar-benar dilakukan tepat waktu.

⁴¹ Abu Sabda, *Ilmu Falak : Rumusan Syar'i dan Astronomi. Waktu Salat dan Arah Kiblat 1*, (Bandung: Persis Pers, 2019).

⁴² MH Najib, *Istilah-Istilah Dalam Sistem Hisab Rukyah Ephemeris*, <https://my-dock.blogspot.com/>, 9 Desember 2024

⁴³ Muhyidin Khazin, *kamus Ilmu Falak*, 82

- c. Menjelaskan perbedaan waktu sholat antara wilayah timur dan barat yang cenderung terdapat perbedaan waktu berbuka puasa.

Ikhtiyat itu juga digunakan untuk menentukan garis lintang dan garis bujur suatu tempat, biasanya diukur dari suatu titik. (Markaz) di tengah kota, mewakili distrik.

8. Kerendahan Ufuk (ku)

Kerendahan ufuk adalah perbedaan kedudukan antara ufuk tampak secara jelas dengan ufuk yang terlihat bagi seseorang pengamat dari atas permukaan laut. Untuk mencari kerendahan ufuk menggunakan rumus $0^\circ 1,76' \sqrt{\text{tinggi tempat}}$.

9. Refraksi (ref)

Refraksi adalah pembiasan atau pembelokan cahaya matahari karena matahari tidak dalam posisi tegak, refraksi tertinggi adalah ketika matahari terbenam yaitu $0^\circ 34'$.

10. Tinggi Matahari saat terbit atau terbenam (h_0)

Dalam hisab awal waktu salat Subuh diperlukan data tinggi matahari saat terbit. Untuk mengetahuinya dapat dicari menggunakan rumus $h_0 \text{ terbit} = -(\text{ref} + \text{sd} + \text{ku})^{44}$

11. Tinggi Matahari saat Subuh (h_{Subuh})

Untuk mencari tinggi matahari ketika gunakan rumus: h_0
Awal Subuh = $-19^\circ + h_0 \text{ terbit}$

12. Sudut waktu matahari (t_0)

Sudut waktu matahari dapat dicari menggunakan rumus $\cos t_0 = \sin h_0 : \cos \phi^x : \cos \delta m - \tan \phi^x \tan \delta m$ (sudut waktu matahari untuk Subuh bernilai negatif (-)).

⁴⁴ Ahmad Izzudin, *Ilmu Falak Praktis*, (Semarang: PT. Pustaka Rizki Putra, 2012), 84.

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

Untuk mengubah waktu hakiki atau istiwa' menjadi waktu daerah atau WD (WIB, WITA, WIT) menggunakan rumus $WD = WH - e + (\lambda^d - \lambda^x) : 15$. Untuk simbol " λ^d " merupakan bujur daerah, yaitu : WIB = 105, WITA = 120° dan WIT = 135°.

Contoh perhitungan awal waktu salat Subuh untuk Menara Al Husna MAJT Kota Semarang, Provinsi Jawa Tengah dengan koordinat $-7^\circ 7' 20,67''$ LS dan $110^\circ 22' 59,2''$ BT dan Elevansi mdpl pada tanggal 24 Oktober 2024.

- Data

Lintang	= $6^\circ 56' 17''$ LS
Bujur	= $110^\circ 18' 51''$ BT
Deklinasi	= $-11^\circ 52' 01''$
Equation of Time	= -10 m 30 d
Tinggi Tempat	= 99 mdpl
Kerendahan Ufuk	= $0^\circ 1' 45,6''$

- Perhitungan :

Tinggi Matahari Subuh (h_o)

$$\begin{aligned}
 &= -19^\circ + (h_o \text{ terbit}) \\
 &= -19^\circ + -(\text{ref} + \text{sd} + \text{ku}) \\
 h &= -19^\circ + -(0^\circ 34' + 0^\circ 16' + 0^\circ 1' \\
 &\quad \circ 45,6'') \\
 &= -19^\circ 51' 45,6''
 \end{aligned}$$

Sudut Waktu
Matahari

$$\begin{aligned}
\text{Cos } t_o &= \sin h_o : \cos \phi^x : \cos \delta m - \tan \phi^x \cdot \tan \delta m \\
&= \sin -19^\circ 51' 45,6'' : \cos -6^\circ 56' 17'' : \cos -18^\circ 04' 27'' - \tan -6^\circ 56' 17'' \cdot \tan -18^\circ 04' 27'' \\
(t_o) &= 113^\circ 33' 45,59'' : 15 \\
(\text{WH}) &= \sin h_o : \cos \phi^x : \cos \delta m - \tan \phi^x \cdot \tan \delta m \\
&= \sin -19^\circ 51' 45,6'' : \cos -6^\circ 56' 17'' : \cos -18^\circ 04' 27'' - \tan -6^\circ 56' 17'' \cdot \tan -18^\circ 04' 27'' \\
&= 113^\circ 33' 45,59'' : 15 \\
&= -7^\circ 34' 15,04'' \\
\text{Awal waktu Subuh} &= 12 + \text{WH} - e + (\lambda^d - \lambda^x) : 15 \\
&= 12 + -7^\circ 34' 15,04'' - 0^\circ 12' 59'' + (105^\circ - 110^\circ 18' 51'') : 15 \\
&= 4 : 17 : 28,56 \text{ WIB} \\
&= 3 : 54 \text{ WIB} \\
\text{Ikhtiyat} &= +2 \text{ menit}^{45}
\end{aligned}$$

⁴⁵ Perhitungan luas yang daerah yan dapat dicover dengan besaran waktu yang dijadikan pengaman (ihtiyath) itu dijelaskan sebagai berikut. Diasumsikan bahwa bola Bumi 360° dengan kelilingnya di ekuator 40.000 km. maka untuk 1° busur jaraknya adalah:

40.000: 360 x 1 km = 111,1 km. Sehingga untuk 1 menit waktu sama dengan 111,11 km: 4 = 27,77 km. Sehingga jika kita menggunakan ihtiyath 1 menit maka jangkauannya dari pusat kota (tempat yang dijadikan sebagai acuan koordinat geografis kota tersebut) sampai ke tepi barat kota sejauh 27,77 km.

Kemenag dalam perhitungan awal waktu salat menggunakan waktu ihtiyath 2 menit

Jadi awal waktu salat Subuh untuk Desa Sidomakmur Kec. Kaliwungu Selatan Kab. Kendal, Provinsi Jawa Tengah pada tanggal 15 Oktober 2024. Terjadi pada jam 03:56 WIB

sehingga mengcover daerah di sebelah barat kota sejauh $27,77 \text{ km} \times 2 = 55,54 \text{ km}$.

BAB III

OBSERVASI FAJAR *SHADIQ* MENGGUNAKAN ASTROFOTOGRAFI DENGAN TEKNIK *BLINK* *COMPARATOR*

A. Penggunaan Teknik *Blink Comparator* pada Citra Astrofotografi Awal Waktu Subuh.

Dalam melakukan penelitian tentang analisis citra astrofotografi menggunakan teknik *blink comparator* untuk menentukan awal waktu Subuh dalam perspektif Kementerian Agama RI dengan melakukan observasi secara langsung di lapangan. Tempat yang dipilih penulis tidak hanya satu, sebagai pembandingan penulis melakukan observasi pada 2 (dua) tempat yang berlokasi di Desa Sidomakmur Kec. Kaliwungu Selatan Kab. Kendal yang memiliki intensitas polusi cahaya yang rendah, dan tempat kedua merupakan Menara Al Husna MAJT Semarang. Ada beberapa alasan mengapa penulis memilih dua tempat untuk observasi di satu Provinsi yang sama, antara lain:

- a. Pengamat memilih dua objek pengamatan di satu provinsi sehingga dapat menghemat waktu dan biaya untuk perjalanan dan peneltiann persiapan. Hal ini dapat meningkatkan pengamatan produktivitas didalam penelitian yang segera dilaksanakan.
- b. Memilih dua tempat observasi dengan mencari data objek yang sama dapat memungkinkan pengamat untuk melakukan analisis keakurasian yaitu membandingkan dan melihat perbedaan dari kedua objek tersebut secara

langsung. Mengamati *fajar shadiq* dari dua ketinggian tempat yang berbeda di suatu daerah dapat memberikan perbedaan perspektif yang menarik. Setiap tempat rukyah memiliki karakteristik yang unik dan hasil rukyah yang menjadi ciri khasnya tersendiri.

- c. Di Menara Al Husna MAJT Semarang sering dijadikan tempat pengamatan *ru'yah al-hilal* juga merupakan tempat yang relevan bagi pengamatan fenomena benda langit bagi beberapa instansi, seperti *rukyatul hilal* yang dilaksanakan UIN Walisongo dalam menentukan awal bulan. Sedangkan tempat yang kedua merupakan tempat yang belum pernah dijadikan tempat *rukyatul hilal* dari manapun, sehingga peneliti tertarik untuk mencoba hal baru sekaligus bisa mengetahui seberapa relevannya tempat yang berada di Desa Sidomakmur Kec. Kaliwungu Selatan Kab. Kendal. Penulis memilih tempat dikarenakan memiliki ketinggian yang cukup untuk memungkinkan pengamat melihat hilal ketika terbit di cakrawala. Ketinggian tempat juga mempengaruhi waktu terbitnya hilal, karena tergantung pada sudut cahaya matahari saat fajar. Memiliki langit yang cerah dan tidak berawan sangat penting dalam melakukan *ru'yah al-hilal*. Desa ini kejernihan langit yang lebih baik dibandingkan dengan lokasi lainnya. Tempat yang sering dijadikan rukyat biasanya memiliki letak geografis yang ideal untuk melihat hilal sehingga memberikan pemandangan yang lebih jelas dan tidak terhalang oleh penghalang di sekitarnya.
- d. Kedua tempat ini memiliki tingkat polusi cahaya yang berbeda. Polusi cahaya dapat menjadi pantangan saat

observasi karena cahaya yang dipancarkan oleh sumber cahaya buatan manusia dapat mengganggu pengamatan. Cahaya yang dipancarkan tersebut dapat menciptakan latar belakang cahaya yang terang di sekitar langit (*noise*), sehingga benda langit yang diinginkan sulit terlihat. Selain itu, polusi cahaya juga dapat mempengaruhi kualitas pengamatan. Cahaya yang dipancarkan dapat mengurangi kontras dan detail yang terlihat, sehingga pengamatan menjadi kurang akurat. Perdesaan yang masih berupa persawahan yang luas merupakan tempat yang terbuka dan memiliki pemandangan yang luas ke arah cakrawala. Hal ini memungkinkan untuk melihat matahari terbenam atau terbit dengan jelas dan tanpa halangan, sehingga memungkinkan pengamatan *fajr shadiq* yang lebih baik. Selain itu, kedua tempat memiliki kondisi cuaca yang stabil dan hambatan minimal seperti adanya gedung atau pepohonan yang dapat menghalangi pengamatan dibandingkan dengan pegunungan yang terdapat banyak penghalang untuk melihat ufuk saat matahari terbit seperti pepohonan, perbukitan, juga seringkali memiliki kondisi cuaca yang tidak stabil, terutama pada sore pagi hari. Angin, awan dan kabut bersamaan dengan lumpur sehingga akan mempersulit untuk mendapatkan cahaya *fajr shadiq*.

Observasi dilakukan selama 3 (tiga) hari, dengan melakukan observasi lebih dari satu hari, kita dapat memperhatikan perubahan yang terjadi pada objek atau fenomena yang diamati. *Fajar shadiq* dapat terlihat berbeda setiap hari, tergantung pada kondisi cuaca, tingkat keberlanjutan

awan, dan lain-lain.

Dengan melakukan pengamatan selama 3 (tiga) hari, kita dapat memperhitungkan variasi ini dan menghasilkan data yang lebih representatif tentang fajar di suatu tempat, data yang representatif adalah data yang dapat memberikan gambaran yang akurat dan konsisten tentang fajar di suatu tempat selama tiga hari pengamatan. Dalam melakukan penelitian, peneliti membawa seorang teman agar penelitian berjalan lancar pada pengambilan data penelitian, penulis menggunakan alat fotografi berupa kamera *Nikon D7200* dan alat bantu berupa tripod. Meski saat ini kamera pada *smartphone* sudah banyak yang canggih dengan mode manualnya sehingga bias memotret langit malam, peneliti tetap menggunakan kamera guna menjaga hasil astrofotografi yang lebih bagus. Karena dengan menggunakan kamera, peneliti bisa mengatur setelan kamera secara manual dengan mengganti pengaturan ISO, *shutter speed*, *aperture*, dan fokus objek sesuai dengan keinginan penulis agar potret *fajar* bisa terlihat.

Teknik astrofotografi ini sendiri juga pada masa sekarang ramai digunakan para pegiat astronomi maupun beberapa lembaga seperti Falakiyah NU untuk memotret bulan hilal untuk mengambil gambar atau foto dari hilal. Dalam pengamatan rukyatul hilal, gambar dari hilal yang ditangkap dapat membantu menentukan posisi dan ukuran hilal sebagai bentuk dokumentasi ataupun dijadikan bukti hilal telah nampak di langit. Hal tersebut juga dilakukan oleh Agus Mustofa pada Workshop Astrofotografi di Surabaya, pada Sabtu 26 April 2014. Beliau mencontohkan terkait perkiraan pergantian bulan pada kalender Hijriyah dari bulan Syaban ke Ramadhan yang

akan terjadi pada 27 Juni 2014, pukul 15.09 WIB oleh tim astrofotografi yang memotret dan merekam posisi bulan.⁴⁶ Peneliti juga menggunakan teknik *blink comparator* yang merupakan metode *basic* atau dasar yang banyak digunakan oleh para ahli seperti astronom Hendro Setyanto seorang pendiri observatorium Imaah Noong di Bandung, beliau menggunakan teknik *blink comparator* dengan hasil data astrofotografi untuk melihat *fajroni*. Metode ini sendiri merupakan proses dari *image processing*.

Dengan menggunakan metode *blink comparator*, kita dapat membandingkan dua foto yang diambil pada waktu yang berbeda dan menemukan pergerakan atau perbedaan pada benda-benda langit tersebut. Data foto citra astronomi yang didapat setelahnya akan diproses pada teknik ini dengan membandingkan dua objek secara visual (penyampaian yang dapat dilihat dengan indra penglihatan mata) untuk mendapatkan sebuah perbedaan. Juga disempurnakan dengan aplikasi *lightroom*, aplikasi ini dipakai dikarenakan lebih efisien dalam segi waktu dan juga tenaga karena dengan menggunakan *lightroom*, memudahkan dalam membuka banyak foto astronomi serta tidak perlu mengedit satu persatu seperti yang dilakukan pada *photoshop*. Kita bisa mengontrol banyaknya foto sekaligus, memilih foto dan mengeditnya. Aplikasi Adobe *Lightroom* sangat berguna untuk menyempurnakan hasil foto yang diambil pada malam hari.

⁴⁶ Universitas Muhammadiyah Malang, “*Ini Metode Baru Lihat Hilal, Lewat Astrofotografi*”, <https://infobaa.umm.ac.id/>. Diakses pada 12 Nopember 2024 pukul 12.40 WIB.

Berikut adalah beberapa fitur dan teknik yang membantu penulis untuk menyempurnakan hasil dari penelitian:

1. Pengaturan *Exposure* dan *White Balance*: Foto malam hari sering kali memiliki pencahayaan yang kurang optimal. Dengan Lightroom, Anda dapat menyesuaikan *exposure* dan *white balance* untuk memperbaiki kualitas cahaya dan warna pada foto.
2. *Noise Reduction*: Foto malam hari biasanya memiliki *noise* yang tinggi karena ISO yang tinggi. Fitur *Noise Reduction* di Lightroom dapat mengurangi *noise* ini, membuat foto terlihat lebih bersih dan halus.
3. *Sharpening*: Untuk menambahkan detail pada foto malam hari, Ini akan membuat detail pada foto terlihat lebih tajam dan jelas.
4. *Color Calibration*: Lightroom memungkinkan untuk menyesuaikan warna pada foto agar terlihat lebih natural dan sesuai dengan kondisi aslinya. Ini sangat berguna untuk memperbaiki warna yang mungkin terlihat tidak akurat karena pencahayaan malam⁴ .
5. Preset dan Rumus Lightroom: Ada banyak preset yang dirancang khusus untuk foto malam hari. Preset ini dapat mempercepat proses editing dengan satu klik, memberikan hasil yang konsisten.
6. *Adjustment Brush* dan *Graduated Filter*: Fitur ini memungkinkan untuk melakukan penyesuaian lokal pada bagian tertentu dari foto, seperti mencerahkan area yang terlalu gelap atau menambahkan kontras pada

bagian tertentu.⁴⁷

Dalam aplikasi lightroom peneliti bisa mencatat semua langkah yang dilakukan dalam pengeditan data observasi, jika dirasa kurang pas terhadap hasil, dapat kembali ke langkah sebelumnya dengan mudah. Dalam menggunakan metode blink comparator dengan mengambil dua foto langit pada saat yang berbeda, kemudian memasukkan kedua foto tersebut ke dalam software pengolah gambar yang mendukung metode blink comparator seperti aplikasi capcut yang akan peneliti gunakan dalam mengolah data citra. Capcut akan menampilkan kedua foto secara bergantian dengan kecepatan yang cukup cepat, sehingga memungkinkan kita untuk melihat perbedaan atau pergerakan benda langit secara lebih jelas.

Langkah pertama yang peneliti lakukan sebelum memasang peralatan fotografi adalah terlebih dahulu mencari tempat dimana kamera akan diubah setelahnya agar langsung diarahkan ke objek penelitian yaitu cahaya fajar dengan bantuan dari aplikasi *stellarium* untuk mengarahkan ke matahari, sebelum matahari terbenam. peneliti dapat memastikan bahwa tidak ada hambatan untuk memulai penelitian.

Langkah kedua yang perlu disiapkan peneliti adalah tripod. Tujuan dari tripod adalah untuk menopang kamera agar stabil agar kamera tidak goyang saat mengambil gambar dan hasil foto tidak goyang karena saat memotret langit malam

⁴⁷ Rasya, *Lightroom Night: Cara menyempurnakan foto malam hari*, <https://rasya.id/lightroom-night/> , diakses pada 22 November 2024 pukul 20:00 WIB

fotografer menggunakan setting *shutter speed* 30 s (detik) lalu menempatkan kamera dalam posisi yang stabil dalam rentang waktu tersebut sehingga peneliti membutuhkan tripod saat melakukan pengambilan gambar. Saat memasang tripod, harus memastikan ketiga kaki tripod bisa sejajar dan membentuk bagian atas tripod yang rata dengan menggunakan aplikasi *bubble level* sebagai *waterpass mobile* agar tripod sejajar. Tempatkan tripod pada permukaan yang rata dan keras agar kaki tripod tetap pada posisi yang sama saat memasang kamera. Jika medannya tidak datar pada tempat harus diatur keseimbangannya, yaitu dengan membuka penutup kaki tripod dari satu sisi agar ufuk barat tidak tampak bengkok.



Gambar 3. 1 Tripod

Langkah ketiga adalah memasang kamera pada tripod. Pemasangan kamera yang tepat pada tripod dimaksudkan untuk mencapai hasil pengamatan yang maksimal. Tripod dan

kamera adalah seperangkat alat yang harus digunakan dalam astrofotografi. Karena tanpa tripod, subjek mungkin tidak fokus dan tidak dapat direproduksi dengan benar.

Langkah keempat adalah menempatkan kamera dalam mode manual. Hal terpenting yang peneliti lakukan adalah mengatur setelan kamera ke mode manual. Setelah berubah ke mode manual, peneliti memasukkan informasi sebagai berikut:

1. Atur ISO

Aturan ISO dalam fotografi adalah semakin tinggi ISO maka semakin baik, karena dengan ISO yang tinggi kamera akan peka terhadap cahaya. Semakin besar cahaya yang ditangkap oleh sensor kamera maka semakin jelas bintang-bintang yang akan peneliti dapatkan. Namun dalam pengambilan data *fajar shadiq* peneliti menggunakan setting ISO antara 100-400 yang mana pada pengaturan tersebut *fajar shadiq* akan nampak karena pendar cahaya alami dari matahari yang belum terbenam secara sempurna. Karena jika menggunakan pengaturan ISO tinggi seperti ISO 800-12.800 biasanya digunakan untuk memotret langit malam karena minimnya cahaya saat malam hari. Jika menggunakan ISO tersebut maka cahaya fajar dan polusi cahaya tidak nampak karena terlalu banyak cahaya yang akan masuk ke lensa kamera sehingga mendapatkan hasil foto yang terlalu cerah.

2. Atur diafragma/*aperature*

Diafragma mempunyai fungsi sebagai pengatur banyaknya cahaya yang masuk ke dalam sensor kamera. Semakin kecil angka diafragma, maka semakin lebar

diafragma yang dibuka dan cahaya yang masuk semakin banyak. Peneliti menggunakan setting diafragma 5,6 dikarenakan dalam manual setting diafragma pada tipe *Nikon D7200* merupakan yang terendah, penggunaan pengaturan diafragma ini berfungsi agar cahaya yang masuk dalam kamera bisa maksimal dalam memotret langit malam dan lebih terfokus pada cahaya matahari.

3. Atur *exposure*

Pengaturan ini dimaksudkan untuk mengatur waktu dari lamanya sensor kamera dalam menangkap cahaya, semakin lama maka semakin banyak cahaya yang akan didapatkan. Peneliti menggunakan metode *long exposure* selama 30 detik untuk mendapatkan hasil foto *Fajar shadiq* yang sempurna. Langkah terakhir yang dilakukan peneliti adalah mulai mengambil data citra dengan cara memfoto. Pengambilan foto dilakukan mulai dari matahari mencapai ketinggian -20° merupakan ketinggian Subuh sampai setelah patokan ketinggian Subuh dari Kementrian Agama RI yaitu -20° , sesuai pengambilan data *fajar shadiq* berdasarkan kriteria dari 3 ahli. Setelah mengambil data foto *fajar* peneliti melakukan pengolahan data terlebih dahulu dengan menggunakan aplikasi *lightroom* untuk menyempurnakan hasil gambar dengan pengaturan yang terfokus pada warna kuning dan jingga, karena warna inilah yang dominan. Dalam penyempurnaan data *fajar* dalam aplikasi *Lightroom* menyesuaikan pengaturan pada menu *light* (cahaya), *color* (warna), *color mix* (perpaduan warna), *effect* (efek), dan *details* (rincian).

Beberapa menu dan fungsi pada pengaturan *lightroom* yang digunakan peneliti yaitu menu *light*, menu ini berfungsi untuk mencerahkan atau menggelapkan foto. Menggeser dari kanan ke kiri akan menggelapkan foto dan menggesek ke kanan akan mencerahkan foto.



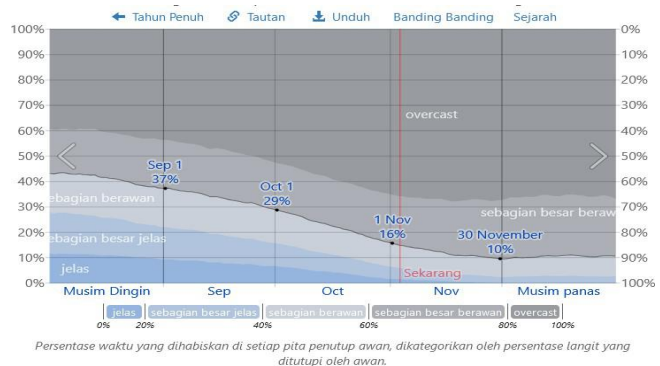
Gambar 3. 2 Kamera Nikon D7200

Langkah terakhir, data astronomi yang sudah disempurnakan menggunakan aplikasi *lightroom* diolah (*image processing*) pada metode *blink comparator* dengan menggunakan *gif animation* menggunakan aplikasi *capcut*. Dengan terlebih dahulu memilih 36 (tiga puluh enam) sampai 50 (lima puluh) data foto citra dengan membuat tabel dimana dasar pemilihan data foto citra tersebut dilihat berdasarkan ketinggian -20 derajat.

Berikut adalah langkah-langkah dalam menggunakan

teknik *blink comparator* yang peneliti gunakan untuk mengolah data *fajar shadiq* untuk mengetahui awal waktu Subuh yaitu :

1. Ambil 2 (dua) data citra yang diambil pada waktu yang berbeda. Dalam hal ini, data citra yang diambil pada waktu matahari pada ketinggian -20° atau lebih sampai saat *fajar shadiq* berakhir.
2. Unggah data *fajar shadiq* ke dalam aplikasi *CapCut* atur data pada rentang waktu satu detik per data citra untuk melihat perbedaan. Lanjutkan hal ini untuk semua data yang diinginkan
3. Tampilkan secara bergantian pada layar, sehingga perbedaan di antara keduanya dapat dengan mudah dilihat.
4. Identifikasi perbedaan-perbedaan yang terlihat pada kedua gambar, seperti perbedaan kecerahan atau perubahan pola awan.

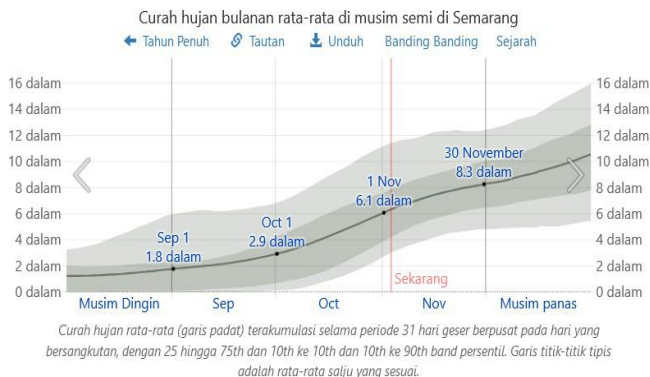


*Gambar 3. 3 Persentase awan yang menutupi daerah Semarang*⁴⁸

Dalam pengamatan *fajar shadiq*, Teknik *blink comparator* dapat memberikan informasi yang berguna tentang bagaimana langit berubah seiring waktu, seperti bagaimana awan-awan terbentuk atau bagaimana kecerahan langit berubah saat matahari terbit. Teknik ini dapat membantu para astronom dan ahli meteorology memahami perubahan secara visual pada cuaca dan atmosfer di area tertentu dan dapat memberikan wawasan yang berguna dalam memprediksi cuaca di masa depan.

Agar mencegah terjadinya hujan saat observasi, peneliti mencari data prakiraan peluang terjadinya hujan pada situs *weather spark* dengan memasukkan data berupa peluang presipitasi harian. Presipitasi cuaca merupakan peluang turunnya air dari atmosfer ke permukaan bumi dan laut dalam bentuk yang berbeda yang dalam iklim tropis di Indonesia lebih banyak berbentuk hujan. Mencari prakiraan cuaca penting dilakukan untuk memahami iklim dan kondisi cuaca di suatu daerah dalam menentukan apakah kondisi cuaca aman untuk melakukan pengamatan atau tidak. Cuaca buruk seperti hujan, angin kencang, longsor atau badai yang membuat pengamatan tidak mungkin atau tidak dapat dilakukan. Dengan mengetahui kondisi cuaca, pengamat dapat mempersiapkan diri dengan baik dan mengambil langkah-langkah yang tepat untuk mengatasi masalah tersebut.

⁴⁸ Weather spark (2024). Diakses pada 24 November 2024. Diperoleh dari [The Weather Year Round](#) [Anywhere on Earth - Weather Spark](#)



Gambar 3. 4 Data curah hujan rata-rata di Semarang⁴⁹

Agar dapat mengetahui apakah terjadi hujan saat observasi, sebelumnya peneliti mencari data prakiraan terlebih dahulu melalui situs *weather spark* untuk mengetahui peluang terjadinya hujan dan berjaga-jaga dengan situasi yang ada. Peneliti memasukkan data berupa peluang presipitasi harian, presipitasi merupakan proses turunnya air dari atmosfer ke permukaan bumi dan laut dalam bentuk yang berbeda, karena iklim di Indonesia hanya 2 yaitu tropis hal ini lebih biasa dikenal dengan musim hujan. Dari data tersebut musim hujan di daerah Semarang berlangsung selama 2024/2025 diperkirakan akan terjadi kurang lebih selama enam hingga sembilan bulan.⁵⁰

⁴⁹ Weather spark (2024). Diakses pada 24 November 2024. Diperoleh dari [The Weather Year Round Anywhere on Earth - Weather Spark](#)

⁵⁰ Kompas.com, (2024). Diakses pada 18 November 2024 pukul 12:13 WIB. Diperoleh dari

Peneliti memilih kedua desa yang berlokasi di Kabupaten Kendal dan Kota Semarang ini dengan memiliki kecerlangan langit yang berbeda, dengan memeriksa berdasarkan situs *light pollution maps*. Situs ini bisa mendeteksi tingkat kecerlangan langit yang mengacu pada *skala bortle* dengan citra satelit resolusi rendah bernama VIIRS. Adapun beberapa fitur di situs ini yaitu :

- a) VIIRS (*Visible Infrared Imaging Radiometer Suite*) adalah instrumen yang digunakan untuk mengukur dan memetakan polusi cahaya di seluruh dunia. Data dari VIIRS digunakan dalam peta polusi cahaya untuk menunjukkan tingkat kecerahan buatan di berbagai lokasi. Peta ini membantu dalam analisis perubahan radiansi dari waktu ke waktu dan memberikan informasi penting tentang penggunaan cahaya buatan di malam hari⁵¹ Terdapat dua lapisan dasar yaitu peta jalan dan peta hibrida dari Bing Maps. Selain itu, ada lapisan overlay seperti VIIRS (*Visible Infrared Imaging Radiometer Suite*) dari berbagai tahun, World Atlas 2015, prediksi aurora, observatorium, dan awan
 - VIIRS 2023-2012: Lapisan ini menunjukkan data pencahayaan malam hari dari tahun 2012

<https://regional.kompas.com/read/2024/09/23/103808778/prediksi-musim-hujan-di-jateng-dimulai-akhir-september-2024-durasi-hingga-9>.

⁵¹ Eyes in the sky (2024). Diakses pada 23 November 2024 pukul 09:34 WIB. Diperoleh dari <https://darksky.org/news/eyes-in-the-sky-exploring-global-light-pollution-with-satellite-maps/>.

hingga 2023 yang diambil oleh satelit NASA VIIRS. Data ini digunakan untuk memantau perubahan pencahayaan buatan di seluruh dunia.

- *World Atlas 2015*: Menampilkan peta kecerahan langit malam buatan berdasarkan data dari tahun 2015. Ini membantu dalam memahami dampak polusi cahaya pada langit malam.
- *Clouds*: Lapisan ini menunjukkan data awan hampir real-time yang dapat mempengaruhi pengamatan langit malam.
- *Aurora Forecast*: Menyediakan prakiraan aurora satu jam ke depan, berguna bagi pengamat aurora.

Skala ini terdiri dari beberapa tingkatan atau kelas, tingkatan paling rendah merupakan langit paling gelap dan tingkatan paling atas yaitu langit paling terang seperti halnya di tengah kota didasarkan pada sejumlah kriteria di luar magnitudo batas mata telanjang atau *naked-eye limiting magnitude* (NELM) yaitu tingkat kecerlangan paling redup dari suatu benda langit yang masih dapat diamati dengan mata telanjang (tanpa bantuan alat optik).

b) *Point Feature* /fitur titik. Fitur ini mencakup beberapa elemen penting, yaitu:

- SQM (Sky Quality Meter): Ini adalah alat yang digunakan untuk mengukur kecerahan langit malam. Data dari SQM membantu dalam memantau tingkat polusi cahaya di berbagai

lokasi. Titik-titik ini menunjukkan lokasi di mana pengukuran SQM telah dilakukan. Satuan yang digunakan oleh Sky Quality Meter (SQM) adalah magnitudo per detik busur kuadrat (mag/arcsec^2). Satuan ini mengukur kecerahan langit malam, di mana nilai yang lebih tinggi menunjukkan langit yang lebih gelap dan nilai yang lebih rendah menunjukkan langit yang lebih terang.

- SQC (Sky Quality Camera): Kamera ini digunakan untuk mengambil gambar langit malam dan mengukur kecerahan langit secara visual. Data dari SQC memberikan informasi tambahan tentang kondisi langit malam di lokasi tertentu. Sky Quality Camera (SQC) menggunakan satuan luminansi yang diukur dalam candela per meter persegi (cd/m^2). Luminansi mengukur intensitas cahaya yang dipancarkan atau dipantulkan dari suatu permukaan dalam arah tertentu, yang membantu dalam menentukan tingkat kecerahan langit malam di lokasi tertentu.⁵²
- Observatorium: Titik-titik ini menunjukkan lokasi observatorium yang terdaftar.

⁵² Ruslin Zainal dan Yudhiakto Pramudya, “Korelasi Pengukuran Tingkat Kecerahan Langit Dengan Menggunakan Kamera Smartphone dan Sky Quality Meter berbantuan Tracker”, *Jurnal Ilmu dan Inovasi Fisika* Vol. 05, No. 01 (2021) 63 - 73

Observatorium ini sering kali menjadi tempat penting untuk penelitian astronomi dan pengamatan langit malam.

- c) Skala Bortle, yaitu perbandingan kecerlangan cahaya obyek yang diamati dan kecerlangan cahaya latar belakangnya. Semakin kontras maka obyek tersebut semakin mudah dikenali. Demikian juga pengamatan fajar *shadiq* sebagai salah satu obyek astronomi yang redup dan sangat tipis seperti benang putih yang melintang di ufuk timur juga dibutuhkan kondisi lingkungan yang bebas cahaya buatan atau polusi cahaya sehingga terbit fajar bisa dideteksi dengan valid. Metode ini dikemukakan oleh E. Bortle. Menurutnya pengkategorian ini bisa digunakan oleh para pengamat untuk menilai level kecerlangan langit tempat pengamatan sehingga bisa memperkirakan obyek astronomi apa saja yang memungkinkan diamati secara maksimal karena bisa diperkirakan tingkat polusi cahaya di lokasi tersebut. Skala tersebut berkisar dari kelas 1 (langit tergelap) hingga kelas 9 (langit paling terang). Skala ini menggunakan acuan atau satuan *naked-eye limiting magnitude* (NELM), yaitu satuan yang mengacu pada kemampuan mata tanpa alat bantu (naked eye) dalam melihat bintang paling redup di dekat zenith pada malam tanpa cahaya Bulan. Di samping acuan tersebut, skala Bortle juga menggunakan acuan ketampakan galaksi Bima Sakti, obyek astronomi (misal: galaksi M33, M31, Orion

dan Pleiades), *zodiacal light* (fajar kadzib), serta ketampakan konstelasi bintang.

- d) *Analisis Radiance* adalah proses mengukur dan mengevaluasi tingkat polusi cahaya di berbagai lokasi berdasarkan data radiance. Radiance adalah intensitas cahaya yang dipancarkan atau dipantulkan oleh suatu permukaan. Pada situs ini, data radiance diperoleh dari satelit seperti VIIRS (Visible Infrared Imaging Radiometer Suite) dan digunakan untuk membuat peta polusi cahaya yang menunjukkan area dengan tingkat polusi cahaya yang berbeda-beda.
- e) Navigasi: Pengguna dapat menggeser peta dengan klik dan seret, menggunakan roda gulir mouse untuk zoom, atau menggunakan tombol +/- pada toolbar. Ada juga opsi untuk zoom dengan menggambar persegi panjang menggunakan shift- left mouse drag atau dengan double-click pada peta.

Peneliti melakukan observasi di dua lokasi tempat dengan spesifikasi data sebagai berikut:

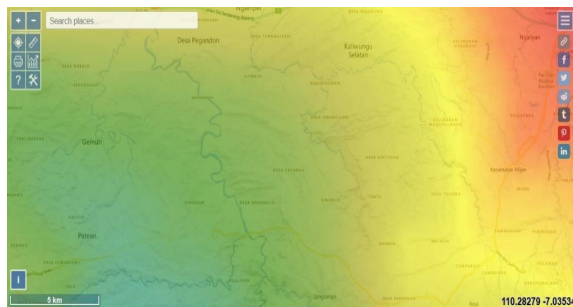
1. Desa Sidomakmur Kec. Kaliwungu Selatan Kab. Kendal
Desa ini merupakan salah satu desa di daerah Kendal, Jawa Tengah. Desa ini memiliki letak secara astronomis pada koordinat pada $-7^{\circ} 1' 55,92''$ LS dan $110^{\circ} 12' 36,88''$ BT. Walaupun tempat ini belum pernah dijadikan untuk tempat observasi benda langit, hal tersebut tidak mengganggu pelaksanaan observasi bagi peneliti. Desa ini terletak pada perbatasan tiga

kecamatan, yaitu Kecamatan Kaliwungu Selatan, Kecamatan Singorojo, dan Kecamatan Boja.

Desa Sidomakmur merupakan daerah terpecil yang ada di Kecamatan Kaliwungu Selatan. Meskipun begitu, akses untuk menuju ke Desa Sidomakmur relative mudah karna sebagian besar jalan didaerah desa ini sudah diperbaiki menjadi beraspal dan sebagian lainnya di cor. Meskipun lumayan jauh dari Kota Kendal, desa ini memiliki jumlah penduduk yang tidak terlalu sedikit, dan juga tidak terlalu banyak karna sebagian besar masih berupa kawasan hutan jati, dan lahan pertanian seperti padi dan jagung. Mayoritas penduduk desa ini bermata pencaharian menjadi petani. Karena kondisi alamnya yang masih asri dan minim polusi, maka Desa Sidomakmur ini sangat cocok sebagai tempat observasi.

Untuk mengamati fajar *shadiq*, yaitu tanda awal terbitnya matahari yang ditandai dengan munculnya cahaya putih di ufuk timur, memerlukan kondisi lingkungan yang ideal untuk memperoleh hasil yang akurat. Pentingnya melakukan observasi fajar *shadiq* di tempat yang minim polusi cahaya tidak bisa diabaikan, karena cahaya buatan dari perkotaan dapat mengaburkan pandangan dan menyebabkan kesalahan dalam penentuan waktu fajar *shadiq*. Dalam kondisi minim polusi cahaya, langit yang lebih gelap memungkinkan pengamat untuk melihat transisi cahaya dengan lebih jelas, sehingga dapat menentukan waktu fajar *shadiq* dengan lebih tepat. Selain itu, suasana tenang dan bebas gangguan dari lingkungan yang minim

polusi cahaya juga mendukung konsentrasi penuh pengamat dalam menjalankan tugas penting ini. Observasi yang akurat sangat krusial, terutama bagi umat Muslim yang mengandalkan waktu fajar *shadiq* untuk menunaikan ibadah sholat Subuh tepat pada waktunya.



Gambar 3. 5 peta Desa Sidomakmur dari situs *Light Pollution Map*

Kecerlangan langit di Desa ini dikatakan cukup baik menurut situs *light pollution maps* tergolong berwarna hijau dimana lokasinya yang tenang, langit malam minim akan polusi cahaya serta banyak bintang yang dapat terlihat di langit malam oleh mata telanjang.

2. Menara Al Husna MAJT Kota Semarang

Menara AlHusna MAJT adalah salah satu Menara yang berada di kawasan Masjid Agung Jawa Tengah, yaitu Jl. Gajah Raya No.179E, Pandean Lamper, Kec.

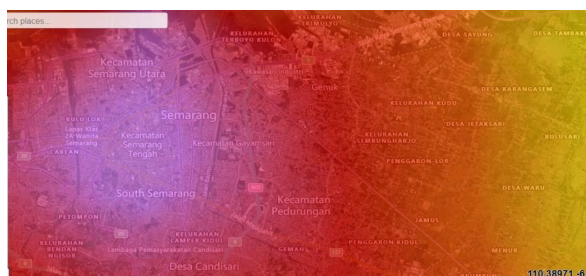
Gayamsari, Kota Semarang. Menara ini memiliki letak secara astronomis berada pada koordinat $-7^{\circ} 7' 20,67''$ LS dan $110^{\circ} 22' 59,2''$ BT. Tempat tersebut sangat populer dalam kalangan ahli falak untuk keperluan observasi benda langit, seperti *rukyah al hilal*. Menara ini tidak hanya dipakai sebagai salah satu lokasi untuk melihat kemunculan hilal yang menandai masuknya 1 Syawal atau Hari Raya Idul Fitri saja, tetapi di dalamnya juga terdapat museum sejarah perkembangan kebudayaan Islam di tanah Jawa, khususnya di Jawa Tengah.

Menara Al-Husna dibangun bersamaan dengan pembangunan masjid yang jadi kebanggaan di provinsi Jawa Tengah sejak tahun 2001, dan selesai pada 2006 lalu.

Menara Al Husna di Masjid Agung Jawa Tengah (MAJT) di Semarang adalah salah satu lokasi rukyatul hilal yang sering digunakan. Namun, terdapat beberapa kendala yang perlu diperhatikan, seperti kelembapan udara yang tinggi dan polusi udara yang sering terjadi di kota besar seperti Semarang.⁵³ Hal itu dapat mempengaruhi visibilitas selama observasi, mengingat letak Menara Al Husna terletak di tengah-tengah kota yang memiliki populasi penduduk yang tinggi. Tentu saja kepadatan populasi tersebut menimbulkan polusi

⁵³ Khanah Fitriyah, *Efek kelembapan udara terhadap pelaksanaan rukyatul hilal (studi kasus di menara al-Husna MAJT)*. Skripsi (S1), UIN Walisongo

cahaya yang berlebih. Kendala yang sering dihadapi setiap kali melaksanakan rukyatul hilal di Menara Al-Husna Majid Agung Jawa Tengah adalah faktor mendung. Dikarenakan kompleks Masjid Agung Jawa Tengah beriklim basah, dan berada di tengah kota besar yang banyak terkontaminasi polusi udara. Kurangnya kualitas udara di MAJT menyebabkan lapisan atmosfer menjadi kotor karena banyaknya aktifitas industri dan pemukiman serta perkotaan.⁵⁴



Gambar 3. 6 Peta Menara Alhusna MAJT Semarang dari situs *Light Pollution Maps*⁵⁵

Menurut situs *Light pollution map* terlihat dengan jelas daerah tersebut merupakan daerah Semarang yang penuh dengan polusi cahaya, yang ditandai dengan warna merah pekat. Hal tersebut disebabkan karena padatnya populasi penduduk dan polusi cahaya yang ditimbulkan. Tapi karna tinggi menara mencapai 99m

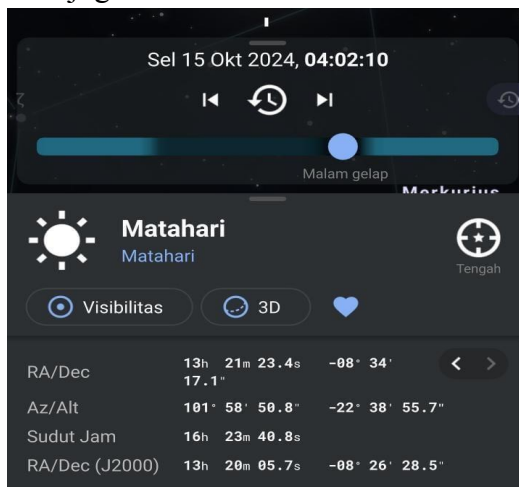
⁵⁴ Khanah Fitriyah, *Efek kelembaman udara....*

diatas permukaan laut, maka banyak yang melaksanakan terlihat dengan jelas daerah tersebut merupakan daerah Semarang yang penuh dengan polusi cahaya, yang ditandai dengan warna merah pekat. Hal tersebut disebabkan karena padatnya populasi penduduk dan polusi cahaya yang ditimbulkan. Tapi karna tinggi menara mencapai 99 m diatas permukaan laut, maka banyak yang melaksanakan *rukyatul hilal* di menara tersebut.

B. Data Astrofotografi di Desa Sidomakmur Kec. Kaliwungu Selatan Kab. Kendal dan Menara Al Husna MAJT Kota Semarang

menggunakan Teknik *Blink Comparator* Ahli falak mempunyai kriteria masing-masing dalam menentukan waktu salat. Banyak kajian serta penelitian mengenai keberadaan *fajar*. Seperti Tono Saknono menggunakan aplikasi *stellarium mobile* untuk membantu menentukan waktu yang tepat dalam menentukan waktu dalam ketinggian matahari yang diinginkan saat melakukan pengamatan atau observasi *fajar* untuk memperoleh hasil pengamatan yang lebih optimal. *stellarium mobile* adalah perangkat lunak yang memberikan kebebasan kepada penggunanya untuk membuat sebuah planetarium secara virtual, yang mensimulasikan langit nyata secara *real-time* dan interaktif dengan aplikasi ini dapat menunjukkan dengan tepat apa yang dilihat saat melihat bintang

termasuk juga ketika melihat matahari.



Gambar 3. 7 Stellarium Mobile

Data ketinggian matahari yang digunakan peneliti menggunakan hasil dari observasi lapangan peneliti sendiri, dimana observasi dimulai saat matahari berada pada ketinggian $-20^{\circ}00'00''$ atau masuknya matahari pada ketinggian -20° karena menyesuaikan data dari setelan kamera yang hanya menunjukkan jam dan menit pada data citra tersebut, merupakan ketinggian matahari dari Bapak Thomas Djamaluddin sampai dengan -20° yang merupakan ketinggian matahari Kementerian Agama RI. Pengambilan data dilakukan dengan menggunakan kamera *Nikon D7200* dengan lensa 55 mm. Berikut tabel karakteristik citra, seting kamera dan parameter optik dari data Desa Sidomakmur tanggal 15, 16 Januari serta 17 Oktober 2024 dan Menara Al Husna MAJT tanggal , 24, 25 dan 26 Oktober. Data citra *fajar shadiq* setelah diolah menggunakan

lightroom dan link video setelah diproses menggunakan teknik *blink comparator*:

- a) Data *fajar shadiq* yang telah diolah menggunakan *lightroom* dan melihat ketinggian matahari menggunakan aplikasi *stellarium*.
 - Desa Sidomakmur, Kec. Kaliwungu Selatan Kab. Kendal (Zona Hijau Tua)

Selasa, 15 Oktober 2024 (Deklinasi -08° 37' 45")

Tabel 3. 1 Data hasil ilustrasi pengamatan penulis di Desa Sidomakmur 15 oktober 2024 untuk analisis perubahan warna dengan prinsip blink comparator

Citra	Waktu (WIB)	Ketinggian Matahari			
1	03:58:45	-20° 00'	17	04:30:00	-12° 24'
2	04:00:50	-19° 30'	18	04:32:10	-11° 52'
3	04:02:00	-19° 13'	19	04:34:11	-11° 22'
4	04:04:01	-18° 44'	20	04:36:00	-10° 56'
5	04:06:05	-18° 13'	21	04:38:10	-10° 24'
6	04:08:00	-17° 45'	22	04:40:50	-09° 45'
7	04:10:10	-17° 14'	23	04:42:30	-09° 21'
8	04:12:05	-16° 43'	24	04:44:05	-08° 57'
9	04:14:15	-16° 17'	25	04:46:55	-08° 16'
10	04:16:00	-15° 49'	26	04:48:10	-07° 57'
11	04:18:02	-15° 19'	27	04:50:15	-07° 27'
12	04:20:20	-14° 45'	28	04:52:31	-06° 54'
			29	04:54:12	-06° 29'
			30	04:56:40	-05° 53'

13	04:22:15	-14° 17′
14	04:24:14	-13° 48′
15	04:26:09	-13° 26′
16	04:28:10	-12° 51′

31	04:58:10	-05° 31′
32	05:00:11	-05° 01′
33	05:02:20	-04° 25′
34	05:04:15	-03° 51′

Rabu, 16 Oktober 2024 (Deklinasi -09° 00′ 22’)

Tabel 3. 2 Data hasil ilustrasi pengamatan penulis di Desa Sidomakmur 16 oktober 2024 untuk analisis perubahan warna dengan prinsip blink comparator

Citra	Waktu (WIB)	Ketinggian Matahari
1	03:58:05	-20° 03′
2	04:00:12	-19° 32′
3	04:02:56	-18° 52′
4	04:04:24	-18° 31′
5	04:06:29	-18° 00′
6	04:08:28	-17° 32′
7	04:10:24	-17° 03′
8	04:12:10	-16° 38′
9	04:14:13	-16° 08′
10	04:16:45	-15° 31′
11	04:18:10	-15° 10′
12	04:20:01	-14° 43′
13	04:22:45	-14° 03′
14	04:24:38	-13° 35′
15	04:26:13	-13° 12′
16	04:28:15	-12° 49′

17	04:30:12	-12° 14′
18	04:32:45	-11° 37′
19	04:34:39	-11° 13′
20	04:36:23	-10° 44′
21	04:38:56	-10° 06′
22	04:40:12	-09° 48′
23	04:42:01	-09° 21′
24	04:44:23	-08° 49′
25	04:46:12	-08° 20′
26	04:48:39	-07° 44′
27	04:50:06	-07° 23′
28	04:52:11	-06° 52′
29	04:54:32	-06° 18′
30	04:56:38	-05° 47′
31	04:58:23	-05° 21′
32	05:00:05	-04° 55′
33	05:02:28	-04° 15′
34	05:04:12	-03° 49′

Kamis, 17 Oktober 2024 (Deklinasi -09° 22’ 21’)

Tabel 3. 3 Data hasil ilustrasi pengamatan penulis di Desa Sidomakmur 17 oktober 2024 untuk analisis perubahan warna dengan prinsip blink comparator

Citra	Waktu (WIB)	Ketinggian Matahari			
			17	04:30:51	-11° 58’
			18	04:32:29	-11° 34’
1	03:57:11	-20° 09’	19	04:34:29	-11° 05’
2	04:00:34	-19° 19’	20	04:36:28	-10° 36’
3	04:02:56	-18° 45’	21	04:38:20	-10° 09’
4	04:04:34	-18° 21’	22	04:40:10	-09° 42’
5	04:06:01	-18° 00’	23	04:42:11	-09° 12’
6	04:08:10	-17° 29’	24	04:44:23	-08° 40’
7	04:10:23	-16° 57’	25	04:46:38	-08° 07’
8	04:12:49	-16° 21’	26	04:48:39	-07° 38’
9	04:14:29	-15° 57’	27	04:50:45	-07° 07’
10	04:16:10	-15° 32’	28	04:52:11	-06° 46’
11	04:18:03	-15° 05’	29	04:54:20	-06° 14’
12	04:20:04	-14° 35’	30	04:56:09	-05° 48’
13	04:22:30	-14° 00’	31	04:58:34	-05° 12’
14	04:24:24	-13° 32’	32	05:00:11	-04° 47’
15	04:26:10	-13° 06’	33	05:02:28	-04° 08’
16	04:28:41	-12° 30’	34	05:04:10	-03° 37’

3. Menara Al Husna MAJT Kota Semarang (Zona jingga kemerah-merahan)

Kamis, 24 Oktober 2024 (Deklinasi -11° 31' 08")

Tabel 3. 4 Data hasil ilustrasi pengamatan penulis di Menara Al Husna MAJT 24 oktober 2024 untuk analisis perubahan warna dengan prinsip blink comparator

Citra	Waktu (WIB)	Ketinggian Matahari		17	04:26:12	-12° 23'
				18	04:28:45	-11° 47'
1	03:54:05	-20° 00'		19	04:30:39	-11° 19'
2	03:56:12	-19° 36'		20	04:32:23	-10° 54'
3	03:58:56	-18° 57'		21	04:34:56	-10° 17'
4	04:00:24	-18° 36'		22	04:36:12	-09° 59'
5	04:02:29	-18° 06'		23	04:38:01	-09° 32'
6	04:04:28	-17° 35'		24	04:40:23	-08° 58'
7	04:06:24	-17° 09'		25	04:42:12	-08° 32'
8	04:08:10	-16° 44'		26	04:44:39	-07° 56'
9	04:10:13	-16° 14'		27	04:46:06	-07° 35'
10	04:12:45	-15° 38'		28	04:48:11	-07° 05'
11	04:14:10	-15° 17'		29	04:50:32	-06° 32'
12	04:16:01	-14° 51'		30	04:52:38	-05° 55'
13	04:18:45	-14° 11'		31	04:54:23	-05° 35'
14	04:20:38	-13° 44'		32	04:56:05	-05° 10'
15	04:22:13	-13° 21'		33	04:58:28	-04° 32'
16	04:24:15	-12° 52'		34	05:00:12	-04° 02'

Jumat, 25 Oktober 2024 (Deklinasi -12° 12' 44")

Tabel 3. 5 Data hasil ilustrasi pengamatan penulis di Menara Al Husna MAJT 25 oktober 2024 untuk analisis perubahan warna dengan prinsip blink comparator

Citra	Waktu (WIB)	Ketinggian Matahari
1	03:54:03	-20° 01′
2	03:56:12	-19° 30′
3	03:58:56	-18° 51′
4	04:00:24	-18° 30′
5	04:02:29	-18° 00′
6	04:04:28	-17° 31′
7	04:06:24	-17° 03′
8	04:08:10	-16° 38′
9	04:10:13	-16° 08′
10	04:12:45	-15° 32′
11	04:14:10	-15° 12′
12	04:16:01	-14° 45′
13	04:18:45	-14° 06′
14	04:20:38	-13° 38′
15	04:22:13	-13° 16′
16	04:24:15	-12° 46′

17	04:26:12	-12° 18′
18	04:28:45	-11° 41′
19	04:30:39	-11° 14′
20	04:32:23	-10° 49′
21	04:34:56	-10° 12′
22	04:36:12	-09° 54′
23	04:38:01	-09° 27′
24	04:40:23	-08° 53′
25	04:42:12	-08° 27′
26	04:44:39	-07° 51′
27	04:46:06	-07° 30′
28	04:48:11	-07° 00′
29	04:50:32	-06° 26′
30	04:52:38	-05° 55′
31	04:54:23	-05° 30′
32	04:56:05	-05° 05′
33	04:58:28	-04° 27′
34	05:00:12	-03° 56′

Sabtu, 26 Oktober 2024 (Deklinasi -12° 33′ 53″)

*Tabel 3. 6 Data hasil ilustrasi pengamatan penulis di Menara Al Husna MAJT
26 oktober 2024 untuk analisis perubahan warna dengan prinsip blink
comparator*

Citra	Waktu (WIB)	Ketinggian Matahari
1	03:53:40	-20° 00′
2	03:55:12	-19° 38′
3	03:58:56	-18° 45′

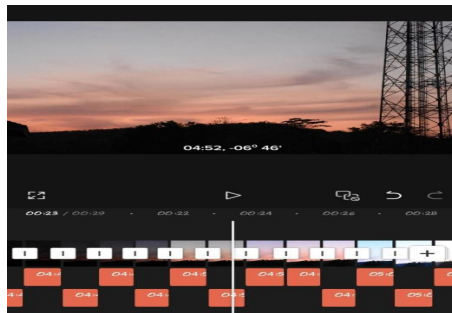
17	04:26:12	-12° 13′
18	04:28:45	-11° 36′
19	04:30:39	-13° 09′
20	04:32:23	-10° 44′
21	04:34:56	-10° 17′

4	04:00:24	-18° 24′
5	04:02:29	-17° 54′
6	04:04:28	-17° 26′
7	04:06:24	-16° 58′
8	04:08:10	-16° 32′
9	04:10:13	-16° 03′

22	04:36:12	-09° 49′
23	04:38:01	-09° 22′
24	04:40:23	-08° 48′
25	04:42:12	-08° 22′
26	04:44:39	-07° 46′
27	04:46:06	-07° 25′

10	04:12:45	-15° 27'
11	04:14:10	-15° 06'
12	04:16:01	-14° 40'
13	04:18:45	-14° 00'
14	04:20:38	-13° 33'
15	04:22:13	-13° 10'
16	04:24:15	-12° 41'

28	04:48:11	-06° 55'
29	04:50:32	-06° 21'
30	04:52:38	-05° 51'
31	04:54:23	-05° 25'
32	04:56:05	-05° 01'
33	04:58:28	-04° 21'
34	05:00:12	-03° 51'



Gambar 3. 8 Proses pengeditan gambar hasil observasi menggunakan aplikasi Capcut Mobile

- b) Link video dengan teknik *blink comparator*
- Desa Sidomakmur Kec. Kaliwungu Selatan Kab Kendal

Tabel 3. 7 Hasil ilustrasi pengamatan penulis : Link Video blink comparator di Desa Sidomakmur Kec.Kaliwungu Selatan Kab. Kendal

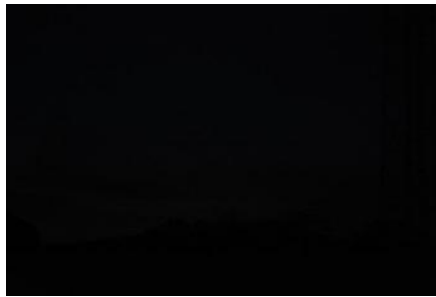
No.	Tanggal	Link video <i>blink comparator</i>
1	15 Oktober 2024	https://drive.google.com/file/d/1ASFqvSVY35i8NeiBksLMcQB-8rz2BJL_/view?usp=drivesdk
2	16 Oktober 2024	https://drive.google.com/file/d/1AWvtjFDHnNOXV1p9N2A6b7bAC_D3ycaQ/view?usp=drivesdk
3	17 Oktober 2024	https://drive.google.com/file/d/1AvqZH5De3n4ltIFzn7F42HU7Z2M0dZ5N/view?usp=drivesdk

- Menara Al Husna MAJT Kota Semarang

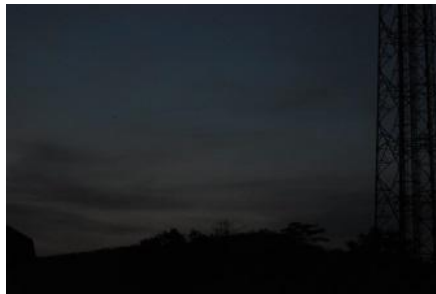
Tabel 3. 8 Hasil ilustrasi pengamatan penulis : Link Video blink comparator di Menara Al Husna Kota Semarang

No.	Tanggal	Link video <i>blink comparator</i>
1	24 Oktober 2024	https://drive.google.com/file/d/1AwjqHxkj8dwZW2V9VES23E5anBnKoXBl/view?usp=drivesdk
2	25 Oktober 2024	https://drive.google.com/file/d/1B1a1XP0kEZqZvHIIBUo_gk_xCVabtcy/view?usp=drivesdk
3	26 Oktober 2024	https://drive.google.com/file/d/1B1dKI7xI6Buk_NUn5377FYvQHiuZlNsW/view?usp=drivesdk

Dalam data yang diperoleh diatas, penggunaan 32 data citra *fajar shadiq* menyesuaikan dengan ketinggian matahari yang diambil, dikarenakan peneliti menggunakan 3 (tiga) kriteria ahli yang dimulai dari matahari ketinggian -20° sampai matahari pada ketinggian -18° , peneliti menggunakan patokan waktu yang dijadikan prakiraan akhir waktu Subuh dalam mengakhiri pengambilan data citra.



Gambar 3. 15 Data hasil ilustrasi pengamatan penulis : citra fajar di Desa Sidomakmur saat ketinggian matahari berada pada $-20^{\circ} 00'$



Gambar 3. 16 Data hasil ilustrasi pengamatan penulis: citra fajar di Desa Sidomakmur saat ketinggian matahari berada pada $-06^{\circ} 54'$

Berikut adalah tabel berisi data tentang intensitas kecerlangan langit menurut satuan SQM (Sky Quality Meter) dari yang terendah

ke yang tertinggi:

Tabel 3. 9 Tabel Data intensitas kecerlangan langit menurut satuan SQM

Kecerlangan langit (mag/arcsec ²)	Kategori	Deskripsi
22.0 - 21.99	Langit Sangat Gelap	Langit yang sangat bebas polusi cahaya, ideal untuk observasi astronomi.
21.99 - 21.50	Langit Gelap	Langit yang gelap dengan sedikit polusi cahaya, cocok untuk pengamatan bintang dan galaksi.
21.50 - 21.00	Langit Suburban Gelap	Langit yang masih cukup gelap, tapi ada sedikit polusi cahaya dari area suburban.
21.00 - 20.50	Langit Suburban	Langit dengan polusi cahaya sedang, masih memungkinkan melihat objek langit terang.
20.50 - 20.00	Langit Kota	Langit yang terkena polusi cahaya kota, sulit untuk melihat objek langit yang redup.
20.00 - 19.50	Langit Kota Terang	Langit yang sangat terang karena polusi cahaya kota, hanya beberapa objek langit yang terlihat.
19.50 - 19.00	Langit Sangat Terang	Langit yang sangat terang, hampir tidak mungkin melihat bintang atau objek langit lainnya.

BAB IV

ANALISIS POLUSI CAHAYA MENGGUNAKAN CITRA ASTROFOTOGRAFI DENGAN METODE *BLINK COMPARATOR* UNTUK MENENTUKAN AWAL WAKTU SUBUH

A. Hasil observasi polusi cahaya menggunakan metode *blink comparator* terhadap fajar *shadiq*

Permasalahan muncul ketika konsep waktu salat diimplementasikan dalam ilmu astronomi, dimana dalam ilmu astronomi konsep fajar dan senja diterjemahkan kedalam konsep astronomi dengan menghitung ketinggian (posisi) matahari yang menjadi sumber cahaya pagi dan sore. Munculnya konsep ketinggian (posisi) matahari pada waktu Isya dan Subuh yang bervariasi, kemudian mengarah pada jadwal waktu salat yang semula, yang bervariasi sesuai dengan sudut ketinggian matahari terbit yang digunakan.

Waktu Subuh dimulai dengan munculnya atau terbitnya fajar *shadiq* dan berakhir saat Matahari terbit. 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.⁵⁵ Karena penentuan kriteria fajar tersebut merupakan produk ijtihadiyah, maka perbedaan seperti itu dianggap wajar.⁵⁶

⁵⁵ Susiknan Azhari, Ilmu Falak Perjumpaan Khazanah Islam dan Sains Modern, Yogyakarta: Suara Muhammadiyah, 2007, Hal. 69.

⁵⁶ Arwin Juli Rakjyadi Butar-Butar. Fajar dan Fajar dalam Kesarjaan

Di Indonesia ijthad yang digunakan adalah posisi matahari 20 derajat di bawah ufuk, dengan landasan dalil syar'i dan astronomis yang dianggap kuat,⁵⁷ antara lain karena atmosfer⁵⁸ Indonesia yang berada di wilayah ekuator relatif lebih tebal dari lintang tinggi, ketebalan troposfer diatas daerah ekuator lebih besar dari pada di daerah subtropis dan daerah kutub. Di ekuator troposfer (tropopause⁵⁹) 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.

Fajar *shadiq*⁶⁰ dapat dipahami sebagai dawn astronomical twilight (fajar astronomi), yaitu ketika langit tidak lagi gelap dimana 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° + 20°).⁶¹ Di Indonesia pada umumnya, Subuh dimulai pada saat kedudukan

Astronomi Muslim dan Ulama Nusantara. Yogyakarta: LkiS, 2008. Hal. 130- 131

⁵⁷ Thomas, Jamaluddin, Waktu Subuh Ditinjau Secara Astronomi Dan Syar'ii. Diakses, 12 November 2024. <https://tdjameluddin.com/2010/04/15/>

⁵⁸ Atmosfer adalah lapisan gas penyelubung benda planet, biasa disebut angkasa atau udara. Lihat Bambulang Hidayat, dkk, Ensikloprdi Astronomi, Bulandung: ITB, 1980, Hal, 7.

⁵⁹ Tropopause merupakan lapisan perbatasan yang terletak diatas troposfer yakni lapisan peralihan dengan lapisan atasnya Stratosfer. Lihat Admiranto, Menjelajahi Tata Surya, Hal. 88

⁶⁰ 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.

⁶¹ Abd Rachim, Ilmu Falak, Hal.39

Matahari 20° derajat di bawah ufuk hakiki (true horizon). Hal ini bisa dilihat misalnya pendapat ahli falak terkemuka Indonesia, yaitu Saadoe⁶²ddin Djambek disebut-sebut oleh banyak 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.⁶²Sementara itu batas akhir waktu Subuh adalah waktu Syuruq (terbit), yaitu -1° .

B. Tinjauan Fikih dan astronomi terhadap kriteria tinggi matahari dalam penentuan awal waktu Subuh

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

⁶² Saadoe⁶²ddin 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 alBogori) Hal. 20, ad-Durusul Falakiyah (Muhammad Ma⁶²shumm bin Ali alMaskumambulangi) 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..

Tabel 4. 1 kriteria sudut Subuh di beberapa negara⁶³

Organisasi	Kriteria ketinggian matahari		Negara
	Subuh	Isya	
University of Islamic Science Karachi	18°	18°	Pakistan, Bangladesh, India, Afganistan, dan sebagian Eropa
Islamic Society of North America (ISNA)	15°	15°	Canada sebagian Amerika
Muslem World league	18°	17°	Eropa, Timur jauh dan sebagian Amerika Serikat
Taqwimul Ummul Quro	19°	90 menit setelah Maghrib (120 menit khusus Ramadhan)	Semenanjung Arabia
Egyptian General Authority of Survey	19,5°	17,5°	Afrika, Syiria, Irak, Lebanon, dan Malaysia
Badan Hisab dan Rukyat Departemen Agama	20°	18°	Indonesia

⁶³ Khanah Fitriyah, *Efek kelembaban udara terhadap pelaksanaan rukyatul hilal (studi kasus di menara al-Husna MAJT). Skripsi (S1), UIN Walisongo*

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa setiap selisih 1° ketinggian Matahari yang dijadikan acuan penentuan waktu Subuh akan ekivalen dengan selisih 4 menit awal Salatnya. Di Indonesia ijtihad yang digunakan adalah posisi Matahari 20° dibawah ufuk, Penggunaan angka ini adalah menurut Departemen Agama RI (1994) adalah berdasarkan pendapat Saadoeddin Djambe (1974) dalam bukunya Salat dan puasa di daerah kutub dan Abd. Rachim dalam bukunya ilmu falak. Angka 20° ini sebenarnya adalah angka yang diberikan oleh Ibnu Yunus seorang ilmuwan yang hidup 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. 2 kriteria ketinggian matahari awal Subuh menurut beberapa ahli falak di Indonesia⁶⁴

Ahli Falak	Posisi Matahari
Saadoe'ddin Djambe (1974: 32)	-20°
KH. Zubair Umar al-Jailani (tt: 176)	-18°
Muhammad Khamsi Fumiyah Ali (tt: 142) Abdur Rachim (1983: 39)	-18°
Noor Muhammad SS (tt: 20)	20°
KH. Slamet Hambali (2006: 1)	$-19^\circ + h$ terbit/ terbenam
T Djamaluddin (2005: 138)	-18°
Muhyiddin Khazzin (2008: 92)	20°

Jika dilihat pada tabel 2 di atas, University of Islamic Science Karachi dan Muslim World League memiliki kriteria yang sama yakni -18° , memiliki selisih $1,5^\circ$ dengan Ummul Qurra Committee dan Egyptian General Authority of Survey. Sedangkan, Islamic Society of North America (ISNA) memiliki kriteria yang jauh berbeda dengan empat organisasi tersebut, selisihnya $3^\circ - 4,5^\circ$. Dari sumber data yang penulis kutip, tidak menjelaskan alasan-alasan astronomis pengambilan angka-tersebut. Akan tetapi, diasumsikan bahwa data astronomis tersebut.

Selanjutnya pada tabel 4, ahli falak Indonesia menentukan bahwa secara astronomis, saat awal waktu Subuh dimulai kedudukan Matahari antara $18-20^\circ$, 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.

Berdasarkan tabel di atas, kriteria matahari terbit lebih cepat muncul karena Indonesia berada di dekat garis khatulistiwa dan memiliki atmosfer yang sangat padat atau cukup padat. Thomas Djamaluddin menambahkan, perbedaan penentuan ketinggian matahari saat terbit dan 18 derajat di bawah ufuk tidak mutlak. Kalkulator Islam digunakan untuk merumuskan definisi matahari terbit sebagai fajar astronomi. Dengan kriteria lain, berdasarkan pengamatan sebelumnya, -15 hingga -20 derajat.

Penentuan kriteria sahur merupakan hasil ijtihad atau akal

sehat. Oleh karena itu, perbedaan tersebut dianggap wajar.⁶⁵

Beberapa tokoh astronomi memiliki telaah dan standar tentang waktu Subuh. Khususnya astronomi Muslim abad pertengahan. seluruhnya ada 41 tokoh dengan 48 karya (literatur). Khususnya pendapat mengenai matahari awal waktu Subuh di negara Arab, ulama disana menggunakan ketinggian matahari -18 derajat. Ini didasarkan pada pengamatan dan kajian astronomi yang dilakukan oleh lembaga-lembaga seperti King Abdulaziz City for Science and Technology (KACST). Pendapat pada negara lain seperti di Mesir, Al Azhar University, salah satu institusi islam tertua didunia dan yang paling dihormati, menggunakan ketinggian matahari -19,5 derajat untuk waktu Subuh. Pendekatan ini didasarkan pada kajian fikih dan astronomi yang komprehensif. Pendapat dinegara ain juga bisa dilihat dari negara Maroko, Ketinggian matahari yang digunakan untuk menentukan waktu Subuh adalah -19 derajat. Pendekatan ini didukung oleh kajian astronomi dan pengamatan local.

⁶⁵ Thomas Djamaluddin “Waktu Subuh ditinjau secara astronomi dan syar’i”
<https://tdjamaluddin.wordpress.com/2010/04/15/waktu-Subuh-ditinjau-secara-astronomi-dan-syar-i/> (Diakses 11 Februari 2023).

Tabel 4. 3 kriteria ketinggian matahari awal Subuh menurut tokoh di dunia⁶⁶

No	Nama Tokoh	Abad H/M	Standar Fajar	Standar Syafak	Sumber
1	Al- fadhli bin Hatim an-Nuizy (w. 290 H/903M)	3/9	18	18	al- 'Amal bi al- Usthurlab al-Kury
2	Jabir al-Battani (w.317/929)	4/10	18	18	Zij al-Battany
3	Kussyar al-Jily (w.350/961)	4/10	18	18	Risalah fi al- Usthurlab
4	Bdurrahman ash-Shufi (w.376/989)	4/10	18	18	Dikutip dari "Idhah al-Qaul al-Haqq.."
5	Abu Raihan al-Biruni (w.440/1048)	5/11	18	18	Al-Qamun al-Mas'udy
6	Abu Raihan al-Biruni (w. 440/1048)	5/11	18/17	18/17	Isti ab al-Wujuh al-Mumkinah fi Shan'ah al-Usthurlab
7	Ibn Syathir	8/14	19	16	Risalah an-Naf al-Amm fi al- 'Amal bi ar Rub' al- 'Amm
8	Az-zarqali (w.493 H/ 1100M)	5/11	18	18	Pedoman bahagisalahia
9	Jamahuddin al-Mardiny (w.806/1403)	9/15	19	17	Risalah ad-Durr al-Mantsur fi al- 'Amal bi Rub' ad-Dustur

⁶⁶ Khanah Fitriyah, *Efek kelembaban udara terhadap pelaksanaan rukyatul hilal (studi kasus di menara al-Husna MAJT). Skripsi (S1), UIN Walisongo*

Abad ke -10 H/16 M, astronom Muslim Muhammad bin Abi al-Khair al-Husny menyiapkan sebuah koleksi tabel yang menunjukkan durasi syafak dan fajar saat ekuinoks dan solstice, yang mana durasinya dapat ditentukan dengan instrument astrolabe.⁶⁷

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 mengkoreksi masuknya awal waktu Subuh Tono saksono menggunakan dua sensor pendeteksi fajar, mengkoleksi data yang diperlukan dan relevan, membulangun algoritma pemrosesan data. hasilnya menyatakan bahwa Subuh di Indonesia seharusnya terjadi pada saat Matahari ada pada dip $13,4^{\circ}$ di bawah ufuk.⁶⁸ 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:⁶⁹

⁶⁷ Thomas Djamaluddin “Waktu Subuh ditinjau secara astronomi dan syar’i”
<https://tdjamaluddin.wordpress.com/2010/04/15/waktu-Subuh-ditinjau-secara-astronomi-dan-syari/> (Diakses 11 Februari 2023).

⁶⁸ Tono Saksono, evaluasi awal waktu Subuh dan Isya perspektif Sains, Teknologi dan syariah, Jakarta: UHAMKA Press dan LPP AIKA UHAMKA, 2017, Hal,

⁶⁹ Thomas Djamaluddin, *Twilight Menurut Astronomi*, Makalah

"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 Salat 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 $13,04^\circ$ ($\sigma = 1,4^\circ$) di bawah ufuk. Dengan demikian apabila kita selama ini menggunakan waktu Salat berdasarkan kriteria 20° di bawah ufuk maka akan ada selisih lebih kurang 26 menit.

Rayleigh dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), merupakan satuan kecerahan yang digunakan untuk mengukur pada kecerahan langit malam dan aurora.⁷⁰ Hamburan *rayleigh* merupakan bagian hasil observasi dari analisis perubahan warna langit pada citra di atmosfer yang dipilih 30 (tiga puluh) citra *fajar* pada bulan Oktober dimana dasar dari pemilihan citra tersebut dapat dilihat dari tabel yang menunjukkan waktu serta ketinggian (*altitude*) matahari.

disampaikan pada Temu Kerja Evaluasi Hisab dan Rukyat Kementerian Agama, Semarang, 23-25 Februari 2010, h. 3.

⁷⁰ KBBI, "Arti Kata Rayleigh di Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI)", <https://kbbi.lectur.id/rayleigh>, diakses pada 8 Nopember 2024 pukul 15.31.

Dari 30 (tiga puluh) citra pada di lokasi Desa Sidomakmur dan 50 (lima puluh) citra pada Menara AlHusna MAJT dilakukan proses *blink comparator* atau membandingkan 2 (dua citra) dengan membuat *gif animation* serta menyatukannya ke dalam satu video dimana satu citra dijadikan acuan untuk melihat perubahan *fajar Shadiq* yang terjadi. Dari perbandingan citra dapat disimpulkan pengamatan pola *fajar* dengan menggunakan citra astrofotografi dan metode *blink comparator* adalah salah satu cara untuk mengamati perubahan yang terjadi pada langit saat mega merah perlahan hilang di ufuk barat yang menandakan masuknya waktu Subuh. Hasil dari observasi pola fajar *shadiq* dengan metode *blink comparator* menunjukkan perubahan yang terjadi pada langit saat warna langit, perubahan bentuk awan, dan perubahan posisi benda langit seperti planet, bintang, serta bulan. Selain itu, pengamatan dengan menggunakan metode ini dapat mengungkap variasi kecepatan pergerakan benda langit dan perubahan pola awan. Pada fenomena *fajar shadiq* yang diangkat, peneliti terfokus pada perubahan warna langit untuk menentukan awal waktu Subuh dengan menggunakan patokan dari ketinggian matahari pada 3 (tiga) ahli yang dipakai yaitu Kementerian Agama RI, Slamet Hambali dan Tono Saksono. Hasil dari pengamatan *fajar shadiq* selama 3 (tiga) hari, yang dimulai dari tanggal 15, 16, dan 17 Oktober 2024 pada Desa Sidomakmur dan tanggal 24, 25, dan 26 Oktober 2024 pada Menara Al Husna MAJT yang telah diproses menggunakan metode *blink comparator* menghasilkan :

1. Desa Sidomakmur, Kendal, 15 Oktober 2024

Hasil observasi dari kriteria Tono Saksono yang dapat dilihat dari tabel data yang peneliti lakukan pada

bab 3 menunjukkan hasil langit citra astrofotografi fajar *shadiq* langit masih Nampak jelas tidak terpengaruh oleh polusi cahaya, Pada kriteria Slamet Hambali masih terlihat pada ufuk timur langit sehingga tidak menunjukkan awal waktu Subuh yang tepat. Kriteria ketinggian Kementerian Agama atau Kemenag RI menunjukkan warna langit yang sudah gelap dan juga kemerahan yang sudah hilang keseluruhannya. Awal waktu Subuh pada 15 Oktober 2024 pada Desa Sidomakmur, Kendal menunjukkan pada ketinggian Kementerian Agama RI. Kondisi langit pada tanggal tersebut menunjukkan cuaca yang cukup cerah terdapat awan pada area terbit matahari, namun tidak menghalangi observasi untuk melihat fajar *shadiq*.

2. Desa Sidomakmur, Kendal, 16 Oktober 2024

Hasil observasi dari kriteria Tono Saksono yang dapat dilihat dari tabel data yang peneliti lakukan pada bab 3 menunjukkan hasil langit citra astrofotografi fajar *shadiq* langit masih Nampak jelas dan fajar masih terlihat sangat gelap, Pada kriteria Slamet Hambali masih terlihat pada ufuk timur langit yang kemerahan sehingga tidak menunjukkan awal waktu Subuh yang tepat. Kriteria ketinggian Kementerian Agama atau Kemenag RI menunjukkan warna langit yang sudah terang dan juga lebih jelas warna keputih-putihannya yang sudah terlihat keseluruhannya. Awal waktu Isya pada 16 Oktober 2024 pada Desa Sidomakmur menunjukkan pada ketinggian Kementerian Agama RI. Kondisi langit pada tanggal tersebut menunjukkan cuaca yang cukup cerah dan terdapat awan pada area terbit matahari yang sangat sedikit, lebih bersih dibandingkan

dengan hari pertama penelitian, namun tidak menghalangi observasi untuk melihat polusi cahaya terhadap *fajar shadiq* yang menghilang dan tergantikan dengan langit abu-abu lalu menjadi terang benderang. Kondisi langit pada tanggal tersebut menunjukkan cuaca yang cukup cerah untuk melihat ufuk karena terdapat awan pada area terbit matahari, namun tidak menghalangi observasi.

3. Desa Sidomakmur, Kendal, 17 Oktober 2024

Hasil observasi 17 oktober 2024 pada Desa Sidomakmur, Kendal dari kerteria Tono Saksono yang dapat dilihat dari tabel data yang peneliti lakukan pada bab 3 menunjukkan hasil langit pada citra astrofotografi *fajar shadiq* langit masih Nampak sangat gelap dan polusi cahaya sangat minim di Desa Sidomakmut, Kendal. Pada kriteria Slamet Hambali langit pada ufuk timur sudah menghilang kemerahannya dikarenakan awan yang pada pagi harinya sehingga pada tanggal 17 Oktober 2024 awal waktu Isya sesuai dengan kriteria Slamet Hambali. Kriteria ketinggian Kementerian Agama atau Kemenag RI menunjukkan langit gelap. Kondisi langit pada tanggal tersebut menunjukkan cuaca yang kurang baik terdapat awan pada area tenggelam matahari, namun tidak menghalangi observasi untuk membidik pengaruh polusi cahaya terhadap *fajar shadiq*.

4. Menara Al-Husna MAJT, Semarang, 24 Oktober 2024

Hasil observasi dari kerteria Tono Saksono yang dapat dilihat dari tabel data yang peneliti lakukan pada bab 3 menunjukkan hasil langit citra astrofotografi *fajar*

shadiq langit terlihat sudah sangat cerah dan fajar *shadiq* terlihat sangat jelas telah terkena polusi cahaya di Kota Semarang. Pada ketinggian 100 mdpl ini terlihat juga beberapa lampu dari bangunan yang ikut terekam didalam penelitian. Pada kriteria Slamet Hambali masih terlihat pada ufuk timur langit yang kemerahan. Kriteria ketinggian Kementerian Agama menunjukkan warna langit yang sudah lumayan terang dan juga kemerahan yang mulai nampak keseluruhannya. Sehingga kriteria dari Kemenag ini tepat digunakan oleh awal waktu Subuh pada 24 Okotber 2024 pada Menara Alhusna, Semarang menunjukkan pada ketinggian Kementerian Agama RI. Kondisi langit pada tanggal tersebut menunjukkan cuaca yang cukup cerah terdapat awan pada area terbit matahari, namun tidak menghalangi observasi untuk melihat fajar *shadiq*.

5. Menara Al-Husna MAJT, Semarang, 25 Oktober 2024

Hasil observasi dari kerteria Tono Saksono yang dapat dilihat dari tabel data yang peneliti lakukan pada bab 3 menunjukkan hasil langit citra astrofotografi fajar *shadiq* langit terlihat cerah dan fajar *shadiq* terlihat sangat jelas telah terkena polusi cahaya di Kota Semarang. Pada ketinggian 100 mdpl ini terlihat juga beberapa lampu dari bangunan yang ikut terekam didalam penelitian. Pada kriteria Slamet Hambali masih terlihat pada ufuk timur langit yang kemerahan. Kriteria ketinggian Kementerian Agama menunjukkan warna langit yang sudah lumayan terang dan juga kemerahan yang mulai nampak keseluruhannya. Sehingga kriteria dari Kemenag ini tepat digunakan oleh awal waktu

subuh pada 25 Oktober 2024 pada Menara Alhusna, Semarang menunjukkan pada ketinggian Kementerian Agama RI. Kondisi langit pada tanggal tersebut menunjukkan cuaca yang berawan dan cenderung mendung, terlihat juga warna awan pada area terbit matahari berupa abu-abu dan cenderung gelap, dan observasi sedikit terganggu untuk melihat dampak polusi cahaya terhadap fajar *shadiq*.

6. Menara Al-Husna MAJT, Semarang, 26 Oktober 2024

Hasil observasi dari kerteria Tono Saksono yang dapat dilihat dari tabel data yang peneliti lakukan pada bab 3 menunjukkan hasil langit citra astrofotografi fajar *shadiq* langit terlihat cerah dan fajar *shadiq* terlihat sangat jelas telah terkena polusi cahaya di Kota Semarang. Pada ketinggian 100 mdpl ini terlihat juga beberapa lampu dari bangunan yang ikut terekam didalam penelitian. Sehingga kriteria dari Kemenag ini tepat digunakan oleh awal waktu Isya pada 26 Oktober 2024 pada Menara Alhusna, Semarang menunjukkan pada ketinggian Kementerian Agama RI. Kondisi langit pada tanggal tersebut menunjukkan cuaca yang berawan dan cenderung mendung, dan terlebih awan tersebut membentang secara horizontal sepanjang ufuk timur berupa awan abu- abu dan cenderung gelap, dan observasi sedikit terganggu untuk melihat dampak polusi cahaya terhadap fajar *shadiq*.

Peneliti membandingkan hasil awal waktu salat yang didapatkan berdasarkan ketinggian awal waktu Isya yang terdapat pada tabel bab sebelumnya yaitu sebagai berikut :

*Tabel 4. 4 data hasil ilustrasi pegamatan
Penulis :Perbandingan ketinggian matahari awal waktu Subuh
menurut ahli falak di Indonesia*

Tanggal	Ketinggian Matahari Awal Waktu Subuh		
	Tono Saksono (- 13,4°)	Kementrian Agama (-20°)	Slamet Hambali (- 20°)
Desa Sidomakmur, Kaliwungu Selatan, Kendal			
15 Oktober 2024	04:24 WIB	03:58 WIB	03:58 WIB
16 Oktober 2024	04:24 WIB	03:56 WIB	03:56 WIB
17 Oktober 2024	04:23 WIB	03:57 WIB	03:57 WIB
Menara Al Husna MAJT Semarang			
24 Oktober 2024	04:20 WIB	03:54 WIB	03:54 WIB
25 Oktober 2024	04:20 WIB	03:54 WIB	03:54 WIB
26 Oktober 2024	04:19 WIB	03:53 WIB	03:53 WIB

Perbandingan awal waktu salat Subuh menurut tiga ahli falak yang dianalisis berdasarkan kriteria ketinggian masing-masing ahli, baik Kementerian Agama RI, Slamet Hambali maupun Tono Saksono terdapat perbedaan ketinggian dan waktu yang jelas terlihat pada rentang 15 – 17 Oktober dan 24 – 26 Oktober, observasi di tanggal 15 sampai 17 Oktober tampak cuaca lebih baik dibandingkan dengan pengambilan data pada tanggal 24 sampai 26 Oktober, sehingga pengambilan data citra pun lebih baik. Cuaca yang kurang baik pada tanggal 24 sampai 26 Oktober mengakibatkan data citra yang didapat pun mengikuti dengan ufuk yang ada serta ketinggian yang berbeda dengan bulan tersebut. Ketinggian matahari atau altitude terlihat sangat jelas perbedaan kecepatan yang diambil per 2 (dua) menit menghasilkan ketinggian yang lebih cepat bertambah pada tanggal 24 sampai 26 Oktober, hal ini disebabkan karena pengaruh rotasi bumi yang mengakibatkan posisi matahari yang berbeda setiap bulannya. Matahari mengalami pergerakan yang signifikan dan teratur, yaitu pergerakan ke barat daya dan barat laut. Selain itu, orbit bumi bukanlah lingkaran sempurna, melainkan elips dengan ϵ (elongasi) $1/60$. Kedua faktor tersebut menyebabkan dua titik balik matahari tidak selalu sama, tetapi bervariasi antara 23 jam 59 menit 40 menit dan 24 jam 0 menit 30 detik.

Peneliti juga menemukan bahwa cahaya *fajar* tampak lebih terkontaminasi polusi cahaya saat matahari terbit di Kota Semarang dan terdapat awan tebal yang terbukti akibat dari polusi udara. Ketebalan lapisan udara

tidak sama karena semakin tinggi lapisan udara maka semakin tipis awan. Sebaliknya, semakin rendah lapisan udara, semakin tebal awan. Setiap pengamatan di ufuk timur jika dilihat dari Menara ALHusna MAJT selalu menemui awan yang lumayan tebal saat observasi berlangsung. Ketika peneliti menganalisa hasil gambar citra yang memotret Fajar pada bab sebelumnya dengan kamera *Nikon D7200* pada ISO 200-400, *aperture* 5.6 dan *shutter speed* 30 detik mendapatkan sejumlah fakta, ternyata tidak hanya faktor alam seperti cuaca, mendung, dan hujan yang dapat mempengaruhi hilangnya kecepatan *fajar*. Faktor buatan, seperti pancaran lampu dari beberapa gedung dan bangunan di sekitar lokasi observasi, hal ini mengakibatkan objek *fajar shadiq* dapat mengganggu citra kemurnian *fajar shadiq* dari polusi cahaya dilangit saat peneliti melakukan observasi di Desa Sidomakmur dan Menara ALHusna MAJT Semarang, sehingga *fajar shadiq* terlihat lebih terang akibat banyaknya polusi cahaya yang ditimbulkan dari bangunan yang dilihat dari atas menara.

Dari kedua lokasi pada tempat observasi, peneliti menemukan lebih banyak faktor yang membuat observasi *fajar shadiq* terlihat kurang maksimal di kedua tempat ini yaitu faktor awan dan mendung. Selain karena faktor utama yaitu polusi cahaya yang berada disekitar lokasi observasi juga faktor dari lampu bangunan yang lumayan tinggi disekitar Menara Alhusna juga lampu yang dinyalakan di dalam Menara itu sendiri, bahkan pada observasi kedua di Menara Alhusna saat musim hujan mendung mulai mendominasi langit di ufuk timur sehingga observasi terhadap terbitnya matahari tidak bisa

teridentifikasi dengan jelas. Hal ini menjelaskan bahwasanya faktor awan dan hujan memang bisa dihindari untuk mengamati *fajar* disuatu lokasi, namun yang terpenting adalah harus benar-benar mencari tempat yang bebas dari polusi agar ketika melakukan observasi langit tampak ideal dan *fajar* bisa teramati dengan jelas.

C. Analisis Terhadap Hasil Observasi Citra Astrofotografi Berdasarkan Teknik Blink Comparator pada Awal Waktu Subuh

Fajar shadiq dalam pengamatan selain bisa menggunakan mata secara langsung juga menggunakan alat canggih seperti *Sky Quality Meter* (SQM), kamera serta alat canggih lainnya. Awal waktu Subuh telah dijelaskan dimulai dengan menghilangnya *fajar kazib* di ufuk timur, apabila sudah menghilang dan tidak terlihat disekitar ufuk timur maka bisa dikatakan masuknya telah masuknya awal waktu Subuh. Peneliti dalam melakukan observasi menggunakan kamera, output dari kamera yaitu gambar data citra yang akan digunakan pada perbandingan dua citra. Matahari merupakan benda langit, cahaya *fajar shadiq* berasal dari matahari⁷¹, dan polusi cahaya berasal dari lampu-lampu yang tercipta dari banyaknya bangunan di suatu lokasi. Dari ketinggian yang ditetapkan oleh Kementerian Agama RI, dan Tono Saksono. peneliti menindaklanjuti dengan melakukan observasi secara langsung untuk membuktikan apakah polusi cahaya sangat berpengaruh

⁷¹ Fitriyani, Zenith Tabloid, (Semarang : CSS Walisongo Semarang, 2014),

pada pandangan mata dalam menentukan awal waktu Subuh. Alasan lainnya dalam penentuan awal waktu salat Subuh memiliki perbedaan pendapat dari ahli falak seperti telah dijelaskan pada pembahasan sesudahnya. Pada penelitian tersebut, ketinggian posisi matahari dihitung menggunakan algoritma matematika dan pengukuran dengan alat yang sesuai. Metode ini dapat memberikan hasil yang cukup akurat dalam menentukan awal waktu Subuh.

Perhitungan ketinggian posisi matahari dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti ketepatan pengukuran dan perhitungan ketinggian, serta kondisi cuaca dan atmosfer pada saat pengamatan. Oleh karena itu, untuk mengetahui awal waktu Subuh dengan metode ini perlu dilakukan dengan sangat teliti dan dilakukan oleh orang yang terlatih dan berpengalaman. Perlu dicatat bahwa ada beberapa metode alternatif yang digunakan dalam menentukan waktu Subuh, seperti metode hisab dan metode *rukyah*. Metode hisab disimbolkan menentukan menggunakan trigonometri bola atau perhitungan dan metode *rukyah* disimbolkan menentukan waktu salat menggunakan alat seperti *istiwain* ataupun *rubu mujayyab* yaitu melihat.⁷² Setiap metode memiliki kelebihan dan kelemahan masing-masing, dan pilihan metode tergantung pada preferensi dan kebijakan masing-masing lembaga atau organisasi atau ahli dalam melakukan pengukuran waktu salat tertentu. Akurasi adalah ukuran seberapa dekat hasil pengukuran atau prediksi dengan nilai yang sebenarnya atau target yang diinginkan⁷³.

⁷² Ahmad Izzuddin, "Akurasi Metode-Metode Penentuan Arah Kiblat", Cet. I, (Jakarta: Kementerian Agama RI, 2012), hal. 25.

⁷³ S. S. Jadhav, P. V. Ingale, "Accuracy of measurement: A review," *Journal of Scientific and Industrial Research*, vol. 68, no. 1, pp. 5-10, 2009.

Peneliti melakukan uji akurasi ketinggian matahari yang telah ditentukan oleh Kemenag RI, Slamet Hambali dan Tono Saksono.

Penulis melakukan uji akurasi ketinggian matahari yang telah ditetapkan oleh ketiga ahli dengan menggunakan citra astrofotografi yang melewati pengolahan dengan metode *blink comparator*. Pada bab 3 (tiga) terdapat data foto citra *fajar* yang didapat dan dijelaskan. Peneliti melakukan observasi selama 3 (tiga) hari, dimulai dari tanggal 15-17 Oktober 2024 pada Desa Sidomakmur dan mulai tanggal 24-26 Oktober 2024 pada Menara Al Husna MAJT Semarang. Pengamatan menghasilkan 2 kemungkinan, yaitu pada kemungkinan pertama tempat rukyah terpapar oleh polusi cahaya dan kemungkinan kedua yaitu tempat rukyah sedikit terpapar atau bahkan tidak terkena dampak polusi cahaya. Dari dua hal diatas dapat membuktikan bahwa kedua tempat tersebut mana yang lebih bagus untuk dilakukan observasi terhadap fajar *shadiq* dan mana yang dirasa cukup untuk melakukan kegiatan observasi fajar *shadiq*. Peneliti juga mengamati keadaan langit pada, guna memberi gambaran keadaan langit yang jelas pada saat pengambilan data citra *fajar shadiq* agar mudah dipahami. Setelah mendapatkan data *fajar shadiq* saat observasi dan mengolahnya menggunakan metode *blink comparator* penulis menggunakan analisis visual dari hasil yang di dapat, dari analisa awal waktu Subuh dengan mengambil sampel data pada tempat pertama yaitu di Desa Sidomakmur, Kendal pada tanggal 15, 16, dan 17 Oktober 2024. tempat kedua yang diambil yaitu di Menara Alhusna MAJT Semarang pada 24, 25, dan 26 Oktober 2024. Menyesuaikan dengan data citra astrofotografi yang dicantumkan dalam bab III.

Kementerian Agama RI yang menggunakan posisi ketinggian

matahari -20° . Merumuskan awal waktu Subuh yaitu pada saat terbit fajar. Fajar disini yang dimaksudkan adalah fajar *shadiq*⁷⁴. Untuk mempermudah masyarakat Indonesia, Kementerian Agama RI merancang produk hisab awal waktu salat yaitu Bimas Islam secara *online* melalui *website*. Untuk melihat jadwal waktu salat Subuh, sesuai apa yang dikaji, terdapat pada tools jadwal salat. Untuk menampilkan jadwal waktu salat sebuah kota, pengguna cukup mengarahkan kursor pada *toolbar* jadwal salat yang berlogo Ka'bah pada menu Bimas Islam, kemudian memilih jadwal salat pada *toolbar* yang muncul dibagian kiri bawah, hingga muncul pilihan menu berikutnya.⁷⁵



Gambar 4. 1 situs bimas islam

Pengguna harus mengisi nama provinsi, kabupaten/kota, bulan dan tahun dan telah tersedia pilihan secara opsional. Selanjutnya, klik salah satu dari dua opsi terakhir yang terdapat di bagian bawah menu tersebut, yaitu proses data atau *export excel*. Proses Data digunakan saat seorang pengguna hanya

⁷⁴ Moh. Alif Amrulloh, “Penentuan Awal Waktu Salat Subuh Mneurut Kementerian Agama Dan Aliran Salafi”, *jurnal hukum dan syariah*, Vol. 02 (02), 2011: 120-134

⁷⁵ Kemenag, (2024). Bimas islam, diakses pada 2 Desember 2024 pukul 17:27 WIB. Diperoleh dari [Website Bimas Islam \(Direktorat Jenderal Bimbingan Masyarakat Islam Kementerian Agama\)](#)

untuk melihat jadwal salat secara sekilas, sedangkan pilihan *export excel* digunakan saat seorang pengguna *website* bimas Islam ingin mengetahui jadwal salat dan mengunduhnya dalam format *excel*. Dari hasil analisa secara visual menggunakan *blink comparator*. Selanjutnya untuk lebih mengetahui awal waktu salat peneliti juga menggunakan *website* Bimas Islam untuk menguji akurasi dari citra astrofotografi dengan teknik *blink comparator* yang dihasilkan. Berikut tabel dan data dari Bimas Islam awal waktu Subuh.

- 1) Awal Waktu salat Subuh di Desa Sidomakmur, Kendal pada 15 Oktober 2024 menurut situs Bimas Islam.

Selasa, 15/10/2024

 IMSAK 03:53	 SUBUH 04:03	 TERBIT 05:16
 DUHA 05:43	 ZUHUR 11:30	 ASAR 14:34
 MAGRIB 17:38	 ISYA' 18:48	

Gambar 4. 2 Awal Waktu Salat Subuh di Desa Sidomakmur pada 15 Oktober 2024 menurut *website* Bimas Islam

Rabu, 16/10/2024

 IMSAK 03:53	 SUBUH 04:03	 TERBIT 05:16
 DUHA 05:43	 ZUHUR 11:30	 ASAR 14:34
 MAGRIB 17:38	 ISYA' 18:48	

Gambar 4. 3 Awal Waktu Salat Subuh di Desa Sidomakmur pada 16 Oktober 2024 menurut website Bimas Islam



Gambar 4. 4 Awal Waktu Salat Subuh di Desa Sidomakmur pada 17 Oktober 2024 menurut website Bimas Islam

Tabel 4. 5 data awal waktu Salat Subuh di Desa Sidomakmur, Kendal berdasarkan ahli dan Bimas Islam (+ikhtiyat 2 menit)

No.	Tanggal	Kriteria Tono Saksono (-13,4°)	Kriteria Kemenag RI (-20°)	Bimas Islam
1	15/10/2024	04:26 WIB	04:00 WIB	04:03 WIB
2	16/10/2024	04:26 WIB	03:58 WIB	04:03 WIB
3	17/10/2024	04:25 WIB	03:59 WIB	04:02 WIB

1) Awal waktu salat Subuh di Semarang (Menara AlHusna MAJT) menurut situs Bimas Islam

Kamis, 24/10/2024

 IMSAK 03:49	 SUBUH 03:59	 TERBIT 05:13
 DUHA 05:40	 ZUHUR 11:29	 ASAR 14:38
 MAGRIB 17:38	 ISYA' 18:49	

Gambar 4. 5 Awal Waktu Salat Subuh di Kota Semarang pada 24 Oktober 2024 menurut website Bimas Islam

Jumat, 25/10/2024

 IMSAK 03:48	 SUBUH 03:58	 TERBIT 05:12
 DUHA 05:40	 ZUHUR 11:29	 ASAR 14:39
 MAGRIB 17:38	 ISYA' 18:49	

Gambar 4. 6 Awal Waktu Salat Subuh di Kota Semarang pada 25 Oktober 2024 menurut website Bimas Islam

Sabtu, 26/10/2024

 IMSAK 03:48	 SUBUH 03:58	 TERBIT 05:12
 DUHA 05:40	 ZUHUR 11:29	 ASAR 14:40
 MAGRIB 17:38	 ISYA' 18:49	

Gambar 4. 7 Awal Waktu Salat Subuh di Kota Semarang pada 26 Oktober 2024 menurut website Bimas Islam

Tabel 4. 6 data awal waktu Salat Subuh di Kota Semarang berdasarkan ahli dan Bimas Islam (+ikhtiyat 2 menit)

No.	Tanggal	Kriteria Tono Saksono (-13,4°)	Kriteria Kemenag RI (-20°)	Bimas Islam
1	24/10/2024	04:22 WIB	03:56 WIB	03:59 WIB
2	25/10/2024	04:22 WIB	03:56 WIB	03:58 WIB
3	26/10/2024	04:21 WIB	03:55 WIB	03:58 WIB

Dalam analisis yang dilakukan, membuktikan ketiga ahli yang mempunyai kriteria awal waktu Subuh yang berbeda. Terlihat dari tabel 4.5. bahwa pendapat Tono Saksono mengenai awal waktu Subuh lebih lambat, bahkan lebih dari 20 menit dari kriteria-kriteria menurut Bimas Islam Maupun Kementerian Agama. Karna beliau berpendapat bahwa awal waktu Subuh di Indonesia lebih cepat karena beberapa faktor, salah satunya yaitu polusi cahaya.

Peneliti menyimpulkan berdasarkan dengan menggunakan sampel-sampel data hasil obsevasi pada tempat pertama yaitu Desa Sidomakmur, Kab. Kendal dari 15-17 Oktober 2024 dan dari observasi tempat kedua yakni di Menara AlHusna MAJT Kota Semarang dari 24-26 Oktober 2024.

Dari hasil penelitian di atas, pasti ada beberapa hal yang menjadi kelebihan dan kekurangan observasi menggunakan opsi *blink comparison* menggunakan kamera DSLR, berikut penjelasannya:

a. Kelebihan

- Akurasi Tinggi

Metode blink komparator memungkinkan perbandingan langsung antara gambar yang diambil pada waktu yang berbeda, sehingga dapat mendeteksi perubahan kecil dalam kecerahan langit yang

menunjukkan kemunculan fajar *shadiq*.

- Penggunaan Kamera DSLR

Kamera DSLR memiliki resolusi tinggi dan kemampuan untuk menangkap gambar dalam kondisi cahaya rendah, yang sangat penting untuk mengamati fenomena astronomi seperti fajar *shadiq*.

- Data Visual

Hasil penelitian berupa gambar visual yang mudah dianalisis dan dipresentasikan, memudahkan pemahaman dan verifikasi hasil penelitian.

- Fleksibilitas Lokasi

Penelitian dapat dilakukan di berbagai lokasi dengan kondisi polusi cahaya yang berbeda, memungkinkan analisis komparatif yang lebih mendalam.

b. Kekurangan

- Pengaruh Polusi Cahaya

Polusi cahaya dapat mengaburkan hasil pengamatan, membuat deteksi fajar *shadiq* menjadi lebih sulit dan kurang akurat.

- Keterbatasan Peralatan

Kamera DSLR meskipun canggih, masih memiliki keterbatasan dalam hal sensitivitas terhadap cahaya sangat redup dibandingkan dengan peralatan astronomi khusus seperti teleskop dengan sensor CCD.

- Kondisi Cuaca

Pengamatan astronomi sangat dipengaruhi oleh kondisi cuaca. Awan atau kabut dapat mengganggu pengambilan gambar dan mengurangi kualitas data yang diperoleh.

- Analisis Data

Memerlukan keahlian khusus dalam analisis gambar dan interpretasi data astronomi, yang mungkin tidak dimiliki oleh semua peneliti.

Metode ini merupakan metode membandingkan dua citra yang ada sebagai pembandingan untuk mencari perbedaan yang nampak dari sebuah observasi, pertama digunakan oleh astronom Hendro Setyanto dalam menentukan awal waktu Subuh. Dalam metode ini penulis merasakan suatu kelebihan dan kekurangan dalam penggunaannya. Kelebihan dari metode ini yaitu, mudah dilakukan namun harus teliti saat memperhatikan hilangnya kemerah-merahan di saat polusi cahaya menyelimuti tempat observasi pada ufuk timur, karena pengamatan ini merupakan pengamatan yang dilakukan secara visual atau yang diartikan dengan melihat langsung. Hasil dari pengamatan yang diolah menggunakan aplikasi *lightroom* guna untuk menonjolkan kemerahan akibat dari fajar dan matahari terbit yang harus diamati oleh penulis secara seksama. Mudah dilakukan oleh orang awam jika ingin melihat sebuah perbedaan. Kekurangan dari metode ini yaitu, perlunya kamera dengan spesifikasi yang baik untuk menghasilkan sebuah citra astrofotografi *fajar* yang jelas, karena kamera yang bagus mempunyai kinerja yang baik dan bidikan yang jernih. Memudahkan dalam melakukan analisis dengan metode ini. Dari hasil observasi *pengaruh polusi cahaya terhadap fajar shadiq* diatas, maka tidak heran apabila polusi cahaya tersebut menghasilkan nilai awal waktu Subuh yang berbeda, bervariasi dan menyesuaikan dengan kondisi cuaca dan faktor lain.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Dari pembahasan dan analisis yang telah diuraikan pada bab-bab sebelumnya, maka dapat diambil simpulan yaitu :

1. Berdasarkan hasil penelitian lapangan yang berlokasi di dua tempat tingkat gangguan polusi cahaya yang berbeda yaitu Desa Sidomakmur, Kec. Kaliwungu Selatan Kab. Kendal terletak pada koordinat $-7^{\circ} 1'55,92''$ LS dan $110^{\circ} 12'36,88''$ BT pada tanggal 15, 16, dan 17 Oktober 2024 yang bertepatan pada musim kemarau sehingga kemungkinan polusi cahaya dan eksistensi *fajar shadiq* masih terlihat, dan observasi di tempat kedua yaitu di Menara Al Husna MAJT Kota Semarang dengan koordinat $-7^{\circ} 7' 20,67''$ LS, $110^{\circ} 22' 59,2''$ BT dan dilaksanakan pada tanggal 24, 25, dan 26 Oktober 2024 yang merupakan musim kemarau, memungkinkan mempermudah dalam penelitian. Penelitian tentang fajar *shadiq* sebagai penentu awal waktu Subuh telah dilaksanakan menggunakan media kamera *Nikon D7200* dengan teknik *blink comparator* dan metode astrofotografi dengan pengaturan *Apperture* 5.6, ISO 100-400 dan *Shutter Speed* selama 0,3 detik. Menurut visibilitas pengamat dan bantuan alat optic tersebut, fajar terlihat pada ketinggian -13 derajat dibawah ufuk timur di Desa Sidomakmur Kab. Kendal. Sedangkan pada lokasi Menara AlHusna MAJT Semarang, fajar terlihat pada ketinggian -18 derajat di bawah ufuk timur. Ini menunjukkan bahwa polusi cahaya

bisa mempercepat kecerahan langit suatu tempat sehingga saat matahari berada pada ketinggian lebih dalam sudah terlihat bahwa langit Nampak cerah dibandingkan di lokasi yang minim dengan polusi cahaya.

2. Penentuan awal waktu Subuh dari dua lokasi yang penulis jadikan tempat observasi menggunakan salah satu metode yaitu astrofotografi dan menggunakan teknik *blink komparator* mengacu pada website Bimas Islam tidak semua sesuai dengan tuntunan Kementerian Agama RI. Hasil penelitian saat ketinggian matahari mencapai -20° . Citra fajar yang terpengaruh polusi cahaya menyebabkan langit lebih terang sebelum benar-benar muncul masa terbit fajar *shadiq* dengan sempurna atau lebih terang sebelum ketinggian Matahari mencapai -13° yaitu sesuai dengan wilayah yang tidak terdampak polusi cahaya seperti layaknya di Desa Sidomakmur. Sehingga cepat-lambat munculnya cahaya *fajar shadiq* disebabkan oleh beberapa faktor baik buatan maupun alamiah seperti polusi cahaya, cuaca, awan dan hujan, ketebalan udara suatu tempat, dan lintasan orbit bumi berbentuk elips.

B. Saran

Mengingat bahwasannya karya ilmiah ini merupakan skripsi yang memiliki keterbatasan ruang dan waktu dalam penjelasannya,, maka peneliti mengharapkan kepada pembaca atau peneliti selanjutnya untuk :

1. Melakukan pengkajian dan penelitian tentang pengaruh polusi cahaya terhadap fajar pada ragam patokan ketinggian dari ahli falak sebagai pertanda awal waktu Subuh, terlebih pada tempat lain seperti daerah dataran rendah. Karena pada dasarnya ketinggian dan kerendahan tempat serta pengaruh polusi cahaya mempengaruhi fajar *shadiq* sebagai upaya

untuk memberikan kepastian tentang nilai ketinggian matahari sesuai wilayah itu sendiri.

2. Skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, tentunya masih banyak kekurangan dan kelemahan terkait dengan materi dan penelitian. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diperlukan untuk menyempurnakan skripsi ini agar menjadi sebuah karya ilmiah yang layak untuk dibaca. Hal-hal ini diperlukan untuk validitas dan akurasi riset agar seluruh masyarakat muslim di Indonesia bisa beribadah dengan sesuai syari'at yang telah ditetapkan, khususnya dalam salat yang sudah dilakukan sesuai dengan kondisi yang ada.

C. Penutup

Dengan mengucapkan syukur alhamdulillah kepada Allah SWT yang telah melimpahkan kesehatan, dan juga karunia kepada peneliti. Ucapan ini sebagai ungkapan rasa syukur peneliti karena telah menyelesaikan skripsi ini. Meskipun telah berupaya yang terbaik, peneliti yakin masih ada kekurangan dan kelemahan mengenai skripsi ini dari berbagai aspek. Oleh karena itu, peneliti berdoa dan berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi peneliti khususnya dan para pembaca pada umumnya. Atas saran dan kritik yang bersifat membangun untuk kebaikan dan kesempurnaan tulisan ini, peneliti ucapkan terima kasih.

DAFTAR PUSTAKA

- Admiranto. Menjelajahi Tata Surya.
- Al-Biruni, A. R. Al-Khulashatul Wafiyah fil Falaki Jadawidil Lughritimiyah. Zubair Umar al-Jaelani.
- Al-Jawi al-Bogori, M. M. bin A. Taqribul Maqshad fil 'Amali bir Rubu'il Mujayyab. Al-Maskumambulangi, M. M. bin A. (n.d.). Ad-Durusul Falakiyah.
- Amrulloh, M. A. (2011). "Penentuan Awal Waktu Salat Subuh Menurut Kementerian Agama dan Aliran Salafi." Jurnal Hukum dan Syariah, Vol. 02, No. 02, 120-134.
- Azhari, S. (2007). Ilmu Falak: Perjumpaan Khazanah Islam dan Sains Modern. Yogyakarta: Suara Muhammadiyah.
- Bashori, A. H. Koreksi Awal Waktu Subuh. Salah satu tulisan di Binamasyarakat.com.
- BBC News Indonesia. (2020). Polusi cahaya: Papan reklame, lampu sorot dan stadion olahraga jadi sumber sebagian besar pencemaran. Diakses pada 20 Agustus 2024, dari <https://www.bbc.com/indonesia>.
- Bosscha ITB. (2022). Polusi Cahaya. Diakses pada 30 Agustus 2024, dari Polusi Cahaya | Observatorium Bosscha.
- Brown, D. (2019). Cara Melihat Bintang dan Mengatasi Polusi Cahaya di Malam Hari. THE CONVERCATION. Diakses pada 20 Agustus 2024, dari Cara melihat bintang dan mengatasi polusi cahaya di halaman Anda sendiri.
- Butar-Butar, A. J. R. (2008). Fajar dan Fajar dalam Kesarjaan Astronomi Muslim dan Ulama Nusantara. Yogyakarta: LkiS.
- Dewangga, N., & Payumi, A. 'E. (n.d.). The Miracle of Salat Tahujud, Subuh & Dhuha. Jakarta Timur: Al Magfiroh.
- Diponingrat, K. M. W. (n.d.). Ilmu Hisab dan Falak.

- Djamiluddin, T. (2010). Benarkah Waktu Subuh di Indonesia Terlalu Cepat? Diakses pada 30 Agustus 2024, dari <https://tdjamiluddin.wordpress.com>.
- Djambek, S. (n.d.). Ilmu Hisab.
- Eyes in the Sky. (2024). Exploring Global Light Pollution with Satellite Maps. Diakses pada 23 November 2024 pukul 09:34 WIB, dari <https://darksky.org/news/eyes-in-the-sky-exploring-global-light-pollution-with-satellite-maps/>.
- Fadiya, Annisa N.R. (2024). Pengaruh Kecerlangan Langit di Waktu Senja Terhadap Keberhasilan Rukyatul Hilal di Bukit Kerek Indah, Ngawi. Skripsi, Program Studi Ilmu Falak, Universitas Islam Negeri (UIN) Walisongo, Semarang.
- Falchi, F., et al. (2016). The New World Atlas of Artificial Night Sky Brightness. *Science Advances*, 2(6), 1–25.
- Fitriyah, K. (n.d.). Efek Kelembaban Udara terhadap Pelaksanaan Rukyatul Hilal (Studi Kasus di Menara Al-Husna MAJT). Undergraduate (S1) Thesis, UIN Walisongo.
- Fitriyani, Z. (2014). Zenith Tabloid. Semarang: CSS Walisongo Semarang.
- Hambali, S. (2011). Ilmu Falak (Penentuan Awal Waktu Salat & Arah Kiblat Seluruh Dunia). Semarang: Program Pascasarjana IAIN Walisongo Semarang.
- Hambali, S. (2011). Ilmu Falak 1: Penentuan Awal Waktu Sholat dan Arah Kiblat Seluruh Dunia. Semarang: Program Pascasarjana IAIN Walisongo, Cet. I.
- Hasan, A. (2015). Efek Polusi Cahaya Terhadap Pelaksanaan Rukyat (Studi Kasus Pelaksanaan Rukyat di Menara Al Husna Masjid Agung Jawa Tengah dan Casa Assalam Surakarta Tahun 2014). Tesis Magister, Program Studi Ilmu Falak, Universitas Islam Negeri (UIN) Walisongo, Semarang.
- Herdiwijaya, D. Waktu Subuh: Tinjauan Pengamatan Astronomi

- Hidayat, B., dkk. (1980). *Ensiklopedi Astronomi*. Bandung: ITB.
- Izzuddin, A. (2012). *Akurasi Metode-Metode Penentuan Arah Kiblat*. Cet. I. Jakarta: Kementerian Agama RI.
- Jadhav, S. S., & Ingale, P. V. (2009). "Accuracy of Measurement: A Review." *Journal of Scientific and Industrial Research*, Vol. 68, No. 1, 5-10.
- Jamaluddin, Thomas. (2024). Waktu Subuh Ditinjau Secara Astronomi dan Syar'i. Diakses pada 12 November 2024, dari <https://tdjamaluddin.com/2010/04/15/>.
- KBBI. (2024). Arti Kata Rayleigh di Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI). Diakses pada 8 November 2024 pukul 15:31, dari <https://kbbi.lektur.id/rayleigh>.
- Kementerian Agama (2024). Bimas Islam. Diakses pada 2 Desember 2024 pukul 17:27 WIB, dari Website Bimas Islam (Direktorat Jenderal Bimbingan Masyarakat Islam Kementerian Agama).
- Kompas.com. (2024). Prediksi Musim Hujan di Jateng Dimulai Akhir September 2024, Durasi Hingga 9. Diakses pada 18 November 2024 pukul 12:13 WIB, dari <https://regional.kompas.com/read/2024/09/23/103808778/prediksi-musim-hujan-di-jateng-dimulai-akhir-september-2024-durasi-hingga-9>.
- Muhammadiyah, I. (2021). Penjelasan singkat tentang fajar kadzib dan fajar *shadiq*. Diakses pada 21 Agustus 2024, dari <https://muhammadiyah.or.id>.
- Nabilah, R. A. (2024). Batas Waktu Solat Subuh Dan Hukum Kesiangan. Diakses pada 24 November 2024, dari <https://www.detik.com/hikmah/khazanah/d-7193423/batas-waktu-sholat-Subuh-dan-hukum-bangun-kesiangan>.
- Najib, M. H. (2024). Istilah-Istilah Dalam Sistem Hisab Rukyah Ephemeris. Diakses pada 9 Desember 2024, dari <https://my->

- dock.blogspot.com/.
- Noor, L. A. H. (2016). Uji Akurasi Hisab Awal Waktu Subuh Dengan Sky Quality Meter. Skripsi S1, Fakultas Syari'ah dan Hukum, Universitas Islam Negeri Walisongo, Semarang. Tidak Dipublikasikan.
- Observatorium Bosscha ITB. (2022). Polusi Cahaya. Diakses pada 30 Agustus 2024, dari <https://bosscha.itb.ac.id>.
- Parsika. (2019). Polusi Cahaya, Pengertian, Dampak dan Solusinya. Diakses pada 30 Agustus 2024, dari Polusi Cahaya, Pengertian, Dampak dan Solusinya - Arsitur Studio
- Rachim, A. (n.d.). Ilmu Falak.
- Rahmi, N., & Firdaus. (2020). "An Analysist of Sa'adudin Djambek's Hisab Method About All the Time of Praying Schedule." *Al-Hilal: Journal of Islamic Astronomy*, 2(1), 15-38.
- Rajkhowa, R. (2014). Light Pollution and Impact of Light Pollution. *International Journal of Science and Research*, 3(10), 861–867.
- Rasya. (2024). Lightroom Night: Cara Menyempurnakan Foto Malam Hari. Diakses pada 22 November 2024 pukul 20:00 WIB, dari <https://rasya.id/lightroom-night/>.
- Rojak, E. A., Hayatudin, A., & Yunus, M. (2017). "Koreksi Ketinggian Tempat Terhadap Fikih Waktu Salat: Analisis Jadwal Waktu Salat Kota Bandung." *AL-AHKAM*, 27(2), 241- 266.
- Roqib, A. (2024). Kapan Batas Waktu Sholat Subuh? Ini Hukum Saat Kesiangan. Diakses pada 10 Oktober 2024, dari Kapan Batas Waktu Salat Subuh? Ini Hukum Saat Kesiangan (yatimmandiri.org).
- Sabda, A. (2019). Ilmu Falak: Rumusan Syar'i dan Astronomi. Waktu Salat dan Arah Kiblat1. Bandung: Persis Pers.

- Saksono, Tono. (2017). *Evaluasi Awal Waktu Subuh dan Isya Perspektif Sains, Teknologi dan Syariah*. Jakarta: UHAMKA Press dan LPP AIKA UHAMKA.
- Sarawat, A. (2018). *Waktu Salat*. Jakarta Selatan: Rumah Fiqih Publishing.
- Septianto, A. (2021). Teknik Astrophotografi Dalam Penentuan Pola Akhir Senja (Hilangnya Mega Merah) Sebagai Awal Masuknya Waktu Isya Dengan Image Processing. *Jurnal Kumparan Fisika*, 4(2), 221.
- Setyanto, H. (2021). *Tentang Cahaya Fajar dan Awal Waktu Subuh*. Diakses pada 10 Oktober 2024, dari *Tentang Cahaya Fajar dan Awal Waktu Subuh* (nu.or.id).
- Sima-Mora, P. (n.d.). *Ilmu Falak (Kosmografi)*. Time and Date. (n.d.). *The Different Types of Twilight, Dawn and Dusk*. Diakses pada 12 November 2024, dari <http://www.timeanddate.com>.
- Tuasikal, M. A. (2012). Diakses pada 11 Oktober 2024, dari <https://rumaysho.com/2948-waktu-Salat-5-Salat-Subuh.html>.
- Universitas Muhammadiyah Malang. (2024). “Ini Metode Baru Lihat Hilal, Lewat Astrofotografi.” Diakses pada 12 November 2024 pukul 12:40 WIB, dari <https://infobaa.umm.ac.id/>.
- Weather Spark. (2024). *The Weather Year Round Anywhere on Earth*. Diakses pada 24 November 2024, dari <https://weatherspark.com/>.
- Widodo. (2017). *Metodologi Penelitian Populer & Praktis*. Jakarta: Rajawali Press.
- Wikipedia. (2024). *Polusi Cahaya*. Diakses pada 25 November 2024, dari https://id.wikipedia.org/wiki/Polusi_cahaya.
- Yusuf, A.M. (2014). *Metode Penelitian: Kuantitatif, Kualitatif, dan Penelitian Gabungan*. Jakarta: Prenadamedia Group.
- Zainal, R., & Pramudya, Y. (2021). “Korelasi Pengukuran Tingkat

Kecerahan Langit Dengan Menggunakan Kamera Smartphone dan Sky Quality Meter Berbantuan Tracker.”
Jurnal Ilmu dan Inovasi Fisika, 05(01), 63-73.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama : Nur Annisa Fuadiyah
 TTL : Kendal, 28 Februari 2003
 Agama : Islam
 Jenis Kelamin : Perempuan
 Alamat : Pongangan, Sidomakmur, Kendal
 No. Hp : 081282398259
 Email : annisafuad28@gmail.com

Riwayat Pendidikan:

1. SDN 2 Kedungsuren
2. MTs Askhabul Kahfi
3. MA Askhabul Kahfi

Pengalaman Organisasi:

1. Ikatan Santri Askhabul Kahfi
2. PMII Rayon Syariah UIN Walisongo Semarang
3. ISMA UIN Walisongo Semarang
4. HMJ Ilmu Falak UIN Walisongo Semarang
5. FOSIA FSH UIN Walisongo Semarang
6. IMAKEN UIN Walisongo
7. Arunika Rayon Syariah UIN Walisongo

LAMPIRAN

Data per 4 menit WIB (Desa Sidomakmur, Kec.
Kaliwungu Selatan Kab. Kendal. Selasa, 15
oktober 2024)



03:58, -20°00'



04.02, -19°13'



04.06-18°13'



04.10, -17°14'



04.14, -16°17'



04.18, -15°19'



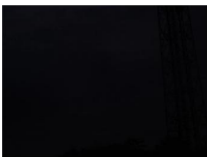
04.22, -14°17'



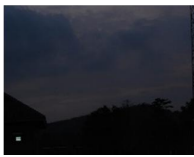
04.26, -13°26'



04.30, -12°24'



04.34, -11°22'



04.38, -10°24'



04.42, -09°21'



04.46, -08°16'

04.48, -07°57'

**Data per 4 menit WIB (Desa Sidomakmur. rabu,
16 oktober 2024)**



03.58, -20°00'

04.02, -19°13'

04.06, -18°13'



04.10, -17°14'

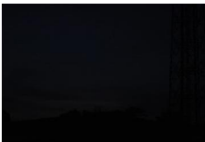
04.14, -16°17'

04.18, -15°19'





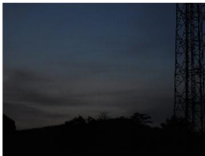
04.34, -11°22'



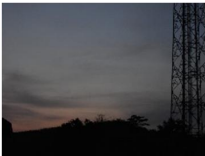
04.38, -10°24'



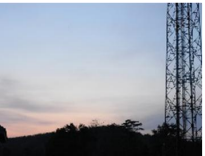
04.42, -09°21'



04.46, -08°16'



04.50, -07°27'



04.54, -06°29'

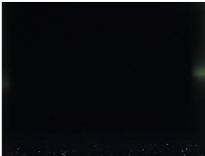


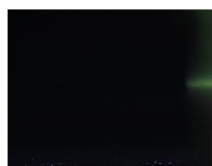
04.58, -05°31'



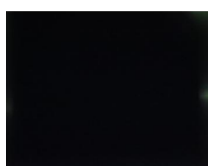
05.02, -04°25'

**Data per 4 menit WIB (Menara alhusna majt
semarang. Kamis 24 Oktober 2024)**

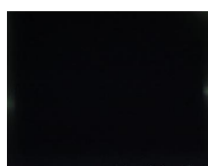




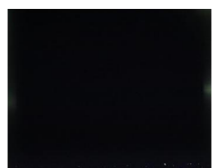
04.06, -17°09'



04.12 -15°38'



04.16, -14°51'



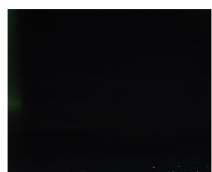
04.20, -13°44'



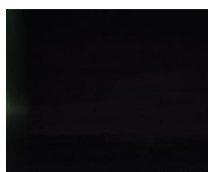
04.24, -12°52'



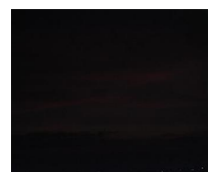
04.28, -11°47'



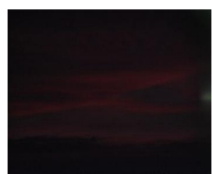
04.32, -10°54'



04.36, -09°59'



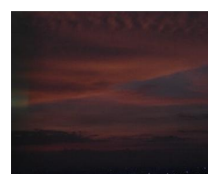
04.40, -08°58'



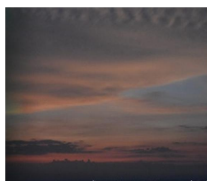
04.44, -07°56'



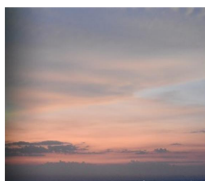
04.48, -07°05'



04.52, -04°55'



04.56, -05 | 10'



05.00, -04 | 02