

PENENTUAN WAKTU MALAM MENGGUNAKAN SKY QUALITY METER DENGAN PENDEKATAN MOVING AVERAGE

Hariyadi Putraga¹⁾, Arwin Juli Rakhmadi¹⁾, Muhammad Hidayat¹⁾, Muhammad Dimas Firdaus¹⁾

¹⁾Observatorium Ilmu Falak, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Medan, Sumatera Utara, Indonesia

Corresponding author: Hariyadi Putraga
E-mail: hariyadiputraga@umsu.ac.id

Diterima 10 Oktober 2022, Direvisi 22 Oktober 2022, Disetujui 25 Oktober 2022

ABSTRAK

Dalam penelitian ini akan diukur tingkat kecerahan langit untuk mengetahui waktu menghilangnya cahaya merah syafaq yang ada di langit setelah matahari terbenam pada malam hari. Awal waktu malam atau waktu isya diisyaratkan oleh beberapa ulama dengan menghilangnya mega merah atau saat langit benar-benar gelap. Dalam pengukuran tingkat kecerahan langit menggunakan alat *Sky Quality Meter* (SQM) yang merupakan salah satu teknologi sensor cahaya non image dengan pendekatan pengolahan menggunakan metode *Moving Average*. Data diperoleh dari SQM yang diambil selama 12 hari berturut-turut pada bulan Maret saat Matahari berada di dekat Ekuator. Hasil penelitian dalam data yang telah diolah dan diproses menunjukkan bahwa awal waktu langit mulai gelap paling awal pada pukul 19:39:19 WIB pada dip matahari 16° 22' 17" dan paling akhir pada pukul 19:46:12 WIB pada dip 17° 28' 47". Dapat disimpulkan dalam penelitian ini cahaya syafaq menghilang berdasarkan pengamatan dan pengolahan menggunakan metode *Moving Average* menunjukkan pada range 16° 22' 17" sampai 17° 28' 47".

Kata kunci: awal malam; isya; SQM; *moving average*.

ABSTRACT

In this study, the night sky brightness was measured to determine the disappearance time of the reddish light of syafaq in the sky after sunset. The beginning of the night or Isya is hinted at by some scholars with the disappearance of the red sky or when the sky is completely dark. The measurement of the sky brightness using the *Sky Quality Meter* (SQM) instrument which is one of the non-image light sensor technologies with the *Moving Average* approach method. The data were obtained from 12 consecutive days in March when the Sun was near the Equator. The results of this study show that at the beginning of the time the sky begins to darken earliest at 19:39:19 WIB on the solar dip at 16° 22' 17" and the latest at 19:46:12 WIB at dip 17° 28' 47". It can be concluded in this study that the light disappear based on observation and processing using the *Moving Average* method shows in the range of 16° 22' 17" to 17° 28' 47".

Keywords: night; isya; sqm; *moving average*.

PENDAHULUAN

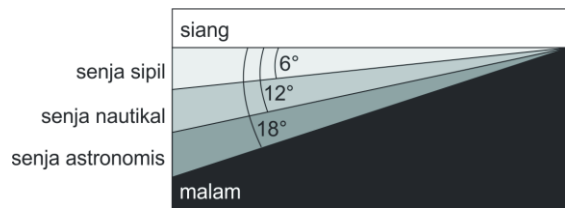
Waktu senja (*evening twilight*) didefinisikan sebagai waktu yang berawal saat matahari terbenam di ufuk sampai cahaya matahari relatif tidak dihamburkan oleh atmosfer bumi. Proses hamburan cahaya di atmosfer menyebabkan warna saat senja terlihat mulai dari kuning, orange, ungu dan berwarna merah hingga merah gelap. Kenampakan fisis waktu senja tidaklah semudah untuk dilihat dan dirasakan pancaindera seperti fenomena matahari terbit atau terbenam, meskipun semuanya juga dipengaruhi oleh kondisi atau kepadatan atmosfer bumi. Hal ini terbukti dengan indahnya warna merah langit sore atau pagi hari, akibat sebaran cahaya matahari oleh molekul dan

partikel di atmosfer bumi. Akhir/awal waktu senja lebih sulit dipahami karena suasana yang gelap dan mata tidak sensitif untuk melihat perubahan intensitas cahaya dan pergantian warna yang redup, sehingga memerlukan alat untuk bantu mengukur hamburan cahaya dan warnanya, baik bersumber cahaya alami dan polusi cahaya (lampu-lampu buatan manusia), akibat struktur lapisan dan komposisi atmosfer yang tidak homogen (Herdiwijaya, 2017).

Klasifikasi senja (*twilight*) terbagi menjadi tiga, bergantung kepada posisi kedalaman matahari di bawah ufuk yang ditunjukkan pada gambar 1.

a. Senja sipil: merupakan suatu waktu saat pusat geometris Matahari berada pada sudut kedalaman 0-6 derajat di bawah ufuk

- ($z=96^\circ$). Ciri waktu senja sipil adalah hamburan cahaya Matahari sudah cukup kuat (setelah Matahari terbenam), keadaan ini masih mudah membedakan bendayang berada diluar tanpa bantuan lampu. Dalam kondisi cerah, batas ufuk di pantai dan awan dapat terlihat di sekitarnya dengan jelas. Demikian pula planet bintang kejora (Venus) mulai dapat terlihat secara visual.
- b. Senja nautikal: waktu ketika pusat geometris matahari berada di kedalaman/elevasi 6-12 derajat di bawah ufuk, dan sebaliknya ($z=102^\circ$). Langit mulai cukup gelap atau remang - remang, sehingga batas ufuk di pantai dan awan tidak jelas terlihat. Demikian pula obyek luar di sekitar kita tidak bisa dibedakan dengan jelas.
- c. Senja astronomi: waktu saat pusat geometris matahari berada pada kedalaman/elevasi 12 – 18 derajat di bawah ufuk ($z=108^\circ$). Langit sudah gelap, sehingga obyek luar sekitar kita tidak bisa dibedakan, kecuali mata beradaptasi cukup lama dalam kegelapan tanpa hamburan cahaya matahari di langit. Polusi cahaya akibat cahaya lampu kota dapat menyebabkan langit lebih terang dari kondisi normal.



Gambar 1. Gambaran umum senja dan klasifikasinya berdasarkan sudut kedalaman Matahari di bawah ufuk

Pembagian ini berdasarkan ketampakan visual senja yang dapat ditangkap mata manusia. Pengamatan fajar merupakan bagian dari pengamatan astronomi, saat ini pengamatan ini dilakukan untuk menganalisis awal waktu shalat isya dan subuh (Setyanto *et al.*, 2021).

Penelitian waktu senja juga masih tetap berlangsung, baik menggunakan pengamatan mata secara langsung dan instrumen pengambilan citra maupun non-citra seperti Sky Quality Meter secara manual ataupun dengan sistem otomatisasi. Keberadaan teknologi ini juga menjadi langkah lebih maju untuk dapat memastikan awal waktu senja yang sesuai dengan kriteria pada Hadist dan fenomena langit yang terjadi saat terjadinya perubahan siang dan malam tersebut dengan lebih akurat (Putraga *et al.*, 2022). Pengukuran kecerahan langit saat malam sangat penting untuk menentukan tingkat polusi cahaya di tempat tertentu (Butar-Butar *et al.*, 2020), dan dalam

penelitian ini digunakan untuk mengamati perubahan langit dari terang ke gelap.

Unihedron Sky Quality Meter (SQM) merupakan sebuah instrument dengan medan pandang pengukuran seluas 20 derajat, dengan kesalahan relatif kurang dari 3% (Herdiwijaya, 2017). SQM merupakan piranti berbasis semikonduktor yang mampu mengubah foton atau partikel cahaya menjadi sinyal listrik. Jumlah foton yang tertangkap dari langit menentukan nilai tingkat kecerlangan langit yang dinyatakan dalam *magnitude per arc second square* atau *magnitudo per detik busur kuadrat*. Semakin tinggi nilainya, semakin gelap kondisi langit. Sehingga nilai yang ditunjukkan oleh SQM akan berada pada nilai yang konstan kemudian semakin berkurang sampai menuju nol pada saat pengukuran dilakukan dari malam sampai pagi atau sebaliknya (Pramudya & Raisal, 2017).

Tingkat polusi cahaya juga dapat diketahui dengan cara mengukur tingkat kecerahan langit malam menggunakan Sky Quality Meter (SQM). Kecerahan langit malam dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu cahaya dari galaksi, cahaya zodiak, aurora, airglow malam, dan garis emisi senja (Hassan *et al.*, 2014).

Data kecerahan langit yang terekam SQM tidak dapat terlepas dari noise yang disebabkan oleh beberapa faktor seperti petir, keberadaan komet, dan sumber cahaya lainnya serta pergerakan awan. Sehingga dibutuhkan metode untuk memperhalus noise yang diperoleh sehingga data kecerahan langit dapat diidentifikasi dengan lebih jelas (Raisal *et al.*, 2019).

Metode moving average merupakan sebuah metode yang sering digunakan dalam analisis teknis yang menunjukkan nilai rata-rata selama periode yang ditetapkan. Data yang dirata-ratakan merupakan data yang bergantung waktu (*time series*). Metode MA dapat digunakan untuk membuat kurva yang halus atau smooth dan menyaring noise sehingga lebih mudah untuk melihat trend data tersebut (Abbas, 2016).

Observatorium Ilmu Falak Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (OIF UMSU) merupakan salah satu yang berperan dalam pengembangan ilmu falak di Indonesia, khususnya di Sumatera Utara. Kegiatan yang dilakukan di tempat ini antara lain pengamatan benda-benda langit, pengamatan awal bulan, dan pengamatan fajar dan senja (Qorib *et al.*, 2019). Sebagai salah satu yang berperan dalam pengembangan ilmu falak di Indonesia, OIF UMSU merasa perlu untuk membuktikan apakah awal waktu malam di Indonesia terlalu cepat atau tidak untuk menjawab keresahan

masyarakat karena masalah ini bersangkutan dengan ibadah yang dilakukan setiap hari (Rakhmadi, , *et al.*, 2020).

Dalam penelitian sebelumnya ditemukan tingkat kecerahan langit malam di OIF UMSU sudah berada dalam skala kelas 6 Bortle yang artinya berada pada tingkat perkotaan (Rakhmadi, *et al.*, 2020). Dalam penelitian ini akan diteliti awal waktu isya menggunakan SQM dengan metode Moving Average.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang dilakukan adalah pengambilan data secara langsung dan melakukan observasi ke lapangan. Pengambilan data dilakukan pada 12 hari secara berturut dengan kondisi langit apa adanya. Pengambilan data dilakukan di Gedung Pascasarjana UMSU, Medan Denai, Kota Medan, Indonesia dengan titik koordinat lintang 03° 34' 5" Utara dan bujur 98° 43' 17"Timur pada pukul 18.30 – 20.00 WIB.

Interval pengambilan data dilakukan dalam setiap detik. Dalam penelitian ini menggunakan perangkat perekam berupa raspberry pi 4 dengan software PySQM yang ditinggal selama 24 jam dalam masa pengambilan data. Fotometer ini memiliki lensa dan penapis CM500 HOYA, dengan rentang spektral antara 300-720 nm (puncak 500 nm). Dengan demikian respon detektor SQM sama dengan sensitivitas spektral visual mata manusia. Keluaran dari unit ini adalah besaran kecerahan langit (magnitudo per detik busur persegi - mpdbp), di mana nilai yang tinggi mencerminkan langit semakin gelap.

Setelah data terkumpul, data tersebut diolah perharinya dengan menggunakan Microsoft excel dengan pendekatan Moving Average untuk mencari titik pancung dari perubahan pembacaan kecerahan langit dari SQM yang terpasang. Pendekatan Moving Average menggunakan persamaan (1) sebagai berikut.

$$A_t = \frac{D_t + D_{t-1} + D_{t-2} + \dots + D_{t-N+1}}{N} \quad (1)$$

Dengan

A_t = prediksi pada periode t+1

D_t = data rentet waktu

N = total jumlah periode rata-rata

Data yang dirata-ratakan merupakan data yang bergantung waktu (time series) dalam hal ini akan dianalisis perubahan nilai pembacaan SQM hingga menuju ke grafik yang stabil atau lurus sebagai penanda awal masuknya malam.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang diterima dari SQM diperiksa kembali tampilan datanya dengan melakukan menyajikan dalam bentuk grafik seperti yang ditunjukkan pada gambar 1. Data diolah dari dasar pembacaan SQM saat menerima pembacaan data saat langit mulai berubah menjadi semakin gelap. Untuk memudahkan pembacaan grafik, pengolahan data dibatasi hingga pukul 20.40 sehingga tampilan grafik dan pembacaan analisis metode Moving Average lebih presisi pada awal waktu perubahannya.



Gambar 1. Grafik SQM tanggal 15 Maret 2022 dari jam 17.55 – 20.40 WIB

Dari ke 12 Hari yang dilakukan penelitian, selanjutnya diolah setiap harinya menggunakan metode Moving Average pada interval yang sama sehingga tidak ada perbedaan perlakuan terhadap pengolahan untuk mengetahui proses dan hasil yang memenuhi dalam analisis tersebut secara ringkas, hasil pengolahan dari 12 hari itu dirangkum pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Olahan SQM 12 Hari

Tanggal ... Maret 2022	Sunset (0°)	Ast. Twilight (-18°)	Awal Malam Menurut SQM	Akhir Senja Menurut SQM
09	18:38	19.47	17° 28' 47"	19.44.3 2
10	18:38	19.47	17° 53' 31"	19.46.1 2
11	18:38	19.46	16° 58' 02"	19.42.1 7
12	18:37	19.46	16° 57' 54"	19.42.0 6
13	18:37	19.46	17° 35' 42"	19.44.2 5
14	18:37	19.46	16° 22' 17"	19.39.1 9
15	18:37	19.46	17° 20' 35"	19.43.0 1
16	18:37	19.45	17° 51' 58"	19.44.5 5
17	18:36	19.45	17° 53' 54"	19.44.5 2
18	18:36	19.45	17° 04' 55"	19.41.2 4
19	18:36	19.45	16° 59' 22"	19.40.5 0
20	18:36	19.45	17° 09' 45"	19.41.2 0

Dari hasil pengamatan dan pengolahan menggunakan metode Moving Average memperlihatkan awal waktu malam dan awal waktu shalat isya berada pada saat matahari telah berada pada dip terendah $16^{\circ}22'$ dan tertinggi $17^{\circ} 53'$. Perbedaan yang terjadi diperkirakan karena terdapat faktor cuaca dan faktor cahaya buatan di sekitar lokasi pengambilan data sehingga menunjukkan rentang yang cukup tinggi. Nilai yang didapatkan ini mendekati nilai dip matahari pada saat astronomical twilight menuju malam.

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil pengamatan menggunakan fotometer selama 12 hari, maka dapat disimpulkan bahwa awal malam atau awal waktu isya di lokasi pengamatan berada pada saat matahari di kedalaman 17 derajat dibawah ufuk. Sudut Depresi matahari pada dip yang ditemukan dalam penelitian ini mengkonfirmasi definisi malam sebagai mulai gelapnya langit malam dan awal tidak terlihat perubahan nilai kecerahan langit oleh SQM yang ditunjukkan dalam kurva dengan pendekatan Moving Average. Gelapnya malam hari merupakan kondisi yang relatif sama pada bulan Maret.

DAFTAR RUJUKAN

- Abbas, I. (2016). Penerapan Metode Moving Average (MA) Berbasis Algoritma Support Vector Machine (SVM) untuk Membandingkan Pola Kurva dengan Trend Kurva pada Trading Forex Online. *ILKOM Jurnal Ilmiah*, 8(1), 37–43. <https://doi.org/10.33096/ilkom.v8i1.20.37-43>
- Butar-Butar, A. J. R., Raisal, A. Y., & Pramudya, Y. (2020). Effect of the total lunar eclipse of 28 July 2018 on the night sky brightness at the Observatorium Ilmu Falak Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. *Journal of Physics: Conference Series*, 1523(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1523/1/012005>
- Hassan, A. H., Abdel-Hadi, Y. A., Issa, I. A., & Hassanin, N. Y. (2014). Naked eye observations for morning twilight at different sites in Egypt. *NRIAG Journal of Astronomy and Geophysics*, 3(1), 23–26. <https://doi.org/10.1016/j.nrjag.2014.02.002>
- Herdiwijaya, D. (2017). WAKTU SUBUH : Tinjauan Pengamatan Astronomi. *Jurnal Tarjih*, 14(1), 51–64. <https://jurnal.tarjih.or.id/index.php/tarjih/article/view/14.104>
- Pramudya, Y., & Raisal, A. Y. (2017). Aplikasi

tingkat kecerlangan langit dalam penentuan waktu subuh. *Jurnal Tarjih*, 14(1), 65–71. <https://jurnal.tarjih.or.id/index.php/tarjih/article/view/14.105>

- Putraga, H., Rakhmadi, A. J., Firdaus, M. D., & Hidayat, M. (2022). Penentuan Awal Waktu Subuh Menggunakan Kamera DSLR dan Metode Moving Average. *06(02)*, 114–122. <https://doi.org/https://doi.org/10.24198/jiif.v6i2.38995>
- Qorib, M., Zailani, Z., Radiman, R., & Rakhmadi, A. J. (2019). Peran dan Kontribusi OIF UMSU dalam Pengenalan Ilmu Falak di Sumatera Utara. *Jurnal Pendidikan Islam*, 10(2), 133–141. <https://doi.org/https://doi.org/10.22236/jpi.v10i2.3735>
- Raisal, A. Y., Pramudya, Y., Okimustava, O., & Muchlas, M. (2019). Pemanfaatan Metode Moving Average dalam Menentukan Awal Waktu Salat Subuh Menggunakan Sky Quality Meter (SQM). *Al-Marshad: Jurnal Astronomi Islam Dan Ilmu-Ilmu Berkaitan*, 5(1), 1–13. <https://doi.org/10.30596/jam.v5i1.3121>
- Rakhmadi, A. J., Agussani, Gunawan, Akrim, & Yazid raisal, A. (2020). *Sky Brightness Measurement for the Construction of the Astronomy Observatory Branch of Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (OIF UMSU) in Barus , Central Tapanuli Regency , Indonesia*. 6468, 6468–6474.
- Rakhmadi, A. J., Setiawan, H. R., & Raisal, A. Y. (2020). Pengukuran Tingkat Polusi Cahaya dan Awal Waktu Subuh di OIF UMSU dengan Menggunakan Sky Quality Meter. *Titian Ilmu: Jurnal Ilmiah Multi Sciences*, 12(2), 58–65. <https://doi.org/10.30599/jti.v12i2.667>
- Setyanto, H., Prastyo, H. A., Basthoni, M., Fuscha, F. A., & Al, S. M. (2021). ZODIAC LIGHT DETECTION BASED ON SKY QUALITY METER (SQM) DATA : PRELIMINARY STUDY. *Al-Hilal: Journal of Islamic Astronomy*, 3(2), 121–135. <https://doi.org/10.21580/al-hilal.2021.3.2.8477>