

## PENENTUAN AWAL WAKTU SUBUH MENGGUNAKAN KAMERA DSLR DAN METODE MOVING AVERAGE

HARIYADI PUTRAGA \*, ARWIN JULI RAKHMADI BUTAR-BUTAR,  
MUHAMMAD DIMAS FIRDAUS, MUHAMMAD HIDAYAT

*Observatorium Ilmu Falak, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara  
Jl. Denai No. 217 Medan, Sumatera Utara, Telp. 061-88811104*

\*email : hariyadiputra@umsu.ac.id

**Abstrak.** Keberadaan Teknologi terutama optik dan digital yang dapat digunakan dengan pengaturan serupa dimanapun agar dapat dilaksanakan siapa saja dapat menjadi standar baru untuk penentuan dan tampilan visual awal waktu subuh yang terlihat di lapangan. Kamera Digital yang dapat diambil dengan berkala sehingga dapat menghasilkan deretan gambar sesuai waktu dan menunjukkan perbedaan langit saat transisi waktu subuh menjadi salah satu pilihan dan alat pembuktian awal waktu subuh di dunia.

Hasil dari penelitian ini menunjukkan terdapat perbedaan awal waktu subuh menurut Kemenag dengan hasil olahan citra menggunakan metode moving average. Hasil olahan citra tersebut berhasil menunjukkan awal perubahan langit pada waktu subuh dengan terlihatnya perubahan nilai pixel yang signifikan. Dari penelitian ini ditemukan hasil awal waktu subuh pada tanggal pengamatan berada pada saat matahari pada dip  $-17^{\circ} 12' 40''$ . Pengamatan menggunakan SQM dengan pengolahan data menggunakan metode MA juga memberikan hasil yang sama dengan olahan citra dari kamera DSLR.

**Kata kunci:** Waktu subuh, kamera DSLR, olah citra, ImageJ, moving average

**Abstract.** The existence of technology, especially optics and digital, that can be used with similar settings anywhere so it can be implemented by anyone and become a new standard for the determination and visual view of early dawn time seen in the field. Digital cameras could take periodically so that they can produce a series of images according to time and show the difference in the sky when the transition of dawn time and be an option for the beginning of dawn time in the world evidentiary.

The results of this study showed that there was a difference at the beginning of dawn time according to the Ministry of Religion with the results of processed imagery using the MA method. The results of the imagery successfully showed the beginning of the change in the sky at dawn with the appearance of a significant change in pixel value. This study found that the initial results of dawn time on the observation date were at the time of the sun at a dip of  $-17^{\circ} 07' 12''$ . The observations using SQM with data processing using the MA method also gave the same results as image processing from DSLR cameras.

**Keywords:** Dawn, camera DSLR, image processing, ImageJ, moving average

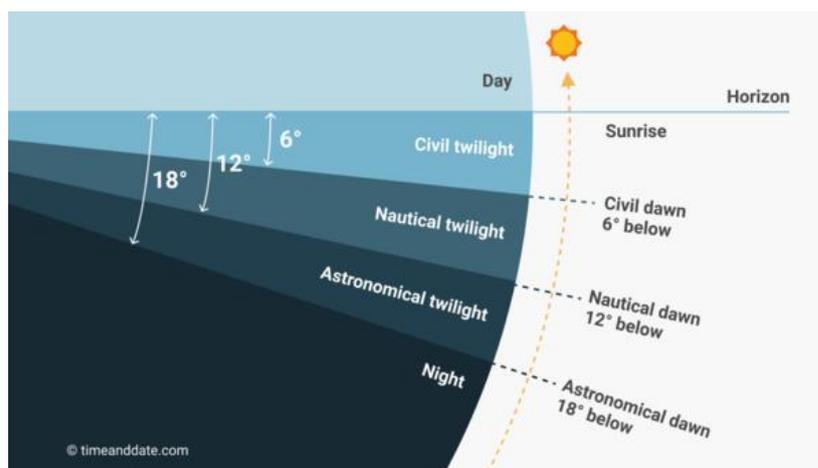
### 1. Pendahuluan

Awal waktu Subuh memiliki tanda masuk yang paling samar dibandingkan dengan tanda awal waktu shalat yang lain. Seiring perubahan zaman, dengan banyaknya aktivitas dan bangunan tinggi di setiap daerah, banyaknya penerangan buatan dan berbagai kendaraan, serta banyaknya polusi udara dari pabrik dengan asap-asapnya yang tebal yang sangat mempengaruhi kondisi langit di daerah tersebut. Hal ini

membuat kesulitan melihat tanda-tanda awal waktu shalat semakin tinggi terutama waktu shalat Subuh. Saat itulah kaum muslimin berijtihad (mencari jalan) untuk mengetahui tanda masuknya shalat yang menjadi samar, di antaranya yaitu dengan membuat jadwal waktu-waktu shalat berdasarkan atas penglihatan sebelumnya dan mengikuti jadwal-jadwal yang ada di negara-negara Islam [10].

Pendapat para ulama ahli hisab kontemporer seperti Jamil Djambek, Saaduddin Djambek, Abdurrahim, Taufiq, Wahyu Widiana, KH. Noer Ahmad telah merumuskan ketinggian matahari saat fajar shadiq berdasarkan pengamatan sekitar 18 – 20 derajat. Di Indonesia, ijtihad yang digunakan adalah posisi matahari 20 derajat di bawah ufuk, dengan landasan dalil syar'i dan astronomis yang dianggap kuat, karena wilayah Indonesia dilewati garis Ekuator (khatulistiwa) atau sekitar Ekuator dengan lintang tempat lebih dekat dengan Ekuator dan atmosfer lebih tebal (tebal troposfer di lintang rendah/ dekat sekitar  $\pm 17$  km), maka kriteria waktu Subuh yang digunakan tinggi matahari  $20^\circ$  di bawah ufuk. Kriteria tersebut yang kini digunakan oleh Badan Hisab Rukyat Departemen Agama RI sampai ada penelitian yang terpercaya dan meyakinkan dengan melakukan observasi. (MUKER Depag RI di Semarang tanggal 23-25 Maret 2010) [10].

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 depan dengan mudah dibedakan tanpa membutuhkan bantuan lampu [5]. Gambaran umum fajar dan senja dapat dilihat pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Gambaran umum fajar (sumber: timeanddate.com)

Penelitian waktu subuh juga masih tetap berlangsung, baik menggunakan pengamatan mata secara langsung, *remote sensing*, *remote collective*,

menggunakan instrumen pengambil citra maupun instrumen non-citra seperti Sky Quality Meter (SQM) secara manual ataupun dengan sistem otomatisasi. Keberadaan teknologi ini juga dapat menjadi langkah lebih maju untuk dapat memastikan awal waktu subuh yang sesuai dengan kriteria pada Hadist dan fenomena langit yang terjadi saat terjadinya perubahan siang dan malam tersebut dengan lebih akurat. Dengan keterbatasan kemampuan manusia yang relatif dan berbeda, tentu saja keberadaan instrumen dengan pengaturan yang sama dan dapat dilaksanakan oleh siapa saja dapat menjadi standar untuk kajian bersama dan penelitian yang dapat diulangi dan dikembangkan dengan dasar dan alat yang sama. Metode pengolahan juga dapat dilakukan dengan proses yang sama sehingga perbandingan antar lokasi dan instrumen masing-masing dapat dilakukan untuk mencapai simpulan terbaiknya.

Pengamatan waktu subuh menggunakan kamera *Digital Single Lens Reflex* (DSLR) atau kamera lainnya merupakan salah satu langkah yang dapat digunakan untuk mendampingi data hasil pengamatan waktu subuh yang menggunakan instrumen lain, misalnya SQM. Pengamatan menggunakan SQM menghasilkan luaran berupa pembacaan data terhadap kecerlangan langit dengan nilai sesuai lokasi, sedangkan dengan menggunakan kamera dapat memberikan hasil berupa citra yang selanjutnya dapat dilakukan pembacaan nilai pixel dari citra tersebut [3].

Data yang didapat dari instrumen-instrumen tersebut dapat disajikan dengan grafiknya sehingga dapat memperlihatkan waktu peralihan dari gelap ke terang. Beberapa faktor dapat mempengaruhi nilai dan data sehingga kurva yang dihasilkan dapat menghasilkan *noise*. Untuk mengurangi *noise* tersebut, penulis menggunakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk membangun kurva yang mendekati lebih baik dari kurva awal yang dihasilkan, menggunakan metode *moving average* (MA). Metode ini merupakan sebuah metode yang digunakan dalam analisis teknis untuk menunjukkan nilai rata-rata selama periode interval yang ditetapkan. Semakin sedikit *noise* yang dihasilkan maka semakin mudah menentukan waktu ketika terjadi awal peralihan dari gelap ke terang [3]. Fenomena alam yang terlihat di waktu pagi menjelang pergantian malam dan siang sebelum terbit matahari biasa disebut fenomena terbit fajar.

Berdasarkan kriteria Kemenag, keadaan langit awal waktu subuh terjadi saat matahari berada pada kedalaman 20 derajat dibawah ufuk, dalam penelitian tim Kemenag juga sudah mengklaim mendapatkan hasil mulai perubahan dari langit gelap dan muncul berkas cahaya secara visual yang menandakan awal mulai waktu subuh yang dilaksanakan di daerah Labuhan Bajo dan Banyuwangi. Klaim ini digunakan berdasarkan temuan pada pengamatan menggunakan instrumen SQM yang dalam hasil pengolahannya telah menunjukkan perubahan nilai pada pembacaan dan olahan data bertepatan pada kedalaman matahari 20°. Berbeda dengan lembaga lain yang juga melakukan pengamatan awal waktu subuh yang mendapatkan hasil *realtime* dan olahan yang menunjukkan matahari berada pada posisi yang lebih tinggi dari -20° atau lebih dekat di bawah ufuk. Begitu pula berdasarkan pengamatan penulis di lokasi observasi yang menemui keadaan langit secara langsung maupun hasil kamera masih terlihat gelap saat matahari berada pada ketinggian -20° dari ufuk.

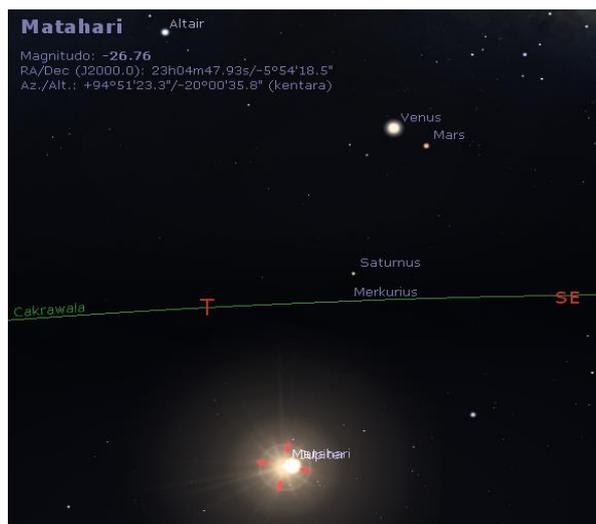
Untuk mendapatkan gambaran visual awal, penulis menggunakan perangkat lunak bernama Stellarium yang dapat memberikan gambaran visual dan simulasi dari benda langit dan keadaan langit pada waktu yang diinginkan. Dari Stellarium, pengguna dapat mengatur juga waktu dan lokasi koordinat pengamat sehingga

dapat ditampilkan hasil simulasi visualisasi untuk selanjutnya diambil gambar keadaan langit pada pengaturan tersebut [8]. Untuk waktu subuh kriteria Kemenag disimulasikan melalui Stellarium pada tanggal pengambilan data memberikan hasil tangkap layar pada Gambar 2. Tampilan gambar tersebut menunjukkan simulasi langit malam awal waktu subuh pada posisi matahari  $-20^\circ$  dibawah ufuk pada tanggal pengamatan di koordinat kota Barus.



**Gambar 2.** Simulasi keadaan langit pada saat ketinggian  $-20^\circ$  pada koordinat pengamatan di kota Barus (Sumber: Stellarium)

Salah satu fiturnya adalah menyembunyikan bagian ufuk atau tanah (ground) untuk melihat posisi matahari di bawah ufuk yang ditunjukkan pada Gambar 3. Pada gambar tersebut ditunjukkan Matahari berada di bawah garis cakrawala dengan keterangan di sebelah kiri gambar berupa Azimut/Altitud :  $+94^\circ 51' 23.3'' / +20^\circ 00' 35.8''$ . Data tersebut menunjukkan posisi matahari pada saat itu berdasarkan data *ephemeris* dan perhitungan Stellarium dikarenakan penelitian ini memfokuskan pengamatan perubahan di dekat ufuk, yang dapat diamati secara Visual. Berdasarkan simulasi dari Stellarium, keadaan langit masih terlihat cukup gelap.



**Gambar 3.** Simulasi Posisi Matahari di bawah Ufuk dan keadaan langit saat awal waktu subuh versi Kemenag. (Sumber: Stellarium)

Berdasarkan simulasi dari Stellarium, juga masih belum terlihat perubahan warna langit dari gelap malam menuju pagi atau masuk awal waktu subuh. Keadaan langit masih cukup gelap tanpa gangguan cuaca dan awan. Penelitian sebelumnya juga pernah mengambil data kecerlangan langit di barus menggunakan SQM dan mendapatkan hasil 21,6 MPSAS untuk langit timur [2].

Berkaitan dengan masalah di atas penulis ingin meneliti tentang permasalahan terbit fajar dan waktu subuh di tinjau dari pengambilan gambar melalui kamera DSLR yang diolah selanjutnya dengan pendekatan MA untuk mendapatkan waktu awal subuh pada hari pengamatan.

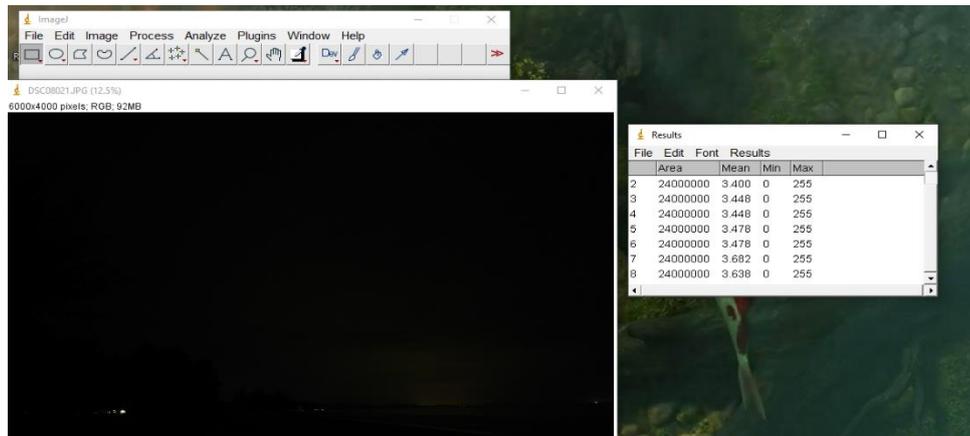
## 2. Metode Penelitian

Penelitian dilakukan dengan metode observasi langit malam mendekati ufuk sebelah timur menjelang subuh, saat subuh Kemenag hingga langit mulai terang menggunakan kamera DSLR. Kamera yang digunakan adalah kamera Sony Alpha 7 Mark 3 dengan lensa standar. Pengaturan yang dilakukan untuk pengambilan gambar dengan mode manual pada pengaturan Apertur  $f/3,5$  untuk mendapatkan kemungkinan cahaya tertangkap lebih tinggi [4], ISO 800 yang dirasa cukup baik dalam keadaan langit gelap dan transisi sehingga noise di citra bisa lebih sedikit, dan bukaan selama 10 detik untuk memastikan pergeseran benda langit dan perubahan cahaya lebih terlihat tertangkap kamera dengan pengambilan berkelanjutan selama 70 menit (30 menit sebelum waktu subuh dan 40 menit setelah waktu subuh Kemenag). Pengambilan citra dilakukan di pinggir Pantai yang berlokasi di desa Pantai Kedai Tiga, Kota Barus, Tapanuli Tengah, Sumatera Utara. Lokasi pengamatan berada pada koordinat  $02^{\circ}00'23''$  LU dan  $98^{\circ}25'45''$  BT.

Awal waktu shalat menggunakan kamera dapat ditentukan dengan mengamati hasil secara visual atau melakukan pengolahan data setiap citra untuk mendapatkan nilai yang selanjutnya dapat diproses secara matematis untuk mendapatkan waktu awal subuh. Dalam teknik pengolahan citra, akan terdapat sejumlah citra gambar yang akan diproses sebagai input yang kemudian menghasilkan output [6], teknik ini dapat dengan mudah diproses menggunakan PC atau laptop sebagai alat komputasi dalam memproses pengolahan citra. Dalam sebuah citra digital, terdapat suatu matrix berbentuk dua dimensi dengan fungsi  $f(x,y)$ , matriks ini terdiri dari kolom  $M$  dan baris  $N$  dengan perpotongan antara kolom dan baris disebut dengan pixel atau elemen terkecil sebuah citra. Pengolahan citra bertujuan untuk memudahkan interpretasi indra mata manusia terhadap mesin atau computer [11].

Setelah dilakukan pengambilan data citra, dilanjutkan dengan pengumpulan dan pemotongan data yang terdapat banyak noise pada rentang waktu setiap menitnya, selanjutnya dilakukan seleksi citra terbaik dalam rentang waktu tersebut. Dalam pengolahan citra digital, diperlukan software untuk mendapatkan data dan kualitas dari objek yang diamati [7]. Selanjutnya peneliti menggunakan perangkat lunak bernama ImageJ sebagai perangkat untuk mengolah citra yang selanjutnya dilakukan pengambilan nilai rata-rata pixel dari setiap citra yang diambil selama durasi observasi seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3. Selama pengamatan langit malam, nilai citra sebelum subuh akan memiliki nilai yang relatif sama, dan akan berbeda saat langit mulai terang dan meningkatkan nilai dari pixel di dalam citra. Salah satu fitur di ImageJ adalah dapat mengambil rata-rata nilai pixel dalam

sebuah citra sehingga dari sebuah citra akan menghasilkan nilai tunggal (citra 1 bernilai  $\bar{x}_1$ ).



**Gambar 4.** Tampilan Pengolahan citra menggunakan ImageJ

Setelah itu, dibuatkan ke dalam tabel sehingga bila di plot akan dapat terbentuk grafik yang dapat dihitung menggunakan rumus untuk menemukan titik *cut off* sebagai penentu awal masuknya waktu subuh. Nilai tersebut juga akan menjadi standard dan referensi untuk penelitian lebih lanjut di kemudian hari.

Dalam penelitian ini menggunakan metode MA untuk pendekatan dan penyelesaian pengolahan data dari citra kamera. Metode MA 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 data sehingga lebih mudah untuk melihat tren data tersebut [8]. Metode *Moving Average* dapat dirumuskan seperti persamaan (1).

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

dengan:

$A_t$  = prediksi pada periode t+1

$D_t$  = data rentet waktu

$N$  = total jumlah periode rataaan.

### 3. Hasil dan Pembahasan

Pengambilan data di lokasi pengamatan menggunakan interval setiap 10 detik yang sama dengan durasi eksposur kamera, dan menghasilkan sebanyak 205 data foto. Selanjutnya, dilakukan pemilihan dan reduksi data citra untuk mendapatkan hasil terbaik sesuai pada rentang waktu pengambilan gambar tersebut. Berikut adalah hasil data yang diperoleh.

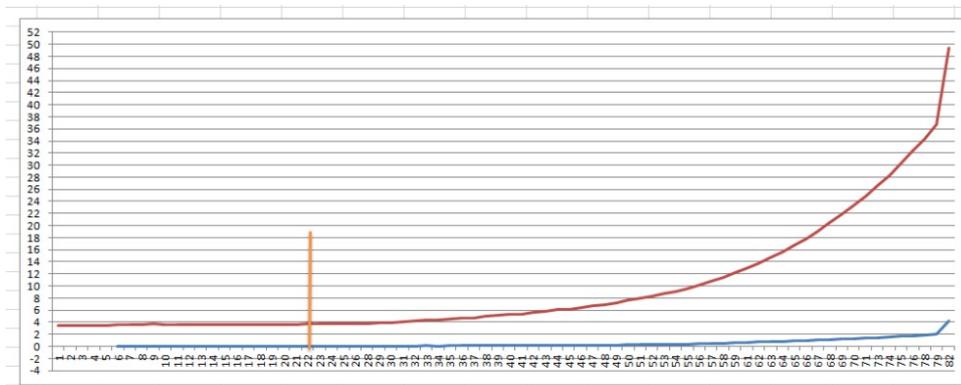
Data yang diproses adalah data dengan rentang setiap sekitar 30 detik sekali. Setiap citra yang telah dipisahkan diolah satu-persatu untuk mendapatkan nilai pada citra tersebut seperti pada Gambar 4. Dengan menggunakan fitur pada *software* ImageJ,

peneliti bisa mendapatkan nilai rata-rata pixel setiap citra. Nilai rata-rata ini yang akan menjadi rujukan dan diproses lebih lanjut untuk melihat perubahan nilai pada setiap citra.

**Tabel 1.** Hasil Pengolahan Data Citra

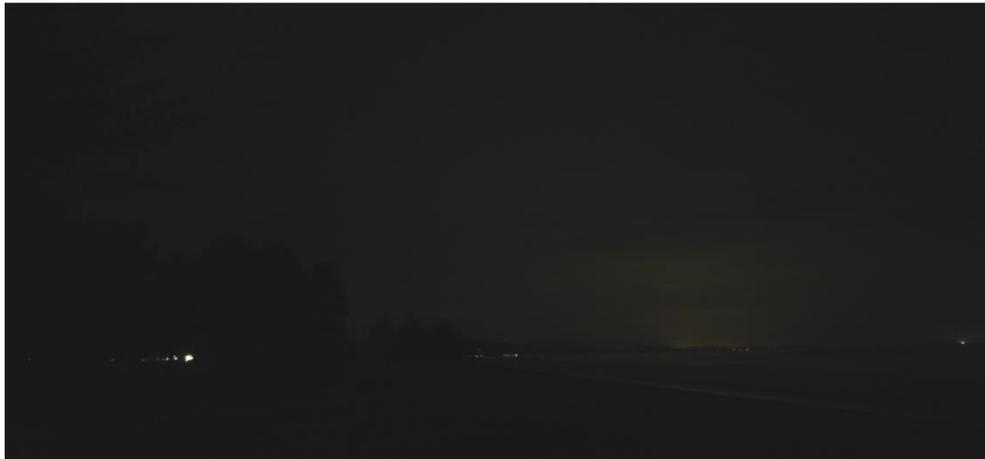
No	Photo ID	Mean	Time	Dip (deg)
1	DSC08001	3,4	05.18.00	-20:04:12
2	DSC08005	3,519	05.19.00	-19:49:17
3	DSC08007	3,448	05.20.00	-19:34:22
4	DSC08009	3,462	05.20.30	-19:26:54
5	DSC08013	3,478	05.21.00	-19:19:27
6	DSC08015	3,636	05.21.30	-19:11:59
7	DSC08017	3,682	05.22.00	-19:04:32
8	DSC08021	3,638	05.22.30	-18:57:05
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
20	DSC08051	3,685	05.28.30	-17:27:35
21	DSC08053	3,645	05.29.00	-17:20:08
22	DSC08055	3,781	05.29.30	-17:12:40
23	DSC08057	3,755	05.30.00	-17:05:13
24	DSC08059	3,778	05.30.30	-16:57:45
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
75	DSC08165	30,36	05.49.00	+02:32:48
76	DSC08167	32,338	05.49.30	+02:40:15
78	DSC08169	34,403	05.50.00	+02:47:42
79	DSC08171	36,668	05.50.30	+02:55:10
82	DSC08174	49,361	05.51.00	+03:02:37

Setelah menjadi angka, dilakukan proses analisis menggunakan metode MA pada *software* Microsoft Excel untuk mendapatkan titik nilai perubahan kecerahan langit. Selanjutnya data diproses menjadi grafik atau melakukan *plotting* kemudian menelaah antara hasil dari tabel dan hasil plot atau grafik untuk melihat awal perubahan langit subuh seperti ditunjukkan pada Gambar 5.



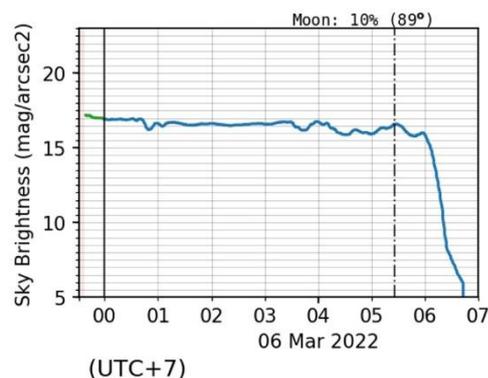
**Gambar 5.** Grafik kecerlangan langit dan pendekatan Moving Average

Berdasarkan pendekatan metode MA didapatkan perubahan warna langit ditemukan pada citra nomor 22 (Gambar 6) atau pada pengambilan sekitar pukul 05:29:30 WIB dengan ketinggian matahari pada saat itu berada pada elevasi  $-17^{\circ} 12' 40''$ . Dari hasil penelitian ini didapatkan selisih sebesar  $2^{\circ} 47' 20''$  atau 11 menit lebih lama daripada dip matahari berdasarkan kriteria Kemenag yang menggunakan dip  $-20^{\circ}$  sebagai awal waktu subuh pada pukul 05:18 WIB untuk daerah Kota Barus, Tapanuli Tengah.



**Gambar 6.** Hasil citra nomor 22 setelah dinaikkan kecerahan 10%

Pada hasil visual gambar juga dapat terlihat peningkatan kecerahan warna langit antara citra 21 ke 22 dan semakin terang pada citra setelahnya. Metode MA menunjukkan dapat membantu mengambil keputusan dan menunjukkan titik balik kurva yang menjadi awal waktu subuh dari data yang diambil.



**Gambar 7.** Hasil pengamatan awal waktu subuh pada SQM

Pada pengamatan peneliti menggunakan SQM di waktu dan lokasi yang sama juga memberikan hasil awal waktu subuh pada titik yang hampir sama dengan hasil pada pengolahan citra DSLR melalui metode MA, yaitu pada waktu mendekati pukul 05:29 WIB yang ditunjukkan oleh Gambar 7.

#### 4. Kesimpulan

Dari hasil analisis menggunakan pendekatan metode MA peneliti memperoleh penentuan titik pancung (*cut off*) saat grafik mulai menunjukkan perubahan nilai signifikan dari data citra yang berada pada pukul 05.29.30 WIB dengan fajar Shadiq muncul terjadi pada saat Matahari berada pada dip  $-17^{\circ} 12' 40''$  dibawah ufuk, hal ini berarti menunjukkan selisih sebesar waktu terdapat 11 menit lebih lama dari awal waktu subuh yang ditetapkan Kemenag yang menggunakan kriteria Matahari berada pada dip  $-20$ . Data dari pembacaan SQM juga menunjukkan hasil yang sama dengan pengolahan citra kamera DSLR.

#### Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada Pimpinan Universitas yang telah memberikan kesempatan, persetujuan dan bantuan finansialnya sehingga penelitian ini dapat dilaksanakan, dan kepada para pihak yang ikut serta terlibat baik secara langsung dan tidak langsung terhadap penelitian ini.

#### Daftar Pustaka

1. A. Damanhuri, Pengamatan dan Penelitian Awal Waktu Subuh: Semua Bisa Melakukannya. Sidoarjo: Nizamia Learning Center (2020), p. 72-73.
2. A. J. R. Butar-Butar, *et al.* *The feasibility study of Barus city as the new astrotourism destination from astronomical and meteorological aspects.* Journal of Physics: Conference Series 2214 (2022), p.5.
3. A. Y. Raisal, Pemanfaatan Metode MA dalam Menentukan Awal Waktu Shalat Subuh Menggunakan Sky Quality Meter (SQM). Al-Marshad: Jurnal Astronomi Islam dan Ilmu-Ilmu Berkaitan. Vol. 5, No. 1 Juni 2019 (2019), p.8.
4. B. Dharmawan, Belajar Fotografi dengan Kamera DSLR: Jalan Menuju Fotografer Profesional. Yogyakarta: Pustaka Baru Press (2013).
5. D. Herdiwijaya, Makalah Narasumber Halaqah Nasional Ahli Hisab dan Fikih Muhammadiyah. Yogyakarta: Majelis Tarjih dan Tajdid Pimpinan Pusat Muhammadiyah (2016).
6. H. Putraga, Astronomi Dasar. Medan: CV. Prima Utama. (2016), p.139.
7. H. R. Setiawan, H. Putraga, Stellarium dan Google Earth, Simulasi waktu shalat dan arah Kiblat. Medan: UMSU Press (2018), p. 128.
8. I. Abbas, Penerapan Metode MA(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 (2016), p. 38.
9. Muwardi et al., Pengolahan Citra dan Pengklasifikasi Jarak. vol. 3, no.1 (2016), pp. 14– 131.
10. Q. Zaman, Terbit Fajar dan Waktu Subuh (Kajian Nash Syar'i dan Astronomi). Mahakim: Journal of Islamic Family Law. Vol. 2 No.1 Januari 2018 (2018) 27-29.
11. S. Sugiarti, S, Peningkatan Kualitas Citra Dengan Metode Fuzzy Possibility Distribution, Ilk. J. Ilm., vol. 10, no. 1 (2018), p.100-104.