

PENENTUAN WAKTU SUBUH MENGGUNAKAN ALL SKY CAMERA DAN METODE MOVING AVERAGE DI KOTA MEDAN

Marataon Ritonga¹, Arwin Juli Rakhmadi², Abu Yazid Raisal³

¹Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, ²Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara,

³Universitas Negeri Yogyakarta

Email ¹marataonritonga@umsu.ac.id, ²arwinjuli@umsu.ac.id, ³abuyazid.2021@student.uny.ac.id

Abstract

The time for the fajr prayer begins when the sadiq dawn and until the sunrise. In Indonesia, many astronomers determine the criteria for the altitude of the sun to determine the start of the fajr prayer at varying altitudes, from -18 degrees to -20 degrees below the horizon, even at -13 degrees below the horizon. The ministry of religion of the Republik of Indonesia sets the altitude of the sun for fajr prayer time at -20 degrees below the horizon. While the difference in determining the altitude of the sun below the horizon, astronomers have made many repeated observations of the appearance of the sadiq dawn. One of them is observing the dawn of sadiq using the All Sky Camera with the moving average method and the gradient approach. This Research is a quantitative research approach (field research) through observation to obtain data in the field directly. Based on the research conducted it was found that the emergence of sadiq dawn at the altitude of the sun at -15 degrees below the horizon.

Keywords: *Prayer Time, All Sky Camera, ImageJ, MA, Gradient*

Abstrak

Waktu salat Subuh dimulai ketika terbit fajar shadiq dan berakhir sampai terbit Matahari. Di Indonesia banyak ahli falak yang menetapkan kriteria ketinggian Matahari untuk menentukan awal waktu salat Subuh dengan ketinggian yang bervariasi, mulai dari -18 derajat sampai -20 derajat di bawah ufuk bahkan pada ketinggian -13 derajat di bawah ufuk. Kementerian Agama RI menetapkan ketinggian Matahari untuk waktu salat Subuh pada -20 derajat di bawah ufuk. Dengan adanya perbedaan dalam menetapkan ketinggian Matahari di bawah ufuk, para ahli falak maupun astronomi banyak melakukan pengamatan ulang terhadap kemunculan fajar shadiq. Salah satunya melakukan pengamatan fajar shadiq menggunakan All Sky Camera dengan metode moving average dan pendekatan Gradien. Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan pendekatan (field Research) melalui observasi untuk mendapatkan data dilapangan secara langsung. Berdasarkan penelitian yang dilakukan didapatkan kemunculan fajar shadiq pada saat ketinggian Matahari pada -15 derajat di bawah ufuk.

Kata Kunci: *Waktu Salat Subuh, All Sky Camera, ImageJ, MA, Gradien*

A. Pendahuluan

Penentuan masuknya waktu salat merupakan kewajiban bagi setiap umat Islam, karena bagi umat Islam salat merupakan salah satu sarana komunikasi kepada Allah swt.¹ Dalam mengerjakan ibadah salat, umat Islam tidak dapat mengerjakannya melainkan harus sesuai dengan waktunya,² karena salat terikat dengan waktu-waktu yang telah ditentukan baik berdasarkan petunjuk dari al-Quran maupun hadis Nabi saw serta ijtihad para ulama.³ Sebagaimana firman Allah QS. an-Nisa' ayat 103

إِنَّ الصَّلَاةَ كَانَتْ عَلَى الْمُؤْمِنِينَ كِتَابًا مَّوْقُوتًا

Artinya “Sesungguhnya salat itu adalah kewajiban yang ditentukan waktunya atas orang-orang yang beriman” (QS. an-Nisa’/4:103).

Penentuan waktu salat tidak terlepas dari posisi dan pergerakan Matahari.⁴ Posisi dan pergerakan Matahari merupakan faktor utama penyebab munculnya perbedaan waktu di Bumi sehingga mengakibatkan adanya perbedaan dalam menentukan waktu-waktu salat.⁵ Posisi Matahari pada saat kemunculan fajar shadiq berada di bawah ufuk hakiki dengan nilai ketinggian tertentu.⁶ Terdapat perbedaan dalam menentukan awal waktu salat Subuh disebabkan pemahaman dan penafsiran yang berbeda terhadap ketinggian Matahari pada saat kemunculan fajar shadiq.⁷ Waktu salat Subuh dimulai pada saat kemunculan fajar shadiq hingga terbit Matahari.⁸ Sebagaimana firman Allah Q.S. al-Baqarah: 187

وَكُلُوا وَاشْرَبُوا حَتَّى يَتَبَيَّنَ لَكُمُ الْخَيْطُ الْأَبْيَضُ مِنَ الْخَيْطِ الْأَسْوَدِ مِنَ الْفَجْرِ

Artinya “Dan makan dan minumlah hingga terang bagimu benang putih dari benang hitam, yaitu fajar” (QS. al-Baqarah/2: 187).

Adapun fajar yang dimaksudkan dalam ayat tersebut adalah untuk memulai ibadah puasa dan awal waktu salat Subuh yang diibaratkan benang putih (*al-khaith al-abyadh*) dan benang hitam (*al-khaith al-aswad*). Adapun fajar, sebagaimana yang dijelaskan dalam sebuah hadis Nabi saw:

وَعَنْ ابْنِ عَبَّاسٍ رَضِيَ اللَّهُ عَنْهُمَا قَالَ: قَالَ رَسُولُ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ الْفَجْرُ فَجْرَانِ: فَجْرٌ يُحْرِمُ الطَّعَامَ وَيَحِلُّ فِيهِ الصَّلَاةُ وَفَجْرٌ تَحْرِمُ فِيهِ الصَّلَاةُ , أَيَّ صَلَاةِ الصُّبْحِ , وَيَحِلُّ فِيهِ الطَّعَامُ. (رَوَاهُ ابْنُ خُرَيْمَةَ وَالْحَاكِمُ وَصَحَّحَاهُ)

Artinya “Dan dari Ibnu Abbas radhiyallahu ‘anhu, ia berkata Rasulullah SAW bersabda: fajar itu ada dua: yaitu fajar yang mengharamkan makan dan membolehkan salat dan fajar yang tidak boleh padanya salat (Subuh) dan boleh makan (sahur)”. (HR. Ibnu Khuzaimah al Hakim dan keduanya menshahihkannya).⁹

¹ Arwin Juli Rakhmadi Butar-Butar, *Pengantar Ilmu Falak Teori, Praktik, Dan Fikih* (Depok: Rajawali Pers, 2018), 29.

² Arwin Juli Rakhmadi Butar-Butar Ritonga, Habibullah, “Peran Ilmu Falak Dalam Masalah Arah Kiblat, Waktu Salat, Dan Awal Bulan,” *Al-Marshad: Jurnal Astronomi Islam dan Ilmu-Ilmu Berkaitan* 2, no. 2 (2016): 109.

³ Abu Yazid Raisal et al., “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, no. 1 (2019): . 2.

⁴ Alimuddin, “Perspektif Syar’i Dan Sains Awal Waktu Shalat,” *Al-Daulah* 1, no. 1 (2012):. 124.

⁵ Arino Bemi Sado, “Waktu Shalat Dalam Perspektif Astronomi; Sebuah Integrasi Antara Sains Dan Agama,” *Mu’amalat* VII, no. 1 (2015):. 75.

⁶ Lutfi Fuadi, “Fajar Penanda Awal Waktu Shubuh Dan Puasa,” *Minhaj: Jurnal Ilmu Syariah* 2, no. 1 (2021): 118.

⁷ Tamhid Amri, “Waktu Shalat Perspektif Syar’i,” *Asy-Syariah* 16, no. 3 (2014): 207.

⁸ Majelis Tarjih dan Tajdid Pimpinan Pusat Muhammadiyah, *Himpunan Putusan Tarjih Muhammadiyah* 3 (Yogyakarta, 2018),. 54.

⁹ Ibnu Hajar al-Asqalani, *Bulughul al-Maram, Terjemah Bulughul Marom*: Jabal, 2021, . 39

Berdasarkan hadis di atas, para ulam membagi fajar kepada dua yaitu fajar shadiq dan fajar kadzib. Fajar shadiq adalah cahaya yang nampak dan menyebar di ufuk Timur yang muncul beberapa saat setelah menghilangnya fajar kadzib¹⁰. Kemunculan fajar shadiq merupakan pertanda masuknya awal waktu salat Subuh. Posisi Matahari pada saat kemunculan fajar shadiq berada pada -18 derajat di bawah ufuk.¹¹ Untuk mengetahui waktu salat Subuh ketika Matahari masih berada di bawah ufuk dapat menggunakan instrument modern seperti All Sky Camera (ASC) dengan berbantuan software moving average.

Di Indonesia, melalui Kementerian Agama RI (Kemenag RI) dalam menetapkan masuknya waktu salat Subuh didasarkan pada paradigma fajar shadiq yaitu ketika Matahari berada pada ketinggian -20 derajat di bawah ufuk dan penetapan tersebut telah dianggap sesuai dengan syariat serta hasil penelitian dilapangan¹². Namun sampai saat ini, para ilmuwan dan ahli falak/astronomi telah banyak melakukan penelitian dilapangan menggunakan instrumen modern dan memberikan data-data kemunculan fajar shadiq yang cukup bervariasi, mulai dari -20 derajat sampai -13 derajat di bawah ufuk¹³.

Jika penelitian-penelitian terkait waktu Subuh yang ada saat ini tidak sesuai dengan jadwal salat yang dipakai saat ini benar adanya, maka umat Islam melaksanakan salat sebelum masuk waktunya. Sehingga penelitian ini sangat penting untuk dilakukan untuk memastikan jadwal salat yang ada saat ini sudah benar-benar masuk waktunya sesuai dengan kemunculan fajar shadiq yang sebenarnya. Untuk melihat dan mendeteksi cahaya fajar shadiq pada saat Matahari masih berada di bawah ufuk dapat dilihat dan dihitung menggunakan instrument modern ASC dengan berbantuan moving average. Dengan menggunakan ASC dalam mengamati kemunculan fajar shadiq, tingkat keterlihatan awal kemunculan fajar dapat dilihat dengan lebih mudah dan jelas sebab ASC dapat mengkover semua sisi langit seluas 360 derajat.

ASC adalah sebuah kamera DSLR biasa yang telah dilengkapi dengan fish-eye lens (lensa cembung) sehingga memungkinkan untuk memperoleh foto panoramik untuk wilayah 360 derajat¹⁴. Pengamatan fajar shadiq menggunakan ASC juga masih dipengaruhi oleh kondisi cuaca dilapangan, dan permukaan tempat pengamatan dilakukan. Selain itu, kecerahan langit akibat cahaya Bulan juga memengaruhi keterlihatan fajar shadiq menggunakan ASC. Adapun data yang dihasilkan ASC adalah berupa citra atau gambar, sehingga peneliti dengan mudah melihat perubahan dari gelap malam ke terang berdasarkan pada citra dari ASC. Selain itu, data yang dihasilkan ASC juga dibuat dalam bentuk grafik untuk mempermudah dalam menentukan ketinggian Matahari di bawah ufuk. Pengamatan fajar shadiq menggunakan ASC dipengaruhi berbagai faktor seperti cuaca, polusi disekitar dan lainnya sehingga kurva yang dihasilkan memiliki banyak *nois* (gangguan). Dengan banyaknya *nois* pada kurva yang dibuat berdasarkan data dari ASC, maka untuk memperhalus derau dapat menggunakan software moving average sehingga dapat diidentifikasi dengan lebih jelas.

Moving average adalah 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*). Semakin sedikit *nois* yang dihasilkan, maka semakin

¹⁰ Ahmad Musonnif, *Ilmu Falak Metode Hisab Awal Waktu Shalat, Arah Kiblat, Hisab Urfi Dan Hisab Hakiki Awal Bulan* (Yogyakarta: Teras, 2011), 71.

¹¹ Ahmad Syifa'ul Anam, *Pengangkat Rukyat Non Optik Kajian Terhadap Model Penggunaan Dan Akurasi* (Semarang: Karya Abadi Jaya, 2015), 31.

¹² Qomarus Zaman, "Terbit Fajar Dan Waktu Subuh (Kajian Nash Syar'i Dan Astronomi)," *Ahakim* 2, no. 1 (2018): 40.

¹³ Yudhiakto Pramudya and Romadon Abu Yazid Raisal, "Aplikasi Tingkat Kecerlangan Langit Dalam Penentuan Waktu Subuh," *Tarjih* 14, no. I (2017): 66.

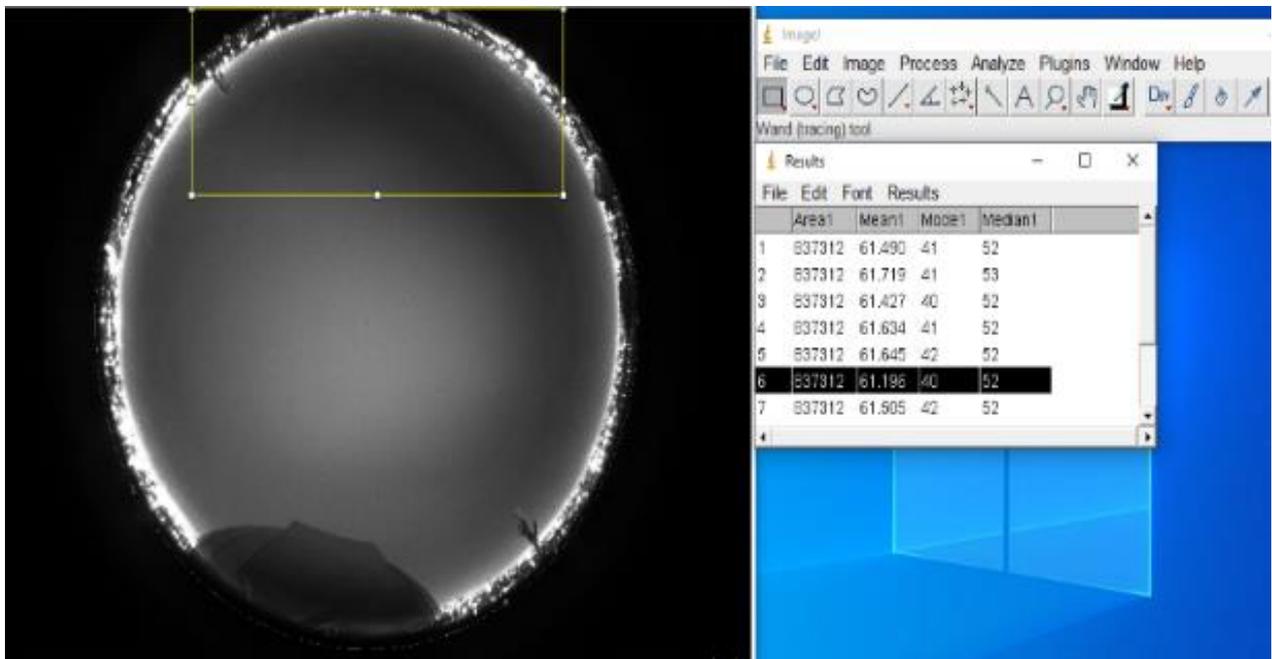
¹⁴ Alcor System, "Alcor System ALPHEA All Sky Camera," last modified 2013, https://www.alcor-system.com/common/allSky/docs/Presentation_NEAF2013_camera_ALLSKY.pdf.

mudah dalam mengidentifikasi kemunculan fajar shadiq yaitu dengan melihat perubahan kondisi langit dari gelap ke terang. Awal waktu Subuh didefinisikan ketika adanya perubahan dari gelap malam ke terang.

B. Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan jenis penelitian kuantitatif dengan kajian penelitian *field research*, yaitu observasi langit malam sebelum Subuh berdasarkan jadwal salat Kemenag RI menggunakan ASC. Secara spesifik, kamera yang digunakan dalam pengambilan data fajar adalah *All Sky Camera type ALPHEA 6MW Monochrome* yang mana kamera tersebut memiliki kapasitas 6 mega piksel¹⁵. Sementara pengaturan yang dilakukan dalam pengambilan citra menggunakan mode manual agar mendapatkan citra cahaya yang lebih tinggi. Pengambilan data fajar dilakukan dalam rentang waktu kurang lebih 1 jam dengan rincian setengah jam (30 menit) sebelum waktu salat Subuh dan setengah jam (30 menit) setelah salat Subuh berdasarkan jadwal salat hisab Kemenag RI. Durasi pengambilan citra dilakukan antara rentang 30 detik yang bertujuan untuk meminimalisir terjadinya kesalahan dalam mengamati awal munculnya fajar shadiq. Sehingga citra yang didapatkan melalui ASC bervariasi, mulai dari warna langit yang masih gelap, samar-samar hingga warna langit yang mulai keputih-putihan yang disebabkan oleh posisi Matahari semakin mendekati ufuk Timur.

Pengamatan fajar shadiq dilakukan di Gedung Kampus Pascasarjana Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU) yang terletak di Jalan Denai, Medan Denai, kota Medan, Sumatera Utara dengan koordinat $3^{\circ} 34' 55,06''$ LU & $98^{\circ} 43' 17,09''$ BT. Indikasi kemunculan fajar shadiq dapat dilihat secara visual pada citra hasil dari ASC. Selain itu, untuk memastikan kemunculan fajar shadiq dan untuk mengetahui ketinggian Matahari pada saat kemunculan fajar shadiq dapat dilakukan dengan melakukan pengolahan data citra dengan mencari rata-rata nilai piksel pada sebuah citra dengan berbantuan aplikasi *ImageJ*.



Gambar 1. Proses Pengambilan dan mengakses nilai piksel pada sebuah citra

¹⁵ Syamsul Anwar Tono Saksono, *Premature Dawn The Global Twilight Pattern* (Yogyakarta: Suara Muhammadiyah, 2021), 65.

Setelah mengetahui nilai piksel pada citra, selanjutnya dibuat dalam bentuk tabel untuk di plot menjadi sebuah grafik untuk menentukan titik belok pada grafik sebagai indikasi awal munculnya fajar shadiq. Titik belok yang didapatkan akan menjadi sebuah kesimpulan dari grafik yang dihasilkan yaitu sebagai awal waktu salat Subuh. Penggunaan metode *moving Average* dalam penelitian ini untuk memperhalus derau sehingga kecerahan langit dapat diidentifikasi secara mudah dan jelas.

C. Hasil dan Pembahasan

Pengambilan data fajar dilakukan dengan cara menghubungkan ASC dengan laptop menggunakan kabel USB. Untuk mendapatkan citra hasil dari ASC dapat menggunakan *software Skywach* dan dilakukan pengambilan citra setiap 30 detik. Setelah data berhasil didapatkan, kemudian diolah menggunakan *moving average* yang telah tersedia di *Microsoft Excel*. Selama pengambilan data berlangsung dalam rentang 60 menit didapatkan data berupa citra sebanyak 204 citra. Dari data yang didapatkan, kemudian dilakukan pemilihan citra untuk mendapatkan data terbaik dengan berbantuan *software imageJ* yang kemudian didapatkan rata-rata nilai piksel yang ada pada citra tersebut. Berikut ini adalah rata-rata nilai piksel yang diakses dari citra hasil pengamatan menggunakan *software imageJ*.

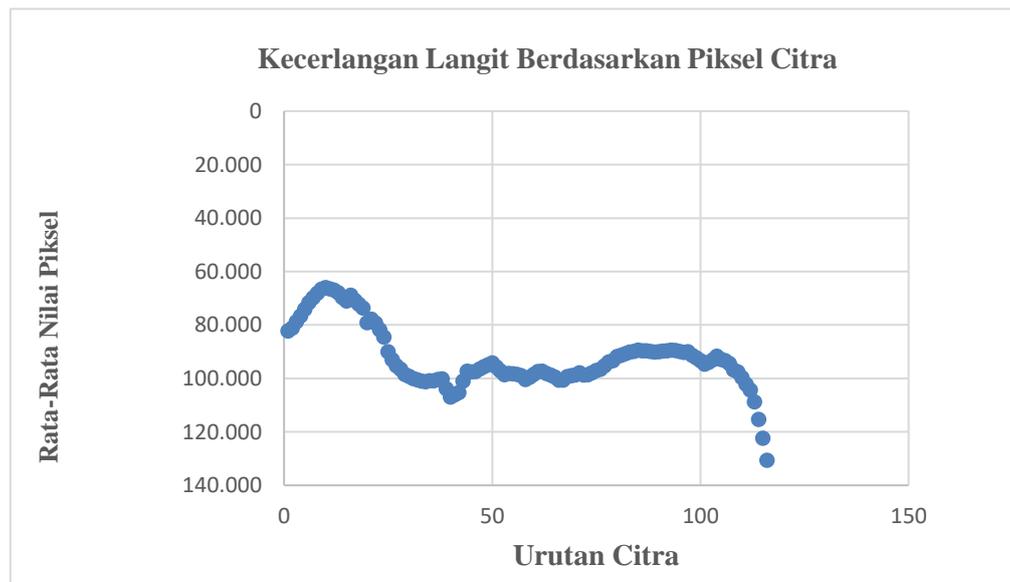
Tabel 1. Rata-rata nilai piksel dari citra serta *moving average* dan nilai gradien

No	Jumlah Piksel	MA	Gradien
93	89.496	90.143	-0,00729927
94	89.555	90.011	0,016949153
95	89.584	89.791	0,034482759
96	88.753	89.567	-0,00120337
97	90.081	89.347	0,000753012
98	91.139	89.493	0,00094518
99	91.065	89.889	-0,01351351
100	87.448	90.260	-0,00027647
101	95.359	89.933	0,000126406
102	95.359	91.253	0,000126406
103	95.359	92.308	0,000126406
104	92.678	93.381	-0,000373
105	92.453	94.689	-0,00444444
106	91.294	93.962	-0,00086281
107	90.359	92.946	-0,00106952
108	97.317	91.696	0,000143719
109	94.207	92.856	-0,00032154
110	95.809	93.294	0,00062422
111	100.014	94.423	0,000237812
112	100.014	96.837	0,000237812
113	102.728	97.511	0,00036846
114	105.683	99.641	0,000338409
115	108.872	102.110	0,000313578
116	117.810	104.324	0,000111882
117	128.849	108.773	9,05879E-05
118	133.678	115.304	0,000207082

119	142.252	122.302	0,000116632
120	148.658	130.647	0,000156104

Tabel di atas merupakan rata-rata nilai piksel berserta hasil olahan hitungan matematis berupa nilai beda kecerlangan langit yang merupakan simpangan nilai perubahan langit selama pengamatan berlangsung. Pada tabel di atas dapat dilihat pada awal pengamatan nilai rata-rata piksel relatif stabil walaupun terkadang nilai pikselnya terus mengalami perubahan dari nilai positif ke nilai negatif atau sebaliknya. Perubahan nilai piksel dari nilai kecil hingga nilai besar merupakan hasil tangkapan dari ASC terhadap cahaya yang ada disekitar pada saat pengambilan data berlangsung. Semakin banyak cahaya yang didapatkan oleh ASC, maka semakin besar pula nilai piksel yang didapatkan. Dengan adanya perbedaan nilai piksel yang didapatkan secara otomatis nilai kecerlangan langit juga akan mengalami kenaikan, penurunan, dan stabil.

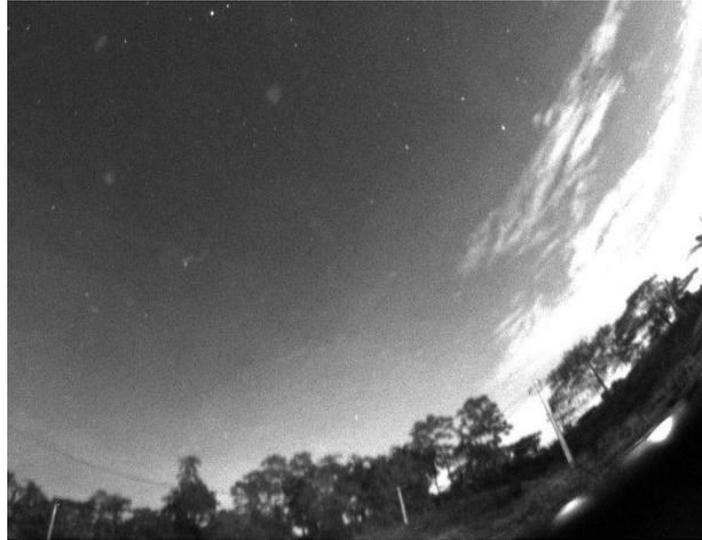
Untuk menentukan titik belok pada sebuah grafik, maka disini penulis menggunakan *moving average* yang telah tersedia di *Microsoft Excel* dan *gradien* untuk mendapatkan titik belok perubahan nilai piksel. *Gradien* difungsikan untuk membantu menentukan titik belok pada grafik, ketika nilai *gradiennya* bernilai negatif yang diikuti nilai positif secara terus-menerus, maka pada nilai tersebutlah dikatakan sebagai titik belok yang menandakan awal munculnya fajar shadiq. Adapun grafik yang ditampilkan di bawah ini merupakan hasil pengamatan yang dilakukan selama kurang lebih 1 jam (30 menit sebelum Subuh dan 30 menit setelah Subuh versi hisab Kemenag RI), untuk mengetahui kemunculan fajar shadiq sebagai awal waktu salat Subuh menggunakan ASC.



Gambar 2. Grafik kecerlangan langit berdasarkan rata-rata nilai piksel

Gambar grafik di atas (gambar 2) merupakan hasil penelitian pada tanggal 13 April 2022 pada jam 05:20 WIB bersesuaian dengan ketinggian Matahari -15 derajat di bawah di Gedung Pascasarjana UMSU, Medan, Sumatera Utara. Grafik di atas menunjukkan bahwa adanya perubahan kecerlangan langit dari gelap (grafik datar dan menurun) ke terang (ditandai dengan grafik menurun secara terus menerus hingga terbit Matahari). Berdasarkan metode MA dan pendekatan *gradien* didapatkan perubahan langit dan titik belok pada grafik citra ke-109 menuju citra ke-110. Pada saat grafik menurun secara terus menerus, maka disebut sebagai pertanda berakhirnya malam menuju datangnya siang atau disebut sebagai awal kemunculan fajar shadiq. Sehingga berdasarkan penelitian yang dilakukan maka didapatkan perbedaan ketinggian Matahari sekitar 5 derajat atau sekitar 15 menit lebih lama dibandingkan jadwal Kemenag RI yang

menggunakan -20 derajat di bawah ufuk dengan waktu Subuh pada pukul 05:05 WIB untuk kota Medan dan sekitarnya.



Gambar 3. Kecerlangan langit pada saat titik belok pada citra ke-109 pada jam 05:20 WIB

Gambar di atas (gambar 3) merupakan kondisi langit pada saat terjadinya titik belok pada grafik di atas. Dapat dilihat kondisi langit pada ufuk Timur sudah terlihat adanya perubahan warna langit dari gelap ke terang yaitu adanya cahaya yang menyebar dan membentang di ufuk Timur. Dengan adanya perubahan warna langit dari gelap ke terang, maka kondisi tersebut dapat dikatakan sebagai awal kemunculan fajar shadiq sebagai pertanda masuknya awal waktu salat Subuh.

D. Kesimpulan

Pengamatan fajar shadiq menggunakan *All Sky Camera* (ASC) sangat baik, selain data yang didapatkan dalam bentuk jumlah rata-rata nilai piksel, ASC juga dapat menampilkan citra secara langsung atau gambar yang dapat memperlihatkan kondisi langit secara langsung kepada pengamat. Dengan kata lain, keterlihatan fajar shadiq itu dapat diverifikasi melalui citra yang dihasilkan ASC tersebut. Berdasarkan pada analisis menggunakan *moving average* dan *gradien*, peneliti mendapatkan titik belok pada data citra pada jam 05:20 WIB dengan ketinggian Matahari pada saat kemunculan fajar shadiq pada -15 derajat di bawah ufuk. Terdapat selisih yang cukup besar dengan jadwal salat berdasarkan ketetapan Kemenag RI sebesar 15 menit lebih awal berdasarkan kriteria ketinggian Matahari -20 derajat di bawah ufuk.

Daftar Pustaka

- Alcor System. "Alcor System ALPHEA All Sky Camera." Last modified 2013. https://www.alcorsystem.com/common/allSky/docs/Presentation_NEAF2013_camera_ALL_SKY.pdf.
- Alimuddin. "Perspektif Syar'i Dan Sains Awal Waktu Shalat." *Al-Daulah* 1, no. 1 (2012): 120–131.
- Amri, Tamhid. "Waktu Shalat Perspektif Syar'i." *Asy-Syariah* 16, no. 3 (2014).
- Butar-Butar, Arwin Juli Rakhmadi. *Pengantar Ilmu Falak Teori, Praktik, Dan Fikih*. Depok: Rajawali Pers, 2018.

- Fuadi, Lutfi. "Fajar Penanda Awal Waktu Shubuh Dan Puasa." *Minhaj: Jurnal Ilmu Syariah* 2, no. 1 (2021): 107–120.
- Majelis Tarjih dan Tajdid Pimpinan Pusat Muhammadiyah. *Himpunan Putusan Tarjih Muhammadiyah 3*. Yogyakarta, 2018.
- Musonnif, Ahmad. *Ilmu Falak Metode Hisab Awal Waktu Shalat, Arah Kiblat, Hisab Urfi Dan Hisab Hakiki Awal Bulan*. Yogyakarta: Teras, 2011.
- Pramudya, Yudhiakto, and Romadon Abu Yazid Raisal. "Aplikasi Tingkat Kecerlangan Langit Dalam Penentuan Waktu Subuh." *Tarjih* 14, no. I (2017): 65–71.
- Raisal, Abu Yazid, Yudhiakto Pramudya, Okimustava, and Muchlas. "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, no. 1 (2019): 1–13.
- Ritonga, Habibullah, Arwin Juli Rakhmadi Butar-Butar. "Peran Ilmu Falak Dalam Masalah Arah Kiblat, Waktu Salat, Dan Awal Bulan." *Al-Marshad: Jurnal Astronomi Islam dan Ilmu-Ilmu Berkaitan* 2, no. 2 (2016).
- Sado, Arino Bemi. "Waktu Shalat Dalam Perspektif Astronomi; Sebuah Integrasi Antara Sains Dan Agama." *Mu'amalat* VII, no. 1 (2015): 69–83.
- Syifaul Anam, Ahmad. *Perangkat Rukyat Non Optik Kajian Terhadap Model Penggunaan Dan Akurasinya*. Semarang: Karya Abadi Jaya, 2015.
- Tono Saksono, Syamsul Anwar. *Premature Dawn The Global Twilight Pattern*. Yogyakarta: Suara Muhammadiyah, 2021.
- Zaman, Qomarus. "Terbit Fajar Dan Waktu Subuh (Kajian Nash Syar'i Dan Astronomi)." *Ahakim* 2, no. 1 (2018): 27–44.