

**PENENTUAN KUALITAS LANGIT MALAM MENGGUNAKAN SKY
QUALITY METER DI OASA SEBAGAI DASAR PENENTUAN WAKTU
SUBUH DAN ISYA DI SURABAYA**

SKRIPSI

Oleh

Husna Meta Amalia

NIM. C06218004



**UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A**

Universitas Islam Negeri Sunan Ampel

Fakultas Syariah dan Hukum

Jurusan Hukum Perdata Islam

Program Studi Ilmu Falak

Surabaya

2022

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Husna Meta Amalia
NIM : C06218004
Fakultas/Prodi : Syariah dan Hukum/ Ilmu Falak
Judul : Penentuan Kualitas Langit Malam Menggunakan Sky Quality Meter di OASA Sebagai Dasar Penentuan Waktu Subuh dan Isya di Surabaya

Menyatakan bahwa skripsi ini secara keseluruhan adalah hasil penelitian/karya saya sendiri, kecuali pada bagian-bagian yang dirujuk sumbernya.

Surabaya, 24 Oktober 2022

Saya yang menyatakan,



Husna Meta Amalia
NIM. C06218004

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Skripsi yang ditulis oleh:

Nama : Husna Meta Amalia
NIM. : C06218004
Judul : Penentuan Kualitas Langit Malam Menggunakan Sky
Quality Meter di OASA Sebagai Dasar Penentuan
Waktu Subuh dan Isya di Surabaya

telah diberikan bimbingan, arahan dan koreksi sehingga dinyatakan layak dan
disetujui untuk diajukan kepada Fakultas guna diujikan pada sidang munaqasah.

Surabaya, 19 Oktober 2022
Pembimbing,


Novi Sopwan, M.Si
NIP. 198411212018011002

PENGESAHAN SKRIPSI

Skripsi yang ditulis oleh Husna Meta Amalia NIM. C06218004 ini telah dipertahankan di depan sidang Munaqasah Skripsi Fakultas Syariah dan Hukum Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya pada hari Rabu, 23 November 2022 dan dapat diterima sebagai salah satu persyaratan untuk menyelesaikan program sarjana strata satu dalam Ilmu Syariah.

Majelis Munaqasah Skripsi

Penguji I,



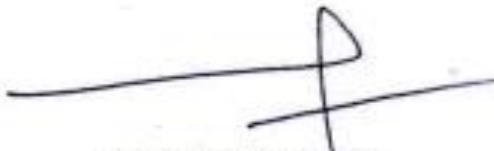
Ngvi Sopwan, M.Si.
NIP.1984112120180111002

Penguji II,



Dr. H. Moh. Imron Rosyadi, S.Ag., MHI.
NIP. 197704152006041002

Penguji III,



Agus Solikin, M.S.I
NIP. 198608162015031003

Penguji II,



Elva Imeldatur Rohmah, S.H.I., MH.
NIP. 199204022020122018

Surabaya, 23 November 2022

Mengesahkan,

Fakultas Syariah dan Hukum

Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya

Dekan,




Dr. H. Saifuddin Musafahan, M.Ag
NIP. 198303271999032001

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika UIN Sunan Ampel Surabaya, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Husna Meta Amalia
NIM : C06218004
Fakultas/Jurusan : Fakultas Syariah dan Hukum/Ilmu Falak
E-mail address : husnametaa@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah :

☒ Skripsi ☐ Tesis ☐ Desertasi ☐ Lain-lain (.....)
yang berjudul :

PENENTUAN KUALITAS LANGIT MALAM MENGGUNAKAN SKY QUALITY

METER DI OASA SEBAGAI DASAR PENENTUAN WAKTU SUBUH DAN ISYA DI

SURABAYA

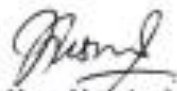
beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 16 Januari 2023

Penulis

()
Husna Meta Amalia

ABSTRAK

Penelitian awal waktu Subuh dan Isya menggunakan pengamatan senja dan fajar kerap kali menjadi salah satu topik yang cukup populer dalam khazanah Ilmu Falak. Didukung dengan beberapa penelitian yang mengungkapkan bahwa parameter Subuh dinilai terlalu awal dibanding dengan negara tetangga. Pada penelitian ini dilakukan pengamatan pada titik di OASA ($-7^{\circ}19'23,02''$ LS, $112^{\circ}44'0,2''$ BT, dan ketinggian 28 mdpl) sebagai salah satu sampel lokasi di Surabaya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kualitas langit di OASA serta untuk mengetahui penentuan waktu Subuh dan Isya berdasarkan data dari lokasi tersebut.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh peneliti menggunakan teknik penelitian observasi lapangan pada jangka waktu 3 bulan yaitu Juni-Agustus 2022 diperoleh 75 data kecerlangan langit malam. Data kemudian diolah menjadi grafik serta digunakan analisis statistika sederhana dalam mendeskripsikan data serta menentukan kualitas langit malam menggunakan rata-rata dari setiap median data dengan interval waktu 4 jam dari tengah malam lokal (pukul 20.00-04.00 WIB). Kemudian dilakukan komparasi waktu Subuh dan Isya yang telah dihisab dengan data lapangan.

Hasil dari penelitian yang dilakukan peneliti sebagaimana dituliskan dalam skripsi ini maka kualitas langit di titik OASA berada pada level 9 skala Bortle yang tergolong *inner city sky*, dengan magnitudo langit 16,75 MPSAS dan nilai maksimum 17,96 MPSAS. Hal tersebut berpengaruh pada awal waktu Subuh dan Isya yang dalam komparasi titik beloknya terjadi pada ketinggian -11° dalam rata-rata.

Linear dengan hasil penelitian tersebut, maka saran yang diambil peneliti adalah agar dilakukan penelitian lanjutan dengan didukung beberapa data sehingga lebih akurat. Didukung dengan semakin banyaknya data di lokasi yang diambil peneliti, diharapkan dapat mendeteksi pengaruh lain serta seberapa besar pengaruhnya pada lokasi tersebut.

DAFTAR ISI

SAMPUL DALAM.....	i
PERNYATAAN KEASLIAN.....	ii
PERSETUJUAN PEMBIMBING.....	iii
PENGESAHAN SKRIPSI.....	iv
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	v
ABSTRAK	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TRANSLITERASI	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Identifikasi dan Batasan Masalah	7
C. Rumusan Masalah	8
D. Kajian Pustaka	8
E. Tujuan Penelitian.....	10
F. Kegunaan Hasil Penelitian.....	11
G. Definisi Operasional.....	11
H. Metode Penelitian.....	13
I. Sistematika Pembahasan.....	15
BAB II KUALITAS LANGIT DAN IMPLIKASINYA PADA AWAL WAKTU SALAT SUBUH DAN ISYA	16
A. Fenomena Siang, Malam, Senja, dan Fajar	16
1. Gerak Semu Harian dan Tahunan.....	16
2. Posisi Matahari Ketika Senja dan Fajar.....	19
B. Kualitas Langit Malam atau Level Malam	21
1. Kecerlangan Langit dan Polusi Cahaya.....	22

2. Kualitas Langit atau Level Malam	22
3. Klasifikasi kualitas langit	25
4. Faktor yang mempengaruhi nilai Kecerlangan Langit	30
C. Implikasi Fajar dan Senja Terhadap Penentuan Awal Waktu Salat.....	31
1. Dasar Hukum Awal Waktu Subuh dan Isya.....	31
2. Senja sebagai Penentu Awal Waktu Isya'	33
3. Fajar sebagai Penentu Awal Waktu Subuh	34
D. Batas Kualitas Langit dalam Pengamatan Nilai Kecerlangan Langit sebagai Penentu Waktu Subuh dan Isya	36
BAB III PENGUKURAN KECERLANGAN LANGIT MENGGUNAKAN SKY QUALITY METER DI OBSERVATORIUM ASTRONOMI SUNAN AMPEL (OASA).....	38
A. Observatorium Astronomi Sunan Ampel (OASA)	38
B. <i>Sky Quality Meter</i>	39
1. Gambaran Umum <i>Sky Quality Meter</i>	39
2. Jenis-Jenis <i>Sky Quality Meter</i>	40
3. Data <i>Sky Quality Meter</i>	41
4. Cara Pengoperasian SQM-LU.....	44
5. <i>Setup</i> SQM-LU	49
C. Pengukuran Kecerlangan Langit dan Pemodelan Grafik Menggunakan <i>Microsoft Excel</i>	50
D. Data SQM di OASA.....	55
BAB IV ANALISIS HASIL PENELITIAN.....	66
A. Penentuan Kualitas Langit Dengan <i>Sky Quality Meter</i>	66
B. Parameter Nilai Kualitas Langit Malam Terhadap Penentuan Waktu Subuh dan Isya di Surabaya	71
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	78
A. Kesimpulan.....	78
B. Saran	78
DAFTAR PUSTAKA	80
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Skala Bortle.....	28
Tabel 2. Klasifikasi berdasarkan NELM.....	30
Tabel 3. Jenis-jenis SQM	41
Tabel 4. Fungsi dan bagian Menu.....	48
Tabel 5. Fungsi pada bagian-bagian Tab Informasi.....	49
Tabel 6. Pemetaan Level Malam Bulan Juni-Agustus 2022	68
Tabel 7. Data yang dapat digunakan untuk menentukan waktu Subuh dan Isya di Surabaya.....	73



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Fase-Fase Bulan	17
Gambar 2. Deklinasi dan Pembagian Musim.....	18
Gambar 3. Klasifikasi Senja dan Fajar.....	20
Gambar 4. Rasi bintang Ursa Minor	29
Gambar 5. Posisi Matahari pada Awal Waktu Salat.....	32
Gambar 6. Lokasi OASA ditinjau dari Google Earth	38
Gambar 7. Observatorium Astronomi Sunan Ampel (OASA)	39
Gambar 8. Header Data output SQM.....	42
Gambar 9. Diagram Cara Kerja SQM-LU	45
Gambar 10. Tampilan Awal aplikasi UDM	45
Gambar 11. Menu Utama UDM.....	45
Gambar 12. Window Data Logging Header	49
Gambar 13. Setting interval data logging	50
Gambar 14. Logging Data secara Continous	51
Gambar 15. Microsoft Excel	51
Gambar 16. Import Data	52
Gambar 17. Pemisahan data menjadi tabel dengan fungsi Delimiter	52
Gambar 18. Tampilan Data yang sudah diimpor pada Ms. Excel	52
Gambar 19. Step 1 Klik tab insert - scatter - (pilih tampilan grafik yang diinginkan)	53
Gambar 20. Step 2. Klik tab 'Chart Design' - Select Data - input judul grafik pada kolom 'Series Name', data tanggal dan waktu pada series X, dan data MPSAS pada series Y	53
Gambar 21. Tampilan grafik data SQM.....	54
Gambar 22. Luas langit yang diukur SQM	55
Gambar 23. Grafik Senja-Fajar tanggal 25-26 Juli 2022	56
Gambar 24. Grafik Kecerlangan Langit pukul 20.00 - 04.00 WIB tanggal 25-26 Juli 2022	56
Gambar 25. Grafik Senja-Fajar tanggal 03-04 Juni 2022	57
Gambar 26. Grafik Kecerlangan Langit pukul 20.00 - 04.00 WIB tanggal 03-04 Juni 2022	57
Gambar 27. Grafik Senja-Fajar 12-13 Juni 2022	58
Gambar 28. Grafik Kecerlangan Langit pukul 20.00 - 04.00 WIB tanggal 12-13 Juni 2022	58
Gambar 29. Grafik Senja-Fajar tanggal 23-24 Juni 2022	58
Gambar 30. Grafik Kecerlangan Langit pukul 20.00 - 04.00 WIB tanggal 23-24 Juni 2022	59
Gambar 31. Grafik Senja-Fajar tanggal 15-16 Juli 2022	59
Gambar 32. Grafik Kecerlangan Langit pukul 20.00 - 04.00 WIB tanggal 15-16 Juli 2022	59

Gambar 33. Grafik Senja-Fajar 3-4 Agustus 2022.....	60
Gambar 34. Grafik Senja-Fajar 14-15 Agustus 2022.....	60
Gambar 35. Grafik Kecerlangan Langit pukul 20.00 - 04.00 WIB tanggal 14-15 Agustus 2022.....	60
Gambar 36. Grafik Senja-Fajar 27-28 Juni 2022	61
Gambar 37. Grafik Kecerlangan Langit pukul 20.00 - 04.00 WIB tanggal 27-28 Juni 2022	61
Gambar 38. Grafik Senja-Fajar tanggal 03-04 Juli 2022	61
Gambar 39. Grafik Kecerlangan Langit pukul 20.00 - 04.00 WIB tanggal 03-04 Juli 2022	62
Gambar 40. Grafik Senja-Fajar 11-12 Juli 2022	62
Gambar 41. Grafik Kecerlangan Langit pukul 20.00 - 04.00 WIB tanggal 11-12 Juli 2022	63
Gambar 42. Kondisi langit tergelap pada Bulan Agustus 2022 dengan nilai kecerlangan langit 17,72 MPSAS terjadi tanggal 3 Agustus 2022 pukul 03:23 WIB	63
Gambar 43. Kondisi langit tergelap pada 17,93 MPSAS pukul 04:11 WIB tanggal 3 Juli 2022	64
Gambar 44. Kondisi langit tergelap pada 17,06 MPSAS dari data dengan grafik mendekati ideal. Data diambil dengan kamera Allsky pada 5 Agustus 2022 pukul 04:30 WIB	64
Gambar 45. Kondisi langit pada 13 Juni 2022 pukul 23:40 WIB dengan 15,88 MPSAS.....	65
Gambar 46. Distribusi data pengukuran kecerlangan langit dalam MPSAS di OASA	67
Gambar 58. Grafik hasil pengukuran kualitas langit di OASA Bulan Juni-Agustus 2022.....	70
Gambar 59. Nilai Kualitas Langit dengan Skala Bortle pada web lightpollutionmap.info	71
Gambar 49. Grafik perubahan nilai kecerlangan langit malam dalam menentukan waktu Subuh pada periode malam 30 Juni-1 Juli 2022.....	74
Gambar 50. Komparasi awal waktu subuh dengan beda kualitas langit.....	74
Gambar 51. Grafik perubahan kecerlangan langit ketika waktu Isya tanggal 30 Juni 2022	76
Gambar 52. Komparasi awal waktu isya beda kualitas langit.	76

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Salat merupakan ibadah wajib bagi umat muslim. Definisi salat menurut istilah adalah suatu ibadah yang mengandung ucapan dan perbuatan yang dimulai dengan takbiratul ihram dan diakhiri dengan salam.¹

Sebagaimana dalam Al-Qur'an dijelaskan bahwa:

"إِنِّي أَنَا اللَّهُ لَا إِلَهَ إِلَّا أَنَا فَاعْبُدْنِي وَأَقِمِ الصَّلَاةَ لِذِكْرِي"

“Sesungguhnya Aku adalah Allah, tidak ada tuhan selain Aku. Maka, sembahlah Aku dan tegakkanlah salat untuk mengingat-Ku.” (QS. Taha 20:14)

Kewajiban melaksanakan salat berdasarkan ayat diatas merupakan salah satu wujud ketauhidan seorang muslim kepada Allah Swt. Sehingga seorang muslim dikatakan muslim karena ia melaksanakan salat. Dalam fikih, salat merupakan ibadah yang pelaksanaannya berwaktu. Hal ini didasari dalam surah An-Nisa' ayat 103 tentang wajibnya salat pada waktunya.

"إِنَّ الصَّلَاةَ كَانَتْ عَلَى الْمُؤْمِنِينَ كِتَابًا مَوْقُوتًا"

“Sesungguhnya salat itu merupakan kewajiban yang waktunya telah ditentukan atas orang-orang mukmin.” (QS. An-Nisa' 4:103)

Dalil yang menerangkan tentang waktu salat tidak ditemukan secara eksplisit pada Al-Qur'an, sehingga penjelasan mengenai waktu salat dapat

¹ *Ilmu Falak Praktik* (Sub Direktorat Pembinaan Syariah Dan Hisab Rukyat Direktorat Urusan Agama Islam & Pembinaan Syariah Direktorat Jenderal Bimbingan Masyarakat Islam Kementerian Agama Republik Indonesia J1.1'v1H. Thamrin No.6 Jakarta Pusat, 2013), 79.

ditemukan dalam hadis. Salah satu hadis yang menerangkan tentang waktu salat ialah:

"عَنْ جَابِرِ بْنِ عَبْدِ اللَّهِ أَنَّ النَّبِيَّ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ جَاءَ جِبْرِيلُ عَلَيْهِ السَّلَامُ فَقَالَ قُمْ فَصَلِّ فَصَلَّاهُ الظُّهْرَ حِينَ زَالَتِ الشَّمْسُ ثُمَّ جَاءَهُ الْعَصْرُ فَقَالَ قُمْ فَصَلِّ حِينَ صَارَ ظِلُّ كُلِّ شَيْءٍ مِثْلَهُ أَوْ قَالَ صَارَ ظِلُّهُ مِثْلَهُ ثُمَّ جَاءَهُ الْمَغْرِبُ فَقَالَ قُمْ فَصَلِّ حِينَ وَجَبَتِ الشَّمْسُ ثُمَّ جَاءَهُ الْعِشَاءُ فَقَالَ قُمْ فَصَلِّ حِينَ الشَّفَقُ ثُمَّ جَاءَهُ الْفَجْرُ فَقَالَ قُمْ فَصَلِّ حِينَ بَرَقَ الْفَجْرُ أَوْ قَالَ حِينَ سَطَعَ الْفَجْرُ...."

"Dari Jabir bin Abdullah r.a. dari Nabi Muhammad SAW, telah datang Jibril kepadanya (Rasulullah SAW), kemudian Jibril berkata: "Berdiri lalu shalatlah." Maka (Rasulullah SAW) shalat Dzuhur ketika Matahari telah tergelincir. Kemudian datang kepadanya waktu Ashar dan (Jibril) berkata: "Berdiri lalu shalatlah". Maka beliau shalat Ashar ketika bayang-bayang (sebuah) benda sepertinya atau bayang-bayang benda sama sepanjang bendanya. Datanglah kepadanya waktu Maghrib dan (Jibril) berkata: "Berdiri lalu shalatlah". Maka beliau shalat ketika Matahari telah terbenam. Datang kepadanya waktu Isya' dan (Jibril) berkata: "Berdiri lalu shalatlah". Maka beliau shalat ketika mega merah telah hilang. Kemudian datang padanya fajar dan (Jibril) berkata: "Berdiri lalu shalatlah". Maka Rasulullah shalat ketika fajar telah bersinar atau telah muncul fajar" (H.R. Ahmad dan Nasa'I yang lafazhnya oleh Imam Ahmad)²

Dari hadis diatas, dapat disimpulkan bahwa salat terdiri atas 5 waktu, yaitu salat subuh, duhur, asar, maghrib, dan isya. Waktu dzuhur dimulai ketika Matahari tergelincir, maksudnya adalah ketika Matahari sudah lewat dari waktu istiwa' (tengah hari). Waktu Ashar tiba disaat bayang-bayang suatu benda sama panjangnya dengan bendanya.

Waktu maghrib dimulai ketika Matahari tenggelam sehingga tidak terlihat piringan atas Matahari di permukaan ufuk hanya tinggal cahaya merah yang berhambur di langit. Jika diukur dari pusat Matahari, kurang lebih sekitar 1° dibawah ufuk. Awal waktu isya' ditandai dengan hilangnya

² Imam Ahmad bin Hambal, *Musnad Imam Ahmad bin Hambal*, vol. 3 (Daarul Kutub Ilmiah, 1993), 330.

mega merah di langit yang menandakan bahwa posisi Matahari sudah jauh dari ufuk atau horizon. Kurang lebih sekitar 18° dibawah ufuk, mega merah telah hilang dari langit.³ Awal waktu subuh ditandai dengan munculnya fajar, fajar yang dimaksud adalah fajar *sadiq*, atau fajar yang menandakan terbitnya Matahari.

Adapun kewajiban menunaikan salat subuh dan isya dalam surah Al-Mu'min 40:55 adalah

فَاصْبِرْ إِنَّ وَعْدَ اللَّهِ حَقٌّ وَاسْتَغْفِرْ لِذَنْبِكَ وَسَبِّحْ بِحَمْدِ رَبِّكَ بِالْعَشِيِّ وَالْإِبْكَارِ

“Bersabarlah, sesungguhnya janji Allah itu benar, mohonlah ampun untuk dosamu, dan bertasbihlah seraya memuji Tuhanmu pada waktu petang dan pagi!”⁴

Berdasarkan berbagai surah dan hadis diatas mengenai waktu-waktu salat khususnya pada waktu salat subuh dan isya. Parameter yang digunakan dalam penentuan waktu subuh dan isya adalah kemunculan fajar, hilangnya fajar, dan kecerlangan langit. Salat subuh dilakukan ketika fajar mulai muncul dan langit semakin terang secara berkala. Salat isya dilakukan ketika Matahari mulai tenggelam, senja berlalu, dan kondisi langit menjadi gelap.

Waktu subuh dan isya terjadi karena adanya siang dan malam sebagai dampak dari gerak semu harian Matahari. Matahari terbit dan tenggelam dari arah timur ke barat setiap harinya. Fenomena siang terjadi karena posisi Matahari berada di atas horizon pengamat, sinar Matahari

³ Akh. Mukarram, *Ilmu Falak (Dasar-Dasar Hisab Praktis)*, 4th ed. (Sidoarjo, Jawa Timur: Grafika Media, 2017), 60.

⁴ *Al-Qur'an dan Terjemah (Dilengkapi Panduan Waqaf & Ibtida')*, 5th ed. (Jakarta: PT. Suara Agung, 2018), 473.

sampai ke bumi sehingga penampakan langit di bumi nampak terang. Hal tersebut berlaku sebaliknya pada fenomena malam. Fenomena peralihan antara siang ke malam disebut senja. Sedangkan fajar ialah sebaliknya dimana merupakan peralihan dari malam menuju siang.

Fajar dan senja ditandai dengan perubahan kuantitas cahaya di langit atau kecerlangan langit yang signifikan dalam waktu yang singkat. Secara teoritis, perubahan terjadi pada ketinggian matahari 0° hingga -18° yang dalam hal ini senja dan fajar dibedakan menjadi tiga fase yaitu *civil twilight*, *nautical twilight*, dan *astronomical twilight* pada Bab 2 skripsi ini. Oleh karena itu untuk memperkirakan waktu senja dan fajar dalam parameter perubahan kecerlangan langit dibutuhkan sebuah fotometer untuk mengukur kecerlangan langit. Fotometer yang digunakan untuk mengukur nilai kecerlangan langit adalah *Sky Quality Meter* (SQM)⁵. Hasil pengukuran dengan menggunakan SQM berkisar antara 0-24 mpsas (magnitudo per luas langit kuadrat).⁶

Sebagaimana beberapa penelitian yang telah ada sebelumnya mengenai observasi senja dan fajar menggunakan SQM, ditemukan beberapa fakta lapangan mengenai perbedaan nilai kecerlangan langit pada berbagai tempat, serta perbedaan ketinggian Matahari ketika waktu Subuh dan Isya dengan kriteria yang dikeluarkan Kemenag sebelumnya.

⁵ *Sky Quality Meter* adalah alat ukur tingkat kecerlangan langit dengan desain *pocket-size* yang memungkinkan untuk dibawa dalam pengamatan berpindah (*moving*) atau menetap (*stationary*). Untuk menghemat kepenulisan, selanjutnya *Sky Quality Meter* akan disingkat sebagai SQM.

⁶ Unihedron, "Sky Quality Meter-LU," Web Page, *Sky Quality Meter - LU*, accessed June 27, 2022, <http://unihedron.com/projects/sqm-lu/>.

Beberapa penelitian kecerlangan langit sebagai fungsinya dalam mendeteksi fajar dan senja mengarahkan SQM kearah timur⁷ untuk meneliti awal fajar sebagai dasar penentuan awal waktu subuh, dan barat untuk meneliti berakhirnya senja sebagai awal penentuan waktu isya. Hal ini efektif dilakukan pada titik dengan kondisi langit yang baik, artinya tidak banyak polusi cahaya yang mengganggu penelitian munculnya fajar dan senja⁸.

Kualitas langit malam atau level malam ialah nilai rata-rata kecerlangan langit malam dari data yang telah diukur menggunakan fotometer. Setiap daerah atau tempat memiliki perbedaan kualitas langit malam. Klasifikasi kualitas langit pada tiap-tiap daerah salah satunya dapat digolongkan dengan menggunakan skala Bortle.

Kualitas langit malam perlu ditentukan sebagai dasar penelitian waktu subuh dan isya. Berdasarkan beberapa penelitian, kurva kecerlangan langit dalam penelitian fajar ataupun senja terdapat perbedaan dalam kecuraman titik beloknya. Pada area dengan polusi cahaya yang tinggi memiliki magnitudo kecerlangan langit yang lebih tinggi daripada area dengan polusi cahaya rendah. Sedangkan ketika siang hari, nilai kecerlangan langitnya bernilai 0 mpsas pada keseluruhan tempat. Sehingga, grafik magnitudo kecerlangan langit antara area dengan polusi cahaya

⁷ Adi Damanhuri, *Pengamatan dan Penelitian Awal Waktu Subuh: Semua Bisa Melakukannya*, 1st ed. (Sidoarjo, Jawa Timur: Nizamia Learning Center, 2020), 33.

⁸ Dhani Herdiwijaya, "Pengukuran Kecerlangan Langit Malam arah Zenith untuk Penentuan Awal Waktu Fajar" (15 Desember 2016): 101.

rendah lebih curam titik beloknya daripada area dengan polusi cahaya tinggi.⁹

Dari klasifikasi senja dan fajar tersebut, dapat disimpulkan secara kasar bahwa letak geografis pengamatan kecerlangan langit senja dan fajar terdapat pengaruh. Perbedaan kualitas langit malam pada area berpolusi cahaya tinggi dan rendah, fenomena *astronomical dawn* atau mungkin tidak dapat teridentifikasi pada area dengan polusi cahaya tinggi.¹⁰

Beberapa penelitian dengan pengukuran kecerlangan langit menggunakan SQM telah dilakukan di beberapa titik seperti LAPAN Pasuruan atau sekarang dikenal sebagai BRIN, Observatorium Bosscha, Garut, Kupang, dan lainnya. Tempat-tempat dinilai tepat guna karena memiliki kondisi langit yang cukup baik. Sejauh ini peneliti belum menemukan penelitian terdahulu yang menyebutkan adanya pengukuran kecerlangan langit menggunakan SQM di Surabaya. Sehingga sebagai salah satu titik sampel pengukuran menggunakan SQM dapat dilakukan di Observatorium Astronomi Sunan Ampel (OASA) yang terletak di kampus UIN Sunan Ampel Surabaya.

Lokasi ini didirikan belum lama ini pada tahun 2022 dengan tujuan sebagai laboratorium Falak dan Astronomi oleh prodi Ilmu Falak UINSA

⁹ Adi Damanhuri, M. Zidni Ilman Nafi'ah Sya'ri, and Achmad Nurfathoni Arifudin, "PENGARUH LEVEL MALAM TERHADAP SOLUSI TITIK BELOK PADA DATA SKY QUALITY METER" (2021): 226, accessed June 23, 2022, https://scholar.google.co.id/citations?view_op=view_citation&hl=id&user=DpRG4zYAAAAJ&citation_for_view=DpRG4zYAAAAJ:KlAtU1dfN6UC.

¹⁰ M. Basthoni and Hendro Setyanto, "Typology of Dawn Light Curves in High and Low Light Pollution Areas" (Presented at the INTERNATIONAL CONFERENCE ON SCIENCE AND APPLIED SCIENCE (ICSAS) 2021, Surakarta, Indonesia: AIP Publishing, 2022), 4, accessed April 28, 2022, <http://aip.scitation.org/doi/abs/10.1063/5.0073949>.

dan kepentingan penelitian lainnya. Lokasi ini dapat menjadi salah satu sampel mengingat semakin sedikitnya lokasi dengan kualitas langit yang baik, peneliti berharap adanya penelitian ini dapat menjadi *starting point* dalam penelitian senja dan fajar lainnya. Oleh karena itu, penelitian ini dirasa peneliti cukup untuk dilakukan dan dianalisis lebih lanjut sebagai dasar penentuan waktu Subuh dan Isya di Surabaya.

B. Identifikasi dan Batasan Masalah

Identifikasi masalah dalam penelitian ini antara lain:

1. Metode observasi langit menggunakan *Sky Quality Meter*.
2. Penentuan kualitas langit malam berdasarkan hasil observasi.
3. Analisis kualitas langit malam sebagai tolak ukur pengamatan fajar dan senja
4. SQM merupakan fotometer baru yang belum pernah diuji di Observatorium Astronomi Sunan Ampel (OASA) terhadap penentuan awal waktu salat subuh dan isya
5. Penentuan Kualitas Langit malam menggunakan Sky Quality Meter di Observatorium Astronomi Sunan Ampel sebagai dasar penentuan waktu subuh dan isya di Surabaya

Batasan masalah dalam penelitian ini antara lain:

1. Penentuan kualitas langit malam menggunakan *Sky Quality Meter* di Observatorium Astronomi Sunan Ampel
2. Penentuan waktu subuh dan isya dari nilai kecerlangan langit menggunakan *Sky Quality Meter* di Observatorium Astronomi Sunan Ampel di Surabaya

C. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini antara lain:

1. Bagaimana penentuan kualitas langit malam menggunakan *Sky Quality Meter* di Observatorium Astronomi Sunan Ampel?
2. Bagaimana penentuan waktu subuh dan isya dari nilai kecerlangan langit menggunakan *Sky Quality Meter* di Observatorium Astronomi Sunan Ampel di Surabaya?

D. Kajian Pustaka

Banyaknya penelitian yang menitik beratkan kajian awal waktu salat yang ditemukan, beberapa diantaranya mengenai kajian lingual ayat atau hadits beserta akibat hukumnya, kriteria astronomis Matahari sebagai tolak ukur, dan perhitungan-perhitungan yang dikembangkan. Akibatnya ada banyak penelitian yang serupa dengan penelitian yang dilakukan peneliti diantaranya adalah:

1. Penelitian skripsi dengan judul “Pengaruh Cahaya Bulan Terhadap Kemunculan Fajar Sidiq (Analisis Titik Belok Kurva Pada Penentuan Awal Waktu Subuh Menggunakan *Sky Quality Meter*)” oleh Adi Nugroho (2021). Dalam penelitian ini menjelaskan tentang pengamatan kemunculan fajar dan kecerlangan langit menggunakan *Sky Quality Meter*.¹¹
2. Penelitian skripsi dengan judul “Penentuan awal waktu Isya’ kementrian agama RI menggunakan astrofotografi (Studi kasus di

¹¹ Adi Nugroho, “Pengaruh cahaya Bulan terhadap kemunculan fajar sidiq : analisis titik belok kurva pada penentuan awal waktu subuh menggunakan alat sky quality meter” (Diploma, UIN Walisongo Semarang, 2020), accessed May 10, 2022, <https://eprints.walisongo.ac.id/id/eprint/15782/>.

pantai Tegal Sambu Kab. Jepara)” oleh Faiz Hidayat (2020). Dalam penelitian ini menjelaskan tentang observasi terhadap hilangnya syafaq *ahmar* di Pantai Tegal Sambu menggunakan teknik astrofotografi terhadap penentuan awal waktu salat Isya. Dalam hasil penelitiannya, syafaq *ahmar* menghilang pada ketinggian Matahari 16° sampai 17° dibawah ufuk.¹²

3. Penelitian skripsi dengan judul “Analisis Kritis Keberadaan Syafaq *Abyadh* Dan Implikasinya Pada Penetapan Awal Waktu Salat Isya (Studi Kasus Pantai Barombong, Losari, Akkarena, dan Munte)” oleh Asdar (2020). Dalam penelitian ini menjelaskan analisis muncul dan hilangnya syafaq *abyadh* dan implikasinya terhadap awal waktu salat Isya. Berdasarkan hasil penelitiannya di Pantai Barombong, ia menjelaskan bahwa hilangnya syafaq *abyadh* pada ketinggian Matahari 14° dibawah ufuk.¹³
4. Penelitian skripsi dengan judul “Uji Pengaruh Ketinggian Tempat dengan *Sky Quality Meter* Terhadap Akurasi Waktu Salat (Studi Pemikiran Prof. Thomas Djamaluddin)” oleh Isyvina Unai Zahroya (2019). Dalam penelitian ini menjelaskan tentang pengaruh

¹² Faiz Hidayat, “Penentuan awal waktu isya Kementrian Agama RI menggunakan astrofotografi : studi kasus di Pantai Tegalsambi, Kabupaten Jepara” (Diploma, UIN Walisongo Semarang, 2020), accessed May 10, 2022, <https://eprints.walisongo.ac.id/id/eprint/15773/>.

¹³ Asdar, “Analisis Kritis Keberadaan Syafaq *Abyadh* dan Implikasinya Pada Penetapan Awal Waktu Salat Isya (Studi Kasus Pantai Barombong, Losari, Akkarena, dan Munte)” (diploma, Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar, 2020), accessed May 10, 2022, <http://repository.uin-alauddin.ac.id/20461/>.

ketinggian tempat terhadap akurasi waktu salat khususnya isya dan subuh terdapat selisih 0-2 menit menggunakan *sky quality meter*.¹⁴

5. Penelitian jurnal dengan judul “Batas Kualitas Langit yang Ideal untuk Lokasi Observasi Awal Waktu Subuh” oleh Adi Damanhuri dan Agus Solikin (2022). Dalam penelitian ini menjelaskan tentang batas kualitas langit yang ideal dengan uji statistika terhadap beberapa titik sehingga diketahui batas kualitas langit minimalnya adalah 20,35 MPSAS.¹⁵

E. Tujuan Penelitian

Tujuan dalam penelitian antara lain:

1. Untuk mengetahui Kualitas Langit malam menggunakan *Sky Quality Meter* di Observatorium Astronomi Sunan Ampel.
2. Untuk mengetahui penentuan waktu subuh dan isya dari nilai kecerlangan langit menggunakan *Sky Quality Meter* di Observatorium Astronomi Sunan Ampel di Surabaya.

UIN SUNAN AMPEL
SURABAYA

¹⁴ I U Zahroya, “UJI PENGARUH KETINGGIAN TEMPAT DENGAN SKY QUALITY METER TERHADAP AKURASI WAKTU SALAT (Studi Pemikiran Prof. Thomas Djamaluddin)” (UIN Sunan Ampel Surabaya, 2019), <http://digilib.uinsby.ac.id/33716/>.

¹⁵ Adi Damanhuri and Agus Solikin, “Batas Kualitas Langit yang Ideal untuk Lokasi Observasi Awal Waktu Subuh,” *Al-Marshad: Jurnal Astronomi Islam dan Ilmu-Ilmu Berkaitan* 8, no. 1 (June 22, 2022): 01–10.

F. Kegunaan Hasil Penelitian

Kegunaan dalam hasil penelitian ini antara lain:

1. Aspek teoritis

Adapun terkait hasil penelitian ini, peneliti berharap agar penelitian ini dapat digunakan sebagai referensi bagi pembaca untuk memperkaya dan memperkuat ilmu pengetahuan, memberikan kontribusi keilmuan dibidang astronomi ataupun ilmu falak sesuai dengan tujuan penelitian ini. Khususnya menyangkut awal waktu subuh dan isya.

2. Aspek praktis

Adapun kegunaan penelitian secara praktis, peneliti berharap agar hasil penelitian ini dapat memberikan wawasan kepada masyarakat dan pegiat falak dalam menentukan tolak ukur awal waktu subuh dan isya.

G. Definisi Operasional

Untuk menghindari adanya penyimpangan pemahaman dari pembaca terhadap skripsi ini, maka diperlukan adanya penjelasan mengenai beberapa istilah yang sekiranya diperlukan, seperti:

1. Kualitas Langit Malam

Kualitas langit atau level malam diperoleh dari rata-rata nilai kecerlangan langit yang diambil dengan SQM dengan representasi mpsas sejak pukul 00.00 atau saat Matahari berada di kulminasi bawah maksimal hingga mencapai ketinggian Matahari -20° .¹⁶ Kecerlangan

¹⁶ Damanhuri, Sya'ri, and Arifudin, "PENGARUH LEVEL MALAM TERHADAP SOLUSI TITIK BELOK PADA DATA SKY QUALITY METER," 223.

langit malam adalah nilai magnitudo cahaya langit yang diukur ketika malam hari. Nilai kecerlangan langit dapat diukur dengan alat ukur *Sky Quality Meter*. Kecerlangan langit malam perlu diukur untuk mengetahui kualitas langit suatu tempat yang berfungsi sebagai acuan pengamatan terhadap benda-benda langit yang tampak, mendeteksi sedikit atau banyaknya polusi cahaya,

2. *Sky Quality Meter* (SQM)

Sky Quality Meter (SQM) adalah suatu alat ukur yang mengukur nilai kecerahan atau kecerlangan langit malam. Dimana semakin terang langit atau semakin banyak intensitas kecerlangan langit berbanding terbalik dengan nilai kecerlangan langit malam. Artinya ketika malam hari nilai kecerlangan langit tinggi, dan ketika siang hari nilai kecerlangan langit rendah hingga mencapai 0 mpsas.

3. Awal waktu salat

Salat merupakan salah satu ibadah wajib umat islam yang pelaksanaannya dibatasi oleh waktu. Oleh itu waktu salat memiliki batas awal dan akhir dalam pelaksanaannya. Penetapan awal waktu salat telah dijelaskan dalam hadits nabi dengan menggunakan acuan pergerakan bumi dan Bulan, sehingga perlunya penegasan ilmiah terhadap kajian lingual dan teoritis lebih lanjut dalam waktu salat.

4. Observatorium Astronomi Sunan Ampel (OASA)

Observatorium Astronomi Sunan Ampel (OASA) adalah Observatorium yang bertempat di *Rooftop* Lt. 10 gedung *Twin Tower B* kampus UIN Sunan Ampel Surabaya yang diresmikan pada tanggal 9

April 2021. Dengan koordinat geografis $-7^{\circ}19'23.02''$ LS dan $112^{\circ}44'0.2''$ BT, Observatorium ini digunakan sebagai tempat penelitian astronomi dan ilmu falak bagi mahasiswa ilmu falak, dosen ilmu falak, beberapa akademisi falak, dan masyarakat umum.

H. Metode Penelitian

1. Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini menggunakan penelitian lapangan. Penelitian dengan jenis ini merupakan penelitian yang metode pengambilan datanya dengan cara observasi atau pengamatan secara langsung pada lokasi terkait.

2. Sumber data

a. Data Primer

Data primer adalah data yang diperoleh secara langsung oleh peneliti. Data primer yang dimaksud dalam penelitian ini yaitu data pengamatan kecerlangan langit malam menggunakan alat ukur *Sky Quality Meter* (SQM) di Observatorium Astronomi Sunan Ampel (OASA).

b. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang digunakan untuk menunjang penelitian ini. Data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini adalah sumber pustaka berupa buku, jurnal, artikel atau karya ilmiah, ataupun informasi-informasi yang berkaitan dengan Ilmu Falak tentang kecerlangan langit implikasinya terhadap awal waktu salat.

3. Metode pengumpulan data

Metode pengumpulan data dalam penelitian ini ialah observasi. Observasi data yang diperoleh melalui pengamatan atau observasi di lapangan dengan melakukan pengamatan secara berkelanjutan dalam jangka waktu tertentu terhadap nilai kecerlangan langit malam di Observatorium Astronomi Sunan Ampel (OASA).

4. Metode Analisis Data

Metode analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- a. Tahap pertama adalah mengumpulkan data-data hasil observasi lapangan yaitu data hasil pengamatan nilai kecerlangan langit malam menggunakan *Sky Quality Meter* (SQM) di Observatorium Astronomi Sunan ampel (OASA).
- b. Tahap kedua adalah membuat grafik secara sistematis terhadap data hasil pengamatan kecerlangan langit malam di Observatorium Sunan Ampel Surabaya.
- c. Tahap ketiga adalah menganalisis secara sistematis grafik data hasil pengamatan kecerlangan langit malam dan menentukan Kualitas Langit malam di Observatorium Sunan Ampel Surabaya sebagai dasar penentuan awal waktu subuh dan isya dengan menggunakan beberapa data sekunder yang digunakan.
- d. Tahap keempat adalah membuat kesimpulan dari hasil pengamatan kecerlangan langit malam di Observatorium Sunan Ampel Surabaya di Observatorium Astronomi Sunan Ampel sebagai dasar penentuan awal waktu subuh dan isya di Surabaya.

I. Sistematika Pembahasan

Sistematika pembahasan dalam penelitian ini terdiri atas lima bab. Dalam setiap bab terdapat beberapa sub bab yang menjelaskan pembahasan.

Pada bab I ini terdiri dari latar belakang, identifikasi masalah dan batasan masalah, rumusan masalah, tinjauan pustaka, tujuan penelitian, kegunaan penelitian, metode yang digunakan dalam penelitian dan sistematika penelitian.

Bab II berisi teori dasar kecerlangan langit malam, dan implikasinya pada awal waktu salat.

Bab III merupakan pokok bahasan mengenai *Sky Quality Meter* (SQM) dan langkah-langkah penelitian kecerlangan langit di Observatorium Astronomi Sunan Ampel (OASA).

Bab IV analisis hasil penelitian, dalam hal ini penjabaran dari rumusan masalah. Penentuan Kualitas Langit malam di Observatorium Astronomi Sunan Ampel sebagai dasar penentuan awal waktu salat subuh dan isya di Surabaya.

Bab V penutup. berisi hasil kesimpulan penelitian dan saran

BAB II

KUALITAS LANGIT DAN IMPLIKASINYA PADA AWAL WAKTU

SALAT SUBUH DAN ISYA

A. Fenomena Siang, Malam, Senja, dan Fajar

1. Gerak Semu Harian dan Tahunan

Gerak semu harian Matahari ialah gerak yang terlihat dan terjadi pada Matahari karena bumi mengelilingi Matahari. Gerak semu harian Matahari merupakan gerak tidak nyata yang mengakibatkan:

- Adanya siang dan malam

Adanya siang dan malam karena bumi melakukan rotasi. Siang terjadi karena bagian bumi tersebut terkena sinar Matahari. Begitupun sebaliknya, malam terjadi karena bagian bumi tidak terkena cahaya yang menjadikannya gelap atau disebut malam.

- Terjadi perbedaan waktu

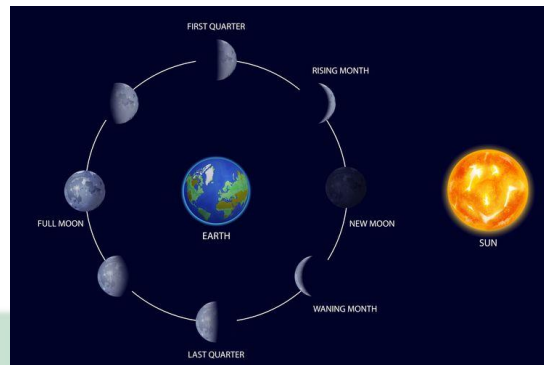
Adanya perbedaan waktu diakibatkan karena rotasi bumi yang mengakibatkan pembagian sinar Matahari terjadi secara bertahap dipermukaan bumi. Perbedaan waktu dapat terjadi seperti dalam contohnya adanya Waktu Indonesia Barat, Waktu Indonesia Tengah, *Universal Time Coordinate* (UTC/GMT), dsb.

- Fase-fase Bulan

Fase-fase Bulan terjadi dalam kurun waktu rata-rata 29 hari 7 jam 43 menit atau disebut periode sinodis Bulan¹. Namun periode sinodis Bulan

¹ Tono Saksono, *Mengkompromikan Rukyah & Hisab* (Jakarta: Amythas Publicita, 2007), 28.

bervariasi lamanya dan berada di interval 29,2 – 29,8 hari² bergantung pada posisi Bulan dan Matahari pada garis edarnya. Secara garis besar, fase Bulan dibedakan menjadi 4 fase, diantaranya ialah:



Gambar 1. Fase-Fase Bulan³

a) Bulan baru/Bulan mati (*New moon*)

Bulan baru atau Bulan mati yaitu kondisi fase Bulan dimana permukaan Bulan tidak terkena sinar Matahari.

b) Kuartier pertama atau Bulan paruh (*first quarter*)

Kuartier pertama atau seperempat pertama Bulan berupa setengah permukaan Bulan yang terkena cahaya Matahari.

c) Purnama atau *Full moon*

Bulan purnama dapat terjadi ketika pertengahan Bulan, dimana sinar Matahari tidak terhalang bayangan bumi. Purnama berarti permukaan Bulan seluruhnya terlihat di bumi karena terkena cahaya.

d) Kuartier ketiga atau Bulan paruh kedua

² Novi Sopwan and Moedji Raharto, "Distribusi Periode Sinodis Bulan Dalam Penanggalan Masehi," in *Seminar Nasional Fisika (SINAFI 5.0)*, vol. 1 (Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia, 2019), 376, <http://proceedings2.upi.edu/index.php/sinafi/article/view/824/741>.

³ "8 Fase Bulan Dan Apa Yang Akan Terjadi Sepanjang 2022? Halaman All - Kompas.Com," accessed August 8, 2022, <https://www.kompas.com/tren/read/2022/04/08/143000965/8-fase-Bulan-dan-apa-yang-akan-terjadi-sepanjang-2022-?page=all>.

Fase kuartier ketiga atau fase Bulan paruh kedua adalah fase Bulan paruh seperti halnya fase Bulan pertama. Namun, fase ini terjadi setelah Bulan purnama. Setelah fase purnama, Bulan berangsur-angsur berkurang sinarnya karena tertutup bayangan bumi.

Gerak semu tahunan Matahari mengakibatkan:

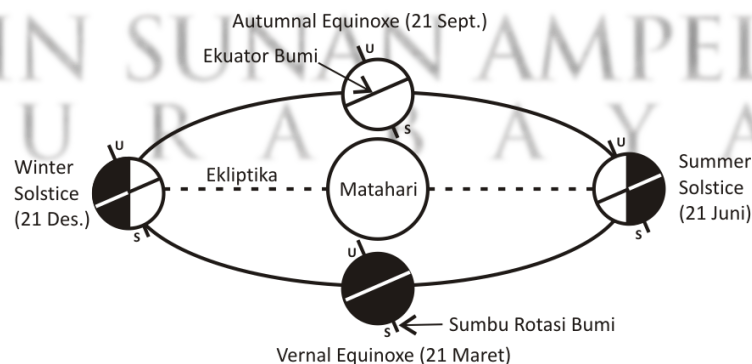
Gerak semu harian Matahari terjadi karena pengaruh sudut inklinasi bumi dalam revolusinya terhadap Matahari sejauh $23,5^\circ$. Beberapa diantaranya ialah:

- Terbentuknya kutub utara dan selatan

Pengaruh inklinasi mengakibatkan beberapa daerah di bumi tidak mengalami siang dan malam karena Matahari tidak terbit atau tenggelam. Daerah tersebut berada pada ujung dan pangkal inti bumi yang disebut kutub.

- Adanya musim

Adanya inklinasi bumi mengakibatkan arah terbit Matahari tidak tepat pada timur dan tenggelam pada arah barat secara pasti. Adakalanya condong ke utara atau selatan sejauh $23,5^\circ$ yang mengakibatkan adanya musim semi, gugur, panas, dan dingin pada daerah non ekuator.



Gambar 2. Deklinasi dan Pembagian Musim.⁴

- Adanya titik balik Matahari

⁴ Novi Sopwan, "Bola Langit dan Fenomena Langit," April 2019, 20.

Titik balik Matahari adalah istilah dimana Matahari berada condong ke arah utara atau selatan kemudian kembali. Titik balik Matahari terjadi dua kali yaitu ketika Matahari condong pada titik terjauhnya di utara kemudian kembali ke selatan atau *summer solstice* (21 Juni), serta ketika Matahari condong pada titik terjauhnya di selatan kemudian kembali ke utara atau *winter solstice* (22 Desember).

2. Posisi Matahari Ketika Senja dan Fajar

Disamping fenomena harian berupa siang dan malam, terdapat fase peralihan (*twilight*). Pada kondisi tersebut, cahaya di langit bersifat remang-remang. Matahari berada didekat ufuk mengakibatkan adanya refraksi atmosfer yang menyebabkan adanya berkas-berkas cahaya atau mega. Kondisi peralihan tersebut menjadi penanda bahwa Matahari akan tenggelam atau hendak terbit. Fase peralihan atau *twilight* dibagi menjadi dua, yaitu:

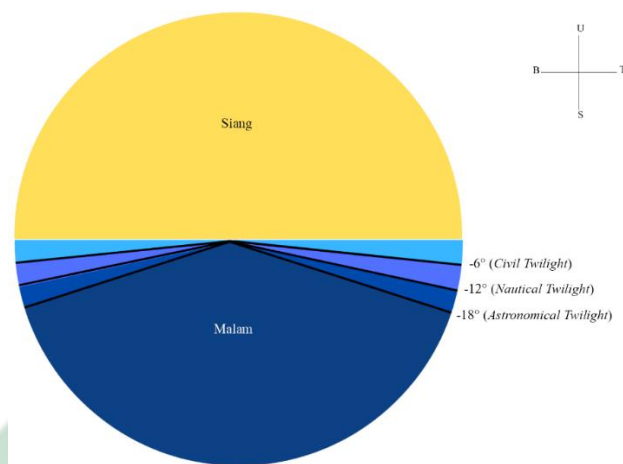
a) Senja (*dusk/evening twilight*)

Senja adalah fase peralihan dari peristiwa siang ke malam. Fase ini terjadi ketika Matahari telah bergerak mendekati ufuk barat. Dalam kata lain, senja adalah fenomena peralihan antara siang dan malam yang terjadi ketika Matahari tenggelam.

b) Fajar (*dawn/morning twilight*)

Fajar adalah fase peralihan dari peristiwa malam ke siang. Fase ini terjadi ketika Matahari yang berada dibawah ufuk bergerak menuju ufuk pada arah timur. Dalam kata lain, fajar adalah fenomena peralihan yang terjadi ketika Matahari terbit (*sunset*).

Senja dan Fajar pada hakikatnya merupakan fenomena yang sama yakni fenomena peralihan siang dan malam. Namun, senja dan fajar bersifat kebalikan, senja terjadi pada ufuk barat, dan fajar terjadi pada ufuk timur. Klasifikasi senja dan fajar berdasarkan altitude Matahari dibagi menjadi 3:



Gambar 3. Klasifikasi Senja dan Fajar

1. *Civil twilight/Civil Dawn*

Civil Twilight adalah kondisi senja atau fajar dimana orang tidak dapat dilihat tanpa menggunakan penerangan atau lampu.⁵ Awal dari *Civil twilight* atau senja/fajar sipil terjadi sesaat setelah Matahari tenggelam atau sesaat sebelum Matahari terbit atau pada ketinggian Matahari $-0,5^\circ$. Sedangkan akhir dari *civil twilight* ialah ketika ketinggian Matahari atau altitude Matahari berada 6 derajat dibawah horizon atau ufuk.⁶ Pada konsep fajar, *civil dawn* terjadi sesaat sebelum Matahari terbit. Sedangkan pada konsep senja, *civil twilight* terjadi sesaat setelah Matahari tenggelam.

⁵ Mukarram, *Ilmu Falak (Dasar-Dasar Hisab Praktis)*, 59–60.

⁶ P. Kenneth Seidelmann, *Explanatory Supplement to the Astronomical Almanac* (University Science Books, 2006), 492, <https://books.google.co.id/books?hl=id&lr=&id=uJ4JhGJANb4C&oi=fnd&pg=PR19&dq=seidelmann+explanatory+supplement>.

2. *Nautical twilight/Nautical Dawn*

Nautical twilight atau *Nautical Dawn* adalah kondisi fajar atau senja nautikal dimana Matahari sudah tenggelam atau belum muncul pada garis ufuk pantai. Pada kondisi ini, langit belum mencapai gelap sesungguhnya, namun kapal-kapal harus menyalakan lampu agar terlihat.⁷ *Nautical twilight* terjadi setelah *civil twilight* berakhir hingga pada altitude Matahari 12° dibawah horizon/ufuk.⁸ Pada konsep senja, kondisi senja nautikal ini dapat diamati pada ufuk barat. Sedangkan pada konsep fajar, kondisi fajar nautikal ini terjadi pada ufuk timur sebelum Matahari terbit.

3. *Astronomical twilight/Astronomical Dawn*

Astronomical Twilight atau *Astronomical Dawn* adalah kondisi fajar atau senja dimana kondisi langit beralih ke gelap yang konstan. Kondisi senja atau fajar ini dalam kata lain dikatakan sebagai senja atau fajar astronomi.

Kondisi fajar atau senja astronomi ini terjadi setelah *nautical twilight* berakhir hingga pada altitude Matahari 18° dibawah horizon.ufuk pengamat.⁹ Pada senja atau fajar astronomi tidak ada berkas cahaya dilangit lagi baik itu merupakan mega merah atau mega putih, sehingga ketika cuaca memungkinkan saat senja atau fajar astronomi ini menjadi batas pengamatan astronomi.

B. Kualitas Langit Malam atau Level Malam

⁷ Mukarram, *Ilmu Falak (Dasar-Dasar Hisab Praktis)*, 60.

⁸ Seidelmann, *Explanatory Supplement to the Astronomical Almanac*, 492.

⁹ Ibid.

1. Kecerlangan Langit dan Polusi Cahaya

Sumber kecerlangan langit berasal dapat berasal dari eksternal bumi (cahaya benda langit) serta dari internal bumi pada atmosfer (polusi cahaya). Kecerlangan langit yang berasal dari eksternal bumi terdiri atas berbagai unsur cahaya yakni *airglow*, *skyglow*, dan *syafaq*.¹⁰ Sumber cahaya tersebut selain mewarnai langit, juga dapat menjadi polusi cahaya pada visibilitas benda langit.

Dalam observasi astronomi di lapangan, perlu diperkirakan keidealan kegelapan langit atau kualitas langit. Semakin gelap langit maka semakin banyak benda langit yang dapat teridentifikasi baik dengan mata telanjang atau dengan menggunakan teleskop. Hal tersebut berlaku juga sebaliknya, ketika kondisi langit cukup terang, mengakibatkan benda-benda langit tidak teridentifikasi keberadaanya. Beberapa hal yang dapat mempengaruhi tingkat kegelapan langit yang mempengaruhi keidealan suatu tempat dalam melakukan observasi langit dapat dikatakan sebagai polusi cahaya. Adanya polusi cahaya dapat mengakibatkan tingkat kegelapan langit pada suatu tempat menurun.

2. Kualitas Langit atau Level Malam

Kualitas langit malam atau level malam ialah suatu nilai yang digunakan sebagai tolak ukur dalam menilai kualitas langit pada suatu tempat. Kualitas langit malam diperoleh dari rata-rata atau median nilai kecerlangan langit malam yang salah satunya menggunakan pengukuran SQM. Satuan kecerlangan langit sejauh ini dibedakan menjadi:

¹⁰ Mayo Rizky Satria, "PENGARUH KECERLANGAN LANGIT TERHADAP VISIBILITAS HILAL" (Semarang, Indonesia, UIN Walisongo, 2018), 28–30.

a) Magnitudo langit atau Mag/arc sec^2

Mag/arc sec^2 (dibaca: *Magnitude per arc second kuadrat*) dalam Bahasa Indonesia ialah magnitudo per detik busur kuadrat atau biasa disingkat MPSAS atau MSAS (eng); MDPB (in). Satuan MPSAS diturunkan dari satuan magnitudo dan satuan koordinat luas dalam sistem derajat. Magnitudo merupakan satuan kecerlangan bintang untuk mendefinisikan tingkat cahaya atau kecerlangan suatu bintang. Satuan ini digunakan untuk mendefinisikan nilai kecerlangan langit dengan pendekatan langit dalam definisi bintang. Untuk memaksimalkan nilai kecerlangan langit, maka digunakan satuan detik busur kuadrat sebagai satuan luas langit.

b) Iluminasi atau Cd/m^2

Satuan Candela merupakan satuan umum yang digunakan dalam ilmu fisika untuk mendefinisikan intensitas cahaya pada suatu benda. Satuan Cd/m^2 merupakan singkatan dari Candela per meter kuadrat. Sebagaimana m^2 sendiri merupakan satuan untuk mendefinisikan luas suatu benda atau permukaan dalam meter. Sehingga makna dari satuan ini adalah satuan untuk menentukan nilai intensitas cahaya dalam setiap luas langit. $1 \text{ cd/m}^2 = 12.583559 \text{ mag/arcsec}^2$. Serta $1 \text{ mag/arcsec}^2 = 4,3 \times 10^4 \text{ cd/m}^2$. Konversi dari satuan MPSAS (mag/arcsec^2) menjadi satuan iluminasi (cd/m^2) dapat ditunjukkan dalam rumus dibawah ini: ¹¹

Konversi mag/arcsec^2 ke cd/m^2

¹¹ "Magnitudes/Arcsecond2 to Cd/M2 Converter," accessed September 3, 2022, <http://mail.cathyscrystal.com/unihedron.com/projects/darksky/magconv.php?ACTION=SOLVE&txtMAGSQA=0>.

$$X = (10,8 \cdot 10^4) \cdot 10^{(-0,4 \cdot Y)}$$

Konversi cd/m^2 ke mag/arcsec^2

$$Y = \frac{\log\left(\frac{X}{10,8 \cdot 10^4}\right)}{-0,4}$$

X = nilai kecerlangan langit dalam satuan cd/m^2

$$1 \text{ cd/m}^2 = 10^3 \text{ mcd/m}^2 = 10^6 \text{ } \mu\text{cd/m}^2$$

Y = nilai kecerlangan langit dalam satuan mags/arcsec^2

Persentase dari naik turunnya kecerlangan langit malam (%) pada beberapa perhitungan juga dikalkulasi. Konversi kecerlangan langit dalam satuan persen dapat ditunjukkan dalam rumus:¹²

Konversi persen ke MPSAS

$$Y = -2,5 \cdot \log(1 + Z)$$

Konversi MPSAS ke persen

$$Z = 10^{\left(\frac{Y}{-2,5} - 1\right)}$$

Z = nilai kecerlangan langit dalam persen

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

¹² Ibid.,

c) NELM sebagai satuan

NELM atau *Naked Eye Limiting Magnitude* sebagai satuan. Satuan ini cukup umum ditemukan dalam pengukuran kualitas langit dengan menggunakan SQM. Namun satuan ini tidak langsung merujuk pada nilai kecerlangan langit, namun merujuk ke magnitudo bintang terlemah sebagai parameter. Konversi satuan kecerlangan langit NELM ke MPSAS dapat diperoleh dari rumus dibawah ini:¹³

Konversi NELM ke MPSAS

$$B = 21,58 - 5 \log(10^{(1,586 - \frac{V}{5})} - 1)$$

Konversi MPSAS ke NELM

$$V = 7,93 - 5 \cdot \log(10^{(4,316 - \frac{B}{5})} + 1)$$

B = nilai kecerlangan langit dalam satuan MPSAS

V = nilai kecerlangan langit dalam sistem NELM

3. Klasifikasi kualitas langit

a. Skala Bortle¹⁴

Skala bortle ialah skala yang mengklasifikasikan tingkat kecerlangan langit malam dalam Sembilan (9) kelas numerik yang berdasarkan terhadap nilai kecerahan langit dan magnitudo bintang. Klasifikasi kualitas langit dengan skala Bortle dilakukan dengan menggunakan fotometer atau alat ukur intensitas cahaya di langit seperti *Sky Quality Meter* (SQM). Metode

¹³ K. Fisher, "Conversion Calculator - NELM (V) to MPSAS (B) systems," diakses 3 September 2022, <http://mail.cathyscrystal.com/unihedron.com/projects/darksky/NELM2BCalc.html>; Bradley E. Schaefer, "Telescopic Limiting Magnitudes," *Publications of Astronomical Society of the Pacific* 102, no. telescopes, limiting-magnitudes (Februari 1990): 212–229.

¹⁴ John E Bortle, "Introducing the Bortle Dark-Sky Scale," *Sky Publishing Corp.*, February 2001, 126–129.

klasifikasi ini dikemukakan oleh John E. Bortle dalam jurnal *Introducing the Bortle Dark-Sky Scale* (2001)¹⁵

No.	Klasifikasi Bortle	(NELM)	MPSAS)	Deskripsi singkat
1.	<i>Excellent Dark Sky</i> (Langit Gelap Ideal)	7.6 – 8.0	22,00- 21,99	Objek langit dapat teramati dengan jelas serta fenomena langit lainnya seperti Cahaya zodiak, <i>gegenschein</i> ¹⁶ , Garis zodiak ¹⁷ , <i>Airglow</i> . ¹⁸
2.	<i>Average dark sky</i> (Langit gelap rata-rata)	7.1 – 7.5	21,99- 21,89	<i>Airglow</i> , Cahaya zodiak secara lemah mungkin terjadi. Galaksi M33, <i>Milky way</i> dapat teramati. Ada indikasi awan di langit.
3.	<i>Rural sky</i> (Langit Pedesaan)	6.6 – 7.0	21.89- 21.69	Awan terlihat dan ada indikasi polusi cahaya didekat horizon. Pengamatan <i>deep sky</i>

¹⁵ Ibid.

¹⁶ Zodiakal (*gegenschein*) merupakan pantulan dari sinar Matahari oleh partikel debu meteorik yang jumlahnya banyak dan melayang di angkasa, atau biasa disebut dengan cahaya redup.

¹⁷ *Zodiacal Band* atau garis zodiak adalah garis semu yang menghubungkan beberapa bintang yang berdekatan menjadi rasi bintang pembentuk zodiak.

¹⁸ *Airglow* adalah Pancaran sinar warna-warni yang berasal dari spektrum warna atom atau molekul yang terproyeksi oleh radiasi UV sinar Matahari di atmosfer.

No.	Klasifikasi Bortle	(NELM)	MPSAS)	Deskripsi singkat
				<i>object</i> masih memungkinkan.
4.	<i>Rural/suburban transition</i> (Peralihan Desa ke Pinggiran kota)	6.1 – 6.5	21.69- 20.49	Polusi cahaya dapat terlihat di berbagai arah Awan dari arah polusi cahaya terlihat namun hanya sedikit, dan masih gelap disekitarnya.
5.	<i>Suburban</i> (Pinggiran Kota)	5.6 – 6.0	20.49- 19.50	Polusi cahaya terlihat pada horizon menjulang keatas. Awan terlihat lebih terang dari langit. <i>Milky way</i> terlihat sangat lemah dan tidak terlihat didekat horizon.
6.	<i>Bright suburban</i> (Pinggiran Kota yang Terang)	5,5	19.50- 18.94	Warna langit 35° dari horizon berwarna putih keabuan. Awan terlihat terang disebagian besar langit. Indikasi adanya <i>Milky way</i> hanya muncul di zenith.

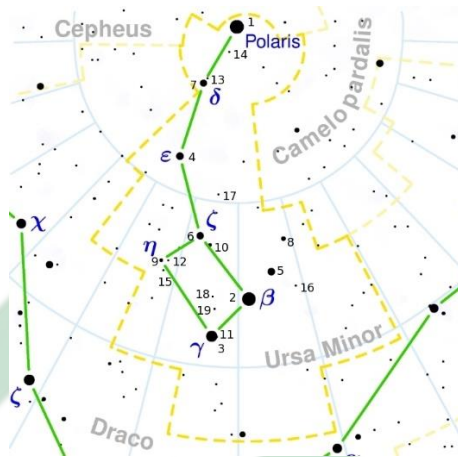
No.	Klasifikasi Bortle	(NELM)	MPSAS)	Deskripsi singkat
7.	<i>Suburban/urban transition</i> (Peralihan Pinggiran Kota ke Kota)	4,5– 4,99	18.94- 18.38	Keseluruhan langit berwarna putih keabuan. Polusi cahaya yang kuat dan terang pada segala arah.. Awan-awan sangat terang.
8.	<i>City sky</i> (Langit Kota)	4.5	kurang dari 18,38	Warna langit pada kondisi ini adalah putih keabuan atau keoranyean. Bintang penyusun rasi hanya terlihat beberapa.
9.	<i>Inner city sky</i> (Langit Pusat Kota)	4.0		Sebagian besar kondisi langit terang, bahkan pada zenith. Bintang penyusun rasi seperti rasi <i>Cancer</i> dan <i>Pisces</i> tidak terlihat sama sekali.

Tabel 1. Skala Bortle

b. *Naked-Eye Limiting Magnitude* (NELM)

Naked eye limiting magnitude adalah nilai magnitudo bintang terlemah yang dapat teramati pada kondisi langit tertentu. Istilah NELM dalam Bahasa Indonesia (Batas Magnitudo Mata Telanjang) adalah batas magnitudo bintang yang dapat teramati dengan mata telanjang, yang

artinya observasi bintang tanpa menggunakan bantuan alat apapun seperti teleskop, binokuler, theodolite, dsb. Klasifikasi dengan model ini menggunakan parameter bintang pada rasi bintang.¹⁹



Gambar 4. Rasi bintang Ursa Minor

No. Bintang	Nama bintang	Magnitudo Visual/NELM	Skala Bortle
1	α UMi	1.95	9
2	β UMi	2.05	9
3	γ UMi	3.00	9
4	ϵ UMi	4.20	8
5	5 UMi	4.25	8
6	ζ UMi	4.25	8
7	δ UMi	4.35	8
8	4 UMi	4.85	7
9	η UMi	4.96	7
10	θ UMi	5.00	7
11	11 UMi	5.02	6
12	19 UMi	5.45	6
13	24 UMi	5.75	5
14	λ UMi	6.30	4
15	20 UMi	6.35	4
16	3 UMi	6.40	4

¹⁹ "Naked Eye Limiting Magnitude: Assessing Sky Brightness," *Dark Sky Diary*, January 20, 2012, accessed July 10, 2022, <https://darkskydiary.wordpress.com/2012/01/20/naked-eye-limiting-magnitude-assessing-sky-brightness/>.

No. Bintang	Nama bintang	Magnitudo Visual/NELM	Skala Bortle
17	π 1 UMi	6.55	3
18	HIP74818	6.65	3
19	14 UMi	7.35	2

Tabel 2. Klasifikasi berdasarkan NELM

4. Faktor yang mempengaruhi nilai Kecerlangan Langit

Nilai kecerlangan langit yang merupakan data awal untuk menentukan kualitas langit malam pada suatu titik observasi dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor. Faktor-faktor tersebut mengakibatkan adanya penurunan grafik kecerlangan langit, yang mana diantaranya ialah:

a. Cuaca

- Awan

Awan terjadi karena adanya penguapan air menjadi akibat adanya suhu tinggi sebagai awal terjadinya hujan. Adanya awan menjadi salah satu indikasi adanya hujan. Pengaruh adanya awan dalam pengukuran kecerlangan langit dapat mengakibatkan grafik naik turun secara acak pada jangka waktu yang tidak dapat ditentukan.

- Kilat dan Petir

Kilat adalah fenomena kilatan cahaya akibat bertemunya atom negatif dan positif yang menimbulkan arus listrik singkat di langit. Sedangkan petir merupakan kilat yang memiliki suara. Kilat dan Petir identik dengan adanya hujan lebat. Ketika terjadi kilat atau petir kecerahan langit akan meningkat secara tajam dalam waktu yang cukup singkat, sehingga mengganggu stabilitas grafik kecerlangan langit sebagai parameter penentuan waktu subuh dan isya.

b. Fase Bulan;

Bulan sebagai benda langit yang memantulkan cahaya Matahari, Bulan juga kerap kali memberikan cahaya di langit meskipun tidak seterang Matahari. Bulan dengan iluminasi paling terang yaitu purnama dapat menurunkan tingkat kecerlangan langit. Sehingga ketika Bulan mati, nilai kecerlangan langit berada pada titik tertingginya. Pada beberapa penelitian menyebutkan bahwa pengaruh iluminasi Bulan dapat menurunkan kecerlangan langit hingga 3 MPDB²⁰ - 5 MPDB²¹

c. Penutup SQM atau *weatherproof housing*.

Penutup SQM berfungsi untuk melindungi perangkat dari cuaca buruk. Penutup SQM atau *weatherproof housing* biasa digunakan pada pengukuran kecerlangan langit jangka panjang dan menetap. Pengukuran kecerlangan langit dengan dan tanpa menggunakan tutup memiliki nilai yang berbeda.

C. Implikasi Fajar dan Senja Terhadap Penentuan Awal Waktu Salat

1. Dasar Hukum Awal Waktu Subuh dan Isya

Perintah mengerjakan salat bagi umat muslim banyak tertera pada al-Qur'an serta jelas wajib hukumnya. Salat merupakan ibadah wajib yang sudah ditentukan waktu pengerjaannya. Penjelasan mengenai awal waktu

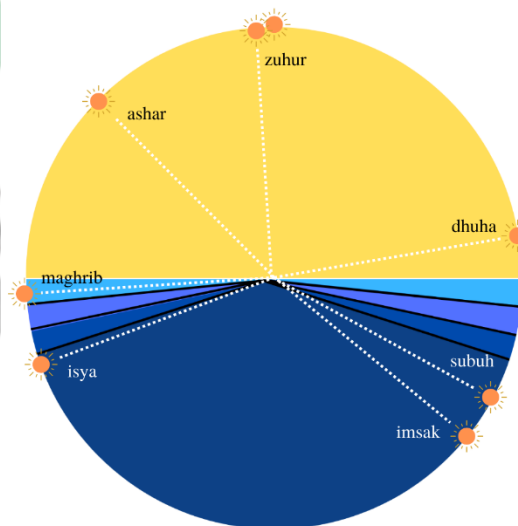
²⁰ Nugroho, "Pengaruh cahaya Bulan terhadap kemunculan fajar sidiq : analisis titik belok kurva pada penentuan awal waktu subuh menggunakan alat sky quality meter," 92.

²¹ Dhani Herdiwijaya and E.P. Arumaningtyas, "Pengukuran Kecerlangan Langit Arah Zenith di Bandung dan Cimahi dengan Menggunakan Sky Quality Meter" (Presented at the Prosidings Seminar Himpunan Astronomi Indonesia, ITB, Bandung, 2011), 7.

salat dapat ditemukan hadis sebagaimana fungsinya sebagai penjelas ayat al-Qur'an.

عَنْ جَابِرِ بْنِ عَبْدِ اللَّهِ أَنَّ النَّبِيَّ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ جَاءَهُ جِبْرِيلُ فَقَالَ قُمْ فَصَلِّهِ فَصَلَّى الظُّهَرَ حِينَ زَالَتْ الشَّمْسُ ثُمَّ جَاءَهُ الْعَصْرُ فَقَالَ قُمْ فَصَلِّهِ فَصَلَّى الْعَصْرَ حِينَ صَارَ ظِلُّ كُلِّ شَيْءٍ مِثْلَهُ أَوْ قَالَ صَارَ ظِلُّهُ مِثْلَهُ ثُمَّ جَاءَهُ الْمَغْرِبُ فَقَالَ قُمْ فَصَلِّهِ فَصَلَّى حِينَ وَجَبَتِ الشَّمْسُ ثُمَّ جَاءَهُ الْعِشَاءُ فَقَالَ قُمْ فَصَلِّهِ فَصَلَّى حِينَ غَابَ الشَّفَقُ ثُمَّ جَاءَهُ الْفَجْرُ فَقَالَ قُمْ فَصَلِّهِ فَصَلَّى حِينَ بَرَقَ الْفَجْرُ أَوْ قَالَ حِينَ سَطَعَ الْفَجْرُ. (رواه احمد و النساء)²²

“Dari Jabir bin Abdillah r.a. bahwasannya Jibril telah datang kepada Nabi Muhammad SAW dan berkata: ‘Berdiri dan shalatlah’, maka ia shalat dhuhur ketika Matahari telah tergelincir. Lalu (Jibril a.s) datang pada (Nabi Muhammad SAW) waktu asar dan berkata: ‘Berdiri dan shalatlah’, maka beliau shalat ketika bayang-bayang setiap benda sepertinya (sepanjangnya), atau (Jabir bin Abdillah r.a) berkata: hingga bayangannya setinggi dirinya. Lalu (Jibril a.s) datang padanya waktu maghrib, dan berkata: ‘Berdiri dan shalatlah’, maka beliau (Nabi Muhammad SAW) shalat ketika Matahari telah terbenam. Lalu (Jibril a.s) datang pada waktu Isya, dan berkata: ‘Berdiri dan shalatlah’, maka beliau (nabi Muhammad SAW) shalat ketika benang merah langit telah hilang. Lalu (Jibril a.s) datang pada waktu fajar, dan berkata: ‘Berdiri dan shalatlah’, maka beliau (Nabi Muhammad SAW) shalat fajar ketika fajar telah mengkilat, atau (Jabir bin Abdillah r.a) berkata: ketika muncul fajar.” HR. Ahmad dan Nasa’i.



Gambar 5. Posisi Matahari pada Awal Waktu Salat

²² Hambal, *Musnad Imam Ahmad bin Hambal*, 3:330.

Sebagaimana dalil Qur'an dan hadis nabi, waktu salat ditentukan dengan mengimplementasikan posisi Matahari dalam kondisi pengamat di bumi. Secara ringkas, waktu salat sebagaimana hadis diatas dapat ditunjukkan pada Gambar 5. diatas.

2. Senja sebagai Penentu Awal Waktu Isya'

Berakhirnya senja digunakan sebagai parameter awal waktu Isya bagi umat muslim. Tanda berakhirnya senja atau awal masuknya waktu Isya adalah setelah menghilangnya benang merah dilangit.

وَكُلُوا وَاشْرَبُوا حَتَّى يَتَبَيَّنَ لَكُمُ الْخَيْطُ الْأَبْيَضُ مِنَ الْخَيْطِ الْأَسْوَدِ مِنَ الْفَجْرِ ثُمَّ أَتُمُوا
الصَّيَامَ إِلَى اللَّيْلِ

“Makan dan minumlah hingga jelas bagimu (perbedaan) antara benang putih dan benang hitam, yaitu fajar. Kemudian, sempurnakanlah puasa sampai (datang) malam.” (Q.S. Al Baqarah 2:187)²³

فَلَا أَقْسِمُ بِالشَّفَقِ

“Aku bersumpah demi cahaya merah pada waktu senja,” (Al Insyiqaq 84:16)²⁴

Dalam istilah falak, benang merah disebut juga *syafaq ahmar*. *Syafaq* atau mega terjadi ketika Matahari telah tenggelam yang diakibatkan oleh refraksi cahaya Matahari oleh debu partikel penyusun atmosfer. *Syafaq* dibagi menjadi dua bagian yakni:

²³ Al-Qur'an dan Terjemah (Dilengkapi Panduan Waqaf & Ibtida'), 29.

²⁴ Ibid., 589.

- *Syafaq abyadh*

Syafaq abyadh adalah mega putih yang ada di langit. *Syafaq* putih atau *syafaq abyadh syafaq abyadh* secara umum disebut *syafaq* astronomi, *syafaq* ini menghilang ketika Matahari berada dibawah ufuk seukuran 18 derajat.²⁵

- *Syafaq ahmar*

Syafaq ahmar adalah mega merah yang terjadi di langit sebagai penanda waktu isya. *Syafaq* merah atau mega merah dalam beberapa pendapat ulama' dikatakan sebagai sisa-sisa cahaya Matahari yang dibiaskan oleh atmosfer.²⁶

3. Fajar sebagai Penentu Awal Waktu Subuh

Terbitnya fajar digunakan sebagai parameter masuknya awal waktu Subuh. Terbitnya fajar ditandai dengan munculnya cahaya horizontal di ufuk timur.

وَالصُّبْحُ إِذَا تَنَفَّسَ

“Demi subuh apabila (fajar) telah menyingsing,” (At Takwir 81:18)²⁷

وَمِنَ اللَّيْلِ فَسَبَّحْهُ وَإِدْبَارَ النُّجُومِ

“Bertasbihlah kepada-Nya pada sebagian malam dan pada waktu terbenamnya bintang-bintang (waktu fajar).” (At Tur 52:49)²⁸

Waktu subuh terjadi ketika fajar telah muncul atau telah mengkilat.

Fajar dalam istilah falak diartikan sebagai permulaan hari dimana

²⁵ “Analisis Kritis Keberadaan Syafaq Abyadh dan Implikasinya Pada Penetapan Awal Waktu Salat Isya (Studi Kasus Pantai Barombong, Losari, Akkarena, dan Munte),” 12.

²⁶ Ahmad Abrar, “Analisis penentuan waktu salat isya’ berdasarkan syafaq abyad di Pulau Masalembu, Kabupaten Sumenep, Jawa Timur” (Diploma, UIN Walisongo Semarang, 2021), 14, accessed May 10, 2022, <https://eprints.walisongo.ac.id/id/eprint/15779/>.

²⁷ *Al-Qur'an dan Terjemah (Dilengkapi Panduan Waqaf & Ibtida')*, 586.

²⁸ *Ibid.*, 525.

terdapat cahaya horizontal yang berangsur-angsur naik pada ufuk, disertai dengan terbitnya Matahari. fajar dalam ilmu falak dibedakan menjadi dua, yakni fajar *shadiq*, dan fajar *kadzib*.

عَنْ جَابِرِ بْنِ عَبْدِ اللَّهِ قَالَ رَسُولُ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ: الْفَجْرُ فَجْرَانِ, فَأَمَّا الْفَجْرُ الَّذِي يَكُونُ كَذَنْبِ السَّرْحَانِ فَلَا يُحِلُّ الصَّلَاةَ وَلَا يُحَرِّمُ الطَّعَامَ, وَأَمَّا الَّذِي يَذْهَبُ مُسْتَطِيلًا فِي الْأُفُقِ فَإِنَّهُ يُحِلُّ الصَّلَاةَ وَيُحَرِّمُ الطَّعَامَ (رواه الحاكم و البيهقي)²⁹

“Dari Jabir bin Abdillah r.a. bahwa Rasulullah SAW bersabda: Fajar itu ada dua. Fajar yang seperti ekor serigala tidak menghalalkan salat dan tidak mengharamkan makan. Adapun fajar yang memanjang di ufuk, maka fajar itulah yang menghalalkan salat dan mengharamkan makan.” (H.R. Hakim dan Baihaqi)

- Fajar *Kadzib*

Fajar *kadzib* adalah fajar palsu. Fajar *kadzib* ialah fajar yang menjulang vertikal di langit. Fajar *kadzib* dapat terjadi akibat terhamburnya sinar Matahari oleh debu-debu dan partikel planet yang tersebar pada ekliptika.³⁰ Fajar ini tidak menimbulkan akibat hukum apapun seperti halnya dalam hadis diatas bahwa fajar *kadzib* tidak menghalalkan salat yang artinya belum masuk waktu subuh.

Serta tidak mengharamkan makan, hal ini berkaitan dengan konteks puasa yang dimulai ketika masuknya waktu subuh.

- Fajar *Shadiq*

Fajar *shadiq* adalah fajar yang sesungguhnya, yaitu ialah fajar yang terbentang di ufuk timur secara horizontal yang menandai akan terbitnya Matahari. Fajar *shadiq* ditandai dengan adanya

²⁹ an-Naisaburiy al-Hakim, *al-Mustadrak 'Ala ash-Shahihain*, vol. 1 (lidarilharomaini littiba'ati wa nusyuri wa tawzi', 1997), 291.

³⁰ Abd. Salam Nawawi, *Ilmu Falak Praktis (Waktu Shalat, Arah Kiblat, dan Kalender Hijriah)* (Surabaya: UIN Sunan Ampel Press, 2014), 88.

perubahan *syafaq* atau mega dilangit yang muncul sebelum Matahari terbit diawali dengan warna putih, merah, kemudian oranye, dan diakhiri dengan *syafaq* kuning.³¹

D. Batas Kualitas Langit dalam Pengamatan Nilai Kecerlangan Langit sebagai Penentu Waktu Subuh dan Isya

Kualitas langit menjadi salah satu parameter keidealan kondisi langit saat melakukan pengamatan senja dan fajar sebagai penentu waktu Subuh dan Isya. Keidealan langit tersebut dapat diindikasikan dengan ciri-ciri:

1) Tidak berawan;

Kondisi langit yang baik dengan tanpa awan akan memudahkan pengamat untuk memperoleh data yang valid. Data yang tidak valid seperti adanya pengaruh awan yang telah dijelaskan diatas, menjadikan titik belok pada grafik kecerlangan langit menjadi bias.

2) Warna langit cenderung gelap, tidak keabu-abuan;

Langit sebagai latar belakang terlihatnya bintang, planet, dan objek astronomi lainnya. Semakin gelap warna langit, maka semakin kontras titik belok senja dan fajar. Hal tersebut berlaku pula sebaliknya, jika kondisi langit tersebut terang, kontras antara siang dan malam tidak terlalu kuat, sehingga titik beloknya tidak terlalu curam. Dalam artian waktu terjadinya senja dan fajar lebih mudah untuk didefinisikan ketika warna langit gelap.³²

³¹ Ibid., 91.

³² Basthoni and Setyanto, "Typology of Dawn Light Curves in High and Low Light Pollution Areas," 6–7.

Salah satu parameter keidealan langit menyebutkan bahwa level malam 20,35 MPSAS menjadi batas kualitas langit yang ideal sebagai lokasi observasi pengamatan senja dan fajar menggunakan SQM. Adapun jika nilai level malam kurang dari itu masih terdapat pengaruh malam ‘semu’ yang mengganggu penentuan awal waktu subuh dan isya.³³

Polusi cahaya mempengaruhi kecerahan langit, terutama pada malam hari dimana sudut elevasi Matahari lebih dari 18 derajat dibawah ufuk. Sehingga adanya pengaruh polusi cahaya semakin kecil ketika fase *nautical twilight* dan *civil twilight*. Adanya efek polusi cahaya mengakibatkan efek malam semu akibat serapan cahaya pada partikel polutan di atmosfer rendah.³⁴

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

³³ Damanhuri and Solikin, “Batas Kualitas Langit yang Ideal untuk Lokasi Observasi Awal Waktu Subuh,” 7–8.

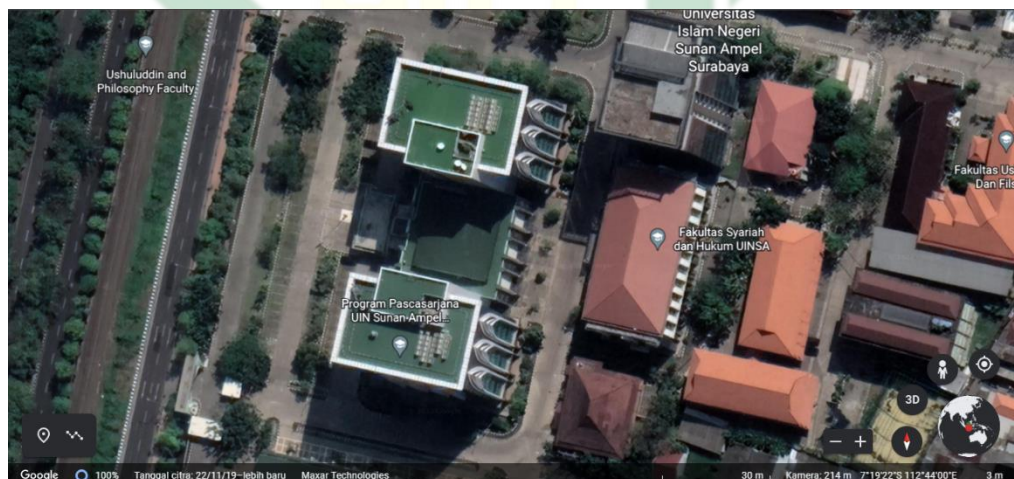
³⁴ Dhani Herdiwijaya, “WAKTU SUBUH Tinjauan Pengamatan Astronomi” 14 (2017): 61–63.

BAB III

PENGUKURAN KECERLANGAN LANGIT MENGGUNAKAN SKY QUALITY METER DI OBSERVATORIUM ASTRONOMI SUNAN AMPEL (OASA)

A. Observatorium Astronomi Sunan Ampel (OASA)

Observatorium Astronomi Sunan Ampel (OASA) merupakan observatorium yang terletak di kawasan Surabaya Selatan tepatnya pada *Rooftop Twin Tower A Lantai 10 Kampus I UINSA* (Jl. Ahmad Yani No.117, Jemur Wonosari, Kec. Wonocolo, Kota SBY, Jawa Timur 60237). OASA diresmikan pada 9 April 2021. Letak koordinat geografisnya OASA ialah pada lintang -7,32306 LS ($-7^{\circ}19'23,02''$ LS) dan bujur 112,73339 BT ($112^{\circ}44'0,2''$ BT). Serta tinggi tempatnya ialah 28 mdpl.



Gambar 6. Lokasi OASA ditinjau dari *Google Earth*¹

OASA saat ini dioperasikan sebagai salah satu Laboratorium Ilmu Falak dan Astronomi yang dikelola dibawah naungan Fakultas Syari'ah dan Hukum UINSA. Salah satu fungsi operasionalnya ialah sebagai media media observasi

¹ "OASA (Observatorium Astronomi Sunan Ampel) Surabaya," n.d., <https://www.google.co.id/maps/search/Observatorium+Astronomi+Sunan+Ampel/@-7.32306,112.7333922,20.65z>.

langit seperti pengamatan hilal, planet, serta pengamatan langit lainnya, Beberapa instrumen yang difungsikan di OASA diantaranya ialah teleskop *Meade LX 600*, teleskop *Celestron SCTW*, kamera *all sky*, dan *SQM-LU*.



Gambar 7. Observatorium Astronomi Sunan Ampel (OASA)²

B. Sky Quality Meter

1. Gambaran Umum Sky Quality Meter

Sky Quality Meter yang untuk selanjutnya disingkat sebagai SQM adalah sebuah alat fotometri³ sederhana berukuran saku yang difungsikan untuk mengukur kualitas langit berdasarkan nilai kecerlangan langit malam yang ditampilkan. Respon spektral SQM berada dalam rentang cukup lebar, yaitu rentang visual 4000 – 6500 Å untuk transmisi 0.5 dengan puncak sekitar 5400 Å. rentang spektral SQM sesuai dengan sensitivitas spektral mata manusia, baik sensitivitas sel batang dan sel kerucut.⁴ SQM mengukur nilai kecerlangan

² “Pengukuran Kecerlangan Langit Di OASA,” September 23, 2022.

³ Fotometri adalah suatu alat yang digunakan untuk mengukur intensitas foton atau cahaya.

⁴ Zahroya, “UJI PENGARUH KETINGGIAN TEMPAT DENGAN SKY QUALITY METER TERHADAP AKURASI WAKTU SALAT (Studi Pemikiran Prof. Thomas Djamaluddin),” 32–33.

langit malam dalam satuan magnitudo per detik busur kuadrat (Mag/arc.sec^2 atau MPSAS atau MPDB). SQM didesain oleh Dr. Doug Welch dan Anthony Tekatch dengan menggunakan koneksi transfer data USB, ethernet, dan kabel RS232.

2. Jenis-Jenis Sky Quality Meter

Perangkat SQM hingga saat ini tersedia dalam 6 macam yaitu SQM klasik atau SQM tanpa lensa, SQM-L (*Lens*), SQM-LU (*Lens-USB*), SQM-LU-DL (*Lens USB-Data Logger*), SQM-LE (*Lens Ethernet*), SQM-LR (*Lens RS232*). SQM klasik dan SQM-L dalam sistem pengambilan datanya masih *handheld* atau manual. Sedangkan, tipe SQM lainnya sudah dapat di-*setting* secara otomatis menggunakan PC atau komputer. Jangka waktu pengambilan datanya dalam semua tipe sama yaitu maksimal 80 detik dan minimal 1 detik. Spesifikasi dan perbedaan lainnya pada jenis-jenis SQM dijelaskan dalam Tabel 3 dibawah ini:

	SQM Klasik ⁵	SQM-L ⁶	SQM- LU ⁷	SQM- LU-DL ⁸	SQM- LE ⁹	SQM- LR ¹⁰
Gambar						

⁵ Unihedron, "Sky Quality Meter," Sky Quality Meter, diakses pada 27 Juni 2022, <http://unihedron.com/projects/darksky/>.

⁶ Unihedron, "Sky Quality Meter-L," Sky Quality Meter-L, diakses pada 27 Juni 2022, <http://unihedron.com/projects/sqm-l/>.

⁷ Unihedron, "Sky Quality Meter-LU," Sky Quality Meter - LU, diakses pada 27 Juni 2022, <http://unihedron.com/projects/sqm-lu/>.

⁸ Unihedron, "Sky Quality Meter-LU-DL," Sky Quality Meter - LU-DL, diakses pada 27 Juni 2022, <http://unihedron.com/projects/sqm-lu-dl/>.

⁹ Unihedron, "Sky Quality Meter-LE," Sky Quality Meter-LE, diakses pada 27 Juni 2022, <http://unihedron.com/projects/sqm-le/>.

¹⁰ Unihedron, "Sky Quality Meter-LR," Sky Quality Meter - LR, diakses pada 27 Juni 2022, <http://unihedron.com/projects/sqm-lr/>.

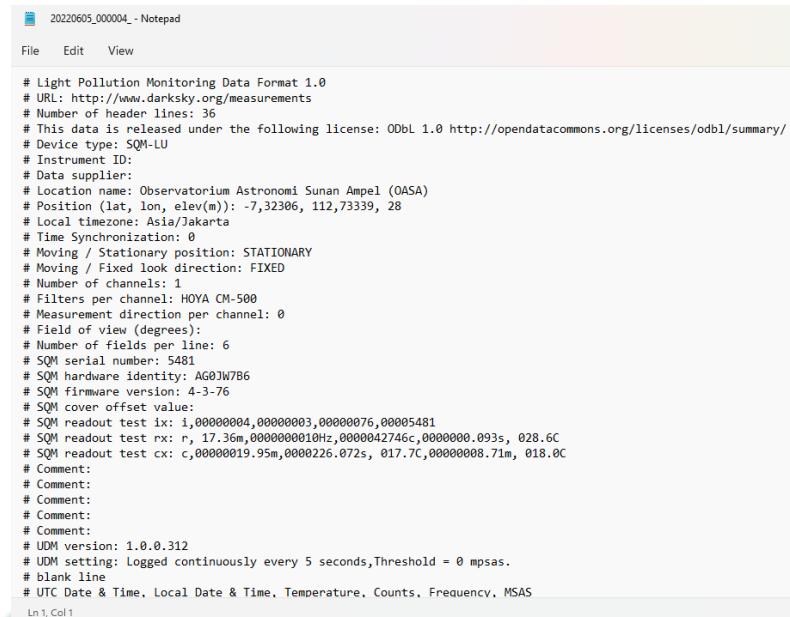
	SQM Klasik ⁵	SQM-L ⁶	SQM- LU ⁷	SQM- LU-DL ⁸	SQM- LE ⁹	SQM- LR ¹⁰
Lensa	-	√	√	√	√	√
<i>Field of View</i>	60°	20°	20°	20°	20°	20°
Ukuran (Inci)	3,8 x 2,4 x 1	3,6 x 2,6 x 1,1	3,6 x 2,6 x 1,1	5,5 x 2,6 x 1,1	3,6 x 2,6 x 1,1	3,6 x 2,6 x 1,1
Koneksi	-	-	USB	USB	Ethernet	RS232
<i>Logging continous</i>	-	-	√	√	√	√
Memori data	-	-	-	√	-	-
Adaptor (5-6 VDC)	-	-	-	-	√	√
Baterai	√	√	-	√	-	-

Tabel 3. Jenis-jenis SQM

3. Data Sky Quality Meter

Data yang direkam oleh SQM merupakan data kuantitatif dalam ekstensi *file* (.dat). Data yang diperoleh dalam pengukuran menggunakan SQM tidak hanya berupa data kecerlangan langit saja melainkan beberapa data informatif lainnya seperti tanggal dan waktu, suhu, dan lainnya. Data pada SQM terdiri atas dua bagian yaitu *header* data dan data utama. *Header* data pada data SQM

berupa data informatif mengenai letak, *setting* data pengamatan, data tipe SQM, serta komentar. Berikut tampilan data keluaran SQM:



```

# Light Pollution Monitoring Data Format 1.0
# URL: http://www.darksy.org/measurements
# Number of header lines: 36
# This data is released under the following license: ODbL 1.0 http://opendatacommons.org/licenses/odbl/summary/
# Device type: SQM-LU
# Instrument ID:
# Data supplier:
# Location name: Observatorium Astronomi Sunan Ampel (OASA)
# Position (lat, lon, elev(m)): -7,32306, 112,73339, 28
# Local timezone: Asia/Jakarta
# Time Synchronization: 0
# Moving / Stationary position: STATIONARY
# Moving / Fixed look direction: FIXED
# Number of channels: 1
# Filters per channel: HOYA CM-500
# Measurement direction per channel: 0
# Field of view (degrees):
# Number of fields per line: 6
# SQM serial number: 5481
# SQM hardware identity: AG0JW786
# SQM firmware version: 4-3-76
# SQM cover offset value:
# SQM readout test ix: i,00000004,00000003,00000076,00005481
# SQM readout test rx: r, 17.36m,0000000010Hz,0000042746c,0000000.093s, 028.6C
# SQM readout test cx: c,00000019.95m,0000226.072s, 017.7C,00000008.71m, 018.0C
# Comment:
# Comment:
# Comment:
# Comment:
# UDM version: 1.0.0.312
# UDM setting: Logged continuously every 5 seconds,Threshold = 0 mpsas.
# blank line
# UTC Date & Time, Local Date & Time, Temperature, Counts, Frequency, MSAS
Ln 1, Col 1

```

Gambar 8. Header Data output SQM

Data utama SQM dipisahkan dengan tanda titik koma (;) atau *semicolon*.

Data keluaran SQM tersebut diantaranya meliputi:

a. Tanggal dan waktu (UTC/GMT & WIB/GMT+7)

Tanggal dan waktu pada data SQM disajikan dalam dua versi yakni dalam waktu universal UTC (*Universal Time Coordinated*) atau GMT (*Greenwich Mean Time*). Serta dengan waktu lokal sesuai dengan lokasi pengamat, seperti pada Indonesia yaitu WIB (UTC+7), WITA (UTC+8), dan WIT (UTC+9). Tanggal dan waktu tersebut ditampilkan dalam header data dengan format YYYY-MM-DDTHH:mm:ss.fff.

b. Suhu

Data yang direkam oleh SQM juga menyertakan data tentang suhu. Dalam pengukurannya satuan yang digunakan adalah *Celcius* (°C). Data tentang suhu dapat digunakan sebagai data pendukung dari data utama.

Sehingga dengan beberapa data pendukung tersebut, memungkinkan penggambaran kondisi langit yang cukup jelas meskipun data keluaran SQM dituangkan dalam data kuantitatif.

c. *Count*

Data *count* merupakan salah satu data pendukung keluaran SQM untuk mendefinisikan intensitas cahaya ketika diukur dengan pengukur cahaya atau fotometer. Semakin tinggi nilai kecerlangan langitnya, maka semakin tinggi pula nilai *count*-nya. Serta semakin tinggi kedua nilai tersebut mengindikasikan bahwa semakin gelap kondisi langit pada saat itu.

d. Frekuensi

Frekuensi merupakan variabel untuk mendefinisikan nilai kuantitas bunyi dalam satuan Hz. Frekuensi merupakan salah satu data pendukung pada data keluaran SQM untuk mengetahui kebisingan pada lokasi pengamatan. Data frekuensi yang dapat terdengar manusia yakni 20-20.000 Hz. Sedangkan bunyi dengan frekuensi dibawah 20 Hz yang disebut bunyi infrasonik yang terdeteksi SQM dapat mengindikasikan kondisi cuaca saat itu.

e. Data Kecerlangan Langit

Data kecerlangan langit yang diukur menggunakan SQM merupakan data utama yang diukur oleh SQM. Data inilah yang nantinya akan digunakan untuk menganalisis tingkat kecerahan langit untuk menentukan kualitas malam, mendokumentasikan nilai

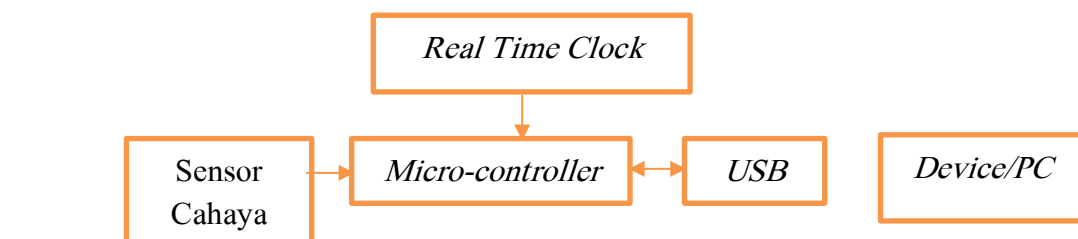
kecerlangan langit, serta analisis-analisis lainnya yang berkaitan dengan kecerahan langit.

Sebagaimana pemaparan mengenai jenis-jenis SQM dan kegunaannya maka peneliti memutuskan untuk menggunakan tipe SQM-LU sebagai fotometer yang tepat untuk mengukur nilai kecerlangan langit dalam menentukan kualitas langit yang sesuai pada lokasi yang dituju peneliti.

4. Cara Pengoperasian SQM-LU

SQM-LU merupakan alat pengukur kegelapan malam dalam pembacaan MPSAS menggunakan USB sebagai konektor data pada komputer. Pengukuran cahaya dilakukan oleh *micro-controller* dimana ketika pengamatan sensor cahaya (TSL237) akan menangkap kondisi saat itu seperti frekuensi, suhu, serta kecerlangan langit yang kemudian dikomputasikan menggunakan *command* pada *micro-controller* untuk selanjutnya dihubungkan pada PC melalui USB.¹¹

Komponen-komponen dalam SQM-LU hampir sama dengan SQM-LU-DL seperti *Real Time Clock*, Sensor Cahaya (TSL237), *USB*, dan *micro-controller*.¹² Namun pada SQM-LU tidak memiliki *Flash Memory* sebagai penyimpan data, sehingga data dapat terekam hanya ketika SQM terhubung dengan PC. Berikut bagan cara kerja SQM-LU:



¹¹ "SQM-LU Operator's Manual" (unihedron.com, 2022), 15, accessed December 8, 2022, <http://www.unihedron.com/projects/sqm-lu/>.

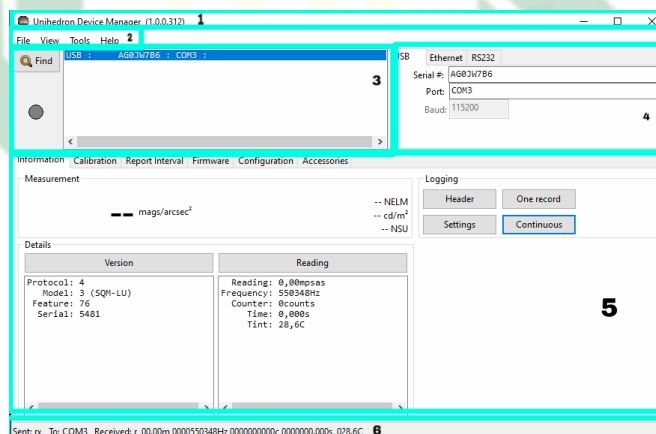
¹² Laksmiyanti Annake Harijadi Noor, "Uji Akurasi Hisab Awal Waktu Shalat Shubuh Dengan Sky Quality Meter" (UIN Walisongo, 2016), 40–41.

Gambar 9. Diagram Cara Kerja SQM-LU

Agar data dapat direkam selama pengamatan dilakukan, maka SQM-LU perlu terhubung dengan komputer/PC atau *device*. Untuk menghubungkan PC dengan SQM serta mengoperasikannya diperlukan aplikasi tambahan yaitu *Unihedron Device Manager* (UDM).¹³



Gambar 10. Tampilan Awal aplikasi UDM



Gambar 11. Menu Utama UDM

Bagian pada menu utama aplikasi UDM:

- 1) Jendela kontrol
- 2) Menu

¹³ Aplikasi UDM dapat diunduh dan dinstal dalam sistem operasi Windows, Mac, dan Linux yang disediakan pada link: www.unihedron.com/projects/darksky/cd/

Terdiri atas menu *File*, *View*, *Tools*, dan *Help* yang pada setiap menu tersebut terdapat sub menu yang akan dijelaskan pada Tabel 4 dibawah ini:

Kolom Menu	Sub Menu	Fungsi¹⁴
<i>File</i>	<i>Open</i>	Membuka <i>file</i> data yang direkam sebelumnya.
	<i>Find USB</i> , <i>Find Ethernet</i>	<i>Find USB</i> (ctrl + U), digunakan untuk mencari perangkat SQM yang terhubung dengan USB; <i>Find Ethernet</i> (ctrl + E), mencari perangkat SQM dengan koneksi <i>ethernet</i> .
	<i>StartUp Options</i>	Mengatur <i>command line</i> yang dibutuhkan.
	<i>Quit</i>	Menutup aplikasi.
<i>View</i>	<i>Simulation</i>	Memunculkan tab <i>Simulation</i> .
	<i>Configuration</i>	Memunculkan tab <i>Configuration</i> .
	<i>Log</i>	Memunculkan rekam perintah dan respon yang diterima dan dikirim SQM selama UDM beroperasi.
	<i>Directories</i>	Memunculkan informasi <i>folder</i> penyimpanan data.

¹⁴ "SQM-LU Operator's Manual," 23–38.

Kolom Menu	Sub Menu	Fungsi¹⁴
	<i>DL Header</i>	Memunculkan menu untuk mengedit <i>Header Data Logging</i> .
	<i>Plotter</i>	Memunculkan grafik otomatis pada file (.dat) yang direkam.
<i>Tools</i>	<i>Old log to dat</i>	Mengkonversi ekstensi <i>file</i> asli .log (pada versi sebelumnya) menjadi ekstensi file .dat
	<i>Dat to Moon csv</i>	Mengkonversi file dengan ekstensi .dat ke ekstensi .csv dengan menambahkan data astronomis Bulan menggunakan algoritma Jean Meeus.
	<i>Comm Terminal</i>	Jendela sambungan komunikasi yang digunakan untuk mengirim perintah manual dan menampilkan respon dari perangkat SQM
	<i>DL Retrieve</i>	Memunculkan data yang telah tersimpan
<i>Help</i>	<i>Cmdline info</i>	Memunculkan perintah yang digunakan ketika memulai UDM
	<i>Version Info</i>	Memunculkan informasi detail versi software UDM
	<i>About</i>	Memunculkan kotak dialog berisi identitas software UDM

Tabel 4. Fungsi dan bagian Menu

3) Penampil perangkat yang terhubung

Menampilkan perangkat SQM yang terhubung dengan komputer secara otomatis. Apabila perangkat SQM tidak terdeteksi, klik menu *Find* untuk mencari perangkat SQM.

4) Penampil detail perangkat yang terhubung

Menampilkan detail perangkat SQM yang terhubung, baik dengan koneksi USB, *ethernet*, atau RS232.

5) Tab informasi

Pada tab ini, menampilkan sejumlah sub menu diantaranya ialah:

<i>Tab</i>	Fungsi
<i>Information</i>	Menampilkan informasi <i>Measurement</i> (bacaan data), <i>Details</i> (detail versi SQM yang terhubung, serta data lain seperti frekuensi, waktu, suhu, dsb), dan <i>Logging</i> (berisikan sub menu lanjutan tentang <i>header</i> , <i>settings</i> , dan opsi perekaman data secara <i>continuous/One record</i>).
<i>Calibration</i>	Menampilkan dan mengatur kalibrasi perangkat SQM
<i>Report Interval</i>	Menampilkan dan mengatur informasi interval pada SQM
<i>Firmware</i>	Memperbaiki <i>bugs</i> atau menambahkan fitur
<i>Configuration</i>	Menampilkan kalibrasi data pabrik.
<i>Accesories</i>	Menampilkan opsi fitur lain yang ditambahkan

Tabel 5. Fungsi pada bagian-bagian *Tab Informasi*

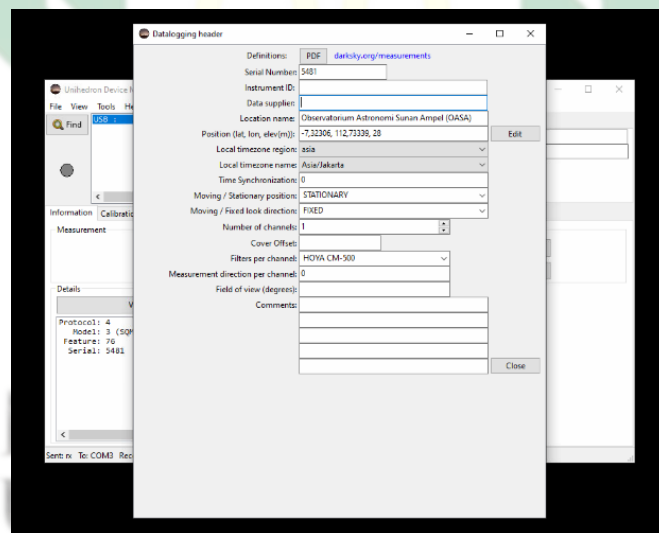
6) Status bar

Menampilkan status perekaman data dan pengolahan data pada *micro-controller* pada saat itu.

5. Setup SQM-LU

Sebelum melakukan pengamatan, *header* data pada SQM-LU diatur terlebih dahulu. Langkah-langkah pengaturan *header* data adalah:

1. Buka dan jalankan aplikasi UDM, dan pastikan perangkat SQM telah terhubung dengan PC sebagaimana tampilan pada Gambar 10.
2. Klik sub menu *header* menu *Logging* pada tab menu *Information* hingga muncul tampilan pada Gambar 12 dibawah ini.

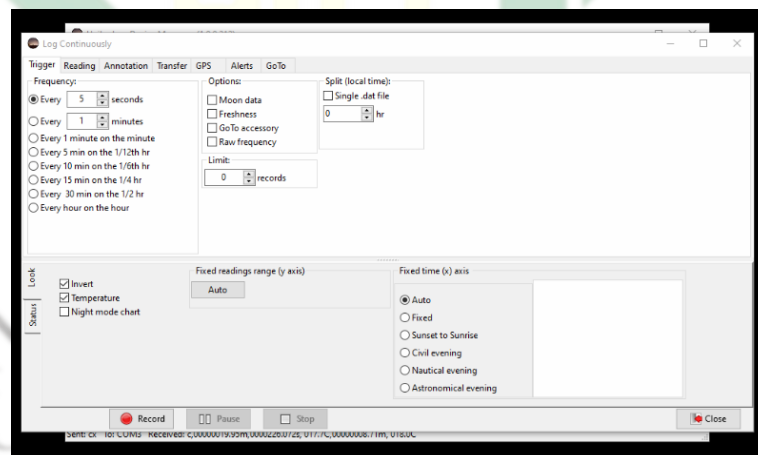


Gambar 12. Window Data Logging Header

3. Isi kolom dengan data yang sesuai, seperti data lintang, bujur, zona waktu. Pilih metode pengamatan pada posisi *Stationary*¹⁵. Pilih arah pengamatan pada opsi *Fixed*¹⁶. Kemudian *close window*.

C. Pengukuran Kecerlangan Langit dan Pemodelan Grafik Menggunakan Microsoft Excel

Pengukuran nilai kecerlangan langit pada lokasi yang telah disebutkan ialah dengan menggunakan pengukuran data secara berkelanjutan atau *continuous*. Sebelum melakukan perekaman data atau *logging data*, perlu dilakukan *setting* waktu terlebih dahulu. Pada pengamatan terhadap nilai kecerlangan langit yang dilakukan peneliti, peneliti menetapkan interval data setiap 5 detik sekali. Pengaturan interval data dapat dilakukan dengan menu *Setting* dibawah menu *header – Tab trigger – set frekuensi (every 5 seconds)*.

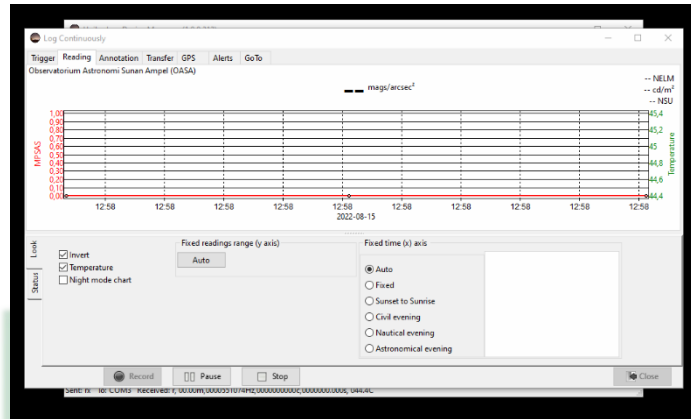


Gambar 13. *Setting interval data logging*

¹⁵ Kolom *Moving/Stationary Position* berisi opsi penempatan SQM ketika pengamatan. Jika posisinya berpindah-pindah maka disebut pengamatan *Moving*, dan ketika pengamatan dilakukan tetap pada posisi yang sama maka disebut pengamatan *Stationary*.

¹⁶ Kolom *Moving/Fixed look direction* merupakan opsi untuk menyesuaikan arah SQM apakah berpindah-pindah (*Moving*) atau tetap pada titik di langit yang sama (*Fixed*).

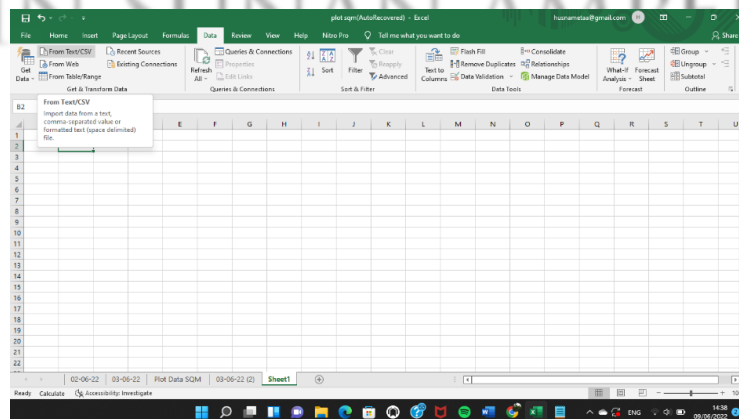
Perekaman data secara *Continuous* dapat dilakukan dengan klik menu *continuous* pada menu *Logging* pada tab menu *Information* hingga muncul tampilan pada Gambar 14.



Gambar 14. *Logging* Data secara *Continuous*

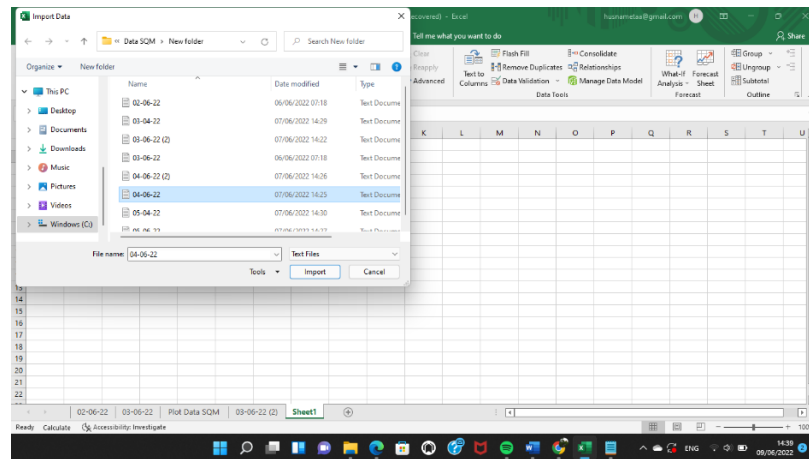
Data disimpan dalam format penamaan sesuai tanggal dan waktu pada zona waktu lokal dalam satu hari. Sehingga ketika pergantian hari, *file* data juga berubah. Data yang telah direkam tersebut kemudian divisualisasikan dalam grafik dengan *Microsoft Excel*. Berikut langkah-langkah visualisasi data menjadi grafik:

1. Buka Ms. Excel – Open Data SQM (klik tab Data – klik *From Text/CSV* pada ribbon ‘*Get & Transform Data*’



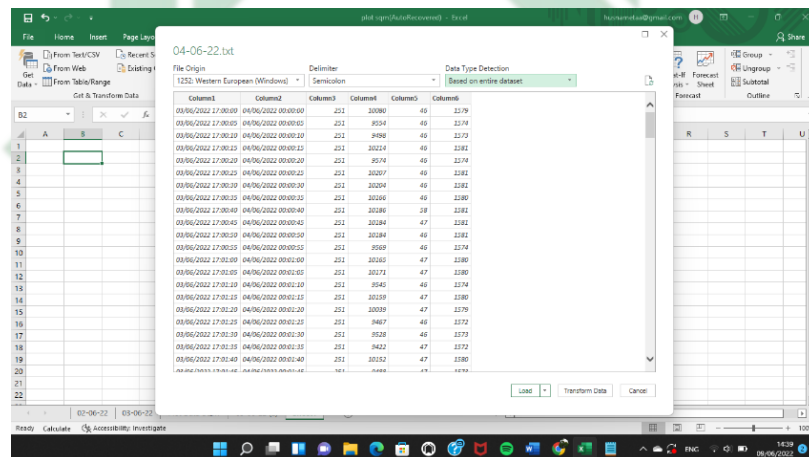
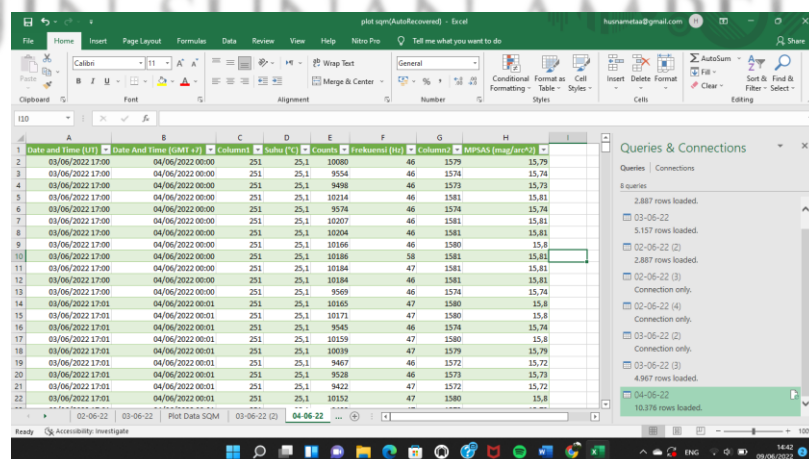
Gambar 15. *Microsoft Excel*

2. Muncul *pop-up window* untuk memilih *file* yang dimaksud, lalu klik *Import*.



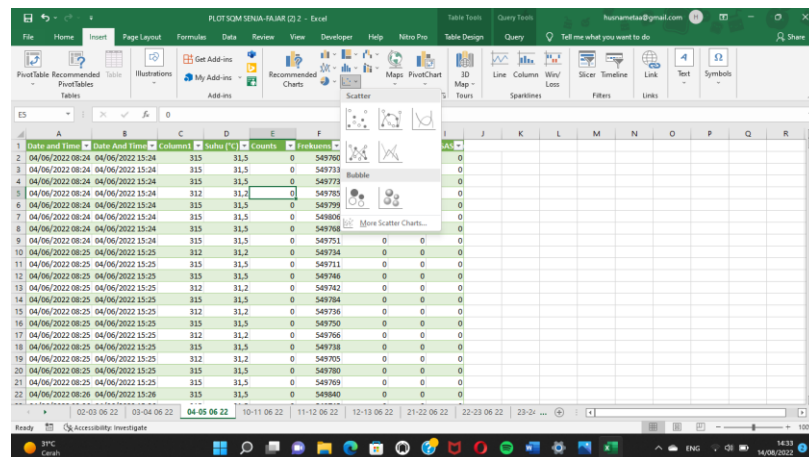
Gambar 16. Import Data

3. Muncul *pop-up* lanjutan untuk memisahkan data. *Delimiter* (semicolon) – *Data type detection* (based on entire dataset) – Klik *load*.

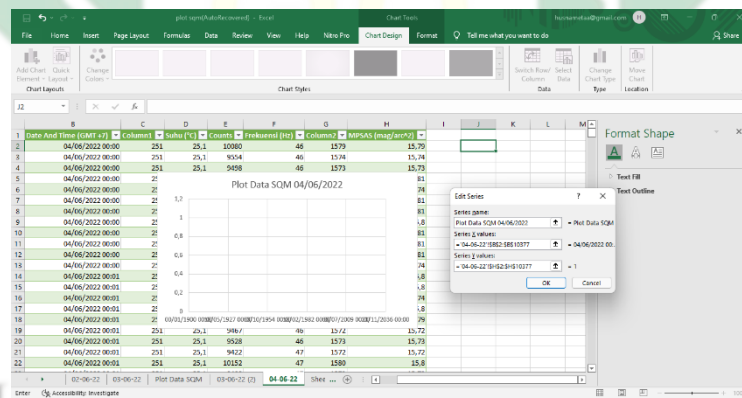
Gambar 17. Pemisahan data menjadi tabel dengan fungsi *Delimiter*

Gambar 18. Tampilan Data yang sudah diimpor pada Ms. Excel

4. Rapikan kolom menamai data (Tanggal dan Waktu UTC, WIB, Frekuensi, Suhu, *Count*, MPSAS)
5. Visualisasi grafik dengan model grafik *scatter*, atur data waktu sebagai data koordinat x, dan data MPSAS sebagai data koordinat y. (*step 1-2*)

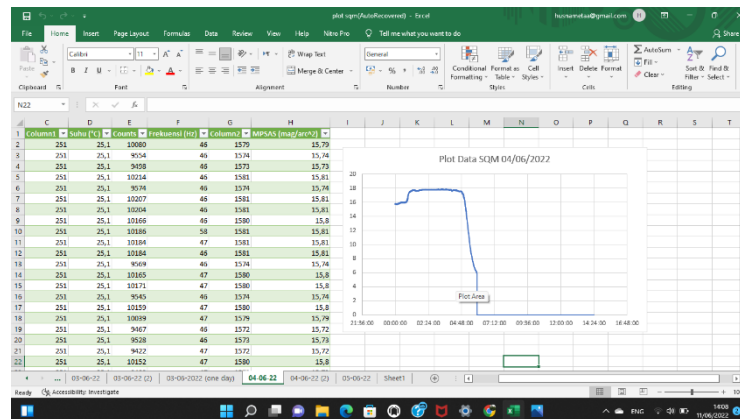


Gambar 19. Step 1 Klik tab *insert* - *scatter* - (pilih tampilan grafik yang diinginkan)



Gambar 20. Step 2. Klik tab '*Chart Design*' - *Select Data* - input judul grafik pada kolom '*Series Name*', data tanggal dan waktu pada *series X*, dan data MPSAS pada *series Y*

6. Grafik data kecerlangan langit telah selesai



Gambar 21. Tampilan grafik data SQM

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

D. Data SQM di OASA

Pengukuran kecerlangan langit menggunakan SQM dilakukan di OASA dengan meletakkan SQM dalam tabung dengan tutup bening. Nilai kecerlangan langit pada sebelum dan sesudah pemasangan tutup berbeda 0,15 mpsas lebih gelap setelah pemasangan tutup SQM. Data pengamatan kecerlangan langit dilakukan dalam waktu kurang lebih tiga Bulan pada Bulan Juni-Agustus 2022 dengan kumulatif data yang terkumpul sebanyak 45 data. Luasan langit yang diukur secara intensif menggunakan SQM yaitu pada 0° sampai $\pm 20^\circ$ dari zenit. Gambaran umum luasan langit yang diukur menggunakan SQM dapat ditunjukkan pada Gambar 22 dibawah ini.



Gambar 22. Luas langit yang diukur SQM¹⁷

Data yang telah terdokumentasi untuk selanjutnya disajikan dalam bentuk grafik dengan menggunakan *software Ms. Excel*. Data disajikan dalam dua model dalam rentang waktu. Data pertama disajikan dalam batas satu malam yang sama atau dari awal senja hingga terbit fajar. Data kedua disajikan dalam rentang waktu yang sama pada ± 4 jam dari pukul 00.00 WIB yaitu pada rentang waktu pukul 20.00 WIB sampai 04.00 WIB. Rentangan tersebut ditetapkan

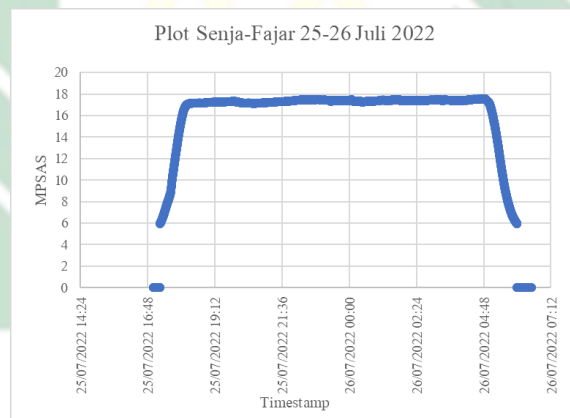
¹⁷ Data diambil menggunakan kamera *All Sky* pada tanggal 3 Juli 2022 pukul 17:21 WIB di OASA

peneliti tanpa mengikutsertakan titik belok fajar ataupun subuh, sehingga dalam penetapan kecerlangan langit tidak terganggu data titik belok.

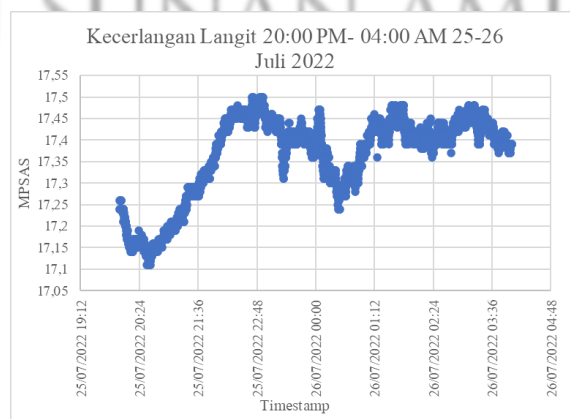
Terhadap data yang terkumpul diperoleh kondisi langit dalam grafik beserta pengaruhnya meliputi:

1. Data dengan grafik stabil

Data dengan grafik stabil merupakan data yang ideal dalam penelitian terhadap kecerlangan langit. Data ini terjadi pada 6 grafik pada tanggal 30 Juni – 1 Juli; 22-23 Juli; 24-25 Juli; 25-26 Juli; 04-05 Agustus; 29-30 Agustus 2022. Contoh data dengan grafik stabil mendekati ideal ditunjukkan pada Gambar 23 dibawah ini.



Gambar 23. Grafik Senja-Fajar tanggal 25-26 Juli 2022



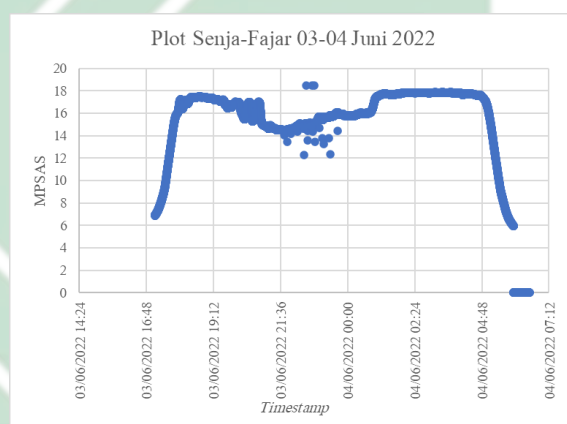
Gambar 24. Grafik Kecerlangan Langit pukul 20.00 - 04.00 WIB tanggal 25-26 Juli 2022

2. Data dengan grafik tidak stabil

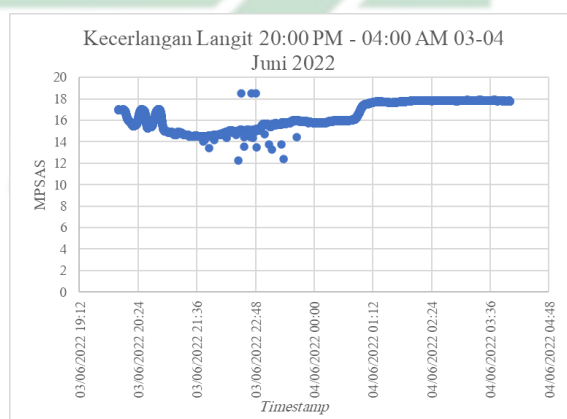
Data dengan grafik tidak stabil terjadi ketika grafik naik turun dari *pattern* utama grafik. Hal tersebut dapat diakibatkan karena cuaca buruk, baik hanya berawan atau ketika hujan yang menimbulkan kilat dan petir. Disamping itu, adanya fase Bulan juga menjadikan grafik tidak stabil.

- Grafik dengan data titik

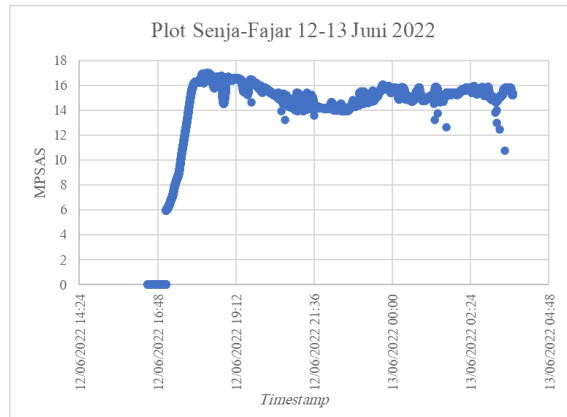
Grafik dengan data titik terjadi pada tanggal 3-4 Juni 2022; 12-13 Juni 2022; 23-24 Juni 2022; 15-16 Juli 2022; 03-04 Agustus 2022; dan 14-15 Agustus 2022. Berikut grafik datanya:



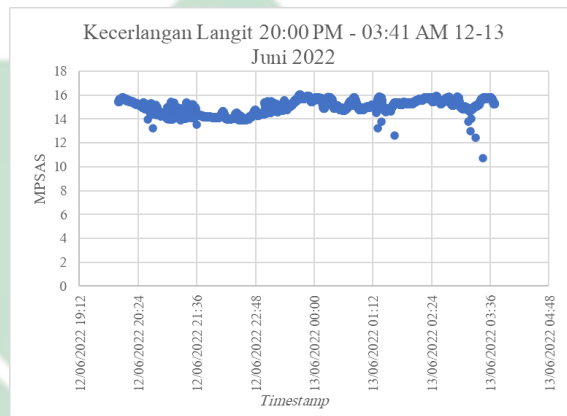
Gambar 25. Grafik Senja-Fajar tanggal 03-04 Juni 2022



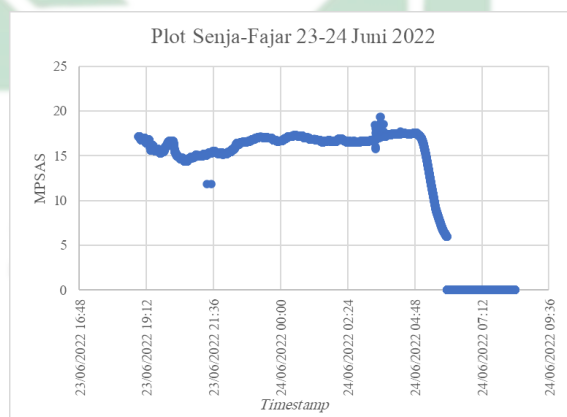
Gambar 26. Grafik Kecerlangan Langit pukul 20.00 - 04.00 WIB tanggal 03-04 Juni 2022



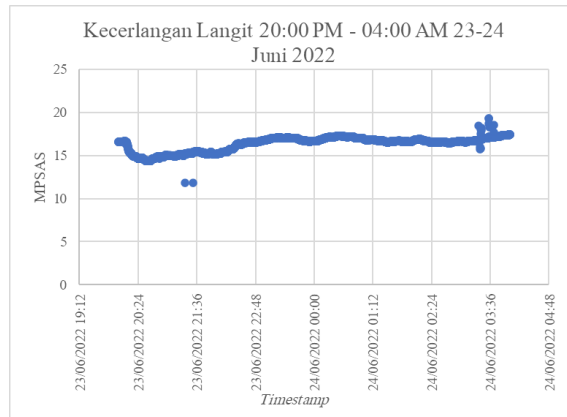
Gambar 27. Grafik Senja-Fajar 12-13 Juni 2022



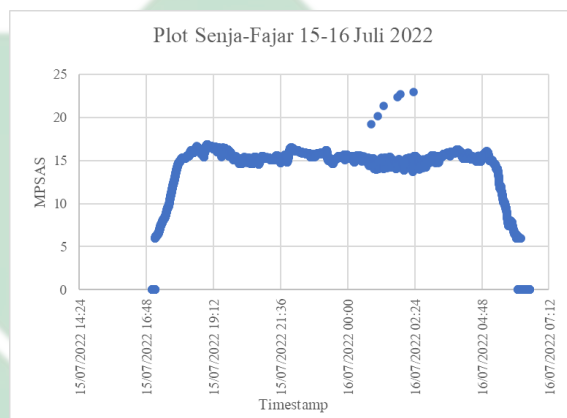
Gambar 28. Grafik Kecerlangan Langit pukul 20.00 - 04.00 WIB tanggal 12-13 Juni 2022



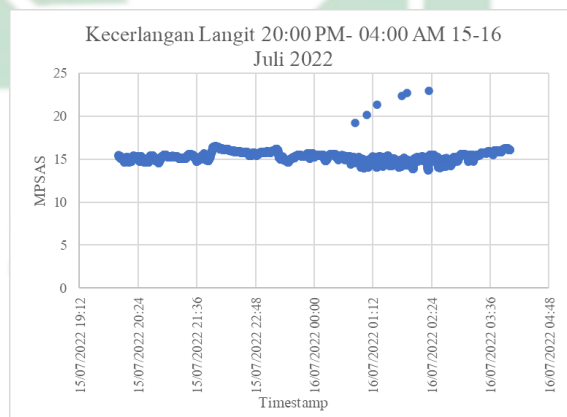
Gambar 29. Grafik Senja-Fajar tanggal 23-24 Juni 2022



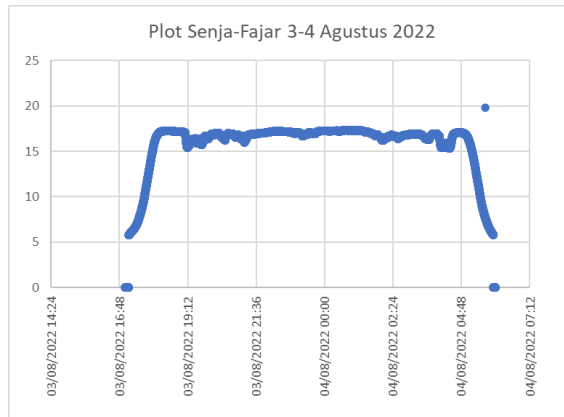
Gambar 30. Grafik Kecerlangan Langit pukul 20.00 - 04.00 WIB tanggal 23-24 Juni 2022



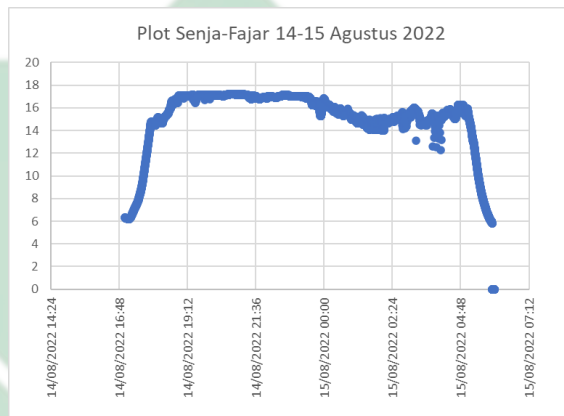
Gambar 31. Grafik Senja-Fajar tanggal 15-16 Juli 2022



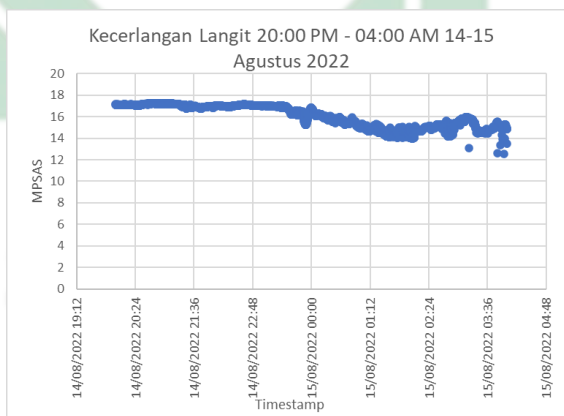
Gambar 32. Grafik Kecerlangan Langit pukul 20.00 - 04.00 WIB tanggal 15-16 Juli 2022



Gambar 33. Grafik Senja-Fajar 3-4 Agustus 2022



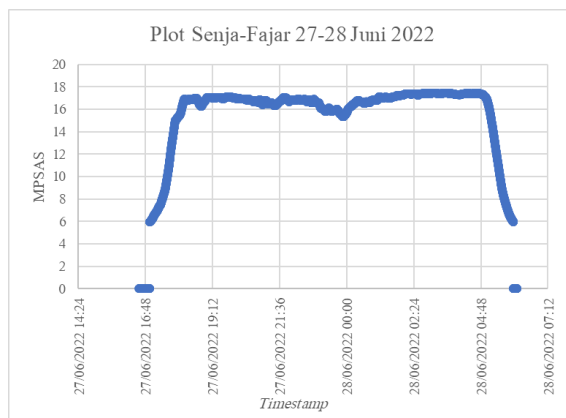
Gambar 34. Grafik Senja-Fajar 14-15 Agustus 2022



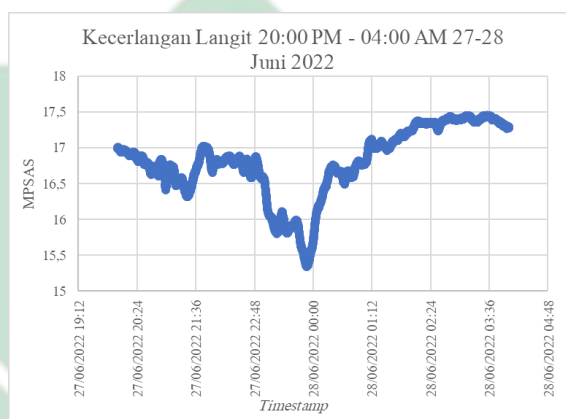
Gambar 35. Grafik Kecerlangan Langit pukul 20.00 - 04.00 WIB tanggal 14-15 Agustus 2022

- Grafik naik turun karena berawan

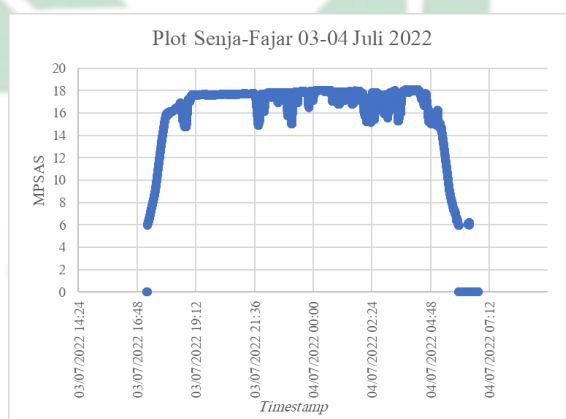
Grafik naik turun karena berawan terjadi pada sebagian besar data yang direkam. Jika dikomparasikan dengan data baik yang direkam, hanya 6 dari 75 data dengan data baik, kemudian sisanya grafik tidak stabil karena berawan. Beberapa diantaranya ialah:



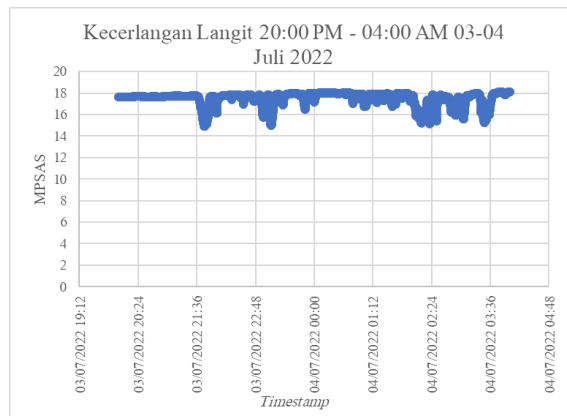
Gambar 36. Grafik Senja-Fajar 27-28 Juni 2022



Gambar 37. Grafik Kecerlangan Langit pukul 20.00 - 04.00 WIB tanggal 27-28 Juni 2022



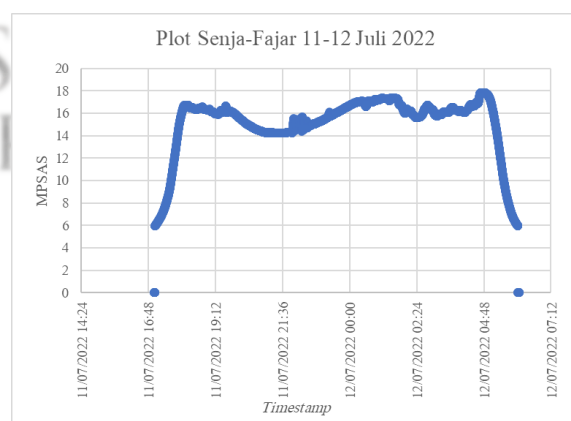
Gambar 38. Grafik Senja-Fajar tanggal 03-04 Juli 2022



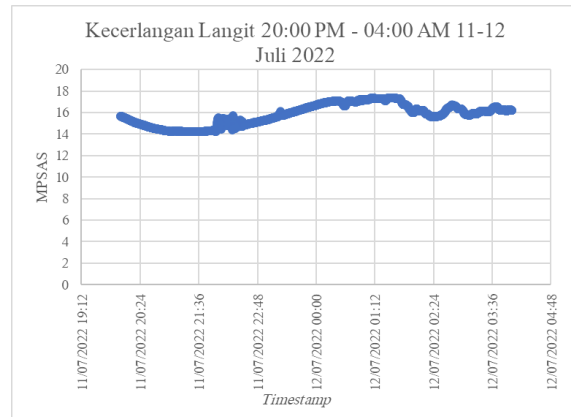
Gambar 39. Grafik Kecerlangan Langit pukul 20.00 - 04.00 WIB tanggal 03-04 Juli 2022

- Grafik dengan pengaruh cahaya Bulan

Grafik dengan pengaruh cahaya Bulan terjadi dimana grafik secara konstan turun kebawah dan naik kembali dalam kecepatan konstan pada beberapa jam. Secara teoritis, Bulan berada di meridian pengamat setelah Matahari tenggelam ketika tanggal 1-15 pada Bulan kamariah. Maka grafik dengan pengaruh cahaya Bulan terjadi pada setengah dari data yang direkam. Berikut contoh signifikan perubahan *line* pada grafik yang diakibatkan oleh cahaya Bulan ditunjukkan pada Gambar 40 dibawah ini.



Gambar 40. Grafik Senja-Fajar 11-12 Juli 2022

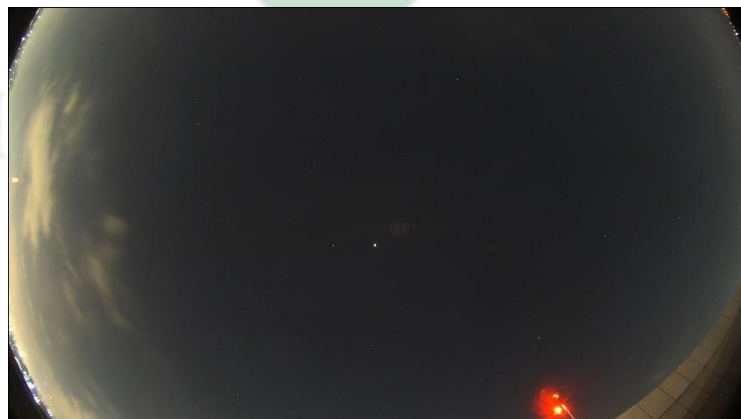


Gambar 41. Grafik Kecerlangan Langit pukul 20.00 - 04.00 WIB tanggal 11-12 Juli 2022

Kondisi langit berdasarkan beberapa pengamatan dengan pemantauan menggunakan kamera *allsky* yaitu:

- Kondisi langit paling gelap

Dalam beberapa kali pengamatan di lokasi tersebut, ditemukan fakta lapangan bahwa kondisi paling ideal pada fase Bulan mati. Pada kondisi langit tergelap pada lokasi ini, masih didapati awan disekitar horizon. Hal ini dapat ditunjukkan dalam dua gambar dibawah ini (Gambar 42 dan Gambar 43).



Gambar 42. Kondisi langit tergelap pada Bulan Agustus 2022 dengan nilai kecerlangan langit 17,72 MPSAS terjadi tanggal 3 Agustus 2022 pukul 03:23 WIB



Gambar 43. Kondisi langit tergelap pada 17,93 MPSAS pukul 04:11 WIB tanggal 3 Juli 2022

Kondisi langit tergelap di lokasi ini tidak berada pada grafik dengan perubahan kecerlangan langit konstan. Seperti halnya pada gambar yang telah disebutkan sebelumnya, masih ditemukan awan pada ufuk. Sedangkan kondisi langit tergelap pada grafik ideal terjadi pada 5 Agustus 2022 yang ditunjukkan pada Gambar 44 dibawah ini.



Gambar 44. Kondisi langit tergelap pada 17,06 MPSAS dari data dengan grafik mendekati ideal. Data diambil dengan kamera *Allsky* pada 5 Agustus 2022 pukul 04:30 WIB

- Kondisi langit paling terang

Kondisi langit paling terang dalam teori ataupun observasi lapangan terjadi pada fase Bulan purnama. Berdasarkan hasil pengamatan dalam beberapa waktu di OASA, kondisi langit paling terang terjadi pada 13 Juni

2022 pukul 23:40 WIB dengan nilai kecerlangan langit 15,88 MPSAS. Hal tersebut ditunjukkan pada Gambar 45.



Gambar 45. Kondisi langit pada 13 Juni 2022 pukul 23:40 WIB dengan 15,88 MPSAS

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

BAB IV

ANALISIS HASIL PENELITIAN

A. Penentuan Kualitas Langit Dengan Sky Quality Meter

Dalam menentukan kualitas langit malam diperlukan Interval waktu untuk membatasi data yang akan dianalisis. Dalam hal ini digunakan pukul 00:00 WIB sebagai titik tengah. Pada wilayah yang digunakan sebagai tempat penelitian, siang dan malam terjadi hampir sama besar yakni 12 jam. Jika diasumsikan secara rata, maka interval waktu waktu maksimal yang digunakan adalah ± 6 jam dari pukul 00:00. Terhadap beberapa data yang ada, diperoleh fakta bahwa titik belok pada hari yang berbeda. Interval waktu yang mungkin diambil ialah:

1. Interval waktu 6 jam (18:00 – 06:00)

Pada Interval waktu ini di beberapa malam, masih terdapat pengaruh titik belok. Sedangkan sisanya bahkan mencakup dua titik belok.

2. Interval waktu 5 jam (19:00 - 05:00)

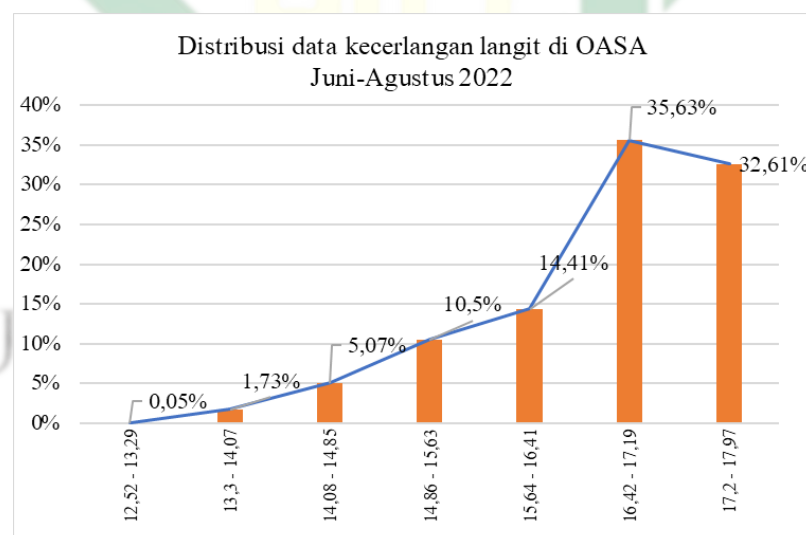
Pada Interval waktu 5 jam, titik belok senja mungkin sudah berlalu, tapi pada titik belok fajar, nilai titik belok sudah ada.

3. Interval waktu 4 jam (20:00 – 04:00)

Dalam Interval waktu ini, titik belok tidak tercakup pada Interval waktu ini. Sehingga dapat dijadikan dasar dalam menentukan kualitas langit malam tanpa dipengaruhi nilai-nilai pada titik belok. Oleh karena itu, peneliti mengambil interval waktu 4 jam sebagai data yang akan dianalisis.

Menentukan kualitas langit dapat diperoleh dengan merata-rata seluruh nilai pada malam yang sama pada Interval waktu yang ditentukan. Pada beberapa penelitian, disebutkan bahwa mencari kualitas langit malam dengan menggunakan median. Hal tersebut memungkinkan adanya komparasi antara nilai kualitas langit malam menggunakan rata-rata nilai atau nilai median.

Adanya nilai rata-rata membagi seluruh data dengan mengasumsikan seluruh data sama. Sedangkan nilai median, perlu dilakukan pengurutan data terlebih dahulu dan diambil nilai tengahnya, hal tersebut memungkinkan jarak antar data berbeda-beda. Jarak data yang berbeda tersebut dapat diasumsikan dengan adanya pengaruh cuaca yang tidak stabil seperti berawan, hujan, serta gangguan lainnya. Berikut Tabel 6 yang memuat informasi kecerlangan langit dalam interval waktu 4 jam.



Gambar 46. Distribusi data pengukuran kecerlangan langit dalam MPSAS di OASA

Data hasil pengukuran kecerlangan langit di OASA dalam interval waktu 4 jam dari tengah malam atau pukul 00:00 diperoleh sebaran data seperti pada grafik yang ditunjukkan pada Gambar 46. Dari grafik tersebut, data terbanyak berada pada kelas dengan interval 16,42 – 17,19 MPSAS dengan presentase

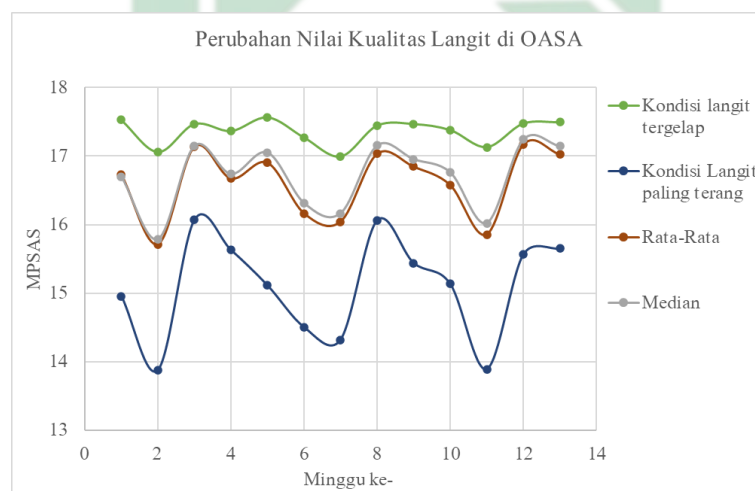
data 35,63% dimana memuat data median sebagai nilai kualitas langit malam di OASA. Kemudian diikuti oleh kelas dengan interval 17,2 – 17,97 MPSAS dengan 32,61% yang memuat nilai tertinggi atau kondisi langit tergelap di OASA pada saat itu.

Tabel 6. Pemetaan Level Malam Bulan Juni-Agustus 2022

No.	Periode Malam (20:00 – 04:00 WIB)	Hasil pengukuran			Skala Bortle	Klasifikasi Data
		Maksimum	Rata-rata	Median		
1	02-03 Juni 2022	17,18	16,82	16,92	9	1
2	03-04 Juni 2022	17,74	16,22	15,82	9	2
3	04-05 Juni 2022	17,66	17,16	17,36	9	2
4	10-11 Juni 2022	17,52	16,14	15,91	9	5
5	11-12 Juni 2022	17,77	16,11	16,54	9	5
6	12-13 Juni 2022	15,88	14,89	14,905	9	1
7	21-22 Juni 2022	17,47	17,14	17,15	9	4
8	22-23 Juni 2022	17,62	17,39	17,39	9	1
9	23-24 Juni 2022	17,56	16,19	16,49	9	1
10	24-25 Juni 2022	17,45	17,04	17,08	9	3
11	25-26 Juni 2022	17,28	16,82	16,94	9	5
12	26-27 Juni 2022	17,52	16,35	16,25	9	2
13	27-28 Juni 2022	17,31	16,66	16,68	9	3
14	28-29 Juni 2022	16,83	16,27	16,34	9	2
15	29-30 Juni 2022	17,24	17,05	17,09	9	2
16	30 Juni-01 Juli 2022	17	16,75	16,78	9	4
17	01-02 Juli 2022	17,38	16,69	16,66	9	2
18	02-03 Juli 2022	17,92	16,42	16,45	9	2
19	03-04 Juli 2022	17,96	17,33	17,54	9	2
20	04-05 Juli 2022	17,92	17,28	17,6	9	2
21	06-07 Juli 2022	17,56	16,82	17,24	9	2
22	07-08 Juli 2022	17,47	17,03	17,17	9	3
23	08-09 Juli 2022	17,58	16,99	16,98	9	3
24	09-10 Juli 2022	17,42	16,81	17,24	9	6
25	10-11 Juli 2022	17,3	16,26	16,75	9	5
26	11-12 Juli 2022	17,24	15,66	15,76	9	5
27	12-13 Juli 2022	17,18	15,43	15,3	9	5
28	13-14 Juli 2022	16,7	14,97	14,99	9	5
29	14-15 Juli 2022	16,97	15,3	15,52	9	5
30	15-16 Juli 2022	16,36	15,15	15,13	9	5
31	16-17 Juli 2022	16,91	15,83	15,87	9	5

No.	Periode Malam (20:00 – 04:00 WIB)	Hasil pengukuran			Skala Bortle	Klasifikasi Data
		Maksimum	Rata- rata	Median		
32	17-18 Juli 2022	16,41	15,72	15,73	9	5
33	18-19 Juli 2022	17,14	16,14	16,27	9	5
34	19-20 Juli 2022	17,43	17,13	17,24	9	5
35	20-21 Juli 2022	17,72	17,03	17,38	9	5
36	21-22 Juli 2022	17,47	16,53	16,69	9	2
37	22-23 Juli 2022	17,42	17,17	17,22	9	4
38	23-24 Juli 2022	17,19	16,66	16,87	9	3
39	24-25 Juli 2022	17,32	17,18	17,21	9	4
40	25-26 Juli 2022	17,35	17,21	17,25	9	5
41	26-27 Juli 2022	17,61	17,01	17,33	9	3
42	27-28 Juli 2022	17,77	17,49	17,51	9	3
43	28-29 Juli 2022	17,73	17,07	17,29	9	2
44	29-30 Juli 2022	17,42	16,73	17,05	9	3
45	30-31 Juli 2022	17,44	17,06	17,12	9	3
46	31 Juli - 1 Agustus 2022	17,6	17,25	17,27	9	4
47	1-2 Agustus 2022	17,05	15,74	15,7	9	2
48	2-3 Agustus 2022	17,72	17,15	17,3	9	1
49	3-4 Agustus 2022	17,33	16,93	16,95	9	3
50	4-5 Agustus 2022	17,06	16,87	16,95	9	4
51	5-6 Agustus 2022	17,32	16,76	16,85	9	3
52	6-7 Agustus 2022	17,46	17,07	17,21	9	3
53	7-8 Agustus 2022	17,73	16,91	17,25	9	5
54	8-9 Agustus 2022	17,54	16,64	17,05	9	6
55	9-10 Agustus 2022	17,4	16,23	16,69	9	5
56	10-11 Agustus 2022	17,04	15,43	15,25	9	5
57	11-12 Agustus 2022	16,68	15,2	15,43	9	5
58	12-13 Agustus 2022	17,01	15,16	15,38	9	5
59	13-14 Agustus 2022	16,69	15,11	15,38	9	5
60	14-15 Agustus 2022	17,24	16,04	16,22	9	5
61	15-16 Agustus 2022	17,43	16,13	15,89	9	5
62	16-17 Agustus 2022	17,29	16,31	16,55	9	5
63	17-18 Agustus 2022	17,57	17,04	17,3	9	6
64	18-19 Agustus 2022	17,54	17,31	17,3	9	4
65	19-20 Agustus 2022	17,51	17,35	17,36	9	4
66	20-21 Agustus 2022	17,49	16,96	17,25	9	2
67	21-22 Agustus 2022	17,45	17,45	17,27	9	3
68	22-23 Agustus 2022	17,4	16,65	16,91	9	2
69	23-24 Agustus 2022	17,57	17,34	17,38	9	3
70	24-25 Agustus 2022	17,38	17,13	17,21	9	3
71	25-26 Agustus 2022	17,66	16,87	17,09	9	3

No.	Periode Malam (20:00 – 04:00 WIB)	Hasil pengukuran			Skala Bortle	Klasifikasi Data
		Maksimum	Rata-rata	Median		
72	26-27 Agustus 2022	17,51	17,18	17,3	9	3
73	28-29 Agustus 2022	17,35	17,13	17,19	9	3
74	29-30 Agustus 2022	17,54	17,21	17,19	9	4
75	30-31 Agustus 2022	17,43	16,75	16,95	9	2
Rata-Rata		17,35	16,56	16,71		
Median		17,43	16,82	16,98		
Standar Deviasi (Simpangan Baku)		0,36	0,68	0,72		
X max		17,96	17,49	17,6		
X min		15,88	14,89	14,905		
jangkauan		2,08	2,6	2,695		

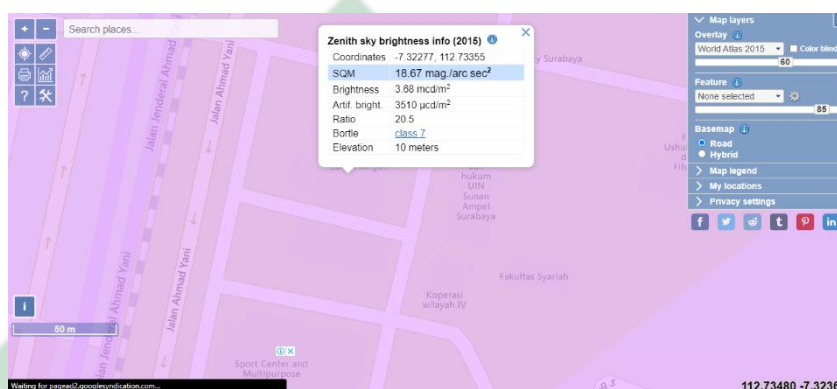


Gambar 47. Grafik hasil pengukuran kualitas langit di OASA Bulan Juni-Agustus 2022

Berdasarkan Tabel 6 dan grafik pada Gambar 47 yang dilakukan analisis statistika sederhana seperti rata-rata, median, standar deviasi dan lainnya. Nilai kualitas langit malam yang diperoleh berdasarkan pengamatan pada sejumlah data pada Tabel 6 diatas ialah 16,71 MPSAS dengan simpangan 0,72. Level malam pada lokasi ini jika didefinisikan dalam iluminasi adalah $2,236 \times 10^{-2}$ Cd/m², sedangkan jika didefinisikan dalam sistem NELM adalah 2,19 NELM. Sedangkan nilai kecerlangan langit tertinggi pada lokasi ini adalah 17,96 MPSAS.

- Nilai Kecerlangan Langit pada Skala Bortle

Dalam menilai kualitas langit pada suatu tempat, digunakan numerik untuk memudahkan *mapping* kualitas langit pada suatu tempat. Kualitas langit malam di OASA berdasarkan *mapping* pada website *lightpollutionmap.info* yang kemudian dipetakan dalam skala Bortle memiliki hasil seperti pada Gambar 48.



Gambar 48. Nilai Kualitas Langit dengan Skala Bortle pada web *lightpollutionmap.info*¹

Berdasarkan Gambar 48 diatas, nilai kecerlangan langit yang diukur tahun 2015 pada zenith pengamat di OASA (-7.32277 LS, 112.73355 BB) bernilai 18,67 MPSAS yang mana setara dengan iluminasi 3.68 mcd/m². Jika diklasifikasikan dalam skala Bortle maka lokasi tersebut masuk dalam kelas 7 (*suburban/urban transition*). Namun dalam kurun waktu ± 7 tahun, kualitas langit di Surabaya mengalami perbedaan menjadi 16,71 MPSAS. Hal tersebut juga mengubah tingkat kegelapan malam di Surabaya dalam skala Bortle dari kelas 7 hingga kelas 9.

B. Parameter Nilai Kualitas Langit Malam Terhadap Penentuan Waktu Subuh dan Isya di Surabaya

¹ "Light Pollution Map," accessed August 10, 2022, <https://www.lightpollutionmap.info/#zoom=18.00&lat=-7.3229&lon=112.7339&layers=B0FFFFFFF7FFFFFFF>.

Kualitas langit malam atau level malam dapat digunakan untuk menilai seberapa gelap langit sebagai latar belakang pengamatan astronomis, serta untuk menilai seberapa banyak polusi cahaya pada suatu kawasan. Hal tersebut penting juga sebagai langkah awal pengamatan waktu Subuh dan Isya yang dalam penetapannya menggunakan parameter perubahan warna langit. Dalam menentukan waktu subuh dan isya, hal-hal yang harus diperhatikan dalam melakukan penelitian terhadap kecerlangan langit ialah kondisi langit yang baik, tidak ada hujan, tidak berawan, dan tidak ada cahaya Bulan.

Sebagaimana pembahasan di poin sebelumnya disebutkan bahwa kualitas langit di OASA ialah 16,71 MPSAS. Dari beberapa grafik pada data yang direkam, terdapat 31 dari 75 data yang dapat digunakan sebagai parameter penentuan awal waktu subuh dan isya. Masing-masing dengan 27 data untuk Subuh, dan 11 data untuk Isya. Periode malam tersebut dapat dijelaskan dalam Tabel 7 dibawah ini.

Periode Malam	Subuh	Isya	Periode Malam	Subuh	Isya
03-04 Juni 2022	√		28-29 Juli 2022	√	√
21-22 Juni 2022	√	√	29-30 Juli 2022	√	√
22-23 Juni 2022	√		30-31 Juli 2022		√
24-25 Juni 2022	√		4-5 Agustus 2022	√	
29-30 Juni 2022	√		6-7 Agustus 2022	√	
30 Juni – 1 Juli 2022	√	√	8-9 Agustus 2022	√	
7-8 Juli 2022	√		17-18 Agustus 2022	√	
8-9 Juli 2022	√		18-19 Agustus 2022	√	√
9-10 Juli 2022	√		19-20 Agustus 2022	√	

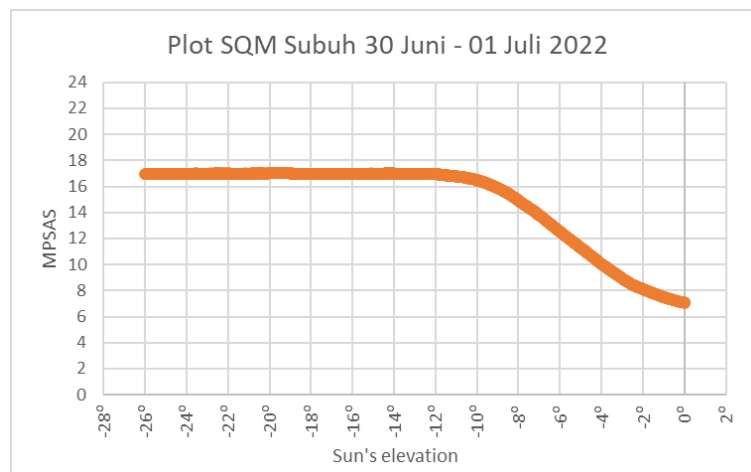
Periode Malam	Subuh	Isya	Periode Malam	Subuh	Isya
21-22 Juli 2022	√		21-22 Agustus 2022	√	√
22-23 Juli 2022	√		22-23 Agustus 2022		√
23-24 Juli 2022	√		23-24 Agustus 2022	√	
24-25 Juli 2022	√		25-26 Agustus 2022	√	
25-26 Juli 2022	√	√	28-29 Agustus 2022	√	
26-27 Juli 2022		√	29-30 Agustus 2022	√	√
27-28 Juli 2022	√				

Tabel 7. Data yang dapat digunakan untuk menentukan waktu Subuh dan Isya di Surabaya

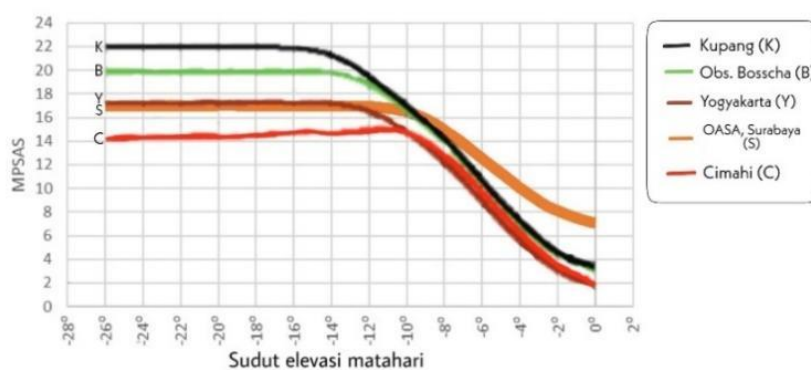
Kualitas langit di OASA sebagaimana telah dijelaskan di pembahasan poin sebelumnya berada pada nilai 16,71 MPSAS. Hal ini menjadikan kondisi langit cukup terang sehingga pengamatan terhadap benda dan fenomena astronomis cukup sulit dilakukan.

Hal yang sama yang terjadi pada pengamatan subuh dan isya dengan parameter senja dan fajar. Jika dibandingkan dengan pengamatan yang dilakukan oleh beberapa penelitian sebelumnya, maka diperoleh hasil seperti pada Gambar 50 Sampel data dengan nilai median data 16,75 MPSAS mendekati nilai kualitas langit di OASA yaitu 16,71 MPSAS terjadi pada periode malam 30 Juni – 1 Juli 2022 yang ditunjukkan dalam grafik pada Gambar 49 dengan menggunakan lembar kerja *NOAA Solar Calculation* oleh NASA² dalam menentukan elevasi Matahari.

² NOAA US Department of Commerce, "NOAA Solar Calculations," accessed July 8, 2022, https://gml.noaa.gov/grad/solcalc/NOAA_Solar_Calculations_day.xls.



Gambar 49. Grafik perubahan nilai kecerlangan langit malam dalam menentukan waktu Subuh pada periode malam 30 Juni-1 Juli 2022



Gambar 50. Komparasi awal waktu subuh dengan beda kualitas langit

Data yang digunakan dalam grafik pada Gambar 50 diperoleh dari hasil pengamatan di OASA ($\theta = -7^{\circ}19'23,02''$ LS; $\lambda = 112^{\circ}44'0,2''$ BT; $KLM^3 = 16,71$ MPSAS; ketinggian = 28 mdpl; tanggal 1 Juli 2022), serta dengan menggunakan data sekunder pada titik Kupang ($\theta = -9^{\circ}40'$ LS; $\lambda = 124^{\circ}0'$ BT; ketinggian = 1300 mdpl; tanggal 10 Mei 2013), Observatorium Bosscha ($\theta = -6^{\circ}49'$ LS; $\lambda = 107^{\circ}37'$ BT; ketinggian = 1300 mdpl; $KLM = 19,73$ MPSAS⁴; tanggal = 17 Juli 2015), Yogyakarta ($\theta = -7^{\circ}52'$ LS; $\lambda = 110^{\circ}25'$ BT; $KLM = 18,81$ MPSAS⁵; ketinggian = 100 mdpl; tanggal 18 Mei 2015), dan Cimahi (θ

³ Kepanjangan dari Kualitas Langit Malam

⁴ D. Herdiwijaya et al., "Measurements of Sky Brightness at Bosscha Observatory, Indonesia," *Heliyon* 6, no. 8 (August 2020): 9.

⁵ Dhani Herdiwijaya, "Sky Brightness and Twilight Measurements at Jogjakarta City, Indonesia," *Journal of Physics: Conference Series* 771 (November 2016): 3.

= $-6^{\circ}53'$ LS; $\lambda = 107^{\circ}32'$ BT; Ketinggian = 700 mdpl; KLM = 19,81 MPSAS⁶; Tanggal = 18 Desember 2013) dikutip dari penelitian yang dilakukan oleh Dhani Herdiwijaya (2017).⁷

Terhadap komparasi perubahan nilai kecerlangan langit malam pada 5 titik dalam menentukan awal waktu Subuh dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi kualitas langit malam pada suatu daerah maka semakin curam penurunan grafik ketika fajar. Hal tersebut juga berlaku pada sebaliknya. Perbedaan titik belok juga ditemukan dalam beda kualitas langit. Semakin rendah kualitas langit maka semakin lama titik awal waktu subuh dalam komparasinya terhadap elevasi Matahari. Titik belok pada lokasi OASA mirip dengan lokasi Cimahi yaitu pada -11° .

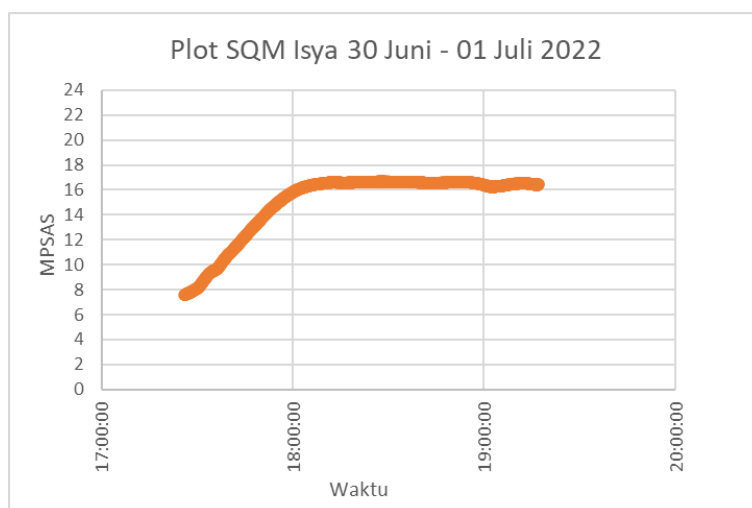
Data pada grafik yang ditunjukkan Gambar 52 diperoleh dari hasil observasi di OASA ($\theta = -7^{\circ}19'23,02''$ LS; $\lambda = 112^{\circ}44'0,2''$ BT; KLM = 16,71 MPSAS; ketinggian = 28 mdpl; tanggal 30 Juni 2022), dan beberapa penelitian sebelumnya. Data kecerlangan langit senja di Biak ($\theta = -1^{\circ}17'$ LS; $\lambda = 136^{\circ}01'$ BT; KLM = 19,7 MPSAS), dan Garut ($\theta = -7^{\circ}39'0,22''$ LS; $\lambda = 107^{\circ}41'31,97''$ BT; KLM = 20,8 MPSAS) dikutip dari penelitian yang dilakukan oleh Admiranto, dkk (2019).⁸ Sedangkan data pada titik LAPAN Pasuruan ($\theta = -$

⁶ Herdiwijaya and Arumaningtyas, "Pengukuran Kecerlangan Langit Arah Zenith di Bandung dan Cimahi dengan Menggunakan Sky Quality Meter," 7.

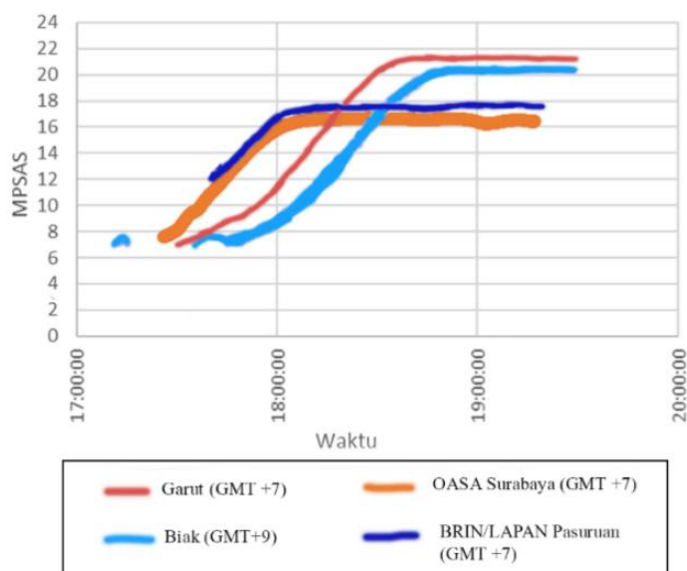
⁷ Herdiwijaya, "WAKTU SUBUH Tinjauan Pengamatan Astronomi," 60.

⁸ A. G. Admiranto et al., "Preliminary Report of Light Pollution in Indonesia Based on Sky Quality Observation," *Journal of Physics: Conference Series* 1231, no. 1 (May 1, 2019): 4.

7°34'03" LS; $\lambda = 112^{\circ}40'33''$ BT; KLM = 17,6 MPSAS⁹; tanggal = 3 April 2019) dikutip dari penelitian yang dilakukan oleh I.U. Zahroya (2019).¹⁰



Gambar 51. Grafik perubahan kecerlangan langit ketika waktu Isya tanggal 30 Juni 2022



Gambar 52. Komparasi awal waktu isya beda kualitas langit.

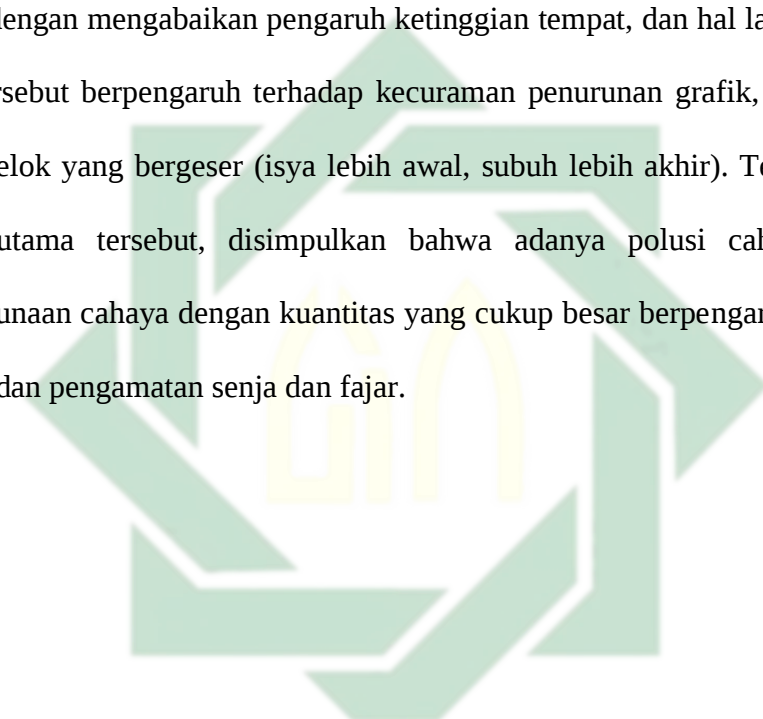
Terhadap komparasi perubahan nilai kecerlangan langit malam pada 4 titik dalam menentukan awal waktu Isya dapat disimpulkan bahwa semakin rendah nilai kualitas langit malam, maka semakin awal waktu isya dalam

⁹ Ibid.

¹⁰ Zahroya, "UJI PENGARUH KETINGGIAN TEMPAT DENGAN SKY QUALITY METER TERHADAP AKURASI WAKTU SALAT (Studi Pemikiran Prof. Thomas Djamaluddin)," 71.

prakteknya di lapangan. Adapula sebaliknya, semakin tinggi kualitas langit malam di suatu tempat mengakibatkan semakin lama awal waktu isya.

Dari kedua komparasi awal waktu subuh dan isya menggunakan parameter perubahan kecerlangan langit pada lokasi dengan beda kualitas langit, dapat disimpulkan bahwa lokasi dengan kualitas langit yang rendah serta dengan mengabaikan pengaruh ketinggian tempat, dan hal lainnya maka hal tersebut berpengaruh terhadap kecuraman penurunan grafik, serta posisi titik belok yang bergeser (isya lebih awal, subuh lebih akhir). Terhadap dua poin utama tersebut, disimpulkan bahwa adanya polusi cahaya akibat penggunaan cahaya dengan kuantitas yang cukup besar berpengaruh terhadap kevalidan pengamatan senja dan fajar.



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan peneliti, maka kesimpulan yang dapat ditarik sebagai berikut:

1. Penentuan kualitas langit malam menggunakan data kecerlangan langit pada periode observasi Juni – Agustus 2022 di OASA diperoleh hasil sebesar 16,71 MPSAS dengan simpangan baku 0,72. Kualitas langit malam yang didefinisikan dalam iluminasi adalah $2,236 \times 10^{-2} \text{ Cd/m}^2$ atau setara dengan 2,19 NELM. Nilai maksimum yang dapat dicapai di OASA adalah 17,96 MPSAS Berdasarkan klasifikasi dari skala bortle, letak OASA termasuk pada kelas 9 (*inner city sky*).
2. Penentuan titik awal waktu subuh dan isya adalah dengan mengidentifikasi titik belok dari grafik. Perubahan kecuraman grafik terjadi lebih landai dibanding lokasi dengan magnitudo tinggi. Titik awal waktu isya dan subuh secara garis besar di OASA jika dibandingkan dengan lokasi lain mengalami pergeseran akibat polusi cahaya yaitu pada ketinggian matahari -11° . Titik awal waktu Isya di OASA terjadi lebih awal dari lokasi lain dengan magnitudo yang cukup tinggi. Sedangkan titik awal waktu Subuh di OASA terjadi lebih akhir daripada lokasi dengan magnitudo cukup tinggi.

B. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, saran untuk penelitian selanjutnya ialah untuk melakukan penelitian secara berkala dan

menggunakan lebih banyak data agar pengaruh lainnya dapat terdeteksi secara mendetail dan akurat. Data yang diambil ketika kondisi langit ideal (tidak ada pengaruh Bulan yaitu saat fase *new moon*, saat musim kemarau untuk menghindari gangguan awan dan cuaca buruk).



DAFTAR PUSTAKA

- Abrar, Ahmad. "Analisis penentuan waktu salat isya' berdasarkan syafaq abyad di Pulau Masalembu, Kabupaten Sumenep, Jawa Timur." Diploma, UIN Walisongo Semarang, 2021. Accessed May 10, 2022. <https://eprints.walisongo.ac.id/id/eprint/15779/>.
- Admiranto, A. G., R. Priyatikanto, S. Maryam, Ellyyani, and N. Suryana. "Preliminary Report of Light Pollution in Indonesia Based on Sky Quality Observation." *Journal of Physics: Conference Series* 1231, no. 1 (May 1, 2019): 012017.
- Asdar. "Analisis Kritis Keberadaan Syafaq Abyadh dan Implikasinya Pada Penetapan Awal Waktu Salat Isya (Studi Kasus Pantai Barombong, Losari, Akkarena, dan Munte)." Diploma, Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar, 2020. Accessed May 10, 2022. <http://repositori.uin-alauddin.ac.id/20461/>.
- Basthoni, M., and Hendro Setyanto. "Typology of Dawn Light Curves in High and Low Light Pollution Areas." 080005. Surakarta, Indonesia: AIP Publishing, 2022. Accessed April 28, 2022. <http://aip.scitation.org/doi/abs/10.1063/5.0073949>.
- Bortle, John E. "Introducing the Bortle Dark-Sky Scale." *Sky Publishing Corp.* (February 2001): 126–129.
- Damanhuri, Adi. *Pengamatan dan Penelitian Awal Waktu Subuh: Semua Bisa Melakukannya*. 1st ed. Sidoarjo, Jawa Timur: Nizamia Learning Center, 2020.
- Damanhuri, Adi, and Agus Solikin. "Batas Kualitas Langit yang Ideal untuk Lokasi Observasi Awal Waktu Subuh." *Al-Marshad: Jurnal Astronomi Islam dan Ilmu-Ilmu Berkaitan* 8, no. 1 (June 22, 2022): 01–10.
- Damanhuri, Adi, M. Zidni Ilman Nafi'ah Sya'ri, and Achmad Nurfathoni Arifudin. "PENGARUH LEVEL MALAM TERHADAP SOLUSI TITIK BELOK PADA DATA SKY QUALITY METER" (2021). Accessed June 23, 2022. https://scholar.google.co.id/citations?view_op=view_citation&hl=id&user=DpRG4zYAAAAJ&citation_for_view=DpRG4zYAAAAJ:KlAtU1dfN6UC.
- Fisher, K. "Conversion Calculator - NELM (V) to MPSAS (B) Systems." Accessed September 3, 2022. <http://mail.cathyscrystal.com/unihedron.com/projects/darksky/NELM2BCalc.html>.
- al-Hakim, an-Naisaburiy. *al-Mustadrak 'Ala ash-Shahihain*. Vol. 1. Ildarilharomaini littiba'ati wa nusyuri wa tawzi', 1997.

Hambal, Imam Ahmad bin. *Musnad Imam Ahmad bin Hambal*. Vol. 3. Daarul Kutub Ilmiah, 1993.

Herdiwijaya, D., R. Satyaningsih, Luthfiandari, H.A. Prastyo, E.P. Arumaningtyas, M. Sulaeman, A. Setiawan, and Y. Yulianti. "Measurements of Sky Brightness at Bosscha Observatory, Indonesia." *Heliyon* 6, no. 8 (August 2020): e04635.

Herdiwijaya, Dhani. "Pengukuran Kecerahan Langit Malam arah Zenith untuk Penentuan Awal Waktu Fajar" (15 Desember 2016): 8.

———. "Sky Brightness and Twilight Measurements at Jogjakarta City, Indonesia." *Journal of Physics: Conference Series* 771 (November 2016): 012033.

———. "WAKTU SUBUH Tinjauan Pengamatan Astronomi" 14 (2017): 51–64.

Herdiwijaya, Dhani, and E.P. Arumaningtyas. "Pengukuran Kecerlangan Langit Arah Zenith di Bandung dan Cimahi dengan Menggunakan Sky Quality Meter." 4. ITB, Bandung, 2011.

Hidayat, Faiz. "Penentuan awal waktu isya Kementrian Agama RI menggunakan astrofotografi: studi kasus di Pantai Tegalsambi, Kabupaten Jepara." Diploma, UIN Walisongo Semarang, 2020. Accessed May 10, 2022. <https://eprints.walisongo.ac.id/id/eprint/15773/>.

Mukarram, Akh. *Ilmu Falak (Dasar-Dasar Hisab Praktis)*. 4th ed. Sidoarjo, Jawa Timur: Grafika Media, 2017.

Nawawi, Abd. Salam. *Ilmu Falak Praktis (Waktu Shalat, Arah Kiblat, dan Kalender Hijriah)*. Surabaya: UIN Sunan Ampel Press, 2014.

Noor, Laksmiyanti Annake Harijadi. "Uji Akurasi Hisab Awal Waktu Shalat Shubuh Dengan Sky Quality Meter." UIN Walisongo, 2016.

Nugroho, Adi. "Pengaruh cahaya bulan terhadap kemunculan fajar sidiq : analisis titik belok kurva pada penentuan awal waktu subuh menggunakan alat sky quality meter." Diploma, UIN Walisongo Semarang, 2020. Accessed May 10, 2022. <https://eprints.walisongo.ac.id/id/eprint/15782/>.

Saksono, Tono. *Mengkompromikan Rukyah & Hisab*. Jakarta: Amythas Publicita, 2007.

Satria, Mayo Rizky. "PENGARUH KECERLANGAN LANGIT TERHADAP VISIBILITAS HILAL." UIN Walisongo, 2018.

Schaefer, Bradley E. "Telescopic Limiting Magnitudes." *Publications of Astronomical Society of the Pacific* 102, no. telescopes, limiting-magnitudes (February 1990): 212–229.

Seidelmann, P. Kenneth. *Explanatory Supplement to the Astronomical Almanac*. University Science Books, 2006.
<https://books.google.co.id/books?hl=id&lr=&id=uJ4JhGJANb4C&oi=fnd&pg=PR19&dq=seidelmann+explanatory+supplement>.

Sopwan, Novi. “Bola Langit dan Fenomena Langit” Presented at the Mata Kuliah Dasar-Dasar Astronomi Prodi Ilmu Falak UINSA, April 2019.

Sopwan, Novi, and Moedji Raharto. “Distribusi Periode Sinodis Bulan Dalam Penanggalan Masehi.” In *Seminar Nasional Fisika (SINAFI 5.0)*, 1:372–377. Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia, 2019.
<http://proceedings2.upi.edu/index.php/sinafi/article/view/824/741>.

Unihedron. “Sky Quality Meter-LU.” Web Page. *Sky Quality Meter - LU*. Accessed June 27, 2022. <http://unihedron.com/projects/sqm-lu/>.

US Department of Commerce, NOAA. “NOAA Solar Calculations.” Accessed July 8, 2022.
https://gml.noaa.gov/grad/solcalc/NOAA_Solar_Calculations_day.xls.

Zahroya, I U. “UJI PENGARUH KETINGGIAN TEMPAT DENGAN SKY QUALITY METER TERHADAP AKURASI WAKTU SALAT (Studi Pemikiran Prof. Thomas Djamaluddin).” UIN Sunan Ampel Surabaya, 2019.
<http://digilib.uinsby.ac.id/33716/>.

“8 Fase Bulan Dan Apa Yang Akan Terjadi Sepanjang 2022? Halaman All - Kompas.Com.” Accessed August 8, 2022.
<https://www.kompas.com/tren/read/2022/04/08/143000965/8-fase-bulan-dan-apa-yang-akan-terjadi-sepanjang-2022-?page=all>.

Al-Qur'an dan Terjemah (Dilengkapi Panduan Waqaf & Ibtida'). 5th ed. Jakarta: PT. Suara Agung, 2018.

“Ephemeris Hisab Rukyat 2022,” November 18, 2021.
<https://drive.google.com/file/d/11IOyQj4lciIe3B6UKCPLg-McwhBqW7Nn/view>.

Ilmu Falak Praktik. Sub Direktorat Pembinaan Syariah Dan Hisab Rukyat Direktorat Urusan Agama Islam & Pembinaan Syariah Direktorat Jenderal Bimbingan Masyarakat Islam Kementerian Agama Republik Indonesia Jl.1'v1H. Thamrin No.6 Jakarta Pusat, 2013.

“Light Pollution Map.” Accessed August 10, 2022.
<https://www.lightpollutionmap.info/#zoom=18.00&lat=-7.3229&lon=112.7339&layers=B0FFFFFFFTFFFFFFFFFFFFF>.

“Magnitudes/Arcsecond2 to Cd/M2 Converter.” Accessed September 3, 2022.
<http://mail.cathyscrystal.com/unihedron.com/projects/darksky/magconv.php?ACTION=SOLVE&txtMAGSQA=0>.

“Naked Eye Limiting Magnitude: Assessing Sky Brightness.” *Dark Sky Diary*, January 20, 2012. Accessed July 10, 2022. <https://darkskydiary.wordpress.com/2012/01/20/naked-eye-limiting-magnitude-assessing-sky-brightness/>.

“OASA (Observatorium Astronomi Sunan Ampel) Surabaya,” n.d. <https://www.google.co.id/maps/search/Observatorium+Astronomi+Sunan+Ampel/@-7.32306,112.7333922,20.65z>.

“SQM-LU Operator’s Manual.” unihedron.com, 2022. Accessed December 8, 2022. <http://www.unihedron.com/projects/sqm-lu/>.

