

Pengukuran Kecerahan Langit Malam dan Polusi Cahaya di Provinsi Sumatera Utara

Hariyadi Putraga¹, Arwin Juli Rakhmadi², Muhammad Dimas Firdaus³, Muhammad Hidayat⁴

^{1,2,3,4} Observatorium Ilmu Falak, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara,
Jl. Denai No 217 Medan, Sumatera Utara

Email : hariyadiputraga@umsu.ac.id

Abstract: *The astronomical phenomenon that occurs at a certain time and duration becomes objects for study and research. However, not every location provides the astronomical phenomenon visibility that observers want. To achieve the best data, the best observer position is also needed. During the author's experience pursuing astronomical phenomena around North Sumatra, only a few places provide good visibility. This is related to the night sky brightness level and light pollution of the location. The night sky brightness is a variable that needed to be included to determine the location used for astronomical observation points so the observers could get the best results. The measurement was taken using a photometer named Sky Quality Meter in several locations around North Sumatra to find the best sky brightness data value reading. From the measurements, the maximum reading results for the East coast of North Sumatra is 19.39 MPSAS, for mid-North Sumatra 20.92 MPSAS, and for the West coast was 21.87 MPSAS. The location with the best night sky brightness quality and the lowest light pollution is the West coast of North Sumatra.*

Keywords: *SQM, North Sumatera, Sky Brightness, Light Pollution*

Abstrak: Fenomena astronomi yang terjadi pada waktu dan durasi tertentu menjadi salah satu objek kajian dan penelitian. Namun, tidak semua lokasi memberikan keterlihatan fenomena astronomi seperti yang diinginkan pengamat. Untuk mendapatkan data dengan kualitas terbaik, diperlukan pula lokasi pengamat terbaik. Dalam perjalanan penulis mengejar fenomena astronomi di sekitar Sumatera Utara, hanya beberapa tempat saja yang memberikan hasil keterlihatan dengan baik. Hal ini terkait dengan tingkat kecerahan langit malam dan tingkat polusi cahaya di lokasi tersebut. Kecerahan langit malam merupakan salah satu variabel yang perlu dimasukkan dalam penentuan lokasi pengamatan astronomi agar pengamat bisa mendapatkan hasil terbaik. Pengukuran yang dilakukan menggunakan sebuah fotometer yaitu Sky Quality Meter di beberapa lokasi untuk mendapatkan data kecerahan langit malam di sekitar Sumatera Utara. Dari pengukuran yang dilakukan, didapatkan hasil maksimal untuk pesisir timur Sumatera Utara adalah 19,39 MPSAS, pertengahan Sumatera Utara adalah 20,92 MPSAS, dan untuk pesisir Barat adalah 21,87 MPSAS. Maka lokasi dengan kualitas kecerahan langit malam terbaik dan polusi cahaya paling rendah berada sekitar pesisir Barat Sumatera Utara.

Kata kunci: SQM, Sumatera Utara, Kecerahan Langit, Polusi Cahaya

1. PENDAHULUAN

Fenomena astronomi merupakan fenomena langit tanpa campur tangan manusia secara langsung dalam proses terjadinya. Astronomi modern tidak hanya sekedar mengamati fenomena langit tersebut, akan tetapi turut serta mempelajari dinamika benda-benda langit sampai membahas tentang nasib akhir benda dari sistem alam semesta ini. Dinamika benda langit memberi dampak adanya fenomena benda langit seperti gerhana, konjungsi planet, hujan meteor, dan aktivitas Matahari (Yasrina et al., 2021). Namun tidak semua fenomena astronomi itu dapat terlihat di tempat pengamat berada, selain itu dibutuhkan fasilitas hingga prasarana yang mendukung di tempat tersebut untuk dapat mengamati fenomena tersebut.

Observatorium sebagai salah satu fasilitas pengamat astronomi memberikan informasi tentang arti penting astronomi, fenomena benda langit, sebagai tempat pelatihan, dan tempat pengkajian astronomi (Qorib et al., 2019). Selain itu dengan berkembangnya zaman, penyebaran manusia juga semakin melebar sehingga aktivitasnya menjadi lebih panjang dan mengakibatkan peningkatan polusi cahaya yang menurunkan tingkat keterlihatan dan kecerahan langit malam sehingga fenomena astronomi semakin sulit untuk dapat terlihat di daerah pengamat. Dengan adanya fasilitas dan fenomena astronomi sebagai atraksi utama, hal ini menjadi kesempatan untuk munculnya sebuah aktivitas yang disebut *Astrotourism*. Aktivitas pariwisata yang berkaitan dengan astronomi telah ada di dunia sejak zaman dahulu. *Astrotourism* sangat tersebar dan sangat tergantung dengan fenomena langit yang melibatkan ataupun tidak melibatkan banyak astronom profesional, dan juga hampir tanpa bantuan ekosistem. Belakangan ini, potensi fenomena astronomi yang dapat digunakan dan ditunjukkan sebagai daya tarik pariwisata dimulai dan dieksplorasi secara lebih sistematis (Kunjaya et al., 2019). Dengan ekosistem yang belum dikembangkan untuk *Astrotourism* di Indonesia, maka kesadaran masyarakat dan potensi di lokasi-lokasi pun semakin menurun, sehingga dibutuhkan pencarian dan konservasi lokasi yang berpotensi agar terhindar dari polusi cahaya.

International Dark-Sky Association mendefinisikan polusi cahaya sebagai penggunaan cahaya buatan di luar ruangan yang berlebihan dan tidak terlindungi sehingga membuat cahaya tersebut terbuang sia-sia dan dihamburkan ke atmosfer oleh partikel (aerosol), seperti awan dan kabut kemudian dipantulkan kembali hingga sampai ke mata pengamat (Kanianska et al., 2020). Polusi cahaya inilah yang menurunkan kesempatan dan kualitas keterlihatan fenomena astronomi di sebuah tempat. Sumber terbesar dari polusi cahaya berasal dari lampu jalan. Sumber cahaya lainnya berupa cahaya lampu komersial, cahaya dari daerah perkotaan, lampu penerangan jalan, lampu taman, dan cahaya dari lampu di luar ruangan yang berhamburan hingga ke atas. Polusi cahaya berpengaruh terhadap kecerahan langit yang berdampak pada berkurangnya bintang yang dapat dilihat pada malam hari (Raisal et al., 2021).

Polusi cahaya merupakan masalah yang terjadi di seluruh dunia dan menghasilkan penurunan keterlihatan objek langit di langit malam. Selain itu, polusi cahaya mengganggu ekosistem dan bahkan membahayakan kesehatan. Tempat yang baik sebagai titik pengamatan dan mempelajari langit sangat langka. Atmosfer yang stabil, bersih dan kering merupakan faktor yang penting dalam pembangunan observatorium ataupun titik pengamatan (Butar-Butar et al., 2022).

Tingkat polusi cahaya sebuah tempat dapat dideteksi dengan mengukur tingkat kecerahan langit malam menggunakan fotometer yang salah satunya adalah Sky Quality Meter (SQM). SQM merupakan sebuah instrumen yang digunakan untuk mengukur luminositas langit malam. Alat ini dapat digunakan secara umum untuk mengukur kualitas langit malam kapan pun dan dimanapun (Cinzano, 2005). Inilah yang membuat SQM dapat digunakan oleh masyarakat umum untuk mendapatkan nilai kualitas langit malam di lokasi mereka. Dengan besar medan pandang sudut pengukuran hingga 20 derajat dan memiliki kesalahan relatif kurang dari 3%, SQM memberikan hasil yang mendekati dengan keadaan sebenarnya di lapangan. SQM memiliki sensor TAOS TSL237S dilengkapi filter HOYA CM500 dengan rentang spektrum 300-720nm (puncak mencapai 500nm) menunjukkan respons sensor SQM adalah sama dengan sensitivitas spektrum visual pada mata manusia. Luaran dari instrumen SQM berupa nilai dengan besaran kecerahan langit dalam magnitudo per detik busur persegi – MPDBP atau *magnitudes per square arc second* – MPSAS) dimana nilai yang tinggi mencerminkan langit semakin gelap dan kualitas langit yang tinggi (Herdiwijaya, 2017).

Peneliti yang berlokasi di kota Medan pernah melakukan perjalanan ke beberapa wilayah di Sumatera Utara untuk mencari lokasi terbaik untuk mengamati fenomena astronomi. Perencanaan pengamatan dilakukan dengan melihat simulasi dan data waktu keterlihatan serta arah menggunakan aplikasi Stellarium (Putraga & Setiawan, 2018). Kota Medan sebagai markas memiliki polusi cahaya yang sangat tinggi sehingga sangat sulit untuk mengamati fenomena astronomi, oleh karena itu pengamatan ke luar kota dilakukan untuk mendapatkan hasil yang baik. Namun, tidak semua lokasi yang pernah didatangi memberikan keterlihatan fenomena astronomi yang baik. Sehingga diperlukan kajian dan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui kualitas lokasi dan keterlihatan di beberapa tempat yang pernah dikunjungi penulis dalam pengambilan datanya. Selain itu diperlukan pula data rentang waktu terbaik yang memberikan kualitas langit tertinggi di lokasi tersebut. Keberadaan teknologi ini juga menjadi langkah lebih maju untuk mendapatkan kriteria langit malam dan fenomena langit yang terjadi secara akurat (Putraga et al., 2022).

Selain menggunakan SQM untuk mengetahui tingkat kecerahan langit malam, nilai tersebut juga dapat di konversi ke dalam nilai Ambang Batas Pengamatan Mata yang dikenal dengan istilah *Naked Eye Limiting Magnitude* (NELM) untuk mengetahui bintang paling redup yang dapat terlihat mata. Nilai NELM ini memudahkan peneliti untuk mengetahui dan mendapatkan informasi keterlihatan benda langit malam karena kemampuan mata dari pengamat itu berbeda dan bersifat subjektif, sehingga diperlukan standar yang dapat digunakan agar tidak terjadi perbedaan tersebut. Pendekatan yang digunakan untuk mengonversi antara NELM dan MPSAS diberikan oleh K. Fisher dengan persamaan (1) sebagai berikut:

$$N_{ELM} = 7,93 - 5 \log(10^{(4,316 - (B_{mpsas}/5))} + 1) \dots\dots (1)$$

Dalam keadaan langit tanpa awan, pengamat akan dapat melihat kecerahan langit malam dan berbagai pola konstelasi bintang menggunakan mata telanjang dan mengukur rentang keterlihatan benda astronomis dalam pengamatan menggunakan mata secara langsung. Dengan mengenal nilai SQM dan NELM, maka penulis akan dapat menentukan benda-benda langit dan perkiraan keterlihatan fenomena astronomi dari tempat yang diukur tersebut. Seperti potensi keterlihatan komet, galaksi dan hujan meteor dengan keterlihatan maksimalnya.

Bortle membagi tingkatan kecerahan langit menjadi sembilan kelas yaitu, *excellent dark-sky site*, *typical truly dark site*, *sky rural*, *rural/suburban transition*, *suburban sky*, *bright suburban sky*, *suburban/urban transition*, *city sky*, dan *innercity sky*. Kesembilan kelas tersebut dikenal dengan skala Bortle (Bortle, 2001). John E. Bortle membuat dan memublikasikan sebuah kategori kualitas langit malam yang sangat populer, kategori ini memiliki beberapa kelebihan untuk mengestimasi ambang batas keterlihatan. Skala langit gelap Bortle menggunakan deskripsi kualitatif untuk membedakan satu kelas langit dengan kelas langit yang lainnya. Sebagai contoh, untuk dapat melihat berkas Galaksi Andromeda dengan mata telanjang membutuhkan indikator langit pada kelas 6 atau yang lebih baik. Skala ini juga merupakan referensi silang dari NELM yang dapat digunakan untuk deskripsi daerah yang cukup luas dan juga mengintegrasikan faktor yang sama dengan pengamatan langit malam. Tabel 1 menunjukkan sebaran skala Bortle dalam ambang batas pengamatan mata (NELM) terhadap kategorinya.

Tabel 1. Skala Bortle dengan NELM

Kelas	NELM	Kategori
1	7,5 – 8,0	<i>Excellent dark-sky site</i>
2	7,0 – 7,5	<i>Typical truly dark site</i>
3	6,5 – 7,0	<i>Sky rural</i>
4	6,0 – 6,5	<i>Rural/suburban transition</i>
5	5,5 – 6,0	<i>Suburban sky</i>
6	5,0 – 5,5	<i>Bright suburban sky</i>
7	4,5 – 5,0	<i>Suburban/urban transition</i>
8	4,0 – 4,5	<i>City sky</i>
9	3,5 – 4,0	<i>Inner-city sky</i>

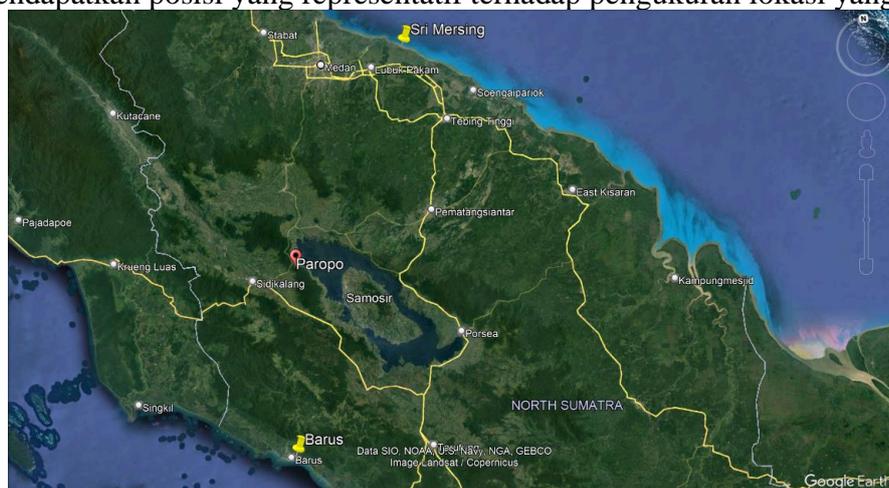
Langit dengan keadaan paling gelap berada pada pagi dini hari (setelah tengah malam) yang menjadi lebih gelap dibandingkan langit malam sebelum tengah malam. Hal ini menunjukkan langit paling gelap berada diantara tengah malam sebelum cahaya fajar pagi hari dan fluktuasi cahaya di pagi hari lebih stabil dan temperturnya lebih dingin daripada sebelum tengah malam. Pada waktu-waktu ini pula fenomena astronomi seperti komet dan hujan meteor dapat terlihat lebih baik dibandingkan waktu-waktu sebelumnya. Dengan potensi ini maka sangat memungkinkan dilanjutkan dalam pembuatan program wisata langit gelap untuk daerah yang diteliti.

Wisata langit gelap bermaksud menggunakan langit malam sebagai daya tarik utama untuk turis lokal. Walaupun ini merupakan istilah yang baru di Indonesia dan belum terlaksana secara sistematis. Hingga saat ini, belum ada tempat atau fasilitas permanen untuk wisata langit malam di Indonesia.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan dengan menggunakan metode observasi tingkat kecerahan langit dengan fotometer Sky Quality Meter (SQM) yang dilakukan di beberapa titik, yaitu pesisir timur di daerah Sri Mersing, Kabupaten Serdang Bedagai, bagian tengah di daerah Paropo, Kabupaten Dairi dan pesisir barat Sumatera Utara di daerah Barus, Kabupaten Tapanuli Tengah seperti yang ditunjukkan pada gambar 1. Pengambilan koordinat tempat pengamatan dapat menggunakan *Google Earth* untuk memudahkan dan mendapatkan titik dengan akurat (Putraga & Setiawan, 2018).

Pengambilan data pengukuran dilakukan dengan mengarahkan fotometer SQM ke arah zenit guna mendapatkan posisi yang representatif terhadap pengukuran lokasi yang diuji.



Gambar 1. Lokasi Pengamatan (Utara: Sri mersing, Tengah: Paropo, Selatan: Barus)

Lokasi-lokasi yang digunakan dalam pengamatan fenomena langit dilakukan oleh peneliti pada waktu yang berbeda tergantung pada jadwal fenomena astronomi yang diamati. Semua lokasi berada pada daerah yang cukup jauh dari pemukiman penduduk. Profil lokasi pengamatan disajikan pada tabel 2.

Tabel 2. Profil Lokasi Pengamatan

Lokasi	Koordinat	Profil Lokasi
Serdang Bedagai	03° 37' LU , 99° 01' BT	Pedesaan
Paropo	02° 49' LU , 98° 31' BT	Pedesaan
Barus	02° 00' LU , 98° 25' BT	Pedesaan

Instrumen fotometer SQM yang digunakan adalah SQM LU-DL yang dihubungkan ke PC melalui kabel USB dan pembacaan serta perekaman menggunakan *software* Unihedron Device Manager sehingga dapat dilihat nilai SQM secara *realtime* saat dilakukan pengamatan. SQM dengan model LU-DL (*Lens USB-Data Logger*) memiliki fungsi penambahan yang dapat membuat SQM dapat secara otomatis merekam data dengan tenaga dari baterai adaptor tanpa koneksi komputer ketika digunakan dalam pengamatan, sehingga perangkat ini dapat ditinggal dalam beberapa hari untuk merekam data terus menerus selama tenaga di baterai masih ada dan diatur durasinya. SQM yang digunakan diarahkan ke arah zenit di setiap lokasi agar terbebas dari gangguan cahaya sekitar lokasi yang bersumber dari bawah atau dekat permukaan tanah yang dapat memengaruhi SQM secara langsung. Pengambilan data SQM diatur dalam interval per detik mulai dari tengah malam hingga pukul 05.00 WIB pagi hari. Hal ini dilakukan untuk menghindari gangguan cahaya dari aktivitas masyarakat di sepanjang malam. Data yang diperoleh diolah dan dicari nilai pembacaan tertinggi atau nilai pembacaan maksimum di setiap tempatnya dan kemudian dibandingkan dengan daerah lainnya untuk mendapatkan data lokasi yang terbaik.

Selanjutnya dari data yang telah didapatkan dikonversi ke dalam NELM untuk mengukur rentang keterlihatan benda astronomis dalam pengamatan menggunakan mata secara langsung. Konversi nilai SQM ke NELM dilakukan menggunakan persamaan (1) yang selanjutnya dianalisis kesesuaian nilai konversi ke dalam golongan tipe langitnya. Selain itu, penulis menggunakan peta sebaran langit malam dan peta dunia saat malam hari untuk menunjukkan tampilan visual polusi cahaya di Sumatera Utara.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari pengamatan dan pengukuran kualitas langit malam di lokasi pengamatan menggunakan fotometer SQM yang dilakukan, didapatkan hasil pembacaan maksimal untuk wilayah pesisir timur Sumatera Utara dari Kabupaten Serdang Bedagai adalah 19,39 MPSAS. Untuk wilayah pertengahan Sumatera Utara yang diambil di daerah Paropo didapatkan nilai maksimum pembacaan SQM berada pada 20,92 MPSAS, dan untuk pesisir barat yang diambil di daerah Barus memberikan nilai maksimal sebesar 21,87 MPSAS.

Nilai-nilai yang didapatkan merupakan nilai tertinggi dari data beberapa hari yang diambil sehingga Peneliti dapat melihat nilai maksimum yang berbeda pada setiap harinya. perbedaan nilai tersebut dapat terjadi dikarenakan terdapatnya gangguan cuaca seperti awan yang tebal melintas, terdapat cahaya bulan, dan keadaan atmosfer pada malam pengamatan. Titik pengamatan di pesisir Barat memberikan nilai pembacaan SQM tertinggi yang artinya titik pesisir barat Sumatera Utara memiliki kecerlangan langit malam dan kegelapan langit malam terbaik di Sumatera Utara.

Dari data nilai maksimum setiap lokasi, selanjutnya akan dihitung tingkat ambang batas mata terhadap nilai kualitas kecerlangan langit malam yang telah didapatkan dari titik sampel

dengan melakukan konversi dari nilai MPSAS ke dalam nilai NELM dengan menggunakan persamaan (1) dan didapatkan hasil sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Serdang Bedagai } N_{ELM} &= 7,93 - 5 \log(10^{(4,316 - (B_{mpsas}/5))} + 1) \\
 &= 7,93 - 5 \log(10^{(4,316 - (19,39/5))} + 1) \\
 &= 7,93 - 2,8652 \\
 &= \mathbf{5,0648}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Paropo } N_{ELM} &= 7,93 - 5 \log(10^{(4,316 - (20,92/5))} + 1) \\
 &= \mathbf{6,0699}
 \end{aligned}$$

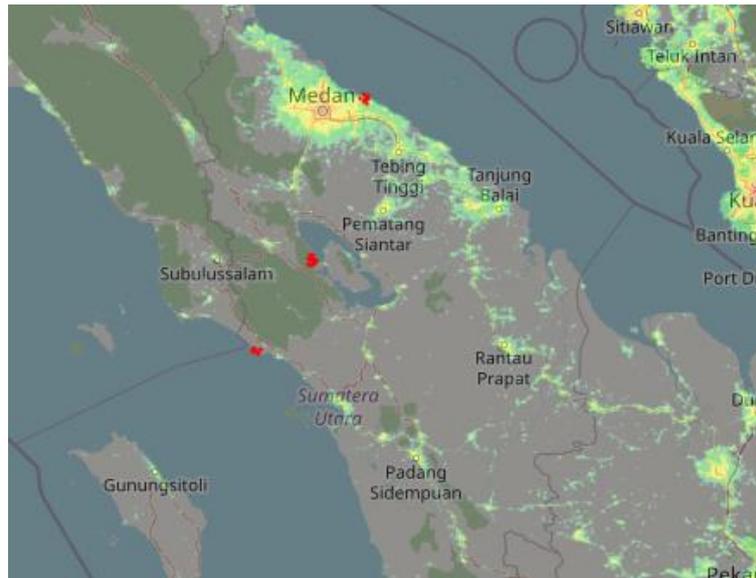
$$\begin{aligned}
 \text{Barus } N_{ELM} &= 7,93 - 5 \log(10^{(4,316 - (21,87/5))} + 1) \\
 &= \mathbf{6,5650}
 \end{aligned}$$

Dari nilai ambang batas kemampuan mata atau NELM untuk setiap daerah kemudian dikorespondensikan ke skala Bortle yang terdapat pada tabel 1 sehingga setiap titik sampel daerah dapat diketahui kategorinya kualitas langit malamnya. Secara ringkas hasil maksimum pembacaan SQM, nilai NELM dan kategori dari skala Bortle terhadap titik sampel disajikan pada tabel 3 berikut.

Tabel 3. Nilai Maksimum di Lokasi Pengamatan

Lokasi	SQM (MPSAS)	NELM	Kategori
Serdang Bedagai	19,39	5,064	<i>Bright suburban sky</i>
Paropo	20,92	6,0699	<i>Rural/suburban transition</i>
Barus	21,87	6,5650	<i>Sky rural</i>

Berdasarkan tampilan visual sebaran polusi cahaya di sekitar Sumatera Utara, sebaran tersebut ditampilkan pada gambar 2 berikut. Untuk pesisir Timur, tingkat polusi cahaya sangat tinggi karena terdapat beberapa kota besar yang turut menyumbang polusi cahaya ke langit malam, sedangkan di daerah titik sampel, Serdang Bedagai berada dalam tingkat polusi cahaya menengah dikarenakan posisi yang cukup jauh dari kota besar dan separuhnya adalah lautan. Polusi cahaya dari kota Medan dan Tebing Tinggi menjadi sumber utama sebaran polusi cahaya yang menutupi daerah pesisir timur, selain itu pesisir timur adalah jalur perlintasan kapal pengangkutan barang yang akan keluar dan masuk ke Pelabuhan di sekitar Sumatera. Untuk bagian tengah Sumatera Utara kualitas langit malam sudah mulai cukup baik, namun masih banyak sumber cahaya yang aktif memberikan kontribusinya ke polusi cahaya di langit malam tengah Sumatera Utara. Untuk bagian tengah Sumatera Utara masih terdapat banyak hutan dan perkebunan sehingga penduduk tidak banyak. Posisi yang cukup jauh dari kota besar juga menjadikan bagian tengah ini menjadi memiliki langit malam yang cukup gelap.



Gambar 2. Peta Sebaran Polusi Cahaya di Sumatera Utara tahun 2022 (sumber: <https://gostargazing.co.uk/light-pollution-map/>)

Tempat terbaik yang ditemukan dan diukur adalah pesisir barat Sumatera Utara yang diambil di Barus, Tapanuli Tengah. Lokasi tersebut menunjukkan pembacaan SQM tertinggi dan nilai NELM tertinggi juga yang artinya memberikan keterlihatan fenomena dan benda langit lebih banyak daripada daerah-daerah lain di Sumatera Utara yang pernah diukur Peneliti sebelumnya.

Beberapa polusi cahaya masih terlihat jelas di dekat ufuk, terutama di arah selatan yang mengarah ke Kota Sibolga; kondisi awan dekat ufuk sering terlihat jelas, dan keadaan gelap di lebih banyak berada diatas kepala; Galaksi Bimasakti belum kasat mata, tetapi masih dapat diidentifikasi; benda langit lain seperti M15, M4, M5, M22 berbeda dengan mata telanjang benda. Tampilan visual langit malam dari Sumatera Utara ditampilkan pada gambar 3.



Gambar 3: Peta Polusi Cahaya di Sumatera Utara Saat Malam Hari (Sumber: <https://earth.google.com/>)

Dari pengukuran yang dilakukan oleh Peneliti didapatkan daerah yang memiliki kualitas kecerahan langit malam terbaik yang didapatkan dari pembacaan SQM adalah di pesisir barat Sumatera Utara dengan pengambilan titik pengamatan di Kecamatan Barus, Tapanuli Tengah. Lokasi yang jauh dari kota besar dan dekat laut lepas memberikan kecerahan langit dan kualitas langit malam yang sangat baik untuk wilayah Sumatera Utara. Lokasi Barus yang berada di pinggiran pantai barat Sumatera Utara juga memberikan potensi keterlihatan bulan sabit awal bulan Hijriyah yang lebih besar dibandingkan titik pengamatan lain yang berada di pesisir timur dan bagian tengah Sumatera Utara. Dengan nilai NELM berada pada 6,5650 menunjukkan pesisir barat masuk ke dalam kelas 3 skala Bortle dengan kategori *Sky Rural* yang memberikan lebih banyak keterlihatan bintang, galaksi dan benda langit redup yang dapat diabadikan daripada daerah lain di Sumatera Utara.

4. KESIMPULAN

Kecerahan langit malam merupakan salah satu variabel yang perlu dimasukkan dalam penentuan lokasi pengamatan astronomi agar pengamat bisa mendapatkan hasil terbaik. Pengukuran yang dilakukan menggunakan sebuah fotometer yaitu Sky Quality Meter di beberapa lokasi untuk mendapatkan data kecerahan langit malam di sekitar Sumatera Utara. Dari pengukuran yang dilakukan, didapatkan hasil maksimal untuk pesisir timur Sumatera Utara adalah 19,39 MPSAS, pertengahan Sumatera Utara adalah 20,92 MPSAS, dan untuk pesisir Barat adalah 21,87 MPSAS. Kecamatan Barus yang menjadi representatif pesisir barat Sumatera Utara. Dengan nilai NELM berada pada 6,5650 menunjukkan pesisir barat masuk ke dalam kelas 3 skala Bortle dengan kategori *Sky Rural* yang memberikan lebih banyak keterlihatan bintang, galaksi dan benda langit redup yang dapat diabadikan daripada daerah lain di Sumatera Utara. Lokasi dengan kualitas kecerahan langit malam terbaik dan polusi cahaya paling rendah di berada sekitar pesisir barat Sumatera Utara. Diharapkan Kecamatan Barus dapat menjadi tempat yang berpotensi untuk dikembangkan ke dalam tingkat *Astrotourism* di Sumatera Utara dan Indonesia. Meskipun masih dibutuhkan penelitian lebih lanjut terkait ekosistem dan lapangan demi keuntungan industri dan perkembangan daerah tersebut.

5. SARAN

Untuk penelitian lebih lanjut diharapkan menggunakan berbagai macam instrumen lain terkait pembaca variabel cuaca dan visual seluruh langit sehingga bisa diperoleh karakteristik cuaca lebih banyak dan bisa meningkatkan perencanaan pengamatan fenomena langit dengan faktor-faktor yang memengaruhinya. Memperbaiki interval dan durasi perekaman data untuk mendapatkan hasil yang lebih banyak dalam setahun terhadap lokasi yang diukur.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, yang telah mendukung penelitian ini hingga dapat terlaksana.

DAFTAR PUSTAKA

- Bortle, J. E. (2001). Introducing the Bortle Dark-Sky Scale. *Sky & Telescope, February*, 126–130. <https://www.nps.gov/subjects/nightskies/upload/BortleDarkSkyScale-2.pdf>
- Butar-Butar, A. J. R., Putra, S. P., Hidayat, M., & Putraga, H. (2022). The feasibility study of Barus city as the new astrotourism destination from astronomical and meteorological aspect. *Journal of Physics: Conference Series*, 2214(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2214/1/012026>
- Cinzano, P. (2005). Night sky photometry with sky quality meter. In *ISTIL Internal Report*

- (Issue September).
<https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.504.1325&rep=rep1&type=pdf>
- 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>
- Kanianska, R., Škvareninová, J., & Kaniansky, S. (2020). Landscape potential and light pollution as key factors for astrotourism development: A case study of a slovak upland region. *Land*, 9(10), 1–16. <https://doi.org/10.3390/land9100374>
- Kunjaya, C., Melany, Sukmaraga, A. A., & Arsono, T. (2019). Possibility of astronomical phenomena to be used to support tourism industry. *Journal of Physics: Conference Series*, 1231(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1231/1/012025>
- Putraga, H., Rakhmadi, A. J., Hidayat, M., & Firdaus, M. D. (2022). Penentuan Waktu Malam Menggunakan Sky Quality Meter Dengan Pendekatan Moving Average. *ORBITA: Jurnal Kajian, Inovasi Dan Aplikasi Pendidikan Fisika*, 8(2), 313. <https://doi.org/10.31764/orbita.v8i2.11363>
- Putraga, H., & Setiawan, H. R. (2018). *Stellarium & Google Earth - Simulasi Arah Kiblat dan Waktu Salat*. UMSU Press.
- 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., Putraga, H., Hidayat, M., & Rakhmadi, A. J. (2021). Pengukuran Kecerahan Langit Arah Zenit di Medan dan Serdang Bedagai Menggunakan Sky Quality Meter. *JIPFRI (Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika Dan Riset Ilmiah)*, 5(1), 51–58. <https://doi.org/10.30599/jipfri.v5i1.835>
- Yasrina, A., Affriyenni, Y., Utomo, J., Yogiharti, C. I., Narariya, A. S. F., Fajrin, A., & Factirohmani, A. S. (2021). Upaya Memasyarakatkan Astronomi Melalui Astronomy in Car Free Day (Cfd) Di Kota Malang. *Jurnal Widya Laksana*, 10(1), 94. <https://doi.org/10.23887/jwl.v10i1.30138>