

Pemanfaatan Metode *Moving Average* dalam Menentukan Awal Waktu Salat Subuh Menggunakan Sky Quality Meter (SQM)**Abu Yazid Raisal^{1*}, Yudhiakto Pramudya², Okimustava³, Muchlas⁴**Universitas Ahmad Dahlan^{1, 2, 3, 4}^{*1} email: abuyazidraisal@gmail.com² email: ypramudya.uad@gmail.com³ email: okimustava@pfis.uad.ac.id⁴ email: muchlas.te@uad.ac.id**Abstract**

The beginning of prayer time is important for Muslims because Islam advocates for prayer at the beginning of time. The beginning of Zuhur, Asar and Maghrib prayer times can be done by looking position of the Sun directly. However, the position of the sun cannot be directly observed to determine the beginning of the Fajr and Isha prayer times, because the Sun is below the horizon. The beginning of the Fajr prayer time can be determined by measuring sky brightness using the Sky Quality Meter (SQM). Many factors can affect SQM in collecting light so that the data is not separated from noise. The use of the moving average method reduces noise, making it easier to determine the beginning of the Fajr prayer time using SQM.

Keyword: *Fajr Time, Moving Average, Sky Quality Meter***Artikel Info****Received:**

15 Januari 2019

Revised:

13 Februari 2019

Accepted:

20 April 2019

Published:

02 Juni 2019

Abstrak

Awal waktu salat merupakan hal yang penting bagi umat Islam karena Islam menganjurkan untuk mengerjakan salat wajib diawal waktu. Awal waktu salat Zuhur, Asar, dan Maghrib dapat dilakukan dengan melihat posisi Matahari secara langsung. Namun, awal waktu salat Subuh dan isya tidak dapat dilakukan pengamatan posisi Matahari secara langsung karena Matahari berada di bawah horizon. Awal waktu salat Subuh dapat ditentukan dengan mengukur kecerahan langit menggunakan Sky Quality Meter (SQM). Banyak faktor yang mempengaruhi SQM dalam pengumpulan cahaya sehingga data tidak terlepas dari *noise*. Penggunaan metode *moving average* mengurangi *noise* sehingga memudahkan dalam menentukan awal waktu salat Subuh menggunakan SQM.

Kata Kunci: *Waktu Subuh, Moving Average, Sky Quality Meter***A. Pendahuluan**

Setiap hari umat islam diwajibkan untuk melaksanakan salat fardu lima waktu yaitu Subuh, Zuhur, Asar,

Maghrib, dan Isya. Dalam menunaikan kewajiban ibadah salat fardu, umat islam tidak bisa memilih waktu seperti yang dikehendaknya. Salat tidak

dikerjakan saat umat islam memiliki waktu luang akan tetapi umat islam harus meluangkan waktu untuk mengerjakan salat bila waktunya telah tiba, karena salat telah terikat dengan waktu-waktu yang telah ditentukan¹ (Ismail, 2015). Waktu salat fardu tersebut sudah ditentukan dalam al-quran dan hadis. Awal waktu salat merupakan hal yang penting dalam ibadah bagi umat Islam karena Islam menganjurkan untuk mengerjakan salat wajib diawal waktu.

Waktu salat ditentukan berdasarkan kedudukan Matahari terhadap bumi. Waktu salat zuhur ditandai dengan tergelincirnya Matahari dari posisi kulminasi atas. Waktu salat Asar ditandai ketika bayang-bayang suatu benda sama panjang, waktu salat Maghrib dimulai ketika Matahari telah terbenam, waktu salat Isya dimulai ketika di langit telah hilang mega merah, dan waktu Subuh ketika terbit fajar² (Butar-butar, 2016). Untuk mengetahui awal waktu salat Zuhur,

Asar, dan Maghrib dapat dilakukan dengan melihat posisi Matahari secara langsung. Namun, untuk ibadah salat Subuh dan isya tidak dapat dilakukan pengamatan posisi Matahari secara langsung karena posisi Matahari berada di bawah horizon dan Matahari tidak dapat dilihat oleh mata. Salat Subuh dan salat Isya merupakan salat yang waktunya mengacu pada awal dan akhir *astronomical twilight* (fajar astronomi)³ (Nor & Zainuddin, 2012).

Di Indonesia khususnya menjelang puasa dan hari raya sering terjadi perbedaan dan perdebatan seputar hisab dan rukyat dalam menentukan hilal awal bulan hijriah. Persoalan ini bila dipandang secara teknis ilmiah sebenarnya tergolong mudah karena merupakan bagian ilmu eksakta. Tetapi dalam penerapannya di masyarakat tidak sederhana, karena menyangkut faktor-faktor non-eksakta seperti perbedaan pandangan hukum (mazhab dan fikih)⁴ (Raisal, 2018).

¹ Ismail. 2015. Metode Penentuan Awal Waktu Salat Dalam Perspektif Ilmu Falak. *Jurnal Ilmiah Islam Futura*, 73-92.

² Butar-Butar, A. J. 2016. *Khazanah Astronomi Islam Abad Pertengahan*. Purwokerto: UM Purwokerto Press.

³ Nor, S. A., & Zainuddin, M. Z. 2012. Sky Brightness for Determination of Fajr and Isha Prayer by Using Sky Quality Meter. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 1-3.

⁴ Raisal, A. Y. 2018. Berbagai Konsep Hilal di Indonesia. *Al-Marshad: Jurnal Astronomi Islam dan Ilmu-Ilmu Berkaitan*, 146-155

Namun dalam menentukan waktu salat jarang terjadi perdebatan tentang penggunaan hisab dan rukyat. Umat islam di Indonesia sehari-hari menggunakan jadwal salat yang dibuat menggunakan metode hisab. Hal ini memudahkan umat islam sehingga umat islam saat ini tidak perlu lagi melihat posisi matahari untuk melaksanakan salat fardu.

Penelitian ini hanya berfokus untuk mengetahui awal waktu salat Subuh karena beberapa tahun ini waktu Subuh menjadi perbincangan dikalangan ulama dan ilmuwan Islam di Indonesia. Hal ini dipicu oleh tulisan Syekh Mamduh dari Mesir yang mengatakan bahwa waktu salat Subuh di Indonesia terlalu cepat. Mengenai waktu salat Subuh, Allah swt berfirman dalam Alquran surah Al-Baqarah ayat 187.

“... dan makan minumlah hingga terang bagimu benang putih dari benang hitam, yaitu fajar” (Al-Baqarah: 187).

Fajar dalam ayat tersebut menunjukkan waktu untuk mulai berpuasa sekaligus menunjukkan awal waktu salat Subuh. Selanjutnya, fajar tersebut dijelaskan dalam hadis dari Jabir.

“Fajar ada dua macam, pertama melarang makan, tetapi membolehkan salat, yaitu yang terbit melintang di ufuk. Lainnya, fajar yang melarang salat (Subuh), tetapi membolehkan makan, yaitu fajar seperti ekor serigala” (HR. Hakim, Baihaqi dan Daraquthini)⁵ (Hakim, 2017).

Jika waktu salat Subuh di Indonesia terlalu cepat daripada waktu yang seharusnya, maka umat Islam di Indonesia melaksanakan salat ketika waktu yang dilarang untuk salat. Hal tersebut menunjukkan bahwa penelitian ini sangat penting untuk dilakukan.

Dalam ilmu falak, fajar dibagi menjadi dua yaitu fajar *shadiq* dan fajar *kadzib*. Para ulama sepakat bahwa awal waktu salat Subuh adalah ketika fajar *shadiq*. Fajar *shadiq* dipahami sebagai awal fajar astronomi, cahaya ini muncul di horizon timur menjelang terbit Matahari ketika Matahari berada sekitar 18° di bawah horizon⁶. Untuk mengetahui awal waktu Subuh pada saat Matahari berada di bawah horizon maka dapat dihitung dengan mengukur tingkat kecerahan langit.

⁵ Hakim, S. A. 2017. Kontroversi Awal Waktu Shalat Subuh. *Materi Seminar Model Integrasi Sains-Islam* (hal. 3-12). Jakarta: ISRN UHAMKA.

⁶ Tim Majelis Tarjih dan Tajdid PP Muhammadiyah. (2009). *Pedoman Hisab Muhammadiyah*. Yogyakarta: Majelis Tarjih dan Tajdid PP Muhammadiyah.

Tingkat kecerahan langit bisa dikuantifikasi dengan menggunakan alat Sky Quality Meter (SQM). Dengan memanfaatkan SQM, tingkat kecerahan langit bisa diukur secara obyektif⁷. SQM juga dapat digunakan untuk mengukur tingkat polusi cahaya di suatu tempat⁸. SQM merupakan alat fotometer sederhana yang relatif murah, ringan, dan berukuran saku dengan tingkat kesalahan kurang dari 3%⁹. Penentuan waktu salat Subuh menggunakan SQM dapat dipengaruhi oleh nilai deklinasi matahari, cuaca, dan permukaan tempat pengamatan¹⁰. Selain itu, fase bulan juga dapat mempengaruhi tingkat kecerahan langit yang terbaca SQM¹¹. Hasil pengukuran

tingkat kecerahan langit menggunakan SQM digunakan sebagai instrumen astronomi untuk memverifikasi hisab salat ketika Matahari tidak bisa diamati secara langsung karena Matahari masih di bawah horizon.

Data yang didapat dari SQM dibuat grafik sehingga terlihat peralihan dari malam menuju pagi. Semakin gelap langit maka tingkat kecerahannya semakin tinggi, begitu pula sebaliknya. Karena beberapa faktor yang mempengaruhi tingkat kecerahan langit mengakibatkan kurva yang dihasilkan memiliki banyak *noise*. Untuk mengurangi *noise* tersebut digunakan metode *moving average*. Metode *moving average* merupakan sebuah metode yang sering digunakan dalam analisis teknis yang menunjukkan nilai rata-rata selama periode yang ditetapkan¹². Semakin sedikit *noise* yang dihasilkan maka semakin mudah menentukan waktu ketika terjadi awal peralihan dari malam ke pagi hari. Awal

Phases Influence on the Beginning of Astronomical Dawn Determination in Yogyakarta. *International Journal of Science and Applied Science: Conference Series*, 1-7.

¹² Abbas, I. 2016. Penerapan Metode Moving Average (MA) Berbasis Algoritma Support Vector Machine (SVM) untuk Membandingkan Pola Kurva dengan Trend Kurva pada Trending Forex Online. *Jurnal Ilmiah ILKOM Volume 8 Nomor 1*, 37-43.

⁷ Romadon. 2015. *Tesis: Verifikasi Hisab Awal Salat Magrib, Isya Dan Subuh Menggunakan Sky Quality Meter Dan Aplikasinya Pada Mata Kuliah Astronomi*. Yogyakarta: Magister PFIS Universitas Ahmad Dahlan.

⁸ Pun, C. S., So, C. W., & Wong, C. F. 2012. The Night Sky Monitoring Network in Hong Kong. *Highlights of Astronomy*, 16.

⁹ Herdiwijaya, D., & Arumaningtyas, E. P. 2011. Pengukuran Kecerahan Langit Arah Zenith di Bandung dan Cimahi Menggunakan Sky Quality Meter. *Prosiding Seminar Himpunan Astronomi Indonesia*, 6-8.

¹⁰ Ahyar, M., Pramudya Y., Raisal A. Y., & Okimustava. 2018. Penentuan Awal Waktu Subuh Menggunakan Sky Quality Meter pada Variasi Deklinasi Matahari. *Prosiding SNFA (Seminar Nasional Fisika dan Aplikasinya)*, 184-189.

¹¹ Raisal A. Y., Pramudya Y., Okimustava, & Muchlas. 2017. The Moon

peralihan dari malam ke pagi tersebut didefinisikan sebagai awal waktu Subuh.

B. Waktu salat Subuh

Salat merupakan rukun Islam kedua karena itu merupakan salah satu bentuk ibadah yang amat penting. Para ulama mengatakan bahwa salat merupakan tiang agama. Barang siapa yang menegakkannya berarti menegakkan agama dan barang siapa yang meruntuhkannya berarti meruntuhkan agama. Mengingat pentingnya salat dalam agama Islam, maka ibadah ini tentu harus menjadi perhatian sungguh-sungguh umat Islam, termasuk memperhatikan waktu-waktu pelaksanaannya.

Waktu salat Subuh dikatakan dalam alquran surah Al-Baqarah ayat 187.

*“...dan makan minumlah hingga terang bagimu benang putih dari benang hitam, yaitu **fajar**”* (Al-Baqarah: 187).

Selain dari Alquran, terdapat beberapa hadis Nabi saw yang menjelaskan tentang waktu pelaksanaan salat Subuh. Salah satunya adalah hadis yang diriwayatkan oleh Muslim.

“...dan waktu salat Subuh adalah dari terbit fajar sampai sebelum Matahari terbit ...” [HR Muslim].

Hadis lain yang juga menjelaskan waktu pelaksanaan salat Subuh adalah hadis yang diriwayatkan oleh Ibn Hibban.

*“...Kemudian Jibril datang lagi kepada Nabi saw ketika **fajar menyingsing** memulai Subuh dan berkata: Berdirilah wahai Muhammad dan kerjakan salat (Subuh). Maka Nabi saw berdiri dan mengerjakan salat Subuh ...Kemudian Jibril datang lagi kepada Nabi saw pada waktu Subuh ketika **Subuh itu sudah sangat terang** dan berkata: Berdirilah dan kerjakan salat Subuh. Maka Nabi saw berdiri dan mengerjakan salat Subuh. Kemudian ia berkata: Waktu antara kedua waktu itu seluruhnya adalah waktu salat”* [HR Ibn Hibban dalam sahihnya. Hadis senada juga diriwayatkan oleh an-Nasa’i dan beberapa ahli hadis lainnya]¹³.

Dari ayat Alquran dan hadis tersebut dapat disimpulkan bahwa waktu salat Subuh dimulai ketika terbit fajar sampai terbit Matahari.

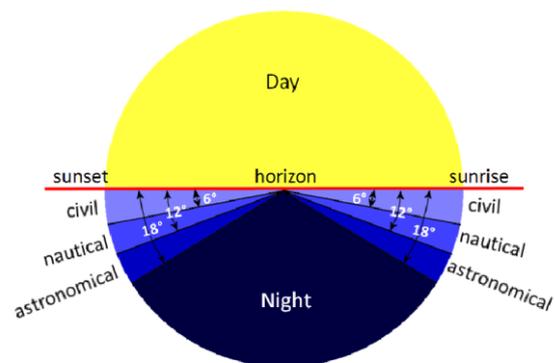
Dalam ilmu falak, fajar dibedakan menjadi dua yaitu fajar *shadiq* (nyata)

¹³ Tim Majelis Tarjih dan Tajdid PP Muhammadiyah. (2009). *Pedoman Hisab Muhammadiyah*. Yogyakarta: Majelis Tarjih dan Tajdid PP Muhammadiyah.

dan fajar *kadzib* (semu). Fajar *shadiq* didefinisikan sebagai cahaya yang tampak dan menyebar di atas horizon timur. Fajar *kadzib* didefinisikan sebagai cahaya yang menjulang ke atas pada posisi tengah-tengah langit dan memiliki bentuk seperti ekor serigala. Fajar *kadzib* terbit sebelum terbitnya fajar *shadiq* dan bersifat sementara sebelum menghilang kembali. Dalam astronomi fajar *kadzib* disebut sebagai cahaya zodiak. Para ulama sepakat bahwa awal waktu Subuh mulai ketika terbit fajar *shadiq* sampai terbit Matahari¹⁴.

Dalam astronomi, fajar dibedakan menjadi tiga berdasarkan ketinggian Matahari di bawah horizon, yaitu fajar astronomi, fajar nautikal, dan fajar sipil. Pada saat ketinggian Matahari 18 derajat sampai 12 derajat dibawah horizon, fajar ini dinamakan fajar astronomi (*astronomical twilight*). Pada saat fajar astronomi, langit sudah gelap sehingga benda-benda di sekitar tidak dapat dibedakan kecuali mata sudah beradaptasi cukup lama dalam kegelapan. Fajar nautikal (*nautical twilight*) terjadi pada saat ketinggian

Matahari berada pada 12 derajat sampai 6 derajat dibawah horizon. Pada saat fajar nautikal, langit masih cukup gelap atau remang-remang sehingga batas horizon di pantai dan awan tidak terlihat jelas. Fajar sipil (*civil twilight*) terjadi bila ketinggian Matahari berada pada 6 derajat dibawah horizon sampai horizon. Ciri fajar sipil adalah hamburan cahaya Matahari sudah cukup terang, sehingga benda-benda di sekitar dapan dengan mudah dibedakan tanpa membutuhkan bantuan lampu¹⁵. Gambaran umum fajar dan senja dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Gambaran umum senja dan fajar (sumber: <https://www.weather.gov>)

¹⁴ Mughits, A. 2014. Problematika Jadwal Waktu Salat Subuh di Indonesia. *Jurnal Ilmu Syariah dan Hukum*, 467-487.

¹⁵ Herdiwijaya, D. 2016. *Makalah Narasumber Halaqah Nasional Ahli Hisab dan Fikih Muhammadiyah*. Yogyakarta: Majelis Tarjih dan Tajdid Pimpinan Pusat Muhammadiyah.

Negara Indonesia yang diwakili oleh Kementerian Agama menetapkan ketinggian Matahari 20 derajat di bawah horizon dalam menentukan awal waktu salat Subuh. Tidak hanya di Indonesia, perbedaan dalam menentukan ketinggian Matahari juga terjadi di negara-negara yang terdapat umat Islam. Perbedaan ketinggian Matahari dalam menentukan waktu Subuh di beberapa negara dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1 Ketinggian Matahari dalam menentukan awal waktu salat Subuh di beberapa negara¹⁶

No	Konvensi	Ketinggian Matahari
1	Shiah Ithna Ashari (Jaafari)	-16°
2	Islamic Society of North America (ISNA)	-15°
3	Muslim World League (MWL)	-18°
4	Umm Al-qura Makkah	-18,5°
5	Egyptian General Authority of Survey	-19,5°
6	University of Islamic Science, Karachi	-18°
7	Malaysia	-20°

¹⁶ Nor, S. A., & Zainuddin, M. Z. 2012. Sky Brightness for Determination of Fajr and Isha Prayer by Using Sky Quality Meter. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 1-3.

C. Sky Quality Meter (SQM)

Sky Quality Meter (SQM) adalah alat yang digunakan untuk mengukur pencahayaan dari langit malam dengan ukuran saku dan harga yang murah seperti terlihat pada gambar 2. Alat ini memungkinkan bagi masyarakat umum untuk mengukur kualitas langit malam kapanpun dan dimanapun¹⁷. SQM juga dapat digunakan untuk mengetahui polusi cahaya suatu tempat dan interaksi awal gerhana Matahari¹⁸. SQM mengukur kecerahan langit malam dalam bentuk magnitudo per detik busur persegi (MPSAS) atau secara matematika dapat ditulis mag/arcsec^2 . Magnitudo adalah satuan astronomi untuk mengukur tingkat kecerahan suatu benda. Satu detik busur adalah luas suatu persegi busur langit yang sisi-sisinya adalah satu detik busur. Semakin tinggi nilai yang terbaca SQM maka semakin gelap benda tersebut. Setiap perubahan 5 mag/arcsec^2 berarti langit 100 kali lebih cerah. Berbagai

¹⁷ Cinzano, P. 2005. Night Sky Photometry with Sky Quality Meter. *STIL Internal Report*, 1-14.

¹⁸ Pramudya, Y., & Arkanuddin, M. 2016. The Sky Brightness Measurement During the 2016. *Journal of Physics: Conference Series* 771, 1-4.

faktor dapat menyebabkan kecerahan langit malam berubah-ubah. Pengambilan banyak data akan sangat berguna dalam mengesampingkan kejadian sesaat selama proses pengambilan data. SQM mengumpulkan cahaya sedikitnya dalam satu detik, dan hasil yang diperoleh didasarkan pada cahaya yang terakumulasi selama waktu tersebut. Faktor yang mempengaruhi SQM dalam pengumpulan cahaya adalah polusi cahaya buatan manusia (lampu jalan, gedung perkantoran, dll), cahaya Bulan, aurora, *airglow*, cahaya galaksi Bima Sakti, kelembaban, erupsi merapi, dan cahaya zodiak¹⁹.



Gambar 2. Tampilan dari SQM

D. *Moving Average*

Data kecerahan langit yang terekam oleh SQM tidak dapat terlepas dari *noise* yang dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti petir, komet, meteor, sumber cahaya lainnya dan

pergerakan awan di lokasi pengamatan. Metode *moving average* digunakan untuk memperhalus *noise* yang diperoleh oleh data sehingga perubahan kecerahan langit yang terjadi dapat diidentifikasi secara lebih jelas.

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 *moving average* dapat digunakan untuk membuat kurva yang halus atau *smooth* dan menyaring *noise* data sehingga lebih mudah untuk melihat trend data tersebut²⁰. Metode *moving average* dapat dirumuskan 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

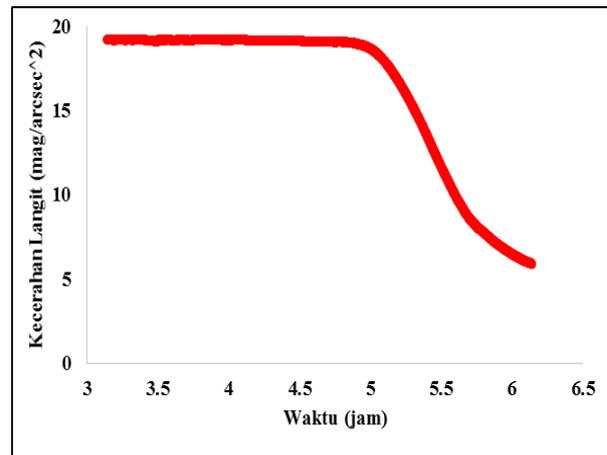
²⁰ Abbas, I. 2016. Penerapan Metode Moving Average (MA) Berbasis Algoritma Support Vector Machine (SVM) untuk Membandingkan Pola Kurva dengan Trend Kurva pada Trending Forex Online. *Jurnal Ilmiah ILKOM Volume 8 Nomor 1*, 37-43.

¹⁹ Unihedron. 2011. *SQM-LU Operator's Manual*. <http://unihedron.com>.

E. Pembahasan

Pengambilan data dilakukan dengan cara menghubungkan SQM dengan komputer atau laptop menggunakan kabel USB kemudian diarahkan ke langit arah zenit tanpa ada yang mengalangi muka SQM. Data kecerahan langit dikumpulkan menggunakan aplikasi Unihedron Device Manager (UDM) dan diambil setiap 5 detik dari pukul 3 pagi hingga nilai SQM menunjukkan nilai nol. Selanjutnya data diolah menggunakan *moving average* yang tersedia di aplikasi Microsoft Excel.

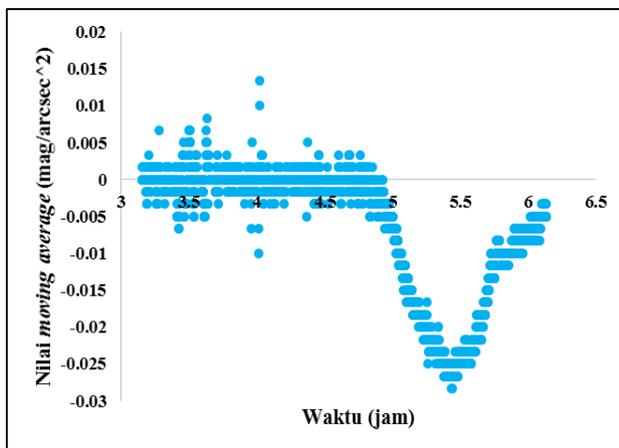
Data pengamatan yang dihasilkan melalui SQM berupa waktu pengamatan, suhu, frekuensi dan tingkat kecerahan langit dalam bentuk *file* dat. Sekali pengambilan data sekitar tiga jam dapat menghasilkan hingga dua ribu data. Hal ini dikarenakan SQM diatur untuk mengambil data setiap 5 detik. Hasil pengamatan yang berupa *file* dat tersebut kemudian diolah menggunakan Microsoft Excel untuk mengambil data yang dibutuhkan yaitu waktu dan tingkat kecerahan langit.



Gambar 3. Grafik tingkat kecerahan langit terhadap waktu tanggal 13 Juni 2016

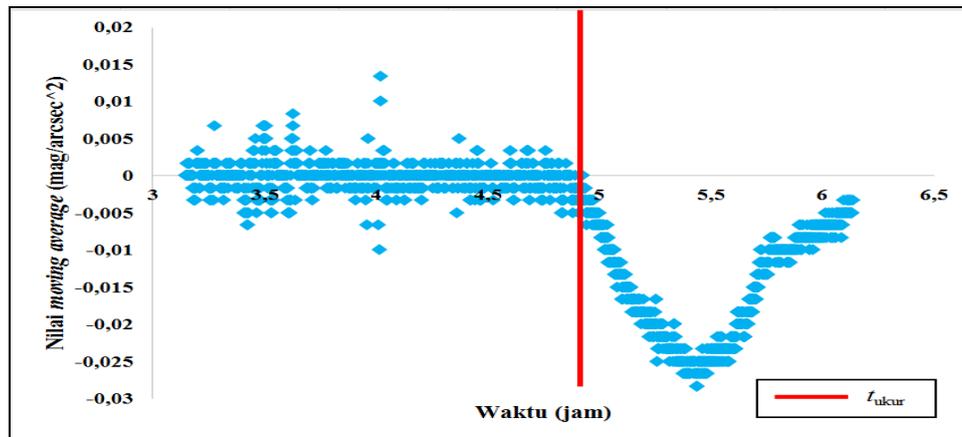
Gambar 3 merupakan grafik tingkat kecerahan langit ($\text{mag}/\text{arcsec}^2$) terhadap waktu (jam) yang diambil pada tanggal 13 Juni 2016. Dari gambar 3 dapat dilihat nilai kecerahan langit yang diperoleh relatif konstan untuk beberapa waktu. Nilai kecerahan langit yang konstan menunjukkan bahwa langit masih gelap atau malam. Lalu pada saat tertentu mulai terjadi penurunan nilai kecerahan langit secara bertahap. Hal ini disebabkan cahaya Matahari mulai menyinari atmosfer bumi meskipun Matahari masih di bawah horizon sehingga nilai kecerahan langit berubah. Pada saat ini dianggap sebagai terbit fajar atau menunjukkan awal waktu salat Subuh. Namun untuk menentukan kapan tepatnya waktu salat Subuh sangat sulit ditentukan dengan hanya menggunakan cara tersebut.

Untuk mempermudah dalam menentukan waktu salat Subuh maka dicari selisih antara data kecerahan langit. Kemudian dengan menggunakan *analysis tools* dari *Microsoft Excel* dibuat rata-rata menggunakan *moving average* terhadap selisih yang diperoleh. Interval yang digunakan pada *moving average* adalah 6 data. Kemudian dibuat grafik antara data *moving average* dengan waktu pengamatan. Grafik selisih kecerahan langit terhadap waktu menggunakan *moving average* dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Grafik selisih kecerahan langit menggunakan *moving average* terhadap waktu

Pada gambar 4 dapat dilihat pada waktu tertentu nilai *moving average* secara bertahap menurun atau nilai minus yang diperoleh semakin besar. Setelah turun secara bertahap, nilai tersebut naik kembali secara bertahap mendekati nilai nol. Hal ini disebabkan terjadi perlambatan dalam proses perubahan kecerahan langit. Walaupun nilai kecerahan langit yang diperoleh semakin kecil namun selisih yang diperoleh semakin kecil. Waktu pada saat nilai nol terakhir pada selisih kecerahan langit ditentukan sebagai waktu salat Subuh berdasarkan pengukuran (t_{ukur}) seperti terlihat pada gambar 5. Garis merah pada gambar 5 menunjukkan nilai nol terakhir pada selisih kecerahan langit. Waktu yang sesuai dengan garis merah tersebut kemudian ditentukan sebagai t_{ukur} .



Gambar 5. Waktu salat Subuh berdasarkan pengukuran

F. Kesimpulan

Berdasarkan data-data hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Terdapat perbedaan di beberapa negara tentang ketinggian Matahari yang digunakan dalam menentukan awal waktu salat Subuh. Indonesia menggunakan ketinggian Matahari 20° di bawah horizon dalam menentukan awal waktu Subuh.
2. Banyak faktor yang dapat mempengaruhi SQM dalam pengumpulan cahaya sehingga data yang dihasilkan tidak terlepas dari *noise*. Penggunaan metode *moving average* dapat mengurangi *noise* sehingga memudahkan dalam menentukan awal waktu salat Subuh menggunakan SQM.

Daftar Pustaka

- Abbas, I. 2016. Penerapan Metode Moving Average (MA) Berbasis Algoritma Support Vector Machine (SVM) untuk Membandingkan Pola Kurva dengan Trend Kurva pada Trending Forex Online. *Jurnal Ilmiah ILKOM Volume 8 Nomor 1*, 37-43.
- Ahyar, M., Pramudya Y., Raisal A. Y., & Okimustava. 2018. Penentuan Awal Waktu Subuh Menggunakan Sky Quality Meter pada Variasi Deklinasi Matahari. *Prosiding SNFA (Seminar Nasional Fisika dan Aplikasinya)*, 184-189.
- Butar-Butar, A. J. 2016. *Khazanah Astronomi Islam Abad*

- Pertengahan*. Purwokerto: UM Purwokerto Press.
- Butar-Butar, A. J. 2017. Waktu Shalat Menurut Sejarah Fikih dan Astronomi. Malang: Madani.
- Cinzano, P. 2005. Night Sky Photometry with Sky Quality Meter. *STIL Internal Report*, 1-14.
- Hakim, S. A. 2017. Kontroversi Awal Waktu Shalat Subuh. *Materi Seminar Model Integrasi Sains-Islam* (hal. 3-12). Jakarta: ISRN UHAMKA.
- Herdiwijaya, D. 2016. *Makalah Narasumber Halaqah Nasional Ahli Hisab dan Fikih Muhammadiyah*. Yogyakarta: Majelis Tarjih dan Tajdid Pimpinan Pusat Muhammadiyah.
- Herdiwijaya, D., & Arumaningtyas, E. P. 2011. Pengukuran Kecerahan Langit Arah Zenith di Bandung dan Cimahi Menggunakan Sky Quality Meter. *Prosiding Seminar Himpunan Astronomi Indonesia*, 6-8.
- Ismail. 2015. Metode Penentuan Awal Waktu Salat Dalam Perspektif Ilmu Falak. *Jurnal Ilmiah Islam Futura*, 73-92.
- Mughits, A. 2014. Problematika Jadwal Waktu Salat Subuh di Indonesia. *Jurnal Ilmu Syariah dan Hukum*, 467-487.
- Nor, S. A., & Zainuddin, M. Z. 2012. Sky Brightness for Determination of Fajr and Isha Prayer by Using Sky Quality Meter. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 1-3.
- Pramudya, Y., & Arkanuddin, M. 2016. The Sky Brightness Measurement During the 2016. *Journal of Physics: Conference Series* 771, 1-4.
- Pun, C. S., So, C. W., & Wong, C. F. 2012. The Night Sky Monitoring Network in Hong Kong. *Highlights of Astronomy*, 16.
- Raisal, A. Y. 2018. Berbagai Konsep Hilal di Indonesia. *Al-Marshad: Jurnal Astronomi Islam dan Ilmu-Ilmu Berkaitan*, 146-155
- Raisal A. Y, Pramudya Y., Okimustava, & Muchlas. 2017. The Moon Phases Influence on the Beginning of Astronomical Dawn Determination in Yogyakarta. *International Journal of Science and Applied Science: Conference Series*, 1-7.

Romadon. 2015. *Tesis: Verifikasi Hisab*

Awal Salat Magrib, Isya Dan Subuh Menggunakan Sky Quality Meter Dan Aplikasinya Pada Mata Kuliah Astronomi.

Yogyakarta: Magister PFIS Universitas Ahmad Dahlan.

Tim Majelis Tarjih dan Tajdid PP Muhammadiyah. (2009).

Pedoman Hisab Muhammadiyah.

Yogyakarta: Majelis Tarjih dan Tajdid PP Muhammadiyah.

Unihedron. 2011. *SQM-LU Operator's*

Manual. <http://unihedron.com>.