

ANALISIS PENGARUH POLUSI CAHAYA TERHADAP PENENTUAN AWAL WAKTU SUBUH DI KABUPATEN BULUKUMBA BERDASARKAN DATA SKY QUALITY METER (SQM)

Oleh: Amelia Putri, Adriana Mustafa

Fakultas Syariah dan Hukum, Prodi Ilmu Falak

Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar

Email: nurazzah947@gmail.com, adriana.mustafa@uin-alauddin.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh polusi cahaya terhadap penentuan awal waktu Subuh di Kabupaten Bulukumba menggunakan Sky Quality Meter (SQM). Fokus penelitian meliputi tingkat polusi cahaya berdasarkan hasil pengukuran SQM serta pengaruhnya terhadap akurasi penentuan awal waktu Subuh. Penelitian menggunakan metode kualitatif dengan pendekatan *field research*. Data primer diperoleh melalui pengukuran langsung menggunakan SQM, sedangkan data sekunder berasal dari buku, jurnal, dan berbagai referensi pendukung. Teknik observasi dan dokumentasi digunakan untuk melengkapi data penelitian. Hasil penelitian menunjukkan bahwa: (1) hasil pengamatan menggunakan *Sky Quality Meter* (SQM) di Pantai Panrangluhu, Kabupaten Bulukumba, menunjukkan kualitas langit yang baik dengan tingkat polusi cahaya yang rendah. Perubahan nilai magnitudo langit yang terekam secara konsisten dari kondisi gelap menuju terang menjelang terbit Matahari mencerminkan kemunculan fajar *ṣādiq* secara alami, sehingga mendukung penentuan awal waktu Subuh secara lebih objektif; dan (2) analisis grafik perubahan nilai SQM selama 14–16 Maret 2026 memperlihatkan adanya titik perubahan (*inflection point*) yang jelas pada saat awal kemunculan fajar. Kondisi langit yang minim polusi cahaya memungkinkan deteksi awal waktu Subuh berdasarkan parameter astronomis, termasuk perubahan kecerahan langit dan posisi atau sudut ketinggian Matahari, dengan tingkat akurasi yang lebih tinggi.

Kata Kunci: Polusi Cahaya, Awal Waktu Subuh, Sky Quality Meter, Ilmu Falak, Fajar *Ṣhadiq*

Abstract

*This study aims to analyze the impact of light pollution on determining the start of the *Subuh* (dawn) prayer time in Bulukumba Regency using a Sky Quality Meter (SQM). The research focuses on light pollution levels based on SQM measurements and their influence on the accuracy of determining the onset of *Subuh*. A qualitative method employing a field research approach was used. Primary data were obtained through direct measurements using an SQM, while secondary data were derived from books, journals, and various supporting references. Observation and documentation techniques were utilized to supplement the research data. The results indicate that: (1) observations using the Sky Quality Meter (SQM) at Panrangluhu Beach, Bulukumba Regency, reveal good sky quality with low levels of light pollution. The consistently recorded shift in sky magnitude values transitioning from darkness to brightness as sunrise*

*approaches reflects the natural emergence of *fajr ṣādiq* (true dawn), thereby supporting a more objective determination of the *Subuh* start time; and (2) an analysis of the SQM value fluctuation graph from March 14–16, 2026, shows a distinct inflection point coinciding with the onset of dawn. Sky conditions with minimal light pollution allow for the detection of the *Subuh* start time based on astronomical parameters such as changes in sky brightness and the Sun's position or altitude angle with a higher degree of accuracy.*

Keywords: *Light Pollution, Dawn Time, Sky Quality Meter, Astronomy, Fajar Shadiq*

A. Pendahuluan

Penelitian mengenai kecerahan langit malam semakin berkembang seiring meningkatnya kesadaran masyarakat terhadap dampak negatif cahaya buatan bagi lingkungan, kesehatan manusia, dan kegiatan astronomi. Pengukuran tingkat kecerahan langit malam menjadi penting karena polusi cahaya merupakan salah satu ancaman utama yang dapat menurunkan kualitas pengamatan astronomi serta mengganggu fungsi observatorium.¹

Polusi cahaya merupakan kondisi meningkatnya kecerahan lingkungan akibat penggunaan cahaya yang berlebihan atau tidak tepat guna, terutama dari lampu jalan, reklame, taman, stadion, dan berbagai sumber pencahayaan buatan lainnya. Peningkatan polusi cahaya akibat kemajuan teknologi dan aktivitas manusia kini menjadi isu lingkungan krusial yang memerlukan penanganan serius.²

Polusi cahaya diidentifikasi oleh Prasetyo sebagai wujud pencemaran modern yang berakar dari kegagalan dalam mengontrol teknologi penerangan saat ini. Kondisi ini berdampak pada menurunnya visibilitas bintang di langit malam serta dapat mengganggu ritme biologis manusia dan satwa.³

¹ Arwin Juli Rakhmadi, Hasrian Rudi Setiawan, and Abu Yazid Raisal, 'Tingkat Polusi Cahaya Dan Awal Waktu Subuh Di OIF UMSU Dengan Menggunakan Sky Quality Meter', *Titian Ilmu: Jurnal Ilmiah Multi Sciences*, vol.12 no.2 (2020), h. 58–65.

² Ziyen Yan and Minghong Tan, "Changes in Light Pollution in the Pan-Third Pole's Protected Areas from 1992 to 2021", *Ecological Informatics*, Vol.75 No.1 (2023), h. 15–17.

³ Prasetyo, R. Dampak Polusi Cahaya Terhadap Lingkungan Dan Kesehatan Manusia. *Jurnal Sains Lingkungan*, Vol.11 No.2(2019), h.123–125.

Kabupaten Bulukumba dipilih sebagai lokasi penelitian karena memiliki karakteristik yang mendukung kajian ini. Sebagai salah satu pusat pariwisata di Sulawesi Selatan, wilayah ini memiliki aktivitas pencahayaan buatan yang berpotensi menimbulkan polusi cahaya. Di sisi lain, kondisi geografis Bulukumba yang memiliki ufuk timur relatif terbuka memungkinkan pengamatan fajar dilakukan dengan baik. Atas dasar tersebut, pemilihan wilayah ini dianggap representatif untuk menguji dampak polusi cahaya pada akurasi penetapan fajar Subuh menggunakan instrumen Sky Quality Meter (SQM).

Akurasi pengukuran awal waktu Subuh dengan Sky Quality Meter (SQM) bergantung pada deklinasi Matahari, faktor cuaca, karakteristik geografis, dan fase Bulan. Dalam praktiknya, data objektif dari SQM berfungsi menguji ketepatan hasil hisab waktu salat ketika posisi Matahari masih di bawah horizon. Instrumen ini beroperasi dengan menghitung akumulasi cahaya pada interval waktu berkala untuk merekam tingkat kecerahan langit secara riil.⁴

B. Metode Penelitian

Penelitian ini bertujuan menguji dampak polusi cahaya pada akurasi penetapan fajar Subuh di Kabupaten Bulukumba dengan memanfaatkan instrumen Sky Quality Meter (SQM). Ada dua fokus masalah utama yang dikaji dalam penelitian ini, yaitu memetakan tingkat polusi cahaya di Kabupaten Bulukumba berdasarkan data rekaman SQM serta menganalisis seberapa besar signifikansi pengaruh pencemaran cahaya tersebut terhadap ketepatan penentuan awal waktu Subuh. Penelitian lapangan (field research) dengan

⁴ AY Raisal, 'Pemanfaatan Metode Moving Average Dalam Menentukan Awal Waktu Salat Subuh Menggunakan *Sky Quality Meter* (SQM)', *Al-Marshad: Jurnal Astronomi Islam Dan Ilmu-Ilmu Berkaitan*, vol.5 no.1 (2019), h. 1-3.

metode kualitatif diterapkan dalam kajian ini untuk mengumpulkan data secara langsung. Data primer dikumpulkan melalui pengukuran tingkat kecerahan langit di lokasi penelitian menggunakan instrumen Sky Quality Meter (SQM).⁵ Sementara itu, data sekunder dihimpun melalui studi literatur dari buku, jurnal ilmiah, serta referensi pendukung yang relevan. Guna menjaga keabsahan dan kelengkapan informasi, peneliti juga menerapkan teknik observasi serta dokumentasi di lapangan selama proses pengumpulan data berlangsung.

C. Hasil dan Pembahasan

1. Kondisi Geografis Dan Tingkat Polusi Cahaya Di Kabupaten Bulukumba

a. Kondisi dan Karakteristik Wilayah Penelitian

Kondisi umumnya, lokasi penelitian memiliki kondisi yang mendukung observasi astronomi, meskipun terdapat potensi polusi cahaya akibat perkembangan pariwisata. Kondisi geografis tersebut sangat signifikan dalam kajian Ilmu Falak karena intensitas cahaya di sekitar lokasi dapat memengaruhi akurasi pengamatan fajar *ṣādiq* sebagai penanda masuknya waktu Subuh. Mengingat Pantai Bara memiliki ufuk yang terbuka luas serta kualitas langit yang minim polusi cahaya, kawasan ini dinilai ideal dan memenuhi syarat sebagai lokasi penelitian ilmiah.⁴⁹ Karakteristik ideal ini dapat ditinjau dari tiga aspek utama:

1) Keterbukaan Horizon Timur (Zero Topographical Obstruction)

Salah satu prasyarat utama keberhasilan rukyah fajar atau hilal dalam Ilmu Falak adalah ketiadaan penghalang *obstruction* pada garis batas antara langit dan bumi cakrawala.⁵⁰ Pantai Panrangluhu memiliki keunggulan berupa

⁵ Muh. Rasywan Syarif, *Ilmu Falak Integrasi Agama dan Sains* (Makassar: Alauddin University Press, 2020), h.106.

ufuk timur yang terbuka langsung menghadap laut lepas menuju Teluk Bone dan Laut Flores. Minimnya penghalang topografis, seperti pegunungan atau bangunan tinggi, memungkinkan pengamatan dan perhitungan posisi Matahari dilakukan dengan lebih akurat hingga mendekati ufuk hakiki.

2) Faktor Ketinggian dan Lapisan Udara Pesisir

Secara mikroklimat, atmosfer di atas laut lepas cenderung lebih stabil, terutama menjelang fajar. Pada waktu tersebut, turbulensi udara relatif rendah dan hamburan cahaya oleh partikel debu lebih sedikit dibandingkan wilayah perkotaan, sehingga mendukung pengamatan astronomi yang lebih baik.⁶

Tingkat transparansi atmosfer yang tinggi meminimalkan gangguan visual sehingga Sky Quality Meter (SQM) mampu menghasilkan data kecerahan langit yang akurat. Hal ini krusial untuk mengidentifikasi fase awal kemunculan fajar *ṣādiq* secara objektif. Namun, ketebalan atmosfer di wilayah Indonesia serta adanya polusi cahaya dapat memengaruhi tingkat kecerahan langit dan berpotensi memengaruhi ketepatan pengamatan fajar.⁷

3) Posisi Astronomis yang Strategis

Secara astronomis, letak Kabupaten Bulukumba di belahan bumi selatan menyebabkan perubahan posisi terbit Matahari sepanjang tahun akibat pergerakan deklinasi Matahari. Namun, di Pantai Panrangluhu, kondisi ufuk timur yang terbuka memungkinkan pengamatan fajar tetap dilakukan secara konsisten tanpa hambatan yang signifikan akibat perubahan musim.⁸

⁶ Bobby Rahman, Pengaruh Aspek Rasio *H/W* Terhadap Kondisi Lingkungan Termal di Daerah Pesisir, *Jurnal Inovtek Seri Teknik Sipil dan Aplikasi (TEKLA)*, Vol. 2, No. 1 2020, h. 47

⁷ Dr. Imad Ali Al Halaliy, 'Ijtihad Atau Kesepakatan Para Ahli Falak', *Fakulty of Engginering University of Kufa*, 20 Mei 2020, <https://eng.uokufa.edu.iq/archives/11634>, diakses 31 August 2024.

⁸ Muh. Agung Syamsuddin, Pengembangan Geowisata Berdasarkan Karakteristik Pantai Menggunakan Data Penginderaan Jauh Daerah Tanjung Bira Kabupaten Bulukumba Provinsi Sulawesi Selatan, *Skripsi Univeritas Hasanuddin*, h. 8.

b. Penyajian Data Hasil Sky Quality Meter (SQM)

Untuk mengukur kecerahan langit malam, instrumen Sky Quality Meter (SQM) mengandalkan sensor fotodioda guna mendeteksi keberadaan cahaya. Output data numerik yang dihasilkan instrumen ini berfungsi sebagai indikator objektif dalam menilai kualitas langit dan mengukur sebaran polusi cahaya.⁹ Hasil kajian ini ditargetkan mampu memberikan kontribusi pemikiran terkait pentingnya mengevaluasi variabel lingkungan setempat sebelum melakukan pengamatan fenomena langit. Hal ini diperlukan agar gangguan eksternal seperti polusi cahaya tidak mengaburkan objek yang sedang diteliti. Jika polusi cahaya terbukti memengaruhi visibilitas fajar, maka pemilihan lokasi dengan kualitas langit yang baik menjadi faktor penting untuk memperoleh hasil pengamatan yang lebih akurat.¹⁰

Fase Waktu (Sumbu X)	Nilai Rata rata/Tren (Sumbu Y)	Kondisi Langit	Analisis / Fenomena
03:00 – 05:10	Stabil & Mendatar (<i>Flat</i>)	Gelap Gulita	Sensor mendeteksi tingkat kegelapan malam yang konsisten tanpa gangguan cahaya alami.
03:50	Lonjakan Kecil (<i>Spike</i>)	Gairah Cahaya Sesaat	Gangguan cahaya buatan sementara (misal: lampu senter, kendaraan, atau kilatan flash).

⁹ Hariyadi Putraga, Pengukuran Kecerahan Langit Malam dan Polusi Cahaya di Provinsi Sumatera Utara, *Prosiding SNFA (Seminar Nasional Fisika dan Aplikasinya) 2022*, h. 28.

¹⁰ Muh. Rasywan Syarif, Ilmu Falak Integrasi Agama dan Sains (Makassar: Alauddin University Press, 2020), h. 112.

05 :10 – 05:40	Melonjak Tajam (Eksponensial)	Transisi Fajar (<i>Dawn</i>)	Sinar matahari mulai menembus ufuk timur, membuat nilai pembacaan sensor naik drastis menjadi $12.73 \text{ mags/arcsec}^2$
----------------	----------------------------------	--------------------------------	---

Dalam penggunaannya, Sky Quality Meter (SQM) tersedia dalam bentuk portabel maupun model yang dapat dihubungkan ke komputer melalui USB atau jaringan. Model terkoneksi memungkinkan pemantauan kecerahan langit secara kontinu dan otomatis, sehingga perubahan kondisi langit dari malam hingga menjelang fajar dapat direkam dengan baik. Melalui pengukuran tersebut, diperoleh data kondisi langit di lokasi penelitian yang menjadi dasar analisis tingkat polusi cahaya dan pengaruhnya terhadap pengamatan fajar:

Grafik yang mendarat pada dini hari menunjukkan kondisi langit yang stabil dan minim gangguan cahaya, sehingga menjadi acuan kualitas langit di lokasi penelitian. Peningkatan tren pada grafik pascapukul 05.10 menandai awal munculnya fase *twilight*. Hamburan cahaya oleh atmosfer dari Matahari yang masih di bawah ufuk memicu peningkatan kecerahan langit secara bertahap, menjadikannya indikator utama dalam menetapkan fajar *ṣādiq* sebagai penanda waktu Subuh.

c. Analisis Tingkat Keparahan Polusi Cahaya

Kebersihan langit terlihat dari grafik pada rentang pukul 03.00–05.10 yang menunjukkan garis relatif stabil dan mendatar. Konsistensi tingkat kegelapan yang terekam oleh SQM mengindikasikan rendahnya polusi cahaya buatan (*skyglow*) di lingkungan sekitar. Karakteristik ini menjadi indikator kuat bahwa kualitas langit malam di wilayah tersebut sangat mendukung keberhasilan pengamatan objek-objek langit.

Apabila lokasi penelitian berada di wilayah dengan tingkat polusi cahaya tinggi, seperti pusat kota atau kawasan padat penduduk, grafik kecerahan langit cenderung lebih tinggi dan tidak stabil akibat pengaruh cahaya buatan. Hambatan visual tersebut berpotensi mengaburkan observasi fajar secara manual. Oleh sebab itu, implementasi instrumen Sky Quality Meter (SQM) menjadi krusial untuk merekam fluktuasi kecerahan langit secara objektif sekaligus meningkatkan akurasi dalam menetapkan awal waktu Subuh.¹¹

Lonjakan grafik yang baru terjadi sekitar pukul 05.10 menunjukkan bahwa peningkatan kecerahan langit disebabkan oleh kemunculan cahaya alami fajar, bukan oleh cahaya buatan. Rendahnya intensitas polusi cahaya di lokasi pengamatan mengindikasikan bahwa kualitas atmosfer setempat masih terjaga. Kondisi ini memenuhi kriteria sebagai zona langit gelap (*dark sky*) yang representatif bagi pelaksanaan penelitian fenomena antariksa. Dalam kajian polusi cahaya, kondisi kegelapan langit yang stabil merupakan indikator penting untuk menentukan kualitas langit berdasarkan skala seperti Bortle Scale. Langit yang minim *skyglow* memungkinkan atmosfer tetap relatif bersih dari gangguan cahaya buatan, sehingga Sky Quality Meter (SQM) dapat mendeteksi perubahan kecerahan langit dengan lebih sensitif dan akurat.

Kondisi lingkungan yang bersih ini juga menjelaskan mengapa transisi fajar pada grafik terlihat begitu dramatis dan membentuk kurva eksponensial yang sempurna setelah pukul 05:10. Pada lokasi yang padat polusi cahaya, transisi dari malam ke fajar sering kali tampak "kabur" atau landai pada grafik karena cahaya matahari subuh harus bercampur terlebih dahulu dengan polusi cahaya kota yang sudah terang sejak awal.

¹¹ Pandu Pribadi, dkk, Penentuan Awal Waktu Sholat Subuh Dan Isya Berbasis Perbandingan Tingkat Kecerlangan Langit, (Yogyakarta: K-Media, 2019), h.11



Berdasarkan dokumentasi tanggal 14 Maret 2026 pada pukul 03.00–06.00 WITA, kondisi langit masih didominasi kegelapan malam. Menjelang fajar, mulai terlihat pita cahaya kemerahan di ufuk timur yang menandai fase transisi dari malam menuju pagi. Fenomena ini sejalan dengan data SQM yang awalnya menunjukkan nilai stabil, kemudian meningkat secara bertahap. Kemunculan cahaya tersebut mengindikasikan awal fajar *ṣhadiq* yang semakin jelas hingga mendekati waktu terbit Matahari.



Berdasarkan dokumentasi tanggal 15 Maret 2026, cahaya fajar terlihat lebih jelas dibandingkan hari sebelumnya, dengan sebaran cahaya

jingga di ufuk timur serta gradasi warna jingga dan kebiruan akibat pantulan pada awan. Kondisi ini menunjukkan fase fajar yang semakin berkembang, sejalan dengan data SQM yang memperlihatkan peningkatan kecerahan langit secara bertahap menjelang terbit Matahari.



Berdasarkan dokumentasi tanggal 16 Maret 2026, cahaya fajar mulai tampak di ufuk timur meskipun sebagian langit tertutup awan. Sebaran cahaya kemerahan dan keunguan terlihat memanjang di sepanjang horizon, menandakan proses transisi dari malam menuju siang. Keberadaan awan menyebabkan cahaya lebih menyebar, namun tidak menghambat pengamatan kemunculan fajar yang semakin jelas menjelang terbit Matahari.

2. Hasil Pengamatan Menggunakan Sky Quality Meter (SQM)

Untuk mengukur kualitas langit malam, penelitian astronomi modern kerap memanfaatkan instrumen Sky Quality Meter (SQM). Fungsi utama alat ini adalah merekam intensitas kecerahan langit secara objektif dengan parameter satuan magnitudo per arcsecond persegi (mag/arcsec^2).⁶ Hasil yang diperoleh dari SQM dapat digunakan untuk mengetahui tingkat kegelapan atau kecerahan suatu lokasi pengamatan. Penggunaan *Sky Quality Meter* dalam penelitian waktu Subuh memberikan keuntungan karena mampu menghasilkan data kuantitatif yang objektif. Pengamatan tidak lagi hanya

bergantung pada kemampuan visual pengamat, tetapi juga didukung oleh data numerik yang dapat dianalisis secara ilmiah.¹²

Pengukuran tingkat kecerahan langit dalam riset ini mengandalkan instrumen Sky Quality Meter (SQM) guna menganalisis dampak polusi cahaya terhadap ketepatan penentuan awal waktu Subuh di Kabupaten Bulukumba. Alat tersebut bekerja mengumpulkan data kuantitatif mengenai kondisi langit secara objektif dengan parameter satuan magnitudo per detik busur kuadrat (mag/arcsec^2). Pengukuran dilakukan di kawasan Pantai Panrangluhu yang terletak di Kabupaten Bulukumba, Sulawesi Selatan dilakukan di kawasan Pantai Panrangluhu yang terletak di Kabupaten Bulukumba, Sulawesi Selatan.



Gambar 1.1 Lokasi Penelitian Pantai Panrangluhu.

Pemilihan Pantai Panrangluhu sebagai lokasi penelitian didasarkan pada ufuk timur yang terbuka, tingkat polusi cahaya yang rendah, serta posisi geografis pesisir yang mendukung pengamatan fajar secara optimal. Kondisi tersebut menjadikan lokasi ini sesuai untuk kajian fenomena fajar dan penentuan awal waktu Subuh. Pengamatan dilakukan secara kontinu pukul

¹² Muh. Rasywan Syarif, Ilmu Falak Integrasi Agama dan Sains (Makassar: Alauddin University Press, 2020), h.106

03.00–06.00 WITA untuk merekam fase langit malam hingga menjelang terbit Matahari, dengan data kecerahan yang dicatat otomatis menggunakan perangkat lunak Unihedron yang terhubung dengan Sky Quality Meter (SQM).

Penelitian mengenai polusi cahaya dan waktu Subuh memiliki kontribusi penting bagi pengembangan ilmu falak kontemporer. Pemanfaatan data empiris dari instrumen Sky Quality Meter (SQM) berfungsi sebagai instrumen evaluasi objektif terhadap kriteria astronomis yang berlaku. Pendekatan berbasis data ini memungkinkan peninjauan ulang yang lebih akurat dan sistematis dalam penentuan awal waktu Subuh secara ilmiah.¹³

Pengamatan yang dilakukan selama beberapa hari menunjukkan pola perubahan kecerahan langit yang relatif sama. Pada awal pengamatan, nilai SQM berada pada kisaran 18,8–19,0 mag/arcsec² yang menunjukkan kondisi langit masih gelap. Seiring bertambahnya waktu menuju subuh, nilai SQM mengalami penurunan yang mengindikasikan meningkatnya tingkat kecerahan langit.

Pola perubahan yang konsisten selama beberapa hari pengamatan menunjukkan bahwa peningkatan kecerahan langit berkaitan dengan kemunculan fajar akibat pergerakan semu harian Matahari. Nilai tertinggi yang tercatat, yaitu 19,02 mag/arcsec² pada 16 Maret 2026 pukul 04.36.37 WITA, merepresentasikan kondisi langit paling gelap selama periode penelitian.

Sebaliknya, nilai terendah tercatat sebesar 6,83 mag/arcsec² pada tanggal 14 Maret 2026 menjelang pukul 06.00 WITA. Nilai tersebut menunjukkan bahwa langit telah memasuki kondisi sangat terang menjelang terbit Matahari. Selisih nilai antara kondisi paling gelap dan paling terang mencapai sekitar 12 magnitudo. Perubahan sebesar ini menunjukkan

¹³ Muh. Rasywan Syarif, *Ilmu Falak Integrasi Agama dan Sains* (Makassar: Alauddin University Press, 2020), h.110

terjadinya peningkatan luminansi langit yang sangat signifikan selama periode menjelang subuh.

Kondisi langit yang sangat gelap di lokasi penelitian menyebabkan kemunculan cahaya fajar terekam dengan jelas oleh sensor SQM, ditunjukkan oleh kurva yang meningkat secara tajam dan konsisten. Pola ini menunjukkan bahwa tingkat polusi cahaya di lokasi sangat rendah sehingga perubahan kecerahan langit yang terjadi didominasi oleh cahaya alami fajar. Dengan demikian, lokasi penelitian memiliki kualitas langit yang baik dan mendukung penentuan awal waktu Subuh secara lebih akurat berdasarkan data kecerahan langit yang terekam.

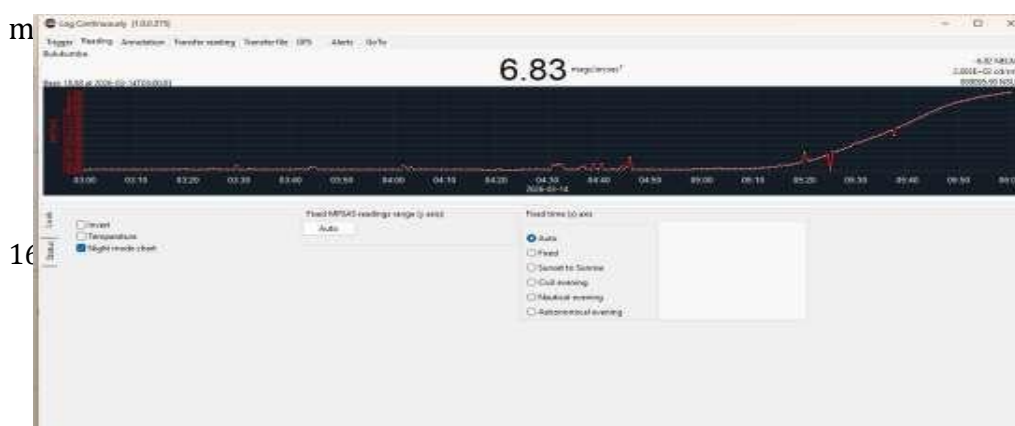
3. Analisis Pengaruh Polusi Cahaya Terhadap Deteksi Awal Waktu Subuh

a. Penyajian Grafik Penurunan Nilai Magnitudo Langit Saat Fajar

Penyajian grafik perubahan nilai magnitudo langit saat fajar merupakan metode yang efektif untuk menganalisis pengaruh polusi cahaya terhadap deteksi awal waktu Subuh. Grafik tersebut menunjukkan hubungan antara waktu pengamatan dan tingkat kecerahan langit yang direkam oleh sensor SQM, sehingga memudahkan identifikasi kemunculan fajar secara objektif.

1) Analisis Grafik Pengamatan Tanggal 14 Maret 2026

Grafik pengamatan tanggal 14 Maret 2026 menunjukkan kondisi langit yang stabil pada pukul 03.00–04.28 WITA dengan nilai SQM berkisar 18,8–18,9 mag/arcsec², menandakan langit masih didominasi kegelapan malam. Setelah pukul 04.28 WITA, grafik mulai mengalami perubahan dengan penurunan nilai SQM secara bertahap yang semakin cepat hingga menjelang pukul 06.00 WITA,

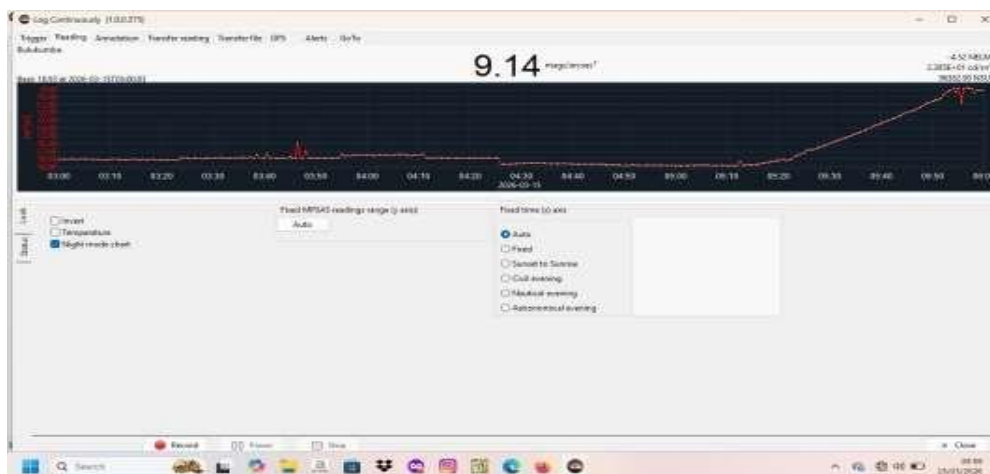


Gambar 1.2 (Analisis Grafik Pengamatan Tanggal 14 Maret 2026)

Perubahan tersebut menunjukkan mulai terjadinya hamburan cahaya Matahari di lapisan atmosfer atas sehingga kecerahan langit meningkat secara bertahap. Fenomena ini sejalan dengan konsep *twilight* astronomis, yaitu fase ketika langit mulai terang meskipun Matahari masih berada beberapa derajat di bawah ufuk.

2) Analisis Grafik Pengamatan Tanggal 15 Maret 2026

Hasil pengamatan tanggal 15 Maret 2026 diperoleh melalui dokumentasi lapangan yang menunjukkan nilai SQM sebesar 12,73 mag/arcsec² pada pukul 05.42 WITA dan 12,59 mag/arcsec² pada pukul 05.43 WITA.



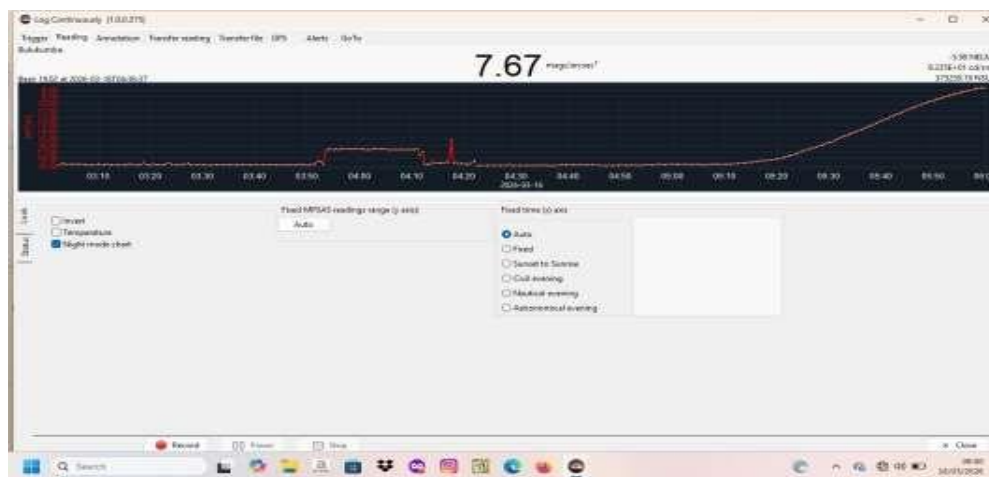
Gambar.1.3 (Analisis Grafik Pengamatan Tanggal 15 Maret 2026)

Perubahan nilai sebesar 9,14 mag/arcsec² dalam waktu yang singkat menunjukkan bahwa kecerahan langit meningkat dengan cepat. Secara visual,

ufuk timur tampak didominasi warna jingga kemerahan yang menandakan terjadinya hamburan cahaya Matahari oleh atmosfer. Kondisi ini menunjukkan bahwa fajar telah berkembang dengan jelas dan langit memasuki fase akhir sebelum terbit Matahari.

3) Analisis Grafik Pengamatan Tanggal 16 Maret 2026

Nilai SQM berada pada kisaran 19,0 mag/arcsec² hingga sekitar pukul 05.10 WITA. Setelah itu terjadi perubahan yang semakin cepat hingga mencapai nilai 7,67 mag/arcsec² pada pukul 06.00 WITA.



Gambar 1.4 (Analisis Grafik Pengamatan Tanggal 16 Maret 2026)

Kemunculan fajar *ṣādiq* menjadi indikator utama awal waktu Subuh dalam kajian astronomi dan ilmu falak. Peristiwa ini berlangsung ketika cahaya Matahari di bawah ufuk mulai terhambur oleh atmosfer bumi. Instrumen SQM mendeteksi fenomena alam tersebut melalui perubahan visual pada grafik. Pola data yang awalnya konstan dalam kondisi gelap akan beralih menjadi kurva kenaikan intensitas cahaya yang bergerak naik secara bertahap. Pada lokasi dengan polusi cahaya yang rendah, kemunculan fajar dapat terdeteksi dengan lebih jelas dan tegas karena tidak terganggu oleh cahaya buatan. Sebaliknya, di wilayah dengan polusi cahaya tinggi, cahaya buatan

menyebabkan langit tampak lebih terang sehingga batas antara kegelapan malam dan kemunculan fajar menjadi kurang jelas, yang dapat mengurangi ketepatan penentuan awal waktu Subuh.

Secara teknis, nilai magnitudo langit yang diukur SQM bersifat logaritmik, sehingga penurunan nilai magnitudo menunjukkan peningkatan kecerahan langit yang signifikan. Pada lokasi dengan polusi cahaya rendah, kemunculan fajar ditandai oleh titik belok (inflection point) yang jelas pada grafik, yaitu saat kegelapan malam mulai berkurang akibat cahaya alami fajar. Sebaliknya, polusi cahaya dapat menyebabkan grafik menjadi lebih landai dan mengaburkan titik belok tersebut karena adanya peningkatan kecerahan latar langit (noise floor) dari cahaya buatan. Akibatnya, deteksi awal kemunculan fajar menjadi kurang presisi. Oleh karena itu, data yang diperoleh dari lokasi dengan kualitas langit yang baik sangat penting sebagai acuan untuk mengidentifikasi kemunculan fajar secara lebih akurat dan meminimalkan bias akibat polusi cahaya.

b. Penentuan Sudut Ketinggian Matahari

Sudut ketinggian matahari (h) adalah jarak vertikal matahari jika diukur dari garis cakrawala (horizon) ke atas, dengan nilai antara 0° (terbit/terbenam) hingga 90° (tepat di atas kepala).



Gambar 4.1 Ilustrasi sudut datang sinar matahari terhadap kelengkungan bumi (adaptasi infografis sains/geografi)

Secara geometris, penentuan posisi Matahari melibatkan hubungan antara lintang geografis pengamat, deklinasi Matahari, dan sudut jam Matahari. Ketiga parameter tersebut digunakan dalam perhitungan trigonometri bola untuk menentukan ketinggian Matahari pada waktu tertentu. Sudut jam berubah sekitar 15° setiap jam akibat rotasi Bumi, sedangkan deklinasi Matahari berubah secara bertahap sepanjang tahun dalam rentang $\pm 23,5^\circ$ sebagai akibat dari gerak semu tahunan Matahari.

Saat terjadi tengah hari hakiki, Matahari berada tepat pada titik kulminasi atas sehingga nilai sudut jamnya habis atau bernilai nol. Fenomena geometris ini mengeliminasi variabel waktu lokal dari persamaan. Dengan demikian, faktor yang menentukan tinggi rendahnya posisi Matahari hanyalah koordinat lintang pengamat dan nilai deklinasi Matahari pada hari itu. Prinsip ini menjadi dasar perhitungan waktu dalam ilmu falak, termasuk penentuan waktu salat Zuhur, Asar, Subuh, dan Isya yang bergantung pada posisi Matahari terhadap ufuk. Dengan demikian, ketinggian Matahari merupakan parameter dinamis yang terus berubah sesuai pergerakan benda langit dan posisi pengamat di permukaan Bumi.

D. Penutup

Hasil pengamatan menggunakan Sky Quality Meter (SQM) di Pantai Panrangluhu, Kabupaten Bulukumba, menunjukkan bahwa lokasi penelitian memiliki kualitas langit yang baik dengan tingkat polusi cahaya yang rendah. Perubahan nilai kecerahan langit yang terekam secara konsisten dari kondisi gelap menuju terang menjelang terbit Matahari mencerminkan kemunculan fajar alami, sehingga data yang dihasilkan dapat digunakan sebagai dasar ilmiah yang objektif dalam mendukung penentuan awal waktu Subuh serta pengembangan kajian ilmu falak berbasis pengamatan astronomi modern.

Berdasarkan hasil pengamatan menggunakan Sky Quality Meter (SQM) selama 14–16 Maret 2026 di Pantai Panrangluhu, Kabupaten Bulukumba, diperoleh bahwa perubahan nilai magnitudo langit menunjukkan pola yang konsisten dari kondisi gelap menuju terang menjelang terbit Matahari. Penurunan nilai SQM menandai meningkatnya kecerahan langit akibat kemunculan fajar *ṣādiq*, sehingga dapat digunakan sebagai indikator objektif dalam penentuan awal waktu Subuh. Rendahnya tingkat polusi cahaya di lokasi penelitian menghasilkan titik perubahan (inflection point) yang jelas pada grafik, sehingga deteksi awal fajar menjadi lebih akurat. Dengan demikian, kualitas langit yang baik serta penggunaan data kuantitatif SQM mendukung evaluasi penentuan awal waktu Subuh berdasarkan parameter astronomis, termasuk analisis perubahan kecerahan langit dan posisi atau sudut ketinggian Matahari.

DAFTAR PUSTAKA

- Arwin Juli Rakhmadi, Hasrian Rudi Setiawan, and Abu Yazid Raisal, 'Tingkat Polusi Cahaya Dan Awal Waktu Subuh Di OIF UMSU Dengan Menggunakan Sky Quality Meter', *Titian Ilmu: Jurnal Ilmiah Multi Sciences*, vol.12 no.2 (2020), h. 58-65.
- AY Raisal , 'Pemanfaatan Metode Moving Average Dalam Menentukan Awal Waktu Salat Subuh Menggunakan Sky Quality Meter (SQM)', *Al-Marshad: Jurnal Astronomi Islam Dan Ilmu-Ilmu Berkaitan*, vol.5 no.1 (2019), h. 1-3.
- Boby Rahman, Pengaruh Aspek Rasio H/W Terhadap Kondisi Lingkungan Termal di Daerah Pesisir, *Jurnal Inovtek Seri Teknik Sipil dan Aplikasi (TEKLA)*, Vol. 2, No. 1 2020, h. 47
- Dr. Imad Ali Al Halaliy, 'Ijtihad Atau Kesepakatan Para Ahli Falak', *Fakulty of Enggining University of Kufa*, 20 Mei 2020, <https://eng.uokufa.edu.iq/archives/11634>, diakses 31 August 2024.
- Hariyadi Putraga, Pengukuran Kecerahan Langit Malam dan Polusi Cahaya di Muh. Agung Syamsuddin, Pengembangan Geowisata Berdasarkan Karakteristik Pantai Menggunakan Data Penginderaan Jauh Daerah Tanjung Bira Kabupaten Bulukumba Provinsi Sulawesi Selatan, *Skripsi Univeritas Hasanuddin*, h. 8.
- Muh. Rasywan Syarif, *Ilmu Falak Integrasi Agama dan Sains* (Makassar: Alauddin University Press, 2020), h.106.
- Muh. Rasywan Syarif, *Ilmu Falak Integrasi Agama dan Sains* (Makassar: Alauddin University Press, 2020), h. 112.
- Muh. Rasywan Syarif, *Ilmu Falak Integrasi Agama dan Sains* (Makassar: Alauddin University Press, 2020), h.106
- Muh. Rasywan Syarif, *Ilmu Falak Integrasi Agama dan Sains* (Makassar: Alauddin University Press, 2020), h.110
- Pandu Pribadi, dkk, *Penentuan Awal Waktu Sholat Subuh Dan Isya Berbasis Perbandingan Tingkat Kecerlangan Langit*, (Yogyakarta: K-Media, 2019), h.11
- Prasetyo, R. Dampak Polusi Cahaya Terhadap Lingkungan Dan Kesehatan Manusia. *Jurnal Sains Lingkungan*, Vol.11 No.2(2019), h.123-125.
- Provinsi Sumatera Utara, *Prosiding SNFA (Seminar Nasional Fisika dan Aplikasinya) 2022*, h. 28.
- Ziyan Yan and Minghong Tan, "Changes in Light Pollution in the Pan-Third Pole's Protected Areas from 1992 to 2021", *Ecological Informatics*, Vol.75 No.1 (2023), h. 15-17'.