

**PENGARUH KECERLANGAN LANGIT TERHADAP
PENGAMATAN BENDA LANGIT (STUDI KASUS DI
OBSERVATORIUM YANBU'UL QUR'AN KUDUS)**

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Tugas dan Melengkapi Syarat

Guna Memenuhi Gelar Sarjana Strata 1

Dalam Bidang Ilmu Falak



Disusun oleh :

MUHAMMAD MUN'IM

NIM. 1802046055

**PROGRAM STUDI ILMU FALAK
FAKULTAS SYARIAH DAN HUKUM
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG
2023**



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG
FAKULTAS SYARIAH DAN HUKUM

Jl. Prof. Dr. Hamka, km 2 (Kampus 3 UIN Walisongo) Ngaliyan, Semarang, 50185,
telp (024) 7601291

NOTA PERSETUJUAN PEMBIMBING

Kepada Yth.
Dekan Fakultas Syari'ah dan Hukum UIN Walisongo
di Semarang

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Setelah saya meneliti dan mengadakan perbaikan seperlunya, bersama ini saya kirim naskah skripsi saudara:

Nama : Muhammad Mun'im

NIM : 1802046055

Jurusan : Ilmu Falak

Fakultas : Syariah dan Hukum

Program Studi : S1

Judul Skripsi : PENGARUH KECERLANGAN LANGIT TERHADAP PENGAMATAN BENDA LANGIT (STUDI KASUS DI OBSERVATORIUM YANBU'UL QUR'AN KUDUS)

Dengan ini saya mohon sekiranya skripsi saudara tersebut dapat segera dimunaqasyahkan.
Demikian harap menjadikan maklum.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Semarang, 15 September 2023

Pembimbing I

Dr. Ahmad Syifa'ul Anam, S.HI.,M.H

NIP. 198001202003121001

Pembimbing II

M.Ihtirozun Ni'am, S.HI.,M.H

NIP. 199307102019031008



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
FAKULTAS SYARI'AH DAN HUKUM

Alamat: Jl. Prof Dr. Hamka Kampus III Ngaliyan Telp./Fax. (024) 7601291/7624691 Semarang 50185

PENGESAHAN

Skripsi Saudari : Muhammad Mun'im
NIM : 1802046055
Program Studi : Ilmu Falak
Judul : Pengaruh Kecerlangan Langit Terhadap Pengamatan Benda
Langit (Studi Kasus di Observatorium Yanbu'ul Qur'an Kudus)

Telah dimunaqosahkan oleh Dewan Penguji Fakultas Syari'ah dan Hukum UIN Walisongo Semarang dan telah dinyatakan lulus dengan predikat cumlaude, pada tanggal 27 September 2023 dan dapat diterima sebagai syarat guna memperoleh gelar Sarjana Strata 1 (satu) tahun akademik 2023/2024.

Semarang, 02 Oktober 2023

Ketua Sidang

Ahmad Munif, M.S.I.
NIP. 198603062015031006

Sekretaris Sidang

M. Ihtirozun Ni'am, M.H.
NIP. 199307102019031008

Penguji I

Ahmad Adib Rofluiddin, M.S.I.
NIP. 198911022018011001

Penguji II

David Widan, M.H.
NIP. 198912242019031012

Pembimbing I

Ahmad Sufaul Anam, S.HI., M.H.
NIP. 198001202003121001

Pembimbing II

M. Ihtirozun Ni'am, M.H.
NIP. 199307102019031008



MOTO

ثُمَّ اسْتَوَىٰ إِلَى السَّمَاءِ وَهِيَ دُخَانٌ فَقَالَ لَهَا وَلِلْأَرْضِ ائْتِيَا
طَوْعًا أَوْ كَرْهًا قَالَتَا أَتَيْنَا طَائِعِينَ ﴿١١﴾

“Kemudian Dia menuju ke langit dan (langit) itu masih berupa asap, lalu Dia berfirman kepadanya dan kepada bumi, “Datanglah kamu berdua menurut perintah-Ku dengan patuh atau terpaksa.” Keduanya menjawab, “Kami datang dengan patuh.” (QS. Fussilat ayat 11)

PERSEMBAHAN

Dengan nama Allah SWT dan rasa syukur kepada-Nya, skripsi ini saya persembahkan kepada,

Kedua orang tua tercinta, Abah Musyafak dan Ummi Siti Mazidah yang selalu mencintai, meridloi, menyayangi, merawat, mendidik, mendampingi, mempercayai, dan mendukung saya secara penuh, di segala kondisi dan keadaan saya hingga karya ini selesai dibuat. Hanya do'a kepada Allah yang dapat saya haturkan, semoga Allah selalu meliputi beliau dengan Rahmat-Nya.

Kedua saudari tersayang, Mbak Ifatun Nadhifah dan Dek Miftahun Najahah yang menjadi penyemangat dan pengingat akan tanggungjawab dalam penulisan skripsi ini, semoga selalu dalam keadaan sehat dan diberkahi segala langkah kita untuk menggapai ridho Allah dan ridho orangtua.

Para guru dan juga dosen yang telah memberikan segenap tenaga, ilmu dan pemikirannya untuk mendidik serta memberikan saya ilmu hingga bisa pada titik ini, tidak lain hanya karena ilmu yang telah diberikan. Tidak henti-hentinya saya harapkan keberkahan ilmu dan ridhonya.

Kepada seluruh teman, sahabat, kerabat, yang selalu memberikan support kepada saya hingga saat ini. Semoga Allah selalu merahmati dan meridhoi kita semua.

DEKLARASI

Yang bertanda-tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Mun'im
NIM : 1802046055
Jurusan : Ilmu Falak
Fakultas : Syariah dan Hukum
Program Studi : S1
Judul Skripsi : PENGARUH KECERLANGAN LANGIT TERHADAP PENGAMATAN BENDA LANGIT (STUDI KASUS DI OBSERVATORIUM YANBU'UL QUR'AN KUDUS)

Dengan penuh kejujuran dan tanggungjawab, peneliti menyatakan bahwa skripsi ini tidak berisi materi yang pernah ditulis oleh orang lain atau diterbitkan. Demikian juga skripsi ini tidak berisi satupun pikiran orang lain, kecuali informasi yang terdapat dalam referensi yang dijadikan sebagai rujukan.

Semarang, 15 September 2023



Muhammad Mun'im

NIM. 1802046055

PEDOMAN TRANSLITERASI ARAB-LATIN

Transliterasi kata-kata Arab yang dipakai dalam penyusunan skripsi ini berpedoman pada Surat Keputusan Bersama Departemen Agama dan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia, pada tanggal 22 Januari 1988 Nomor: 158/1987 dan 0543b/U/1987.

I. Konsonan Tunggal

Huruf Arab	Nama	Huruf Latin	Keterangan
ا	Alif	-	Tidak dilambangkan
ب	Ba''	B	Be
ت	Ta''	T	Te
ث	Sa''	S s	es dengan satu titik atas
ج	Jim	J	Je
ح	ha'	H	h dengan satu titik di bawah
خ	Kha''	Kh	Ka dan ha
د	Dal	D	De
ذ	Zal	Z	z dengan satu titik di atas
ر	ra'	R	-
ز	Zal	Z	-
س	Sin	Ss	-
ش	Syin	Sy	-

ص	Sad	S	s dengan satu titik di bawah
ض	dad	D	d dengan satu titik di bawah
ط	ta'	T	t dengan satu titik di bawah
ظ	za'	Z	z dengan satu titik di bawah
ع	'ain	'	Koma terbalik
غ	Gain	G	-
ف	fa'	F	-
ق	Qaf	Q	-
ك	Kaf	K	-
ل	Lam	L	-
م	Mim	M	-
ن	Nun	N	-
ه	ha'	H	-
و	Wawu	W	-
ء	Hamzah	Tidak dilambangkan atau '	Apostrof, tetapi lambang ini tidak dipergunakan untuk hamzah di awal kata
ي	ya'	Y	-

II. Konsonan Rangkap

Konsonan rangkap, termasuk tanda syaddah, ditulis rangkap.

Contoh: رَبِّكَ ditulis rabbaka

الْحَدُّ ditulis *al-hadd*

III. Vokal

1. Vokal Pendek

Contoh: يَضْرِبُ ditulis *yadribu*
سَعَلَ ditulis *su'ila*

2. Vokal Panjang

Vokal panjang (*maddah*), yang dalam tulisan Arab menggunakan harakat dan huruf dengan huruf dan tanda caron (-) di atasnya: *a, i, u*.

Contoh: قَالَ ditulis *qala*
قِيلَ ditulis *qila*
يَقُولُ ditulis *yaqulu*

3. Vokal Rangkap

a. *Fathah* + *ya'* mati ditulis ai (أي)
Contoh: كَيْفَ

b. *Fathah* + *wawu* mati ditulis au (أو)
Contoh: حَوْلَ

IV. *Ta'marbutah* (ة) di akhir kata

1. *Ta marbutah* (ة) yang dibaca mati (sukun) ditulis *h*, kecuali kata Arab yang sudah terserap menjadi bahasa Indonesia, seperti *salat, zakat, taubat*, dan sebagainya.

Contoh: طَلْحَةَ ditulis *talhah*
التَّوْبَةَ ditulis *at-taubah*
فاطمة ditulis *Fatimah*

2. *Ta marbutah* yang diikuti kata sandang *al* (ال), jika dibaca terpisah atau dimatikan, ditulis *h*.

Contoh: رَوْضَةُ الْأَطْفَالِ ditulis *raudah al-atfal*
Jika dibaca menjadi satu dan dihidupkan ditulis *t*.

Contoh: رَوْضَةُ الْأَطْفَالِ ditulis *raudatul atfal*

V. Kata Sandang Alif + Lam

1. Kata sandang (ال) diikuti huruf *syamsiah* ditulis

sesuai dengan bunyinya sama dengan huruf yang mengikutinya, dan pisahkan dengan tanda (-).

Contoh: الرَّحِيمُ ditulis *ar-rahimu*

السَّيِّدُ ditulis *as-sayyidu*

الشَّمْسُ ditulis *as-syamsu*

2. Kata sandang (ال) diikuti huruf *qamariah* ditulis *al-* dan dipisahkan tanda (-) dengan huruf berikutnya.

Contoh: الْمَلِكُ ditulis *al-maliku*

الْكَافِرُونَ ditulis *al-kafirun*

الْقَلَمُ ditulis *al-qalamu*

VI. Kata dalam Rangkaian Frasa atau Kalimat

1. Jika rangkaian kata tidak mengubah bacaan, ditulis terpisah/kata per-kata, atau
2. Jika rangkaian kata mengubah bacaan menjadi satu, ditulis menurut bunyi/pengucapannya, atau dipisah dalam rangkaian tersebut.

Contoh: خَيْرُ الرَّازِقِينَ ditulis *khair al-raziqin* atau *khairurraz.*

ABSTRAK

Polusi cahaya merupakan kondisi dimana intensitas cahaya terlalu tinggi dan mengakibatkan rasa tidak nyaman bagi manusia dan lingkungan. Semakin kuat kadar polusi cahaya akan berdampak langsung terhadap gangguan pengamatan benda langit, karena akan semakin sedikit obyek langit yang dapat ditelaah. Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, penulis melakukan penelitian menghitung nilai kecerlangan langit di wilayah Kabupaten Kudus, tepatnya di Observatorium Yanbu'ul Qur'an, desa Menawan kecamatan Gebog kabupaten Kudus. Selanjutnya, akan dianalisis tingkat polusi cahayanya berdasarkan *Skala Bortle* menggunakan alat ukur fotometri bernama *Sky Quality Meter (SQM) – LU – DL – R1*, sehingga dapat diketahui benda langit yang masih dapat teramati dan lokasi ini apakah bisa digunakan untuk pengamatan benda langit.

Penelitian ini merupakan penelitian lapangan (*field research*) yang dilaksanakan di Observatorium Yanbu'ul Qur'an Kudus, dimulai dari 8 Agustus sampai 7 September 2023 pada pukul 18:00 WIB sampai dengan 05:00 WIB. Dalam menentukan nilai kecerlangan langit malam tersebut peneliti menggunakan instrument *Sky Quality Meter (SQM)–LU–DL–R1* yang dinyatakan dalam satuan magnitude per arc² (MPAS). Terdapat 3 metode yang dilakukan dalam pengambilan data berupa citra objek langit, pertama, pengamatan menggunakan mata secara langsung yang divisualkan melalui kamera *smartphone*, kedua, pengamatan menggunakan kamera ZWO ASI29MC pro dan ketiga, pengamatan menggunakan *smartphone* dengan teknik *stacking*

Berdasarkan hasil pengukuran *Sky Quality Meter* dapat disimpulkan bahwa dinamika kecerlangan langit di Observatorium Yanbu'ul Qur'an Kudus disebabkan oleh beberapa faktor, yang

pertama *city light*, dikarenakan lampu pesantren yang terang dan cahayanya mengarah ke langit mendapatkan nilai sampai 19.86 MPAS. Jika lampu pesantren dapat diredam maka nilai tertinggi mencapai 20.60 MPAS. Faktor yang kedua *natural light*, disebabkan fase bulan purnama. Pada fase ini juga menjadi salah satu dinamika penurunannya kecerahan langit, nilai tertinggi yang peneliti amati dimulai dari tanggal 29-31 Agustus 2023, memiliki penurunan nilai dimulai pada nilai tertinggi 19.38 MPAS pukul 04:43 WIB. Pada saat mencapai puncak purnama nilai tertinggi mencapai 18.53 MPAS pukul 18:25 WIB dan seterusnya nilai kecerahan langit semakin naik.

Berdasarkan skala Bortle langit observatorium Yanbu'ul Qur'an Kudus dikategorikan sebagai kelas 5 (langit pinggir kota/*suburban sky*) dengan *naked-eye limiting magnitude* (NELM) sebesar 5,6-6,0 dan nilai magnitudo 19,1-20,4 MPAS. Selama penelitian kecerahan langit di Observatorium Yanbu'ul Qur'an Kudus terdapat beberapa malam yang cerah dan memungkinkan untuk melakukan pengamatan benda langit. Pengamatan benda langit akan lebih optimal ketika berada pada fase *new moon* dan *last quarter moon*. Berdasarkan foto langit yang diambil pada diantara pukul 21:00 WIB sampai dengan pukul 04:00 benda langit yang dapat diamati memiliki magnitudo antara -12,83 hingga 9,25. dengan jumlah sekitar 111 benda langit. Dengan hasil tersebut, penelitian ini membuktikan teori Bortle yang dicantumkan dalam skala Bortle sesuai dengan hasil pengamatan, bahwa obyek astronomi yang dapat diamati dengan mata telanjang di langit yang termasuk ke dalam kategori *Bright Sub-Urban Sky* adalah benda langit yang memiliki magnitudo lebih rendah dari 6.0.

Kata Kunci : Kecerahan Langit, Benda Langit, Observatorium.

PRAKATA

Assalamu'alaikum Wr. Wb

Dengan menyebut nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Alhamdulillah, segala puji bagi Allah SWT atas segala rahmat dan kemudahan yang diberikan olehNya sehingga peneliti dapat menyelesaikan penelitian tugas akhir (skripsi) dengan lancar dan sesuai dengan yang diharapkan. Sholawat serta salam semoga tetap tercurahkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW, keluarga, sahabat, dan seluruh umatnya.

Skripsi ini merupakan wujud karya terakhir yang peneliti susun dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Strata 1 Program Studi Ilmu Falak Fakultas Syariah dan Hukum UIN Walisongo Semarang. Dalam proses penyusunan skripsi ini tidak lepas dari berbagai hambatan yang mengganggu dan peneliti memperoleh banyak bantuan serta dukungan dari berbagai pihak, untuk peneliti mengucapkan banyak terimakasih kepada:

1. Dr. H. Mohamad Arja Imroni, M.Ag. selaku dekan Fakultas Syari'ah dan Hukum beserta seluruh jajarannya di UIN Walisongo Semarang.
2. Ketua Jurusan Ilmu Falak, Ahmad Munif, M.S.I., beserta jajarannya.

3. Bapak Dr. Ahmad Syifaul Anam, S.HI., M.H. selaku wali dosen sekaligus dosen pembimbing I, yang telah mendukung peneliti untuk lulus dan selalu memberikan arahan, semangat dan bimbingan kepada peneliti.
4. Bapak M. Ihtirozun Ni'am, S.HI., M.H., selaku pembimbing II yang telah bersedia meluangkan waktu, tenaga dan pikiran untuk memberikan pengarahan dan bimbingan kepada peneliti dalam menyusun skripsi.
5. Dr. K.H. Ahmad Faiz, Lc., M.A., selaku pimpinan Pondok Tahfidz Yanbu'ul Qur'an Menawan Kudus yang telah memberikan akses dan izin peneliti dalam melakukan riset dan penelitian di Observatorium Yanbu'ul Qur'an.
6. Bapak Nur Sidqon, S.H., kepala Observatorium Yanbu'ul Qur'an Kudus yang telah menjadi pendamping peneliti, memberikan arahan dan bimbingan selama proses riset di lapangan.
7. Kedua orang tua, Abah Musyafak dan Ummi Siti Mazidah, yang telah mengasuh, mendidik dan dengan tulus selalu mendo'akan, memberikan motivasi, baik materil maupun non materil kepada peneliti, sehingga peneliti mampu menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Keluarga tersayang, Mbak Ifatun Nadhifah, Dek Miftahun Najahah, Mas Syaifuddin, Dek Adya Alfa Fawaid dan Dek

Arda Alfa Fawwaz yang selalu memberikan kebahagiaan sehingga peneliti semangat untuk menyusun skripsi agar bisa melanjutkan cita-cita yang lebih tinggi.

9. Dek Ghina Nafsiyah, yang selalu ada untuk membantu, mendukung dan menemani peneliti, sehingga peneliti bisa menyelesaikan studi di UIN Walisongo Semarang.
10. Sahabat-sahabati PMII Rayon Syariah angkatan 18 Cendrodinuk, terkhusus kepada sahabat seperjuangan selama berproses di UIN Walisongo dari semester awal hingga di titik ini, Fajri, Farhan, Taufiq, Nanda, Ikhwan, Hamdan, Linda, Nita, Majida, Amil. Semoga kita selalu dalam lindungan Allah SWT dan segera terapai cita-cita nya, sehingga kelak dapat berkumpul lagi dengan cerita suksesnya masing-masing.
11. Keluarga besar PMII Rayon Syariah, tempat awal berproses selama di UIN Walisongo Semarang, sehingga dapat menumbuhkan mental dan nalar yang kuat sehingga dapat mengerti arti dari kuliah yang sebenarnya.
12. Keluarga besar PMII Komisariat UIN Walisongo periode 2022-2023, salah satu tempat menempa diri. Semoga semakin sukses dimanapun kalian berada.

13. Teman Ilmu Falak angkatan Aphelion 2018, terkhusus untuk kelas IF C, yang telah menemani selama menuntut ilmu di jurusan Ilmu Falak.
14. Pihak-pihak lain yang telah membantu peneliti dalam penyelesaian tugas akhir ini yang belum bisa saya sebutkan satu per satu.
15. *Last but not my least. I wanna thank me. I wanna thank me for believing in me. I wanna thank me for doing all this hard work. I wanna thank me for having no day off. Wanna thank me for never quitting.*

Semoga segala kebaikan yang telah diberikan menjadi amal shaleh dan mendapat balasan melebihi apa yang telah diberikan oleh Allah SWT, dan semoga tugas akhir ini bermanfaat bagi saya dan para pembaca pada umumnya.

Semarang, 16 September 2023



Muhammad Mun'im

NIM.1802046055

DAFTAR ISI

NOTA PERSETUJUAN PEMBIMBING	i
MOTO	ii
PERSEMBAHAN	iv
DEKLARASI	vi
PEDOMAN TRANSLITERASI ARAB-LATIN	vii
ABSTRAK	xi
PRAKATA	xiii
DAFTAR ISI	xvii
BAB I : PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	7
C. Tujuan Penelitian dan Manfaat Penelitian	8
D. Tinjauan Pustaka	9
E. Metodologi Penelitian	18
1. Jenis Penelitian	18
2. Sumber data	19
3. Teknik Pengumpulan data	20
4. Teknik Analisis Data	22
F. Sistematika Penulisan	23
BAB II : KECERLANGAN LANGIT MALAM DAN PENGAMATAN OBJEK LANGIT	26
A. Kecerahan Langit	26

B. NELM (Naked Eye Limited Magnitude).....	33
C. Polusi Cahaya.....	40
D. SQM (Sky Quality Meter).....	46
E. Perangkat Pengamatan.....	65
E. Objek Langit.....	75
F. Fase Bulan.....	85
G. Astrogotografi.....	87
BAB III : KECERLANGAN LANGIT MALAM DAN VISIBILITAS OBJEK LANGIT DI OBSERVATORIUM	
YANBU'UL QUR'AN KUDUS.....	90
A. Profil Observatorium Yanbu'ul Qur'an Kudus.....	90
B. Proses Pengambilan Data Kecerlangan Langit.....	95
C. Data Pengamatan Kecerlangan Langit.....	107
D. Proses Pengamatan Benda Langit.....	131
BAB IV: ANALISIS KECERLANGAN LANGIT TERHADAP VISIBILITAS OBJEK LANGIT DI OBSERVATORIUM	
YANBU'UL QUR'AN KUDUS.....	139
A. Dinamika Kecerlangan Langit Di Observatorium Yanbu'ul Qur'an Kudus.....	139
B. Pengaruh Kecerlangan Langit Terhadap Visibilitas Benda Langit Dalam Pengamatan Benda Langit Di Observatorium Yanbu'ul Qur'an Kudus.....	148
BAB V: PENUTUP.....	
A. Kesimpulan.....	166
B. Saran.....	168

C. Penutup	169
DAFTAR PUSTAKA	170
LAMPIRAN	178
RIWAYAT HIDUP	181

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1: Skala Bortle	35
Tabel 2. 2: Menu Utama Unihedron Device Manager (UDM)...	58
Tabel 2. 3: Data objek astronomi	77
Tabel 2. 4: Data objek langit yang teramati.	84
Tabel 4. 1: Data nilai kecerahan langit tertinggi dan terendah di Observatorium Yanbu'ul Qur'an	141
Tabel 4. 2: Daftar Benda Langit yang teramati dengan mata secara langsung	151
Tabel 4. 4: objek langit hasil pengamatan menggunakan smartphone dengan teknik <i>stacking</i>	157
Tabel 4. 5: perbandingan visibilitas benda langit dengan 3 metode pengamatan	160

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1: Penampakan <i>Air Glow</i>	29
Gambar 2. 2: Penampakan <i>Sky Glow</i>	30
Gambar 2. 3: Penampakan <i>syafaq</i>	32
Gambar 2. 4: Peta Polusi Cahaya Daerah Planetarium dan Observatorium Taman Ismail Marzuki	43
Gambar 2. 5: Peta Polusi Cahaya Daerah Observatorium UAD	44
Gambar 2. 6: Peta Polusi Cahaya Daerah Observatorium Ilmu Falak UMSU	44
Gambar 2. 7: Peta Polusi Cahaya Daerah Observatorium Nasional Timau	45
Gambar 2. 8: SQM Generasi pertama	49
Gambar 2. 9: SQM L	50
Gambar 2. 10: SQM-LE	52
Gambar 2. 11: SQM-LU	53
Gambar 2. 12: SQM-LU-DL	54
Gambar 2. 13: SQM LR	55
Gambar 2. 14: Tampilan alplikasi	57
Gambar 2. 15: Jendela Utama UDM	58
Gambar 2. 16: Tab <i>information</i>	62
Gambar 2. 17: Tab <i>calibration</i>	62
Gambar 2. 18: Tab <i>report interval</i>	63
Gambar 2. 19: Tab <i>firmware</i>	63

Gambar 2. 20: Tab <i>Data Logging</i>	64
Gambar 2. 21: Tab <i>Configuration</i>	65
Gambar 2. 23: ZWO ASI29MC	68
Gambar 2. 24: Vixen Polaris Star Tracker	69
Gambar 2. 25: Stellarium	70
Gambar 2. 26: Aplikasi Cartes du ciel	71
Gambar 2. 27: Aplikasi SharpCap	72
Gambar 2. 28: Aplikasi N.I.N.A	74
Gambar 2. 29: Aplikasi Sequator versi 1.6.1	75
Gambar 2. 30: Citra langit di Observatorium UIN Walisongo Semarang	76
Gambar 2. 31: Citra langit di Observatorium UMSU Medan	84
Gambar 2. 32: Fase-fase bulan	86
Gambar 2. 33: Segitiga exposure	89
Gambar 3. 1: Observatorium Yanbu'ul Qur'an Kudus	90
Gambar 3. 2: Pemandangan arah timur Observatorium Yanbu'ul Qur'an Kudus	92
Gambar 3. 3: Pemandangan arah selatan Observatorium Yanbu'ul Qur'an Kudus	93
Gambar 3. 4: Pemandangan arah utara Observatorium Yanbu'ul Qur'an Kudus	93
Gambar 3. 5: Pemandangan arah barat Observatorium Yanbu'ul Qur'an Kudus	94
Gambar 3. 6: SQM dihubungkan dengan komputer	96
Gambar 3. 7: Layar utama UDM	96

Gambar 3. 8: SQM dan baterai yang sudah terpasang kabel USB98	
Gambar 3. 9: Pemasangan SQM ke arah zenith.	98
Gambar 3. 10: Tampilan layer <i>plotter</i>	100
Gambar 3. 11: Tampilan layar grafik hasil plotting	101
Gambar 3. 12: Tampilan data awal pada excel	102
Gambar 3. 13: Find and Raplace mengubah menjadi date	102
Gambar 3. 15: Dialog Text Import Wizard – Step 2	103
Gambar 3. 16: Dialog Text Import Wizard – Step 3	104
Gambar 3. 17: Tampilan table data	105
Gambar 3. 18: Pemilihan grafik	105
Gambar 3. 19: Pemilihan kolom waktu lokal sebagai sumbu x dan nilai magnitudo sebagai sumbu y	105
Gambar 3. 20: Tampilan grafik	106
Gambar 3. 21: Mengurutkan nilai MPAS dari yang tertinggi...	106
Gambar 3. 22: Waktu dengan nilai kecerahan langit tertinggi ..	107
Gambar 3. 23: Grafik kecerahan langit 8-9 Agustus 2023	108
Gambar 3. 24: Grafik kecerahan langit 9-10 Agustus 2023	108
Gambar 3. 25: Grafik kecerahan langit 10-11 Agustus 2023	109
Gambar 3. 26: Grafik kecerahan langit 11-12 Agustus 2023	109
Gambar 3. 27: Grafik kecerahan langit 12-13 Agustus 2023	110
Gambar 3. 28: Grafik kecerahan langit 13-14 Agustus 2023	110
Gambar 3. 29: Grafik kecerahan langit 14-15 Agustus 2023	111
Gambar 3. 30: Grafik kecerahan langit 15-16 Agustus 2023	111

Gambar 3. 31: grafik kecerahan langit 16-17 Agustus 2023	112
Gambar 3. 32: grafik kecerahan langit 17-18 Agustus 2023	112
Gambar 3. 33: grafik kecerahan langit 18-19 Agustus 2023	113
Gambar 3. 34: grafik kecerahan langit 19-20 Agustus 2023	113
Gambar 3. 35: grafik kecerahan langit 20-21 Agustus 2023	114
Gambar 3. 36: grafik kecerahan langit 21-22 Agustus 2023	114
Gambar 3. 37: grafik kecerahan langit 22-23 Agustus 2023	115
Gambar 3. 40: grafik kecerahan langit 25-26 Agustus 2023	116
Gambar 3. 41: grafik kecerahan langit 26-27 Agustus 2023	117
Gambar 3. 42: grafik kecerahan langit 28-29 Agustus 2023	117
Gambar 3. 43: grafik kecerahan langit 29-30 Agustus 2023	118
Gambar 3. 45: grafik kecerahan langit 31 Agustus-1 September 2023	119
Gambar 3. 46: grafik kecerahan langit 2-3 September 2023	119
Gambar 3. 47: grafik kecerahan langit 3-4 September 2023	120
Gambar 3. 48: grafik kecerahan langit 4-5 September 2023	120
Gambar 3. 49: grafik kecerahan langit 5-6 September 2023	121
Gambar 3. 50: grafik kecerahan langit 5-6 September 2023	121
Gambar 3. 51: grafik kecerahan langit 8-12 Agustus 2023	122
Gambar 3. 53: grafik kecerahan langit 18-22 Agustus 2023	124
Gambar 3. 54: grafik kecerahan langit 23-26 Agustus 2023	124
Gambar 3. 55: grafik kecerahan langit 28-31 Agustus 2023	125
Gambar 3. 56: grafik kecerahan langit 2-7 September 2023	126

Gambar 3. 57: Tampilan grafik data SQM pada fase <i>New Moon</i> tanggal 20-21 Agustus 2023	127
Gambar 3. 58: Tampilan grafik data SQM pada fase <i>first quarter</i> tanggal 24-25 Agustus 2023	128
Gambar 3. 59: Tampilan grafik data SQM pada fase full moon tanggal 29-30 Agustus 2023	128
Gambar 3. 60: tampilan grafik data SQM pada fase <i>last quarter moon</i> tanggal 11-12 September 2023	129
Gambar 3. 61: Citra benda langit menggunakan mata langsung yang divisualkan melalui kamera <i>smartphone</i> ..	132
Gambar 3. 62: Proses persiapan pengambilan citra menggunakan ZWO	133
Gambar 3. 63: Citra benda langit menggunakan kamera ZWO ASI29MC pro	134
Gambar 3. 64: Pemasangan Vixen Polarie Star Tracker	135
Gambar 3. 65: Proses pengambilan citra menggunakan <i>smartphone</i> yang dipasangkan di Vixen Polarie Star Tracker.	136
Gambar 3. 66: hasil olah citra Galaksi Bimasakti dari proses <i>stacking</i> yang diambil menggunakan kamera <i>smartphone</i>	138
Gambar 4. 1: Polusi cahaya dari <i>light pollution map</i> di Observatorium Yanbu'ul Qur'an Kudus	139
Gambar 4. 2: Tampilan data dari <i>light pollution map</i>	140
Gambar 4. 3: Grafik data nilai maksimum	143
Gambar 4. 4: Tampilan grafik data SQM tanggal 30-31 Agustus 2022	144

Gambar 4. 5: keadaan langit saat Bulan purnama	145
Gambar 4. 6: polusi cahaya akibat city light (sinar lampu sorot LED).....	146
Gambar 4. 7: citra menggunakan smartphone 9 Agustus 2023 pukul 01.10 WIB	149
Gambar 4. 8: citra menggunakan smartphone 9 Agustus 2023 pukul 01.12 WIB	149
Gambar 4. 9: citra menggunakan smartphone 9 Agustus 2023 pukul 02.34 WIB	150
Gambar 4. 10: citra Galaksi Andromeda menggunakan teleskop (09/08/2023 pukul 01.23 WIB).....	153
Gambar 4. 11: citra Milky Way Lagoon menggunakan teleskop (10/08/2023 pukul 23.49 WIB).....	153
Gambar 4. 12: citra planet Saturnus menggunakan teleskop (27/08/2023 pukul 23.36 WIB).....	154
Gambar 4. 13: citra Bulan saat fenomena <i>Super Blue Moon</i> menggunakan teleskop (30/08/2023 pukul 18:23 WIB).....	154
Gambar 4. 14: hasil <i>stacking</i> citra Milkyway (10/08/2023).....	156

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Polusi cahaya merupakan kondisi dimana intensitas cahaya terlalu tinggi dan mengakibatkan rasa tidak nyaman bagi manusia dan lingkungan. Polusi cahaya tidak hanya menjadi masalah bagi negara maju, melainkan hal ini juga menjadi masalah di negara berkembang seperti Indonesia. Polusi cahaya menjadi masalah global yang perlu ditangani karena menimbulkan banyak kerugian, hal ini dikarenakan polusi cahaya berdampak multidimensional. Sayangnya polusi cahaya yang telah diketahui mempunyai dampak negatif terhadap ekologi dan kemanusiaan ini seringkali diabaikan oleh masyarakat dan pemerintah. Dibuktikan dengan semakin banyaknya lampu kerlap kerlip penghias kota yang sebenarnya tidak terlalu dibutuhkan untuk keberlangsungan kehidupan makhluk hidup.

Semakin kuat kadar polusi cahaya akan berdampak langsung terhadap gangguan lingkungan

hewan malam dalam reproduksi atau upaya mencari makan, pemborosan energi, faktor keamanan lalu lintas dan transportasi dan semakin sedikitnya jumlah obyek langit yang dapat ditelaah. Jika siang hari sumber cahaya pengganggunya adalah cahaya Matahari, di malam hari sumber cahaya pengganggunya adalah cahaya dari penerangan permukaan Bumi, atau cahaya buatan (*artificial light*).¹

Kecerahan langit malam sangat penting dalam pengamatan astronomi. Semakin gelap langit malam, semakin banyak pula objek langit yang dapat diobservasi. Sementara jika semakin terang langit malamnya, semakin sulit juga untuk mengobservasi objek langit. Kecerahan langit malam disebabkan oleh 2 sumber, yaitu sumber alami dan sumber aktivitas manusia. Sumber alami yang dapat mempengaruhi kecerahan langit malam contohnya cahaya bulan, cahaya zodiak dan cahaya dari Bima Sakti. Sedangkan sumber aktivitas manusia adalah polusi cahaya berupa *glare*, *skyglow* dan *light trespass*.

¹ Rasna Rajkhowa, "Light Pollution and Impact of Light Pollution" dalam *International Journal of Science and Research*, Vol. 3, Issue 10,(2014), h. 861.

Polusi cahaya merupakan produk peradaban modern, sebagaimana pemanfaatan cahaya buatan menjadi bagian substansial dalam berbagai kegiatan ekonomi.² Lebih dari itu, peningkatan jumlah sumber cahaya di malam hari dari waktu ke waktu adalah sebuah keniscayaan, seiring dengan peningkatan jumlah populasi manusia. Sejatinya, polusi cahaya memberikan dampak yang luas meliputi kesehatan, keseimbangan dan keberlangsungan lingkungan hidup (contoh: kehidupan hewan liar), serta kaitannya dengan penggunaan energi.³

Namun, hal ini belum menjadi kesadaran bagi masyarakat, baik karena kurangnya wawasan maupun prioritas yang condong pada kebutuhan jangka pendek seperti aspek estetika, hiburan dan periklanan, dsb. Miskonsepsi hampir semua peradaban manusia di dunia adalah anggapan bahwa semakin terang pencahayaan malam dengan penerangan buatan maka akan meningkatkan keadaan yang lebih aman dan menguntungkan. Kenyataannya, tidak hanya begitu,

² Faid, dkk. "The Risk of Light Pollution on Sustainability", *ASM Science Journal*, Vol. 12 No. 2, 2019.

³ Falchi, dkk. "The New World Atlas of Artificial Night Sky Brightness", *Sci. Adv*, Vol. 2, 2016.

berdasarkan riset yang dilakukan di Finlandia oleh Lyytymiiki dan Rinne, pengurangan cahaya buatan di malam hari dapat meningkatkan kualitas hidup di area penduduk dan meningkatkan aktivitas luar ruangan.⁴

Aktivitas malam hari yang sangat terdampak adalah pengamatan langit. Prinsip visibilitas benda luar angkasa di langit bergantung pada kontras antara langit dengan objek pengamatan itu sendiri.⁵ Mengutip Tousey dan Hulburt, menegaskan tentang penglihatan manusia yang memiliki nilai ambang batas tertentu terhadap kontras cahaya dalam proses pengamatan langit, baik saat kondisi mata telanjang maupun dengan bantuan alat optis. Selaras dengan hal tersebut, kecerahan langit yang disebabkan cahaya buatan di permukaan bumi dapat menurunkan kualitas hasil observasi. Menurut artikel dari website resmi Institut Teknologi Bandung, Kepala Observatorium Bosscha, Premana W mengatakan bahwa tingkat polusi cahaya di Lembang semakin meningkat tiap

⁴ Faid, dkk, Op.cit.

⁵ Narisada, dan Schreuder. *Light Pollution Handbook: Light Pollution and Astronomy*, (Dordrecht: Springer Science and Business Media, 2004).

tahunnya.⁶ Hal tersebut pada akhirnya membuat pengamatan bintang menjadi terbatas, terutama polusi cahaya yang berasal dari kota Bandung membuat cakupan langit sebagai daerah pengamatan semakin menyempit. Tak hanya itu, dilansir dari artikel yang dimuat pada website resmi Observatorium Ilmu Falak UMSU Medan dikatakan bahwa polusi cahaya di wilayah Medan sudah mencemaskan. Untuk pengamatan bintang, hanya bintang-bintang besar dengan cahaya yang terang yang dapat dilihat. Sedangkan bintang-bintang kecil dan redup sangat sulit untuk dapat diamati.

Terdapat beberapa tempat yang telah dijadikan lokasi pengamatan benda langit salah satunya ialah Observatorium Yanbu'ul Qur'an Kudus yang berlokasi Jalan Rahtawu Desa Menawan, Kecamatan Gebog, Kabupaten Kudus, Provinsi Jawa

⁶ Institut Teknologi Bandung. Polusi Cahaya Menjadi Tantangan Pengamatan Bintang di Observatorium Bosscha. Diakses pada 22 November 2022, dari <https://www.itb.ac.id/berita/detail/56917/polusi-cahaya-menjadi-tantangan-pengamatan-bintang-di-observatorium-bosscha>, . 2018.

Tengah⁷ (-6.698247, 110.851527). Observatorium Yanbu'ul Qur'an Kudus yang berada di kaki gunung Muria mulai beroperasi pada hari Jum'at tanggal 1 bulan April 2022. Pada tanggal tersebut digelar aktivitas rukyatul hilal jelang Ramadan 1443 H / 2022 M sebagai pembukaan tempat observasi rukyatul hilal dan kegiatan observasi lainnya.

Jika dilihat dari lokasi yang berada di kaki gunung dan di pinggir hutan, maka polusi cahaya di daerah tersebut relatif sedikit dibandingkan dengan keadaan di tengah kota. Namun dengan adanya perkembangan zaman sekarang tidak menutup kemungkinan bahwa masih terdapat polusi cahaya yang digunakan untuk kegiatan manusia modern. Oleh karena itu diperlukan adanya penelitian lebih lanjut mengenai kelayakan tempat Observatorium Yanbu'ul Qur'an ini dalam hal pengamatan benda langit, apakah dapat dilakukan pengamatan secara optimal atau justru sebaliknya.

⁷ Budi, Pesantren Yanbu'ul Qur'an Menawan, Kudus, <https://www.laduni.id/post/read/74816/pesantren-yanbuul-quran-menawan-kudus>, diakses pada tanggal 28/03/2023.

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas, penulis akan melakukan penelitian menghitung nilai kecerlangan langit di wilayah Kabupaten Kudus, tepatnya di Observatorium Yanbu'ul Qur'an, Desa Menawan Kecamatan Gebog Kabupaten Kudus. Selanjutnya, akan dianalisis tingkat polusi cahayanya berdasarkan *Skala Bortle* menggunakan alat ukur fotometri bernama *Sky Quality Meter (SQM) – LU – DL – R1*, sehingga dapat diketahui benda langit yang masih dapat teramati dan lokasi ini apakah bisa digunakan untuk pengamatan benda langit. Oleh karena itu, penulis akan menuangkannya dalam bentuk skripsi yang berjudul **“Pengaruh Kecerlangan Langit Terhadap Pengamatan Benda Langit (Studi Kasus di Observatorium Yanbu'ul Qur'an Kudus)”**.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas maka rumusan dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana dinamika kecerlangan langit di Observatorium Yanbu'ul Qur'an Kudus?

2. Bagaimana pengaruh kecerlangan langit terhadap visibilitas benda langit di Observatorium Yanbu'ul Qur'an Kudus?

C. Tujuan Penelitian dan Manfaat Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui dinamika kecerlangan langit di Observatorium Yanbu'ul Qur'an Kudus.
2. Untuk mengetahui pengaruh kecerlangan langit terhadap visibilitas objek langit di Observatorium Yanbu'ul Qur'an Kudus.

Manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi dan khususnya bermanfaat dalam pengembangan keilmuan ilmu falak.
2. Memberikan informasi tambahan bagi para peneliti berikutnya yang ingin mengadakan penelitian lebih lanjut.

3. Memberikan rekomendasi kepada peneliti, pengamat maupun pemerintah dalam melakukan pengamatan objek langit.

D. Tinjauan Pustaka

Tinjauan pustaka digunakan untuk mendapatkan gambaran tentang hubungan pembahasan dengan penelitian yang pernah dilakukan oleh peneliti sebelumnya, dan untuk menghindari plagiarisme penelitian. Berikut dipaparkan beberapa karya ilmiah yang relevan dengan judul skripsi yaitu :

Pertama, Tesis atas nama Abdullah Hasan, 2015, yang berjudul “Efek Polusi Cahaya Terhadap Pelaksanaan Rukyat”. Dalam penelitiannya, penulis mengkaji atau menganalisis efek dari polusi cahaya dalam pelaksanaan rukyat.

Hasil kajian yang dilakukan memperoleh bahwa polusi cahaya merupakan peristiwa hamburan cahaya lampu yang berasal dari pemukiman penduduk oleh kandungan atmosfer berupa partikulat, aerosol dan uap air dan dihamburkan sehingga langit menjadi

lebih terang. Polusi cahaya disebabkan oleh beberapa hal yaitu desain dan instalasi arah pencahayaan lampu, jumlah dan jenis lampu yang digunakan, serta kandungan kualitas udara, cuaca dan lingkungan geografis tempat. CASA Assalam Surakarta memiliki tingkat polusi cahaya yang lebih rendah dari Menara al Husna Masjid Agung Jawa Tengah. Lokasi Surakarta perubahan jumlah nyala lampu meningkat pasca terbenam Matahari yang cukup signifikan terjadi pada rentang pukul 17.45-18.15 WIB. Pertumbuhan polusi cahaya di kota Semarang pada azimut 240° - 270° memiliki tingkat pertumbuhan yang lebih tinggi dari Surakarta. Peningkatan jumlah cahaya lampu yang signifikan berlangsung mulai pukul 17.30 – 18.30 WIB. Efek dari polusi cahaya terhadap pelaksanaan rukyat dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu 1). lingkungan geografis lokasi rukyat, 2). Ketinggian tempat 3). Kualitas udara dan cuaca, 4). Intensitas cahaya senja. pengaruh polusi cahaya dan cahaya senja terjadi pada kisaran pukul 18.30-18.45. Pada rentang pukul 17.30-17.40 hingga pukul 18.30-18.45, kecerahan langit didominasi oleh cahaya senja, sedangkan polusi cahaya tidak

berpengaruh terhadap kecerahan langit. Banyaknya jumlah titik-titik cahaya yang muncul berpotensi menjadi pengecoh dalam pelaksanaan rukyat karena cahaya hilal yang memiliki intensitas lebih rendah dari cahaya senja dan sumber polusi cahaya. Sumber cahaya lampu akan mengurangi daya tangkap mata terhadap visibilitas hilal itu sendiri, karena kuatnya sumber cahaya lampu memiliki intensitas yang lebih kuat dari cahaya hilal.⁸

Kedua, Jurnal atas nama Hariyadi Putraga, Arwin Juli Rakhmadi, Muhammad Dimas Firdaus, Muhammad Hidayat, 2022, yang berjudul “Pengukuran Kecerahan Langit Malam dan Polusi Cahaya di Provinsi Sumatera Utara”. Dalam penelitiannya, penulis menganalisis pengukuran kecerahan langit malam dan polusi Cahaya yang ada di Sumatera Utara.

Hasil dari penelitiannya ialah Kecerahan langit malam merupakan salah satu variabel yang perlu dimasukkan dalam penentuan lokasi

⁸ Abdulloh Hasan, “Efek Polusi Cahaya Terhadap Pelaksanaan Rukyat”, *Tesis* Jurusan Ilmu Falak Fakultas Syari’ah Dan Hukum, (Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang, 2015).

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 MPAS, pertengahan Sumatera Utara adalah 20,92 MPAS, dan untuk pesisir Barat adalah 21,87 MPAS. 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.⁹

Ketiga, Jurnal atas nama Ahdian Azri Bustari, Rahma Bintang Pratama, Churun Jauharoh Al-Aryachiyah, 2022, yang berjudul “Analisis Tingkat Polusi Cahaya Berdasarkan *Light Pollution Map* Dan Implikasinya Terhadap Pengamatan Astronomi Indonesia”. Dalam penelitiannya penulis berfokus pada tingkat polusi cahaya. Penelitian ini menggunakan sumber primer dari *Light Pollution Map* untuk mengetahui tingkat polusi cahaya dan kelas langit. Sedangkan sumber data sekunder diperoleh dari buku-buku, jurnal ilmiah, website, artikel-artikel maupun laporan hasil penelitian lain yang terkait.

Hasil dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa tingkat polusi cahaya tinggi pada daerah pengamatan astronomi di Indonesia terletak pada daerah pengamatan Planetarium dan Observatorium

⁹ Putraga, Hariyadi, Arwin Juli Rakhmadi, Muhammad Dimas Firdaus, and Muhammad Hidayat. "Pengukuran Kecerahan Langit Malam dan Polusi Cahaya di Provinsi Sumatera Utara." In *Prosiding SNFA (Seminar Nasional Fisika dan Aplikasinya)*, vol. 7, pp. 44-52.

Taman Ismail Marzuki - DKI Jakarta dan Observatorium Ilmu Falak UMSU memiliki tingkat polusi cahaya yang tinggi. Kemudian daerah pengamatan dengan tingkat polusi cahaya sangat rendah terletak pada daerah pengamatan Observatorium Nasional Timau - NTT. Sementara itu, pada Observatorium Bosscha dan Observatorium UAD tingkat polusi cahayanya sedang., diketahui pula bahwa implikasi atau dampak dari polusi cahaya terhadap pengamatan astronomi di Indonesia ialah munculnya kesulitan yang dihadapi para astronom dalam melakukan pengamatan, sebab cahaya berlebih yang ditimbulkan dari polusi cahaya menimbulkan penurunan visibilitas bintang sehingga hanya sedikit bintang atau benda langit lainnya yang dapat terlihat di langit pada saat malam hari.¹⁰

Keempat, Jurnal atas nama I U Zahroya, T Q Siti, dan N Sopwan, 2019, yang berjudul “Analisis waktu Subuh dan kecerlangan langit menggunakan data Sky Quality Meter (SQM) LAPAN Watukosek

¹⁰ Ahdian Azri Bustari, dkk, “Analisis Tingkat Polusi Cahaya Berdasarkan Light Pollution Map Dan Implikasinya Terhadap Pengamatan Astronomi Indonesia”, KIST UIN SUKA. 2022;1(1):45-58.

Pasuruan “. Dalam penelitiannya, para penulis menganalisis kualitas langit malam menggunakan data sqm LAPAN Watukosek Pasuruan.

Hasil penelitiannya ialah Kecerlangan langit malam pada tiap daerah tergantung pada tingkat polusi udara dan cahaya pada lokasi tersebut, semakin rendah polusi udara dan cahaya maka akan semakin gelap nilai kecerlangan langit pada malam hari. Waktu Subuh yang dianalisis dengan SQM adalah waktu yang seharusnya tiba di Indonesia, yang mana jika dibandingkan dengan metode perhitungan ephemeris menunjukkan bahwa waktu Subuh terlalu cepat tiba. SQM menganalisis pembelokan kurva yang terjadi saat langit gelap menuju ke kemunculan fajar, maka hal ini dapat diindikasikan sebagai tibanya waktu Subuh.¹¹

Kelima, Jurnal atas nama Muhammad Dimas Firdaus, Arwin Juli Rakhmadi Butar-Butar, Hariyadi Putraga dan Muhammad Hidayat, 2022, yang berjudul “ Analisis Dampak Polusi Cahaya Lampu Artifisial

¹¹ I U Zahroya, T Q Siti, and N Sopwan, "Analisis Waktu Subuh Dan Kecerlangan Langit Menggunakan Data Sky Quality Meter (SQM) LAPAN Watukosek Pasuruan", *Seminar Nasional Fisika (Snf)*, (2019), 50–53.

Terhadap Kecerlangan Langit Malam Menggunakan Sky Quality Meter (Studi Kasus Barus - Sumatera Utara) “. Dalam penelitiannya penulis mengkaji tentang dampak polusi cahaya yang dihasilkan oleh lampu artifisial terhadap langit malam dengan cara membandingkan hasil pengamatan di lokasi yang dekat dengan pantai dan lokasi yang terpapar polusi cahaya. Penelitian ini tetap dilakukan di Barus, namun di dua lokasi berbeda. Lokasi pertama adalah di bibir pantai yang jauh dari pemukiman warga, dan lokasi kedua adalah di perumahan.¹²

Keenam skripsi atas nama Muchammad Azkal Huda, 2023 dengan judul “Pengukuran Kecerlangan Langit di Observatorium UIN Walisongo Menggunakan *Sky Quality Meter* (SQM). Dalam penelitiannya mengangkat tentang kualitas langit di Observatorium UIN Walisongo Semarang, Penelitian ini termasuk dalam kategori field research dengan pendekatan kualitatif. Sumber data primer penelitian

¹² Firdaus Md, Butar-Butar Aj, Putraga H, Hidayat M, “Analisis Dampak Polusi Cahaya Lampu Artifisial Terhadap Kecerlangan Langit Malam Menggunakan Sky Quality Meter (Studi Kasus Barus-Sumatera Utara)”. *Elfalaky: Jurnal Ilmu Falak*. 2022 Dec 7;6(2):197-206.

ini adalah hasil observasi kecerahan langit menggunakan Sky Quality Meter (SQM), Pengamatan yang dilakukan oleh Azka menghasilkan kesimpulan bahwa dinamika kecerahan langit di Observatorium UIN Walisongo Semarang dipengaruhi oleh kondisi bulan dan cuaca. Secara umum, berdasarkan skala Bortle lokasi pengamatan dikategorikan masuk dalam kelas 6 Bright Sub-Urban Sky dengan rentang kecerahan langit 18,94-19,50 MPAS dan NELM sebesar 5,0-5,5. Kecerahan langit yang bervariasi di setiap malamnya menjadikan adanya waktu tertentu yang memungkinkan untuk melakukan pengamatan benda langit dengan hasil terbaik. Diantaranya adalah saat bulan memasuki fase bulan baru, dimana berdasarkan hasil penelitian pada saat tersebut deep-sky object dapat teramati secara kasat mata.

Hasil penelitiannya ialah Penggunaan lampu artifisial yang tidak diatur dapat berdampak pada kondisi langit malam, seperti kasus di Barus, penggunaan lampu dapat membuat langit 3,3 kali lebih cerah. Hal ini karena pemukiman di Barus masih tidak terlalu padat. Namun seiring perkembangan daerah tidak menutup kemungkinan pemukiman akan

semakin padat dan polusi cahaya akan semakin banyak.¹³

E. Metodologi Penelitian

Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan metode penelitian sebagai berikut :

1. Jenis Penelitian

Dengan tujuan dan kegunaan tertentu, hakikat metode penelitian merupakan cara ilmiah untuk mendapatkan data atau informasi sebagaimana adanya. Dengan melihat lokasi penelitian yang akan diteliti, jenis penelitian ini merupakan penelitian lapangan (*field research*) yang dilaksanakan di Observatorium Yanbu'ul Qur'an Kudus, dimulai dari 8 Agustus sampai 7 September 2023 pada pukul 18:00 WIB sampai dengan 05:00 WIB.

Dalam hal ini fokus penelitian lebih menekankan kepada pengumpulan informasi data suatu fenomena secara statistik. Penelitian ini

¹³ Muhammad Dimas Firdaus, Arwin Juli Rakhmadi Butar-butur, and Muhammad Hidayat, "Terhadap Kecerlangan Langit Malam Menggunakan Sky Quality Meter (Studi Kasus Barus - Sumatera Utara)", 6.10 (2022), h 197–207.

dilakukan dengan menggunakan pendekatan kuantitatif. Menurut Sugiyono, data kuantitatif merupakan metode penelitian yang berlandaskan positivistic (data konkrit), data penelitian berupa angka-angka yang akan diukur menggunakan statistik sebagai alat uji penghitungan, berkaitan dengan masalah yang diteliti untuk menghasilkan suatu kesimpulan.¹⁴

2. Sumber data

a. Data Primer

Dalam penelitian ini, data primer berupa nilai kecerahan langit malam yang diambil dari observasi di lapangan yang berlokasi di Observatorium Yanbu'ul Qur'an Menawan Kabupaten Kudus, dimulai dari tanggal 8 Agustus sampai 7 September 2023 pada pukul 18:00 WIB sampai dengan 05:00 WIB.

Dalam menentukan nilai kecerlangan langit malam tersebut peneliti menggunakan

¹⁴ Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*, (Bndung: penerbit Alfabeta,2018)

instrument *Sky Quality Meter* (SQM)–LU–DL–R1 yang dinyatakan dalam satuan magnitude per arc² (MPAS).

b. Data Sekunder

Menggunakan data-data astronomis yang didapat dari program Stellarium.Mobile versi 1.29.7

3. Teknik Pengumpulan data

a. Observasi

Penelitian ini menggunakan observasi sebagai perolehan data. Observasi dilakukan di Observatorium Yanbu'ul Qur'an Kudus selama satu bulan guna mendapatkan nilai rata-rata kecerlangan langit dalam satu periode Bulan. Untuk memperoleh nilai kecerahan langit malam, penulis akan menggunakan alat berupa *Sky Quality Meter* (SQM–LU–DL–R1) yang diarahkan ke zenith. Kemudian proses pengambilan data dari alat SQM–LU–DL–R1 dilakukan menggunakan aplikasi PC bernama Unichedron Device Manager (1.0.0.336) lalu diolah menggunakan perangkat laptop dan dimasukkan kedalam

software Microsoft Excel untuk mengetahui nilai rata-rata kecerahan langit malam di Observatorium Yanbu'ul Qur'an Kudus yang dinyatakan dalam satuan MPAS.

Terdapat 3 metode yang dilakukan dalam pengambilan data berupa citra objek langit. Pertama, pengamatan menggunakan mata secara langsung yang divisualkan melalui kamera *smartphone*. Kedua, pengamatan menggunakan kamera ZWO ASI29MC pro yang diambil dengan aplikasi *sharpcap*, kemudian olah citra dengan software Nighttime Imaging N Astronomy (NINA), dan ketiga, pengamatan menggunakan *smartphone* dengan teknik *stacking* dengan bantuan alat Vixen Polaris Star Tracker.

b. Dokumentasi

Dokumentasi diperlukan untuk rujukan melalui sumber tertulis yang berkaitan dengan penelitian ini. Dokumentasi seperti buku, jurnal, *website* dan artikel-artikel ilmiah lainnya. Dalam proses pengamatan, peneliti

menggunakan alat bantu berupa *smartphone* untuk memotret benda langit yang nampak dan alat bantu optik berupa teleskop untuk memotret benda langit yang mungkin sulit untuk dilihat dengan mata telanjang. Selain itu juga menggunakan alat bantu berupa Vixen Polaris Star Tracker dalam proses pengambilan foto benda langit menggunakan *smartphone*.

4. Teknik Analisis Data

Dalam rangka mencapai tujuan penelitian, data yang telah dikumpulkan akan dianalisis. Teknik analisis data dalam penelitian ini menggunakan analisis deskriptif kualitatif. Analisis deskriptif kualitatif merupakan penelitian yang membuat suatu gambaran (deskriptif) tentang situasi-situasi atau kejadian-kejadian. Penelitian ini juga mendeskripsikan secara mendalam tentang data yang diperoleh dari observasi, menggunakan alat SQM-LU-DL-R1 kemudian diolah menggunakan perangkat laptop dan dimasukkan ke dalam software Microsoft

Excel dan nilai yang didapat dirubah ke dalam bentuk grafik, Adapun nilai yang diambil ialah nilai rata-rata kecerahan langit maximum. Dari nilai maximum yang didapat, kemudian melakukan pengambilan citra dan data objek langit serta perbandingan antara pengamatan menggunakan mata secara langsung, pengamatan menggunakan kamera ZWO ASI29MC pro dan pengamatan menggunakan *smartphone* dengan teknik *stacking* dengan settingan segitiga exposure

F. Sistematika Penulisan

Skripsi ini memiliki lima bab yang terdiri atas beberapa sub pembahasan, yang pertama di bab I mencakup pendahuluan yang berisi pembahasan tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penulisan, kajian pustaka, metodologi penelitian dan sistematika penulisan.

Bab II mencakup kecerlangan langit malam dan pengamatan objek langit, Adapun isi dari bab ini berkenaan tentang penjelasan atau definisi mengenai kecerahan langit, *Naked Eye Limiting Magnitude*

(*NELM*), penjelasan mengenai kecerlangan langit yang dapat mempengaruhi visibilitas objek langit dalam proses pengamatan serta definisi mengenai perangkat pengamatan yang digunakan.

Bab III berkenaan tentang kecerlangan langit malam dan visibilitas objek langit di observatorium Yanbu'ul Qur'an Kudus, yang berisi tentang penjelasan mengenai lokasi Observatorium Yanbu'ul Qur'an Kudus, bagaimana kondisi kecerlangan langitnya, dan proses pengamatan objek langit. Serta menjelaskan kondisi visibilitas objek langit yang terjadi ketika pengamatan.

Bab IV berkenaan tentang analisis kecerlangan langit terhadap visibilitas objek langit di Observatorium Yanbu'ul Qur'an Kudus, sehingga memuat hasil data penelitian dan menganalisis nilai kecerlangan langit yang ada di Observatorium Yanbu'ul Qur'an Kudus. Serta memuat hasil pengukuran kecerlangan langit, dan memberikan gambaran terhadap visibilitas objek langit sehingga dapat ditemukan analisis apakah objek langit dengan nilai tertentu bisa teramati dengan jelas atau tidak oleh pengamat dengan nilai kecerlangan langit yang ada.

Terakhir, di bab V berisi penutup yang terdiri dari semua kesimpulan teori dan penelitian yang telah dilakukan dan juga saran.

BAB II

KECERLANGAN LANGIT MALAM DAN PENGAMATAN OBJEK LANGIT

A. Kecerahan Langit

Pencahayaan buatan manusia, aurora, Bulan dan Bintang merupakan bagian dari pencahayaan yang menentukan kecerahan langit pada malam hari.¹⁵ Matahari dapat mempengaruhi tingkat kecerahan langit pada malam hari yaitu dengan sinarnya yang menjalar melalui atmosfer. Atmosfer memiliki peran lain dalam merefleksikan cahaya, misalnya cahaya buatan hasil dari aktivitas manusia yang dipantulkan atmosfer.¹⁶ Kecerahan langit pada malam hari dengan nilai kelembaban dan suhu bergantung pada waktu, dengan kelembaban memiliki fungsi penting terhadap

¹⁵ P. Cinzano, "Night Sky Photometry With Sky Quality Meter", *Istituto Di Scienza E Tecnologia Dell'inquinamento Luminoso*, Vol. 1, 2005, h 1-13

¹⁶ S.D. Miller, W. Straka, S.P. Mills, C.D. Elvidge, T.F. Lee, J. Solbrig, A. Walther, A.K. Heidenger, S.C. Weiss, Illuminating The Capabilities Of The Suomi National Polar-Orbiting Partnership (NPP) Visible Infrared Imaging Radiometer Suite (VIIRS) Day/Night Band, *Remote Sensing*, Vol. 5, 2013, h 6717-6766.

kecerahan langit malam. Oleh sebab itu, perubahan kualitas langit akan seiring dengan perubahan kelembaban.¹⁷

Kecerlangan langit berasal dari sumber baik diluar (zodiak) maupun di dalam atmosfer (polusi cahaya). Cahaya zodiak, cahaya yang bersumber dari bintang dipantulkan dari debu antar bintang dan kecerlangan bintang-bintang yang terintergrasi dan galaksi yang redup adalah komponen utama luar angkasa. Di dalam atmosfer sebagian besar berasal dari polusi cahaya dan *Airglow* di lapisan atmosfer pada ketinggian sekitar 100 km. Hal ini disebabkan oleh atom dan molekul di atmosfer atas rekombinasi setelah diionisasi oleh radiasi matahari pada siang hari.¹⁸

Kecerlangan langit dalam publikasi astronomi, kecerahan diberikan dalam satuan mag/arcsec.

¹⁷ A.Y. Raisal, Y. Pramudya, Okimustava, Muchlas, "The Moon Phases Influence On The Beginning Of Astronomical Dawn Determination In Yogyakarta", *International Journal Of Science And Applied Science: Conference Series*, Vol. 2, 2017, h 4

¹⁸ Andrew Newman, "*Sky Brightness Variation Measured At Auger Observatory*", <https://www.nevis.columbia.edu/reu/2006/newmanpaper.pdf>, Diakses Pada Tanggal 05/04/2018, Pukul 21:13 WIB,

Magnitude (mag) adalah satuan untuk intensitas cahaya yang bergantung logaritmik pada unit Candela. Terbentuknya kecerlangan langit berasal dari berbagai hal, selanjutnya kita sebut komponen- komponen atau unsur-unsur yang ada di dalamnya, yaitu:¹⁹

1. *Air glow*

Air glow adalah hasil dari reaksi kimia energi matahari yang diserap dan dilepaskan kembali dalam bentuk radiasi dan memanifestasikan dirinya sebagai cahaya redup. Energi yang tersimpan dilepaskan perlahan dan tidak cepat hilang karena tidak ada “efek dinding” di atmosfer atas. Jadi, *Airglow* adalah emisi foton dari konstituen atmosfer yang secara langsung atau tidak langsung karena radiasi elektromagnetik dari matahari. Banyak dari reaksi ini menempatkan atom, molekul atau spesies ionik mereka dalam keadaan tereksitasi.²⁰

¹⁹ Rebecca Meissner, “Brightness Measurements Of Stars And The Night-Sky With A Silicon-Photomultiplier-Telescope”, Skripsi Universitas Teknologi Rhein Westfalen Aachen, (Aachen) 2012, h 6.

²⁰ Departmen Fisikia Universitas Shivaji Kolhapur, “*Night Airglow Emissions*”, [Http://Shodhganga.Inflibnet.Ac.In/Bitstream/10603/4353/8/08_Cha](http://Shodhganga.Inflibnet.Ac.In/Bitstream/10603/4353/8/08_Cha)



Gambar 2. 1, penampakan *Air Glow*²¹

Air glow dibagi menjadi tiga kelas yaitu, cahaya malam, cahaya senja dan *dayglow*. *Night Glow* atau cahaya malam terjadi pada malam hari ketika semua sinar matahari langsung atau *Rayleigh* tersebar secara praktis tidak ada. *Twilight Glow*, Emisi Airglow pada saat matahari bersinar di wilayah yang memancarkan atmosfer dari bawah dan sudut zenit matahari adalah antara 90 derajat dan 110 derajat. Dan yang terakhir, *Day Glow*, dipancarkan ketika sinar

pter%203.Pdf Diakses Pada 05/04/2018, Pukul 21:16 WIB, h 97—98.

²¹ Anne Helmenstine, <https://Sciencenotes.Org/What-Is-Airglow/>, Tanggal 05/04/2023 Pukul 21:20 WIB.

matahari memasuki atmosfer dari atas. Sudut zenit matahari adalah antara 0 dan 90 derajat.²²

2. *Sky Glow*

Sky glow atau polusi cahaya adalah cahaya buram di langit di atas kota-kota pada malam hari yang disebabkan oleh cahaya buatan (lampu gedung/permukiman, lalu lintas, kendaraan, dsb).



Gambar 2. 2: penampakan *Sky Glow*.²³

Dalam konteks polusi cahaya, *skyglow* muncul dari penggunaan sumber cahaya buatan, termasuk penerangan listrik yang digunakan untuk penerangan dan dari gas. Cahaya

²² Departmen Fisikia Universitas Shivaji Kolhapur, “*Night Airglow Emissions*”, h 98-99

²³ Andrea Steffen, <https://Majalahcsr.Id/Cahaya-Lampu-Ternyata-Polutan-Serius/>, Tanggal 05/04/2023 Pukul 21:26 WIB.

merambat ke atmosfer langsung dari sumber yang diarahkan ke atas atau yang tidak sepenuhnya terlindung, atau setelah refleksi dari permukaan tanah atau lainnya, sebagian tersebar kembali ke tanah, menghasilkan cahaya menyebar yang dapat dilihat dari jarak yang jauh. *Skyglow* dari lampu buatan paling sering dilihat sebagai kilauan cahaya yang bersinar di atas kota-kota, terutama kota-kota di negara maju.²⁴

3. *Syafaq*

Syafaq definisi secara bahasa berasal dari *asy-syafaq* yang berarti cahaya merah di ufuk. Sedangkan dalam terminologi arab, memiliki dua pengertian yaitu awan putih "*al-bayadh*" dan awan merah "*al humrah*". *Syafaq* adalah fenomena alam yang terjadi ketika matahari mendekati ufuk.

²⁴ Sabrina Schnitt, "Temperature Stability Of The Sky Quality Meter", *Journal Sensor*, Vol. 13, September 2013, Hal. 12166-12167



Gambar 2. 3: penampakan *syafaq*.²⁵

Keadaan langit saat magrib atau terbenamnya matahari di ufuk barat, ada kalanya bewarna oranye, merah atau kuning. Lama kemudian warna tersebut akan hilang kecuali warna putih yang tersebar di penjuru ufuk. Manakala matahari di bawah ufuk, cahaya akan meredup dan selanjutnya akan lenyap kecuali cahaya zodiak yang muncul memanjang ke atas ufuk.²⁶

²⁵ Kumparan, Batas Waktu Sholat Maghrib Menurut Pandangan Ulama, <https://Kumparan.Com/Berita-Hari-Ini/Batas-Waktu-Sholat-Maghrib-Menurut-Pandangan-Ulama-1xjgds0eh8>, Tanggal 05/04/2023 Pukul 21:26 WIB.

²⁶ Arwin Juli Rakhmadi Butar-Butar, *Fajar & Syafak: Dalam Kesarjanaan Astronom Muslim Dan Ulama Nusantara* (Yogyakarta: Lkis, 2018), h 2.

B. NELM (Naked Eye Limited Magnitude)

Ambang batas pengamatan mata dikenal dengan istilah *Naked Eye Limiting Magnitude* (*NELM*). Dalam keadaan langit tanpa awan, pengamat dapat melihat kecerahan langit malam pada lokasi tertentu. Pengamat juga dapat melihat berbagai pola konstelasi bintang dan kecerlangan langit dengan menggunakan mata telanjang dan mengukur rentang keterlihatan benda astronomis dalam pengamatan menggunakan mata secara langsung.²⁷

Batas magnitudo untuk visibilitas mata telanjang mengacu pada bintang paling redup yang dapat dilihat dengan mata telanjang di dekat puncaknya pada malam cerah tanpa Bulan. Besaran ini paling sering digunakan sebagai indikator keseluruhan kecerahan langit, karena wilayah yang tercemar cahaya dan lembab umumnya memiliki batas magnitudo yang lebih terang dibandingkan wilayah gurun terpencil atau dataran tinggi. Batas besarnya akan bergantung pada pengamat, dan akan

²⁷ Abu Yazid Raisal, dkk, "Pengukuran Kecerahan Langit Arah Zenit di Medan dan Serdang Bedagai Menggunakan *Sky Quality Meter*", Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika dan Riset Ilmiah, Vol.5 No.1, e-ISSN 2549-9076, Mei 2021, hlm. 52

meningkat seiring dengan adaptasi gelap mata. Pada langit yang relatif cerah, jarak pandang yang membatasi adalah sekitar 6 magnitudo.²⁸ Namun, batas visibilitas adalah magnitudo 7 untuk bintang redup yang terlihat dari daerah pedesaan gelap yang terletak 200 kilometer dari kota-kota besar.²⁹

Kualitas atau kecerahan langit dibagi menjadi sembilan kelas seperti pada tabel yang disebut dengan skala Bortle³⁰:

²⁸ Judi Provencal. "Teleskop" (PDF) . Departemen Fisika dan Astronomi Universitas Delaware. Diakses pada 10-09-2023 pukul 00.05 WIB

²⁹ "The astronomical magnitude scale". www.icq.eps.harvard.edu Diakses pada 10-09-2023 pukul 10.21 WIB

³⁰ Abu Yazid Raisal, dkk, "Pengukuran Kecerahan Langit Arah Zenit di Medan dan Serdang Bedagai Menggunakan *Sky Quality Meter*", Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika dan Riset Ilmiah, Vol.5 No.1, e-ISSN 2549-9076, Mei 2021, hlm. 52 tabel 1

Tabel 2. 1: Skala Bortle

Kelas	Kategori	NELM	SQM (Mag/acersec)	Uraian
1	Sangat bagus langit gelap/ <i>excellent dark-sky site</i>	7,6-8,0	21,7-22,0	Daerah konstelasi <i>Scorpius</i> dan <i>sagitarius</i> di <i>milky way</i> sangat jelas konstelasi yang lamah sangat sulit dikenali karena banyaknya bintang yang teramati
2	Lokasi gelap/ <i>typical truly dark site</i>	7,1-7,5	21,5-21,7	Daerah sekeliling sulit diamati, struktur <i>milky way</i> jelas, M33 mudah teramati dengan mata telanjang

Kelas	Kategori	NELM	SQM (Mag/acersec)	Uraian
3	Langit daerah pedesaan/sky rural	6,6-7,0	21,3-21,5	Sedikit polusi cahaya di kacrawala, awan di cakrawala terlihat terang, yang diatas kepala terlihat gelap, pemandangan disekitar nyaris tidak kelihatan, milky way masih tampak jelas

Kelas	Kategori	NELM	SQM (Mag/acersec)	Uraian
4	Perbatasan desa dan pinggir kota/ <i>rural/suburban transition, suburban sky</i>	6,1-6,5	20,4-21,3	Polusi Cahaya terlihat dari beberapa arah tertentu, awan terlihat diterangi Cahaya polusi daerah, diatas kepala tampak gelap, daerah sekeliling terlihat jelas, milky way masih terlihat akan tetapi detailnya kurang terlihat
5	Langit pinggir kota/ <i>suburban sky</i>	5,6-6,0	19,1-20,4	Polusi cahaya terlihat di berbagai arah, awan lebih terang daripada langit, milky way sangat lemah cenderung tidak terlihat, saat bulan tidak purnama dilokasi yang gelap langit tampak gelap, langit tampak biru

Kelas	Kategori	NELM	SQM (Mag/acersec)	Uraian
				gelap
6	Langit terang pinggir kota/ <i>bright suburban sky</i>	5,1-5,5	18,0-19,1	Polusi cahaya membuat langit 35 derajat diatas cakrawala bercahaya putih keabu-abuan, awan dilangit tampak cukup terang, awan tinggi (cirus) tampak lebih terang daripada langit latar belakang, daerah sekeliling tampak jelas, milky way hanya tampak zenithnya saja
7	Perbatasan pinggir dan pusat kota/ <i>suburban/urban transition</i>	4,6-5,0	18,0-19,1	Polusi cahaya membuat langit tampak berwarna abu-abu muda, cahaya terang dari lampu tampak di

Kelas	Kategori	NELM	SQM (Mag/acersec)	Uraian
				segala penjuru, awan tampak terang, Milky Way tidak kelihatan, saat bulan purnama langit tampakbiru
8	Langit diatas kota/ <i>city sky</i>	4,1-4,5	<18,0	Langit abu-abu muda atau jingga-tulisan di kertas bisa terbaca dengan mudah, konstelasi yang umum dikenal tampak lemah atautidak tampak
9	Langit pusat kota/ <i>inner-city sky</i>	4	<18,0	Langit sangat terang, Konstelasi tidak tampak, dan obyek yang bisa diamati hanya Bulan, planet dan beberapa bintang yang sangatterang
NELM = <i>naked eye limiting magnitude</i> (magnitudo batas untuk mata telanjang)				

C. Polusi Cahaya

Dalam bukunya yang berjudul *Awas Polusi*, Purwanto menjelaskan bahwa polusi adalah istilah untuk menyebut setiap pencemaran atau pengotoran lingkungan yang terdapat di muka bumi oleh bahan atau zat yang mengganggu kesehatan manusia, kualitas hidup manusia, atau fungsi alami ekosistem.³¹ Termaktub juga dalam UU No. 42 Tahun 1982 tentang Ketentuan-Ketentuan Pokok Pengelolaan Lingkungan Hidup, Pencemaran lingkungan (Polusi) adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan atau komponen lain ke dalam lingkungan dan atau berubahnya tatanan lingkungan oleh kegiatan manusia atau oleh proses alam, sehingga kualitas lingkungan turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan lingkungan menjadi

³¹ Purwanto, *Awas Polusi*, (Bandung: PT. Kiblat Buku Utama, 2007), 15

kurang atau tidak dapat berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya.³²

Menurut Isaac Newton dalam *Hypothesis of Light* (1967), cahaya merupakan partikel-partikel yang sangat kecil dan ringan yang dipancarkan ke segala arah dengan kecepatan yang sangat besar, jika partikel-partikel ini mengenai mata, kita mendapat kesan dapat melihat sumber cahaya tersebut.³³ sementara itu, dalam ensiklopedia sains dijelaskan bahwa cahaya merupakan sejenis energi yang berbentuk gelombang elektromagnetik dan bisa dilihat dengan mata.³⁴

Polusi cahaya merupakan faktor terbesar dalam pengukuran kecerahan langit. Bagi pengamat astronomi pemula dalam melakukan pengamatan benda langit, kecerahan langit merupakan landasan

³² UU No. 42 Tahun 1982 tentang Ketentuan-Ketentuan Pokok Pengelolaan Lingkungan Hidup

³³ Taufik Hidayat, *Seri Sains Cahaya*, (Semarang: Alprin, 2019), 4

³⁴ Dewi Rismawati, *Ensiklopedia Sains (A-F)*, (Bandung: PT. Indahjaya adipratama, 2019), 36

utama dalam pengamatan benda langit³⁵ dalam pengamatan, polusi cahaya menjadi pengaruh terbesar terhadap kurangnya kecerahan langit³⁶, benda-benda langit yang nampak merupakan tanda dari kecerahan langit, dengan kata lain terbebas dari pengaruh luminasi dari cahaya buatan (polusi cahaya).³⁷

Polusi Cahaya dapat dijelaskan sebagai perubahan tingkat cahaya alami dari luar ruangan yang bersumber dari pencahayaan buatan.³⁸ Polusi cahaya juga dapat diartikan sebagai suatu kondisi Cahaya yang bersumber dari Cahaya buatan (artifisial) dan cahaya alami yang berlebihan, yang mengakibatkan langit terlihat lebih terang. Adapun

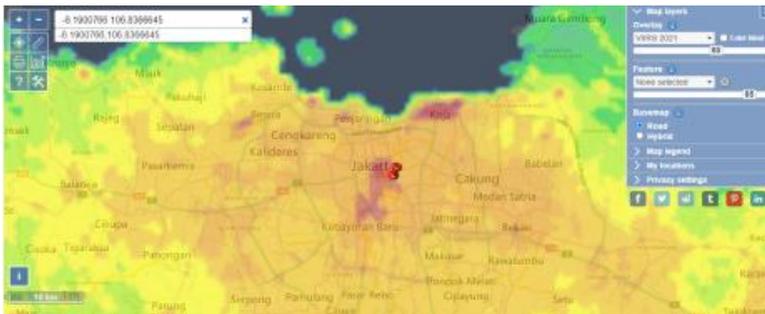
³⁵ F. Holker, C. Wolter, E.K. Perkin, K. Tockner, "Light Pollution As A Biodiversity Threat", *Trends In Ecology & Evolution*, Vol. 25, 2010, Hal 681–682.

³⁶ A. S'anchez De Miguel, M. Aube, J. Zamorano, M. Kocifaj, J. Roby, C. Tapia, "Sky Quality Meter Measurements In A Color Changing World", *Monthly Notices Royal Astronomical Society*, Vol 467, 2017, h 2966–2979.

³⁷ M. Aube, "Physical Behaviour Of Anthropogenic Light Propagation Into The Nocturnal Environment", *Philosophical Transactions Of The Royal Society Of London B: Biological Sciences*, Vol 370, 2015, h 1-15.

³⁸ Hollan, *What Is Light Pollution And How Do We Quantify It? The European Symposium For The Protection Of Night Sky Light Pollution And Global Warming. In Proceedings Of The Workshop Paper Darksky*, 2007 Conference. Brno.

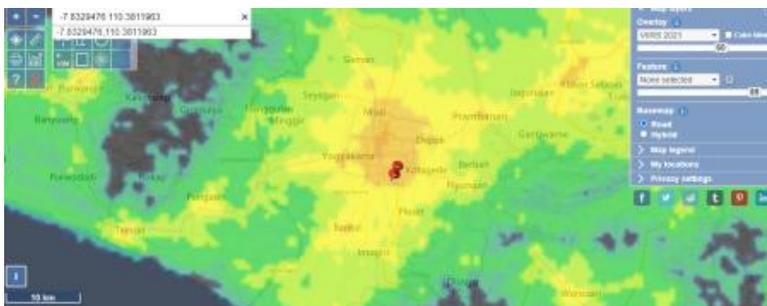
penyebab terjadinya polusi Cahaya seperti sumber-sumber penerangan yang tanpa penutup, adanya proses instalansi yang kurang baik sehingga penggunaan cahaya diluar kebutuhan memperburuk keadaan polusi cahaya.³⁹ Polusi cahaya merupakan hasil hamburan cahaya yang naik ke atmosfer dan dipantulkan kembali ke mata pengamat.⁴⁰ Adapun contoh polusi cahaya yang diambil menggunakan web *Light Pollution Maps*.



Gambar 2. 4: Peta Polusi Cahaya Daerah Planetarium dan Observatorium Taman Ismail Marzuki

³⁹ Setiawan, Sekilas Tentang Polusi Cahaya. INA-Rxiv. DOI: <https://dx.doi.org/10.31227/osf.io/9ft5>, 2019.

⁴⁰ Kohei Narisada dan Duco Schreuder, *Astrophysics and Space Science Library:Light Pollution Handbook*, (Groningen Netherland: Springer Science and Business Media, 2004).



Gambar 2. 5: Peta Polusi Cahaya Daerah Observatorium UAD



Gambar 2. 6: Peta Polusi Cahaya Daerah Observatorium Ilmu Falak UMSU



Gambar 2. 7: Peta Polusi Cahaya Daerah Observatorium Nasional Timau

Dari gambar di atas dapat dilihat bahwa setiap daerah memiliki polusi cahaya yang berbeda, hal ini menunjukkan bahwa perlu adanya tindakan dalam mengendalikan tingkat polusi cahaya, daerah yang memiliki warna merah menandakan tingkat polusi cahaya tinggi, dan warna hijau menunjukkan daerah dengan tingkat polusi cahaya rendah.

D. SQM (Sky Quality Meter)

1. Pengertian SQM

Sky quality meter merupakan alat fotometri yang mudah dalam cara penggunaannya

dan relatif terjangkau harganya sebagai alat pengukur tingkat kecerahan langit. Alat ini berukuran saku, sehingga mudah dibawa dan dipindahkan. Menggunakan koneksi USB atau ethernet, menjadikan alat ini mudah dioperasikan dan bisa digunakan oleh masyarakat luas. Data yang dihasilkan dari alat ini langsung dinyatakan dalam satuan Magnitudes Per Arc Second (MPAS) atau magnitude per detik busur kuadrat, dan dapat langsung disimpan dalam komputer.⁴¹ Sky Quality Meter memiliki beberapa fungsi antara lain:

- a. Komparasi kecerahan langit malam di lokasi pengamatan astronomi yang berbeda secara kuantitatif.
- b. Mendokumentasikan evolusi (perkembangan) polusi cahaya.
- c. Mengatur penerangan di kubah planetarium menyerupai langit agar penonton merasakan

⁴¹ Ahmad Ridwan Al Faruq, “Kecerlangan Langit Malam Arah Zenit di Observatorium Bosscha dan Analisis Waktu Shubuh dan Isya Menggunakan Sky Quality Meter”, (Skripsi), (Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia), 2013, 4. Tidak dipublikasikan.

pengalaman melihat langsung keindahan langit malam walaupun berada di tengah kota.

- d. Memantau kecerahan langit sepanjang malam, dari malam ke malam, dan dari tahun ke tahun sebagai rekaman (catatan) observasi.
- e. Mengukur dampak dari kecerahan langit dalam ukuran NELM atau skala Bortle.

2. Macam-macam SQM

Sky Quality Meter dibuat dengan beberapa model berdasarkan spesifikasi dan fungsi yang berbeda, antara lain adalah :⁴²

a. SQM

Merupakan alat fotometri generasi pertama yang diproduksi Unihedron didesain oleh Dr. Doug Welch dan Anthony Tekatch, alat ini memiliki spesifikasi sebagai berikut⁴³:

- 1) Dioperasikan dengan Baterai 9V.
- 2) Ukuran 3,8 x 2,4 x 1 inch.

⁴² Doug Welch and Anthony Tekatch <http://www.unihedron.com/projects/darksky/>, diakses pada tanggal 04/09/2023 pukul 21:38 WIB.

⁴³ *Ibid.*,

- 3) Waktu maksimal pengambilan sampel data cahaya 80 detik.
- 4) Memilikibidang pandang pengamatan lebih luas dari versi setelahnya.

Alat ini digunakan untuk mengukur kecerahan langit malam dengan skala pengukuran *magnitudes per square arcsecond* (MPAS). Hasil pengukuran dapat dilihat langsung di setiap pengambilan data, merupakan tipe single reading, yang pencatatan hasil pengamtannya dilakukan manula oleh pengamat.



Gambar 2. 8: SQM Generasi pertama⁴⁴

b. SQM-L

⁴⁴ *Ibid*,

Alat pengukur kecerahan langit ini memiliki bidang atau area pengamatan yang lebih sempit dari versi sebelumnya. Dengan penambahan lensa menjadikan objek bidang yang diamati terfokus pada satu titik. Area pengamatannya berkisar antara 10° sampai dengan 20° . Bidang pandang yang sempit menjadikan hasil pengamatan lebih akurat, karena area pengamatan yang sempit akan meminimalisir cahaya-cahaya yang tidak diharapkan masuk ke dalam area yang diamati. Spesifikasi SQM-L adalah sebagai berikut⁴⁵:

- 1) Dioperasikan dengan baterai 9V
- 2) Berukuran 3,6 x 2,6 x 1,1 inch (92 x 67 x 28 mm)
- 3) Memiliki berat 0,14 kg. d. Waktu maksimal pengambilan sampel data cahaya 80 detik.

⁴⁵ *Ibid*



Gambar 2. 9: SQM L⁴⁶

c. SQM-LE

Dengan spesifikasi yang hamper sama, perangkat SQM-LE dioperasikan dengan menggunakan konektivitas ethernet. Data dari SQM-LE dapat dilihat secara langsung menggunakan komputer. Spesifikasi SQM-LE adalah sebagai berikut⁴⁷:

- 1) Konektivitas ethernet.
- 2) Aplikasi pembaca data berupa Java, C, Perl, Python.
- 3) Area pengamatan hingga 20°.
- 4) Dioperasikan dengan baterai 5-6 V

⁴⁶ *Ibid*

⁴⁷ *Ibid.*

- 5) Berukuran 3,6 x 2,6 x 1,1 inch. f. Waktu maksimal pengambilan sampel data cahaya 80 detik.
- 6) Waktu minimal pengambilan sampel data cahaya 1 detik



Gambar 2. 10: SQM-LE⁴⁸

d. SQM-LU

Sky Quality Meter seri ini menggunakan konektivitas USB untuk transfer datanya. Data yang direkam oleh perangkat SQM dapat dilihat dan disimpan langsung ke dalam komputer. Secara umum, SQM-LU memiliki spesifikasi yang sama

⁴⁸ *Ibid*,

dengan SQM-LE yang membedakan antara keduanya adalah cara mengkoneksikan atau menyambungkan ke komputer.⁴⁹



Gambar 2. 11: SQM-LU⁵⁰

e. SQM LU-DL

Perangkat Sky Quality Meter model ini menggunakan konektivitas USB untuk proses transfer datanya. Model ini merupakan upgrade dari model sebelumnya (SQM-LU), dengan penambahan fungsi data logger yang menjadikan alat ini dapat secara otomatis

⁴⁹ *Ibid*

⁵⁰ *Ibid*

merekam data dari waktu ke waktu. Spesifikasi SQM-LU-DL adalah sebagai berikut⁵¹:

- 1) Terkoneksi dengan USB.
- 2) Berdimensi 92 x 67 x 28 mm.
- 3) Waktu maksimum pengambilan sampel cahaya 80 detik
- 4) Waktu minimum pengambilan sampel cahaya 1 detik
- 5) Didukung dengan baterai eksternal untuk data-logging di lapangan atau kabel data USB untuk logging data di komputer menggunakan aplikasi Unihedron Device Manager (UDM).
- 6) Kapasitas memori untuk perekaman : 1048576 data rekaman.

⁵¹ *Ibid*,



Gambar 2. 12: SQM-LU-DL⁵²

f. SQM LR

Sky Quality Meter model ini menggunakan transmisi RS23267⁵³. Spesifikasi SQM-LR antara lain⁵⁴:

- 1) Terkoneksi dengan RS232;
- 2) Dimensi perangkat 92 x 67 x 28 mm
- 3) Waktu maksimum pengambilan sampel cahaya 80 detik
- 4) Waktu minimum pengambilan sampel cahaya 1 detik

⁵² *Ibid*,

⁵³ [Pengertian PORT SERIAL RS232 | Belajar Komputer \(wordpress.com\)](https://www.wordpress.com), diakses pada tanggal 04/09/2023 pukul 22:03 WIB.

⁵⁴ Doug Welch and Anthony Tekatch, *Op.cit.*

- 5) Aplikasi untuk pembaca data menggunakan Java, C, Perl, Python.



Gambar 2. 13: SQM LR⁵⁵

Setelah diketahui beberapa jenis dari Sky Quality Meter, maka model SQM yang sesuai dengan kebutuhan penelitian adalah SQM-LU-DL, karena dalam penelitian dibutuhkan data kecerahan langit dari waktu ke waktu selama durasi penelitian. SQM model ini juga mudah karena bisa diletakkan di luar ruangan dan dapat dioperasikan karena menggunakan konektivitas USB sehingga pengolahan data dapat langsung diproses di komputer/ laptop peneliti setelah mendapatkan data selama satu malam.

⁵⁵ *Ibid*,

3. Penggunaan SQM

Sky Quality Meter model Lens USB Data Logging (LU-DL-R1) memiliki beberapa komponen yang mendukung proses kerja perangkat. Komponen-komponen tersebut antara lain: Flash Memory, Real Time Clock, Sensor Cahaya, USB, Data/Power, dan Microcontroller. Flash Memory berfungsi sebagai media penyimpanan data dan pembaca data, kemudian data tersebut akan diproses oleh *Real Time Clock* untuk pengakurasian waktu, sensor cahaya akan menangkap dan merekam cahaya sekitar yang menjadi daerah pengamatan⁵⁶.

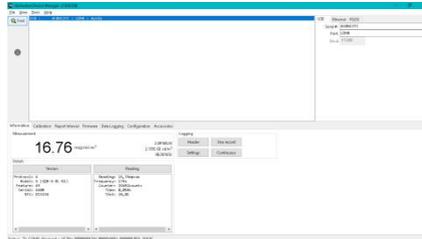
Sky Quality Meter LU-DL memiliki sebuah software yang masuk dalam paket pembeliannya, aplikasi tersebut adalah Unihedron Device Manager (UDM). Software ini digunakan untuk memelihara dan menguji Sky Quality Meter milik Unihedron. Aplikasi ini dapat

⁵⁶ Unihedron SQM-LU-DL Operator's Manual, http://www.unihedron.com/projects/darksky/cd/SQM-LU-DL/SQM-LU-DL_Users_manual.pdf, diakses pada tanggal 13/09/2023 pukul 21:00 WIB.

digunakan di perangkat windows, Mac, dan Linux dan dapat diinstal melalui CD yang ada di paket penjualannya atau dapat juga diunduh di website resmi unihedron (www.unihedron.com/projects/darksky/cd/).



Gambar 2. 14: Tampilan alpikasi⁵⁷



Gambar 2. 15: Jendela Utama UDM⁵⁸

Bagian-bagian dari jendela utama UDM⁵⁹:

⁵⁷ *Ibid*,

⁵⁸ *Ibid*,

⁵⁹ *Ibid*,

1. Kontrol Jendela
2. Kolom menu utama Kolom menu utama berisikan menu File, View, Tools dan Help, yang setiap menu memiliki fungsi sebagai berikut:

Tabel 2. 2: Menu Utama Unihedron Device Manager (UDM)

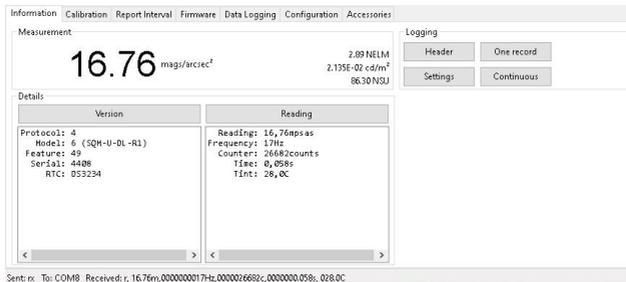
Menu	Isi	Fungsi
<i>File</i>	Open	Membuka file rekaman data sebelumnya
	<i>Find USB, Ethernet, RS232</i>	Menemukan pernagkat SQM yang terhubung ke komputer.
	<i>Quit</i>	Menutup UDM
<i>View</i>	<i>Simulation</i>	Memunculkan tab“simulation”
	<i>Configuration</i>	Memunculkan tab “configuration”
	<i>Log</i>	Memunculkan rekaman perintah dan respon yang diterima
		dan dikirim oleh SQM selama UDM dijalankan.

Menu	Isi	Fungsi
	<i>Directories</i>	Memunculkan informasi lokasi penyimpanan data
	<i>DL Header</i>	Memunculkan jendela data logging Header, berisikan data peneliti, lokasi penelitian, zona waktu lokasi penelitian, dan penggunaan SQM.
	<i>Plotter</i>	Alat untuk menganalisis data rekaman dan mengubahnya menjadi grafik
Tools	<i>Old Log to dat</i>	Mengubah format file data rekaman asli yaitu .log menjadi .dat
	<i>dat to Moon csv</i>	Mengubah format file data .dat menjadi .csv
	<i>Conn Terminal</i>	Jendela sambungan komunikasi yang digunakan untuk mengirim perintah
		manual dan menampilkan respon dari perangkat SQM
	<i>DL Retrieve</i>	Memunculkan data yang telah tersimpan dalam penyimpanan sebelumnya.
	<i>.dat to .kml</i>	Membuat file .kml dari file .dat, digunakan ketika SQM-LU-DL dan

Menu	Isi	Fungsi
		perangkat GPS eksternal terbaca oleh UDM saat mode data logging.
	<i>.dat time correction</i>	Digunakan untuk mengkoreksi waktu pada file .dat secara manual.
	<i>.dat reconstruct local time</i>	Alat ini digunakan untuk membuat kembali/mengkoreksi waktu local pada file.dat
<i>Help</i>	<i>Cmdline Info</i>	Memunculkan perintah yang digunakan ketika memulai UDM
	<i>Version Info</i>	Memunculkan informasi detail versi software UDM
	<i>About</i>	Menampilkan kotak dialog berisi identitas software UDM

3. Penampil perangkat yang terhubung menampilkan detail informasi mengenai SQM yang terhubung dengan komputer, SQM akan otomatis terdeteksi dan terbaca oleh software, bila identitas perangkat tidak muncul, klik find, maka SQM yang terhubung akan terbaca.

4. Penampil data SQM yang terhubung menampilkan data apa saja yang terekam oleh SQM yang terhubung.
5. Jendela informasi Berisikan tab *information*, *Calibration*, *Report*, *Interval*, *Firmware*, *Data Logging* dan *Configuration*, penjelasan mengenai masing-masing fungsi tab adalah sebagai berikut:
 - a. *Information* menampilkan informasi versi SQM, detail data SQM yang terbaca, *Header*, *Log one record* dan *log continuous* dan *settings*.

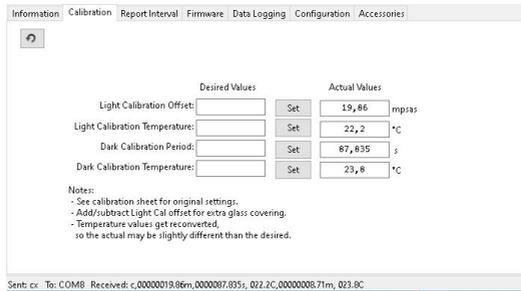


Gambar 2. 16: Tab *information*⁶⁰

b. *Calibration*

Menampilkan dan mengatur kalibrasi data perangkat SQM yang terhubung.

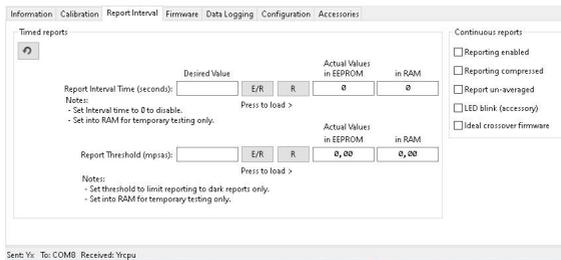
⁶⁰ *Ibid*,



Gambar 2. 17: Tab *calibration*⁶¹

c. *Report interval*

Menampilkan dan mengatur laporan interval data perangkat SQM.



Gambar 2. 18: Tab *report interval*⁶²

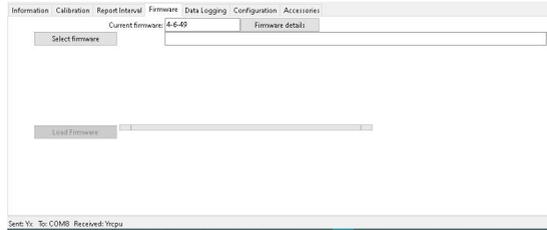
d. *Firmware*

Memperbaiki gangguan, menambahkan fitur untuk versi terbaru ke

⁶¹ *Ibid*,

⁶² *Ibid*,

dalam perangkat SQM-LU-DL (apabila ada update software dari Unihedron).

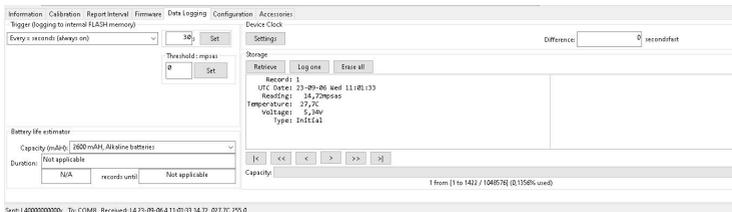


Gambar 2. 19: Tab *firmware*⁶³

e. Tab *Data Logging*

Menampilkan pengaturan untuk setting SQM yang akan digunakan dan menampilkan rekaman data SQM yang terhubung. (hanya dapat muncul saat perangkat SQM-LU-DL terhubung ke Komputer).

⁶³ *Ibid*,



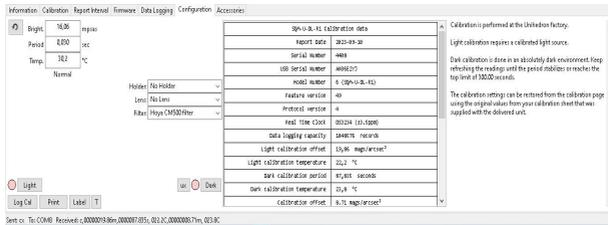
Gambar 2. 20: Tab *Data Logging*⁶⁴

Dalam tab ini ditampilkan pengaturan mengenai interval waktu pengambilan data, sisa kapasitas penyimpanan perangkat, kapasitas baterai, pengaturan jam perangkat, dan penyimpanan data rekaman yang lalu.

f. Tab *Configuration*

Menampilkan nilai-nilai kalibrasi yang sudah ditentukan oleh Unihedron.

⁶⁴ *Ibid*,



Gambar 2. 21: Tab *Configuration*⁶⁵

E. Perangkat Pengamatan

Dalam melakukan pengamatan objek langit, peneliti menggunakan beberapa instrumen pendukung mulai dari *hardware* sampai dengan *software*. Adapun instrumen-instrumen tersebut, sebagai berikut:

1. Perangkat *hardware*

- a. OTA (*Optical Tube Assembly*), yang mana membantu perbesaran objek langit. Alat ini digunakan untuk proses pengamatan benda langit. Salah satu OTA yang digunakan

⁶⁵ *Ibid*,

penulis ialah William Optic FLT-98 Triplet APO dan dengan spesifikasi sebagai berikut⁶⁶:

- 1) *Aperture* : 98 mm
- 2) *Focal length* : 618 mm
- 3) *Focal Ratio* : f/6.3
- 4) *Image Circle* : 50 mm
- 5) *Back Focus* : 66-86 mm
dengan peredam perata yang dapat disesuaikan
- 6) *Resolution* : 1.16
arcseconds
- 7) *Limiting Magnitude* : 14.5
- 8) *Light Gathering Power* : 196x
- 9) *OTA Length* : 600 mm
(fully extended) dan 502 mm(contractured)
- 10) *Weight* : 5.2 kg



Gambar 2. 22: William Optic FLT-98 Triplet APO⁶⁷.

b. Kamera merupakan alat pengambilan gambar, Adapun kamera yang digunakan dalam proses pengamatan benda langit ialah ZWO ASI29MC yang dapat digabungkan dengan teleskop, dengan spesifikasi sebagai berikut⁶⁸:

- 1) Sensor : 4/3" Sony IMX294 CMOS
- 2) Diagonal : 23.2 mm
- 3) *Resolution* : 11.7 mega pixel
- 4) *Pixel Size* : 4.63 μm
- 5) *Bayer Pattern* : RGGB
- 6) *Shutter* : *Rolling Shutter*
- 7) *Exposure Range* : 32 μs -2000s
- 8) *Dimensions* : 78 mm Diameter
- 9) *Weight* : 410 g

⁶⁷ William Optics FLT 98 Triplet APO, <https://www.365astronomy.com/William-Optics-FLT-98-Triplet-APO-ROTOLOCK-FOCUSER-ALU-TUBE>, diakses pada tanggal 13/09/2023 pukul 21:27 WIB.

⁶⁸ FLO, <https://www.firstlightoptics.com/zwo-cameras/zwo-asi-294mc-pro-usb-30-cooled-colour-camera.html>, diakses pada tanggal 13/09/2023 pukul 21:47 WIB.

10) *Cooling* : *Refulated two stage TEC*



Gambar 2. 23: ZWO ASI29MC⁶⁹

- c. Vixen Polarie Star Tracker merupakan alat yang dapat mendeteksi atau mengikuti arah gerak bintang, sehingga proses pengambilan citra benda langit dapat dilakukan secara optimal dengan exposure yang tinggi. Cara pakai sederhananya ialah dengan meletakkan kamera atau *smartphone* di alat ini dan atur sesuai apa yang ingin diambil citranya. Adapun spesifikasinya sebagai berikut⁷⁰:

⁶⁹ Astrobackyard, <https://astrobackyard.com/asi294mc-pro-review/> diakses pada tanggal 13/09/2023 pukul 22:01 WIB.

⁷⁰ *Ibid*,

- 1) *Model* : M-184V
- 2) *Legs* : 4 *section*
- 3) *Minimum tripod length* : 555 mm
- 4) *Weight* : 1.98 kg



Gambar 2. 24: Vixen Polaris Star Tracker⁷¹

2. Perangkat *software*

a. Aplikasi *sky watcher*

- 1) Stellarium merupakan planetarium sumber terbuka gratis untuk komputer dengan menunjukkan langit realistik dalam 3D, seperti yang Anda lihat

⁷¹ Amazon, <https://www.amazon.com/Vixen-Optics-35505-Polaris-Tracker/dp/B006ZSRHKC>, diakses pada tanggal 13/09/2023 pukul 22:16 WIB.

dengan mata telanjang, teropong, atau teleskop.⁷²



Gambar 2. 25: Stellarium⁷³

- 2) Cartes du ciel merupakan program yang memungkinkan pengguna menggambar grafik langit, memanfaatkan data dibanyak katalog Bintang dan Nebula. Selain itu posisi planet, asteroid dan komet juga dapat ditampilkan. Tujuan dari program ini adalah untuk menyiapkan peta langit yang berbeda untuk pengamatan tertentu. Sejumlah besar parameter membantu pengguna

⁷² Stellarium, <https://stellarium.org/>, diakses pada tanggal 13/09/2023 pukul 22:35 WIB.

⁷³ *Ibid*,

memilih secara spesifik atau otomatis katalog mana yang akan digunakan, warna dan dimensi bintang dan nebula, representasi planet, tampilan label dan kisi koordinat, superposisi gambar, kondisi visibilitas dan lagi. Semua fitur tersebut membuat atlas angkasa ini lebih lengkap dibandingkan planetarium konvensional.⁷⁴



Gambar 2. 26: Aplikasi Cartes du ciel⁷⁵

- b. SharpCap merupakan alat pengambilan kamera astronomi yang mudah digunakan dan

⁷⁴ Cartes du Ciel, <https://www.ap-i.net/skychart/en/start>, diakses pada tanggal 13/09/2023 pukul 22:29 WIB.

⁷⁵ Kevin Jackson, <https://astrocookbook.com/2018/07/21/using-cartes-du-ciel-with-an-ascom-controlled-mount/>, diakses pada tanggal 13/09/2023 pukul 22:32 WIB.

kuat. Ini dapat digunakan dengan kamera astronomi khusus, webcam, dan perekam bingkai USB. Beragam fitur membuat SharpCap cocok untuk berbagai jenis pencitraan astronomi termasuk Planet, Lunar, Solar, *Deep Sky*, dan EAA (*Electronic Assisted Astronomy*). UI yang jelas dan logis membuat program ini mudah digunakan oleh pemula.⁷⁶



Gambar 2. 27: Aplikasi SharpCap⁷⁷

- c. *Nighttime Imaging N Astronomy* (NINA) adalah rangkaian pengurutan astrofotografi sumber terbuka yang memungkinkan pengguna mengatur sesi pencitraan yang

⁷⁶ SharpCap, <https://www.sharpcap.co.uk/>, diakses pada tanggal 13/09/2023 pukul 22:41 WIB.

⁷⁷ *Ibid*,

berisi rangkaian tindakan dan eksposur kontrol perangkat keras. NINA menawarkan aplikasi pengurutan untuk menyusun sesi astrofotografi dan kemudian mengarahkan sesi dari awal hingga akhir. Perangkat lunak ini mengoperasikan daftar tugas yang dilakukan secara berurutan. Contohnya adalah mengarahkan teleskop ke bagian langit ini. Pilih filter pencahayaan di roda filter. Lakukan rutinitas fokus. Ambil N eksposur pada penguatan X (atau ISO) dan kecepatan rana Y. Perintahkan roda filter untuk memutar ke filter merah dan mengambil N eksposur lagi dan seterusnya.⁷⁸

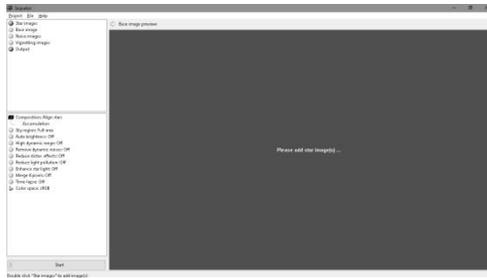


Gambar 2. 28: Aplikasi N.I.N.A⁷⁹

- d. Sequator adalah software untuk menggabungkan foto bintang, menyatukan gambar bintang dan galaksi yang kabur menjadi lebih jelas. Ketika sebuah foto galaksi dan bintang diambil, kadang ada yang hilang atau cahaya yang kurang kuat. Diperlukan proses menggabungkan beberapa foto, agar setiap titik cahaya pada foto dapat tampil lebih jelas. Sequator inilah yang berfungsi sebagai software Stacker. Sequator akan menggabungkan beberapa foto dan mengambil cahaya yang dominan serta menghilangkan gangguan emisi cahaya buatan dari foto. Proses tersebut dapat menghasilkan objek foto yang terang dari camera digital, dan diproses mengambil cahaya utama dari objek yang tertangkap sensor.⁸⁰

⁷⁹ Stefan Berg, <https://nighttime-imaging.eu/>, diakses pada tanggal 13/09/2023 pukul 22:59 WIB.

⁸⁰ Sequator image stack untuk foto bintang dan galaksi, <http://obengplus.com/artikel/articles/338/1/Sequator-image-stack->



Gambar 2. 29: Aplikasi Sequator versi 1.6.1.

E. Objek Langit

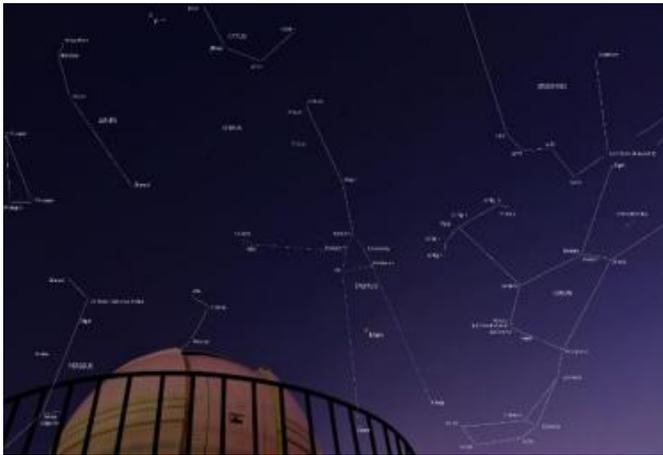
Objek astronomi atau umumnya disebut sebagai benda langit merupakan objek fisik atau struktur yang ada di alam semesta dan teramati.⁸¹ Ada banyak ragam dari benda langit, diantaranya planet, satelit, bintang, nebula, galaksi, asteroid, meteoroid, sistem keplanetan, komet, debu, antariksa, gugus galaksi, lubang hitam, super gugus, dan lainnya.⁸²

[untuk-foto-bintang-dan-galaksi.html](#), diakses pada tanggal 15 September 2023 pukul 07:59 WIB.

⁸¹ Michael E. Bakich, *The Cambridge Guide to the Constellations*. Cambridge University Press, 1995.

⁸² BRIN, <https://brin.go.id/reviews/110267/yuk-intip-benda-langit-di-antariksa>, diakses pada tanggal 24/08/2023 pukul 18:27 WIB.

Pengamatan objek langit dapat dilaksanakan jika memiliki tingkat kecerahan langit pada malam hari sangat mendukung, seperti pada gambar di bawah ini:



Gambar 2. 30: Citra langit di Observatorium UIN Walisongo Semarang.⁸³

Dengan data objek langit yang dapat teramati sebagai berikut:

⁸³ Muhammad Azkal Huda, *Pengukuran Kecerahan Langit di Observatorium UIN Walisongo Menggunakan SKY Quality Meter (SQM)*, (UIN Walisongo Semarang, skripsi, 2023).

Tabel 2.3

Tabel 2. 3: Data objek astronomi⁸⁴

No.	Nama	Rasi Bintang / Konstelasi	Tipe	Posisi Benda Langit		Magnitudo
				Asensio Rekta (RA)	Deklinasi (Dek)	
1	Bellatrix	Orion	Bintang Ganda	5h 26m 20,37d	+6° 22' 18,5"	1,6
2	Betelgeuse	Orion	Bintang	5h 56m 203,31d	+7° 24' 46,5"	0,45
3	Alnitak	Orion	Bintang Ganda	5h 41m 53,65d	-1° 55' 41"	1,85
4	Alnilam	Orion	Bintang	5h 37m 21,35d	-1° 11' 06,1"	1,65
5	Meissa	Orion	Bintang Ganda	5h 36m 22,66d	+9° 57' 2"	3,5
6	Mintaka	Orion	Bintang Ganda	5h 33m 9,43d	-0° 16' 49,9"	2,4
7	Tabit	Orion	Bintang Ganda	4h 51m 4,02d	+7° 0' 7,8"	3,15
8	Al Taj I	Orion	Bintang	4h 51m 50,61d	+8° 56' 24,8"	4,35

⁸⁴ *Ibid*,

No.	Nama	Rasi Bintang	Tipe	Posisi Benda Langit		Magnitudo
				4h 52m	+5° 38'	
9	Al Taj II	Orion	Bintang	Asensio Rekta (RA)	Deklinasi (Dek)	3,65
10	Al Taj III	Orion	Bintang	4h 55m 25,71d	+2° 28' 46,7"	3,7
11	Al Taj IV	Orion	Bintang Ganda	4h 56m 08,32d	+10° 11' 16,4"	4,6
12	Al Taj V	Orion	Bintang	4h 59m 43,13d	+1° 45' 37"	4,45
13	Rigel	Orion	Bintang Ganda	5h 15m 31,32d	-8° 10' 20,8"	0,15
14	Saiph	Orion	Bintang	5h 48m 49,38d	-9° 39' 29,6"	2,05
15	φ2 Ori	Orion	Bintang	5h 38m 8,56d	+9° 18'	4,05
16	φ1 Ori (Heka)	Orion	Bintang Ganda	5h 36m 3,39d	+9° 30' 22,3"	4,35
17	μ Orionis	Orion	Bintang Ganda	6h 3m 37,14d	+9° 38' 55,2"	4,3
18	ν Orionis	Orion	Bintang	6h 8m 51,23d	+14° 45' 59,8"	4,4
19	ξ Orionis	Orion	Bintang Ganda	6h 13m 12,45d	+14° 12' 16,5"	4,45
20	π1 Ori	Orion	Bintang	6h 13m 20,92d	+16° 7' 33,6"	4,95

No.	Nama	Rasi Bintang	Tipe	Posisi Benda Langit		Magnitudo
21	x1 Ori	Orion	Bintang Ganda	5h 55m 42,8d	+20° 16' 49,8"	4,35
22	x2 Ori	Orion	Bintang Ganda	6h 54m 15,20d	+20° 80' 17,3"	4,6
23	Alheka	Taurus	Bintang	5h 38m 59,38d	+21° 9' 23"	2,95
24	Elnath	Taurus	Bintang Ganda	5h 27m 42,92d	+28° 37' 31,9"	1,65
25	Aldebaran	Taurus	Bintang Ganda	4h 37m 13,11d	+16° 33' 18,5"	0,85
26	τ Tauri	Taurus	Bintang Ganda	4h 43m 36,12d	+23° 0' 0"	4,3
27	Ain	Taurus	Bintang Ganda	4h 29m 56,30d	+19° 13' 50,5"	3,5
28	Hyadum II (Secunda Hy)	Taurus	Bintang Ganda	4h 24m 14,45d	+17° 35' 45"	3,75
29	Hyadum I (Primary Hy)	Taurus	Bintang Ganda	4h 21m 4,94d	+15° 40' 57,9"	3,65
30	Hyadum IV (Chamukuy)	Taurus	Bintang Ganda	4h 29m 57,28d	+15° 55' 17,4"	3,4
31	Atlas	Taurus	Bintang	3h 50m	+24° 7'	3,6

No.	Nama	Rasi Bintang / Konstelasi	Tipe Ganda	Posisi Benda Langit		Magnitudo
				Asensio Rekta (RA)	Deklinasi (Dek)	
32	Pleiades (7 Stars)	Taurus	<i>Open Cluster Associated with Nebula</i>	3h 48m 20,95d	+24° 11' 13,5"	1,2
33	λ Tauri	Taurus	Bintang Ganda	4h 1m 56,21d	+12° 33' 18,2"	3,4
34	f Tauri	Taurus	Bintang	3h 32m 7,67d	+13° 0' 53,7"	4,1
35	o Tauri	Taurus	Bintang	3h 26m 2,23d	+9° 6' 34,3"	3,6
36	ξ Tauri	Taurus	Bintang Ganda	3h 28m 24,9d	+9° 48' 45,2"	3,7
37	Uranus	-	Planet	3h 5m 14,67d	+17° 01' 0,9"	5,73
38	Mars	-	Planet	4h 56m 32,18d	+21° 40' 28,5"	-0,44
39	α Ceti	Cetus	Bintang	3h 3m 28,21d	+4° 10' 47,7"	2,5
40	λ Ceti	Cetus	Bintang	3h 0m 56,15d	+8° 59' 54,9"	4,7
41	μ Ceti (Al Kaff)	Cetus	Bintang Ganda	2h 46m 10,48d	+10° 12' 38,5"	4,25

No.	Nama Al Jidmah IV)	Rasi Bintang / Konstelasi	Tipe	Posisi Benda Langit		Magnitudo
42	ξ2 Ceti (Al Kaff Al Jidmah II)	Cetus	Bintang	2h 29m 22,32d	+8° 33' 45,3"	4,3
43	Bharani	Aries	Bintang Ganda	2h 51m 19,56d	+27° 21' 12"	3,6
44	Hamal	Aries	Bintang	2h 8m 27,59d	+23° 34' 12"	2
45	Sheratan	Aries	Bintang Ganda	1h 55m 54,13d	+20° 55' 9,5"	2,6
46	Mesarthim	Aries	Bintang Ganda	1h 54m 47,04d	+19° 24' 19,9"	4,5
47	α	Triangulum	Bintang	1h 54m	+29° 41' 20"	3,4
	Trianguli (Muthollah)	(Tucana)	Ganda	23,22d		
48	β Tri (Mizan)	Triangulum (Tucana)	Bintang Ganda	2h 10m 54,31d	+35° 5' 37,4"	3
49	γ Tri	Triangulum (Tucana)	Bintang Ganda	2h 18m 40,42d	+33° 57' 4,2"	4

No.	Nama	Rasi Bintang	Tipe	Posisi Benda Langit		Magnitudo
				Asensio Rekta (RA)		
50	16 Persei	Perseus	Bintang Ganda		+38° 24' 37,7"	4,2
51	25 Persei (Goronea Tertia)	Perseus	Bintang	3h 6m 38,28d	+38° 55' 35,0"	3,3
52	Algol	Perseus	Bintang Ganda	3h 9m 39,18d	+41° 02' 27,8"	2,05
53	Misam	Perseus	Bintang Ganda	3h 11m 2,13d	+44° 56' 28,1"	3,75
54	Mirfak (Algenib)	Perseus	Bintang Ganda	3h 25m 57,12d	+49° 56' 20,2"	1,75
55	Menkib (46 Persei)	Perseus	Bintang Ganda	4h 0m 26,29d	+35° 51' 16,2"	3,95
56	ξ Persei (Atik-44 Persei Menkhib)	Perseus	Bintang Ganda	3h 55m 33,55d	+31° 56' 58,8"	2,8
57	Atik (Ati Alatik-38 Persei)	Perseus	Bintang Ganda	3h 45m 44,63d	+32° 21' 31,5"	3,85
58	λ Eri (Kursi Al Jauzah II)	Eridanus	Bintang	5h 11m 13,60d	-8° 43' 19,2"	4,25

No.	Nama Cursa	Rasi Bintang	Tipe Bintang Ganda	Posisi Benda Langit		Magnitudo
				Asensio Rekta (RA)	Deklinasi (Dek)	
59	(β Eri- DhalimK ursa)	Eridanu s	Bintang Ganda			2,7
60	ω Eri	Eridanu s	Bintang	4h 54m 0,31d	-5° 24' 43,8"	4,35
61	μ Eri	Eridanu s	Bintang Ganda	4h 46m 37,99d	-3° 12' 38,6"	4
62	ν Eri	Eridanu s	Bintang Ganda	4h 37m 27,0d	-3° 18' 13,6"	3,9
63	Sceptrum	Eridanu s	Bintang Ganda	4h 39m 13,06d	-14° 15' 23,4"	3,9
64	Beid	Eridanu s	Bintang	4h 12m 58,39d	-6° 46' 33,5"	4
65	Keid	Eridanu s	Bintang Ganda	4h 16m 20,07d	-7° 36' 25,6"	4,4



Gambar 2. 31: Citra objek langit di Observatorium UMSU Medan⁸⁵

Dengan data objek langit yang dapat teramati sebagai berikut:

Tabel 2. 4: Data objek langit yang teramati.⁸⁶

Simbol	Nama Benda Langit	Nilai Magnitude
v_1	V oph	3.10
v_2	Saturnus	0.53
v_3	Kaus Australis	1.67
v_4	Jupiter	-1.74
v_5	Yed Posterior	3.20
v_6	Sabik	2.45
v_7	Yed Prior	3.15
v_8	Antares	0.95
v_9	Saik	2.34
v_{10}	Kaus Barioalis	2.85
v_{11}	Alnashl	2.89
v_{12}	Larawag	2.21
v_{13}	Sha ula	1.58
v_{14}	Fang	2.79
v_{15}	Acrab	2.45
v_{16}	Alniyat II	2.34
v_{17}	Sargas	1.70
v_{18}	kaus Media	2.70

⁸⁵ Zulfi Amri, Rizkiyan Hadi, Pembentukan Graf Berdasarkan Benda Langit (Bintang) dengan Selisih Nilai Magnitude Tertentu di OIF UMSU, Al-Marshad: Jurnal Astronomi Islam Dan Ilmu-Ilmu Berkaitan, 2020.

⁸⁶ *Ibid*,

F. Fase Bulan

Bulan bukanlah hanya sebagai penghias langit malam dan penerangan saat Matahari tenggelam. Objek yang dikenal sebagai satelit Bumi ini merupakan salah satu anggota tata surya yang senantiasa mengelilingi planet ketiga Matahari ini. Jarak rata-rata Bulan dari Bumi adalah 384.400 km atau 0,00258 kali jarak rata-rata Bumi dari Matahari (149.000.000 km). Hal inilah yang menyebabkan Bulan tampak berukuran hampir sama dengan Matahari jika diamati dari Bumi, karena itu pula pantulan cahaya Bulan yang berasal dari Matahari pun cukup banyak, sehingga Bulan akan tampak sebagai benda langit paling terang kedua setelah Matahari.⁸⁷

Fase Bulan adalah bentuk Bulan yang berbeda-beda saat diamati dari Bumi (sabit, kuartil, gibous, purnama). Bulan tampak bersinar karena memantulkan cahaya Matahari. Setengah bagian Bulan yang menghadap Matahari akan terang, dan

⁸⁷ Wijaya AF. *Gerak Bumi dan Bulan*, (Jayapura:Digital Learning Lesson Study, 2010).

sebaliknya setengah bagian yang membelakangi Matahari akan gelap. Akan tetapi fase bulan yang terlihat dari Bumi bergantung pada kedudukan relatif Matahari, Bulan, dan Bumi.⁸⁸



Gambar 2. 32: Fase-fase bulan⁸⁹

Pada kedudukan pertama Matahari, Bulan, dan Bumi terletak pada satu bidang dan Bulan diantara Bumi dan Matahari. Kedudukan seperti ini disebut konjungsi. Pada kedudukan ini bagian terang Bulan tidak terlihat dari Bumi. Bulan pada kedudukan

⁸⁸ *Ibid*

⁸⁹

Ilham

Tirta,

<https://antarksa.republika.co.id/ulasan/1712934435/Fase-Bulan-Bulan-Baru-Idul-Fitri-dan-Gerhana-Matahari-Hibrida>, diakses pada tanggal 16/09/2023 pukul 00:16 WIB.

ini disebut Bulan baru. Pada kedudukan kedua, hanya kira-kira seperempat dari bagian terang Bulan yang terlihat dari Bumi. Bulan pada kedudukan ini disebut Bulan sabit. Berurutan seterusnya hingga kedudukan keempat posisi Bulan yang relatif antara Bumi dan Matahari menunjukkan bagian yang semakin besar. Kemudian pada kedudukan kelima, Matahari, Bulan, dan Bumi terletak pada satu bidang dan Bulan berada di belakang Bumi. Kedudukan seperti ini disebut oposisi. Pada kedudukan ini seluruh bagian terang Bulan terlihat dari Bumi. Bulan pada kedudukan ini berada pada fase Bulan Purnama.⁹⁰

G. Astrogotografi

Astrofotografi berasal dari kata astronomi dan fotografi yang secara langsung berkaitan dengan kegiatan pengambilan gambar benda astronomi yang menjadi objek. Adapun objek astrofotografi terdiri

⁹⁰ Wijaya AF, *Op.Cit.*

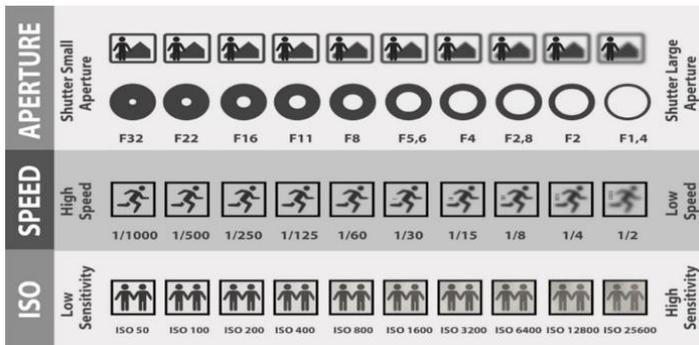
dari 2 macam yaitu benda langit dan fenomena langit.⁹¹

Perlu diketahui dalam pengambilan citra objek langit, ada beberapa settingan yang perlu diketahui, yang biasa disebut segitiga exposure. *The Exposure Triangle* atau Segitiga *Exposure*, merupakan istilah yang merujuk pada 3 elemen dasar pada *Exposure*, yaitu *aperture*, *shutter speed* dan ISO. Ketiga elemen ini saling berkaitan dalam proses masuknya paparan cahaya/sinar ke dalam kamera, sebelum mencapai sensor gambar (proses ini disebut *Exposure*). Perubahan yang terjadi pada salah satu elemen *exposure* akan berdampak pada perubahan elemen lainnya, sehingga tidak bisa hanya mengatur satu elemen saja, namun perlu melibatkan elemen lain dalam membentuk *exposure*.⁹²

⁹¹ Ahmad Junaidi, *Astrofotografi Adopsi dan Implementasinya Dalam Rukyatulhilar di Indonesia*, (Yogyakarta: Q-MEDIA, 2021), h 4.

⁹² Yosep Peniel Batubara, Tingkatkan Permainan Fotografimu: Segitiga Exposure sebagai Dasar Ilmu Fotografi, <https://www.djkn.kemenkeu.go.id/kpknl-manado/baca-artikel/13983/Tingkatkan-Permainan-Fotografimu-Segitiga-Exposure-sebagai-Dasar-Ilmu> Fotografi, diakses pada tanggal 13/09/2023 pukul 23:12 WIB.

Aperture adalah seberapa banyak cahaya yang masuk melalui lensa (sangat penting terhadap efek *depth of field/bokeh*), *Shutter Speed* adalah kecepatan waktu *aperture* terbuka dalam menerima cahaya yang masuk, dan ISO adalah tingkat sensitivitas sensor kamera.



Gambar 2. 33: Segitiga exposure⁹³

⁹³ *Ibid*,

BAB III

KECERLANGAN LANGIT MALAM DAN VISIBILITAS OBJEK LANGIT DI OBSERVATORIUM YANBU'UL QUR'AN KUDUS

A. Profil Observatorium Yanbu'ul Qur'an Kudus



Gambar 3. 1: Observatorium Yanbu'ul Qur'an Kudus

Observatorium Yanbu'ul Qur'an merupakan sebuah Observatorium yang berada di Kudus tepatnya ada di Pondok Tahfidz Yanbu'ul Qur'an Menawan. Observatorium sendiri merupakan bangunan tempat di mana dilakukan pengamatan benda-benda langit.

Pengamatan tersebut tertata, terdata, dan tercatat. Observatorium sangat identik dengan instrumen-instrumen benda-benda langit yang beragam, di samping lokasi tempat beradanya yang strategis.

Berdirinya Observatorium Yanbu'ul Qur'an berawal dari keinginan pimpinan pondok Dr. KH. Ahmad Faiz, Lc., M.A. yang berkeinginan membuat sebuah observatorium di pondok tahfidz Yanbu'ul Qur'an. Dengan adanya observatorium diharapkan dapat meningkatkan kualitas santri, sekaligus bentuk respon pondok yang menunjukkan bahwa santri selalu mengikuti kemajuan teknologi dan perkembangan zaman.

Observatorium ini terletak di Pondok Tahfidz Yanbu'ul Qur'an Menawan Kabupaten Kudus. Berdasarkan titik koordinatnya, letak astronomis observatorium ini berada pada $-6^{\circ}41'54''$ Lintang Selatan dan $110^{\circ}51'02''$ Bujur Timur, berukuran panjang 11 meter dan lebar 3,5 meter, mempunyai model atap *sliding roof* dengan tinggi 300 meter. Letaknya yang jauh dari pusat kota membuat observatorium ini relevan untuk digunakan pengamatan benda langit karena minimnya polusi

cahaya lampu kota, apalagi letaknya yang berada di samping hutan. Walaupun tidak menutup kemungkinan masih ada beberapa polusi cahaya yang disebabkan oleh lampu menara masjid yang letaknya hanya berjarak 70 meter dari lokasi observasi.

Lokasinya yang berada di pinggir hutan juga sangat mendukung untuk pengamatan benda langit dengan arah pandang yang luas dan minim polusi cahaya buatan. Bisa dilihat gambar di bawah ini kondisi arah mata angin di Observatorium Yanbu'ul Qur'an.



Gambar 3. 2: arah timur Observatorium Yanbu'ul Qur'an Kudus



Gambar 3. 3: arah selatan Observatorium Yanbu'ul
Qur'an Kudus



Gambar 3. 4: arah utara Observatorium Yanbu'ul
Qur'an Kudus



Gambar 3. 5: arah barat Observatorium Yanbu'ul
Qur'an Kudus

Dengan adanya Observatorium Yanbu'ul Qur'an, santri dapat belajar langsung mengenai instrument-instrumen ilmu falak yang modern maupun klasik, Adapun instrument yang dimiliki Observatorium Yanbu'ul Qur'an, sebagai berikut:⁹⁴

1. OTA : William Optic FLT-
98 Triplet APO, Skymax
180, Astromaster 130eq
2. Mounting : Skywatcher AZEQ6 Pro
3. Kamera : ZWO ASI
294MC Pro, Svfony 905C, Svfony 30

⁹⁴ Nur Sidqon,
<https://nursidqon.blogspot.com/2023/08/profil-observatorium-yanbuul-quran.html?m=1>, diakses pada tanggal 25/08/2023 pukul 08:07 WIB

- 4. *Guiding scope* : Svbonny Sv106 50mm
- 5. Aksesoris : Afr-IV 0.8x Flattener, Solar filter, Dew Heater strip, dll

B. Proses Pengambilan Data Kecerlangan Langit

Pada penelitian ini, untuk mengambil data dan mengolah datanya, peneliti menggunakan perangkat *Sky Quality Meter* (SQM) LU-DL-R1 dalam pengambilan data kecerahan langit dan menggunakan perangkat software unihedron device manager dan excel terhadap pengolahan data yang dirubah kebentuk grafik.

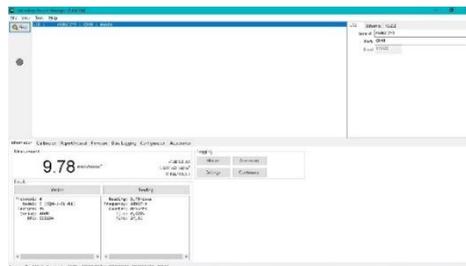
Langkah-langkah yang perlu diperhatikan dalam pengambilan data menggunakan SQM, sebagai berikut:

1. Melakukan pengaturan SQM LU-DL-R1 pada software UDM dengan cara menghubungkan perangkat SQM dengan computer menggunakan kabel USB.



Gambar 3. 6: SQM dihubungkan dengan komputer

2. Buka software Unihedron Device Manager, klik Find untuk membaca perangkat SQM yang terhubung.



Gambar 3. 7: Layar utama UDM

3. Pada tab information, klik tab header untuk memasukkan dan mengedit data seperti *Location Name*, *Position*, *Lcal Timezone Region*, *Local Timezone Name*, dan *Cover Offset*.
4. Pilih tab *Data Logging*, klik *Setting* pada *Device Clock* untuk menyinkronisasi jam yang ada pada

perangkat SQM dengan waktu komputer, kemudian pada dialog *Real Time Clock* klik Set untuk menyelaraskan waktu perangkat SQM dengan waktu komputer.

5. Di dalam tab data logging pilih *every x seconds (always on)* dan set pada 30 s yang berarti perekaman data dilakukan dengan interval waktu 30 detik. Bertujuan untuk mendapatkan data serapat mungkin untuk saat SQM dipasang untuk mengetahui perubahan kecerahan langit malam.
6. Pastikan tidak ada data yang masih tersimpan di penyimpanan internal SQM, karena akan mempersulit proses pengambilan data ke laptop setelah proses pengambilan data selesai dengan cara pilih *Data Logging*, di kolom *Trigger* pilih *Off*, lalu di kolom *Storage* pilih *Erase all*.
7. Cek kapasitas baterai yang tersisa. Jika baterai lebih dari 5 v, maka masih aman untuk digunakan.

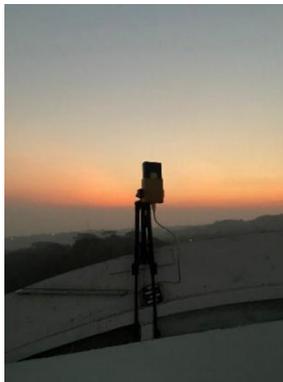
Setelah tahapan pengaturan SQM maka dilanjut dengan penempatan dan pengamatan SQM, sebagai berikut:

1. Siapkan SQM dan baterai yang telah tersambung kabel USB.



Gambar 3. 8: SQM dan baterai yang sudah terpasang kabel USB

2. Pasang SQM ke tripod secara vertikal dan arahkan SQM ke arah zenit.



Gambar 3. 9: Pemasangan SQM ke arah zenith.

3. Sambungkan SQM dengan baterai yang sudah disiapkan menggunakan kabel USB.

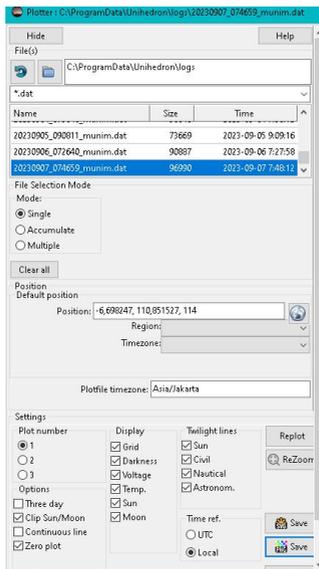
4. Ketika perangkat sudah tersambung ke baterai dan lampu warna merah sudah menyala (berkedip) maka bisa dipastikan data sudah terekam di dalam alat SQM.
5. Setelah setting alat selesai, pengamatan dapat dimulai.

Ketika data sudah terkumpul hingga pukul 05.00 WIB, peneliti melakukan pengambilan serta pengolahan data dari hasil pengamatan langit malam menggunakan SQM, sebagai berikut:

1. Ambil SQM yang terpasang di tripod, lepaskan kabel USB dari SQM. Proses ini secara otomatis menon-aktifkan SQM.
2. Buka software Unihedron Device Manager, lalu ambil data dengan cara pilih menu *Data Logging* dan klik di bagian *Retrive*.
3. Setelah itu klik Ret. All (ASCII) maka data pengamatan selama satu malam akan terekam ke dalam laptop.
4. Untuk melihat grafik bisa menggunakan fitur yang ada di dalam software UDM yaitu fitur plotter. Fitur ini terletak di menu view. Langkah-

langkah membuka data pengamatan melalui fungsi plotter adalah sebagai berikut:

- a. Klik tab view dan pilih plotter
- b. Pada kolom File(s), pilih folder data yang ingin dibuka.
- c. Pilih data yang ingin dibuka.
- d. Pada tab display pilih variabel apa saja yang ingin ditampilkan dalam grafik.
- e. Pada tab twilight lines pilih garis fajar dan senja yang hendak ditampilkan.



Gambar 3. 10: Tampilan layer *plotter*



Gambar 3. 11: Tampilan layar grafik hasil plotting

Keterangan garis twilight rise/set:

Biru Muda : Sunrise/sunset

Biru : Civil Twilight

Biru Navy :Nautical Twilight

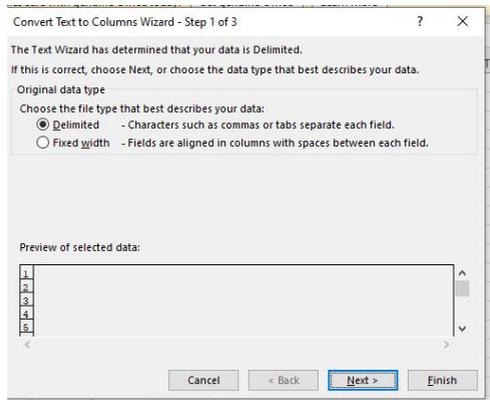
Hitam : Astronomical twilight

Warna Grafik Kurva Hitam: ketinggian Bulan

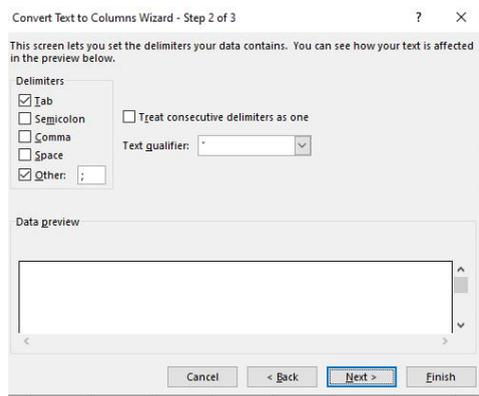
Kurva Orange : ketinggian Matahari

Garis plot Merah : nilai kecerahan langit dalam MPAS

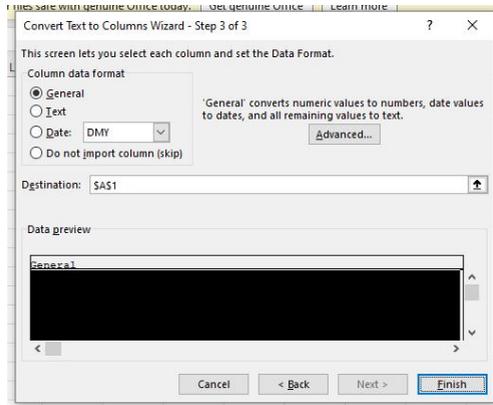
- f. Grafik ini dapat disimpan dalam bentuk file .png dan .svg.
- 5. Mengolah data hasil pengamatan menggunakan Microsoft excel, untuk mendapatkan nilai maksimum dari kecerahan langit. Adapun Langkah-langkahnya sebagai berikut:



Gambar 3. 14: dialog Text Import Wizard – Step 1

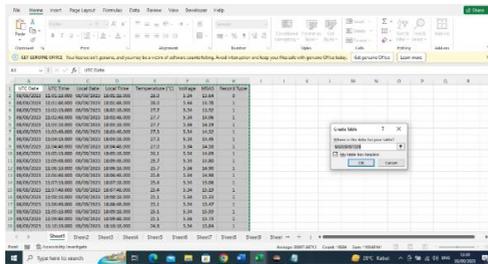


Gambar 3. 15: dialog Text Import Wizard – Step 2



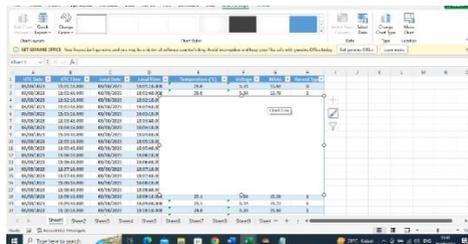
Gambar 3. 16: dialog Text Import Wizard – Step 3

- c. Rapikan kolom agar mempermudah dalam pembacaan data, pisahkan antara data tanggal dan waktu.
- d. Mengubah format data hasil pengamatan menjadi table, agar memudahkan mencari nilai tertinggi dan waktunya. Blok seluruh data pengamatan mulai dari jam UTC hingga nilai MPAS-nya, kemudian tekan Ctrl+T, kemudian Ok.

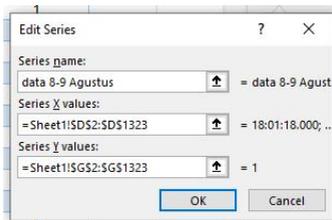


Gambar 3. 17: Tampilan table data

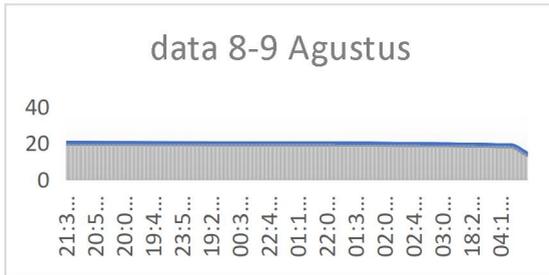
- f. Buat grafik dengan memilih grafik scatter, atur grafik agar memunculkan data waktu sebagai x dan magnitude sebagai y.



Gambar 3. 18: pemilihan grafik

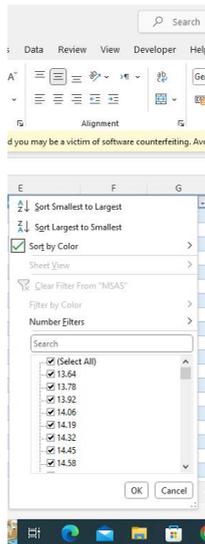


Gambar 3. 19: pemilihan kolom waktu lokal sebagai sumbu x dan nilai magnitude sebagai sumbu y



Gambar 3. 20: Tampilan grafik

- g. Mencari waktu dengan nilai magnitude tertinggi dengan cara mensortir kolom MPAS di tabel berdasarkan nilai tertinggi.



Gambar 3. 21: Mengurutkan nilai MPAS dari yang tertinggi

Local Date	Local Time	Temperature (°C)	Humidity	MSISN	Record Type
08/08/2023	21:32:48.000	23.2	5.34	19.86	1
08/08/2023	21:33:18.000	22.8	5.34	19.86	1
08/08/2023	21:27:48.000	22.8	5.34	19.85	1
08/08/2023	21:28:18.000	22.8	5.34	19.85	1
08/08/2023	21:28:48.000	22.8	5.34	19.85	1
08/08/2023	21:30:18.000	22.8	5.34	19.85	1
08/08/2023	21:31:48.000	22.8	5.34	19.85	1
08/08/2023	21:33:48.000	22.8	5.34	19.85	1
08/08/2023	21:03:18.000	22.5	5.34	19.84	1
08/08/2023	21:03:48.000	22.5	5.34	19.84	1
08/08/2023	21:08:48.000	22.8	5.34	19.84	1
08/08/2023	21:09:18.000	22.8	5.34	19.84	1
08/08/2023	21:09:48.000	22.8	5.34	19.84	1
08/08/2023	21:10:18.000	22.8	5.34	19.84	1
08/08/2023	21:10:48.000	22.8	5.34	19.84	1
08/08/2023	21:11:18.000	22.8	5.34	19.84	1
08/08/2023	21:11:48.000	22.8	5.34	19.84	1
08/08/2023	21:12:18.000	22.8	5.34	19.84	1
08/08/2023	21:12:48.000	22.8	5.34	19.84	1

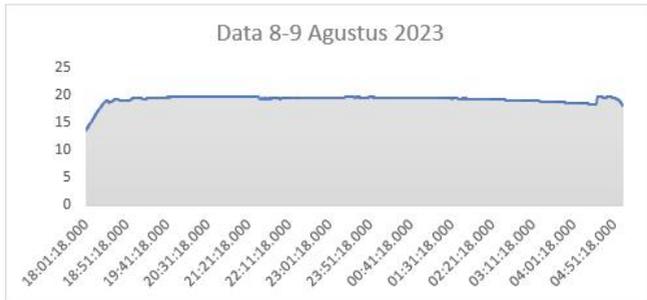
Gambar 3. 22: Waktu dengan nilai kecerahan langit tertinggi

C. Data Pengamatan Kecerahan Langit

Penelitian pengaruh kecerahan langit terhadap pengamatan benda langit di Observatorium Yanbu'ul Qur'an Kudus yang dilaksanakan selama 1 bulan, dimulai pada tanggal 8 Agustus – 8 September 2023. Pengamatan dilakukan dalam rentang waktu 18:00 WIB sampai dengan 05:00 WIB setiap harinya dengan interval 30 detik.

Data pengamatan yang berhasil didapatkan menggunakan SQM tersebut kemudian diolah

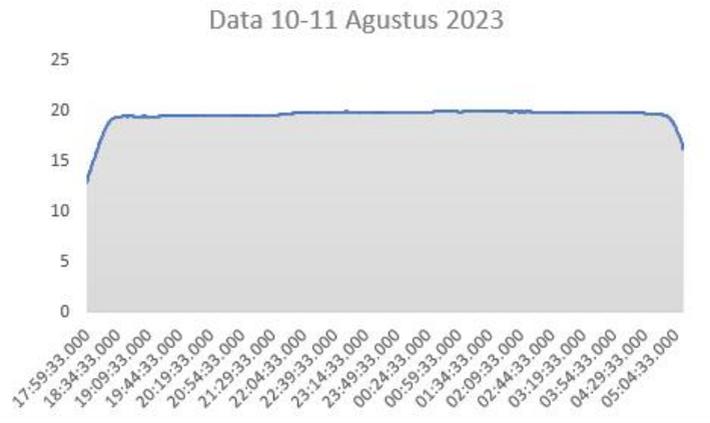
menggunakan Ms. Excel dan di plot dalam bentuk grafik sebagai berikut:



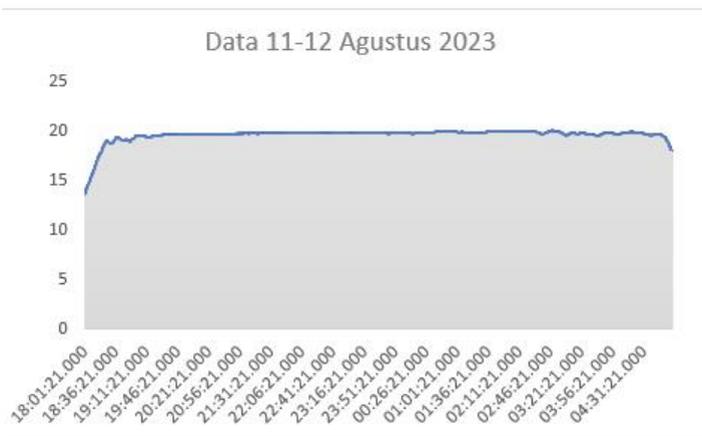
Gambar 3. 23: grafik kecerahan langit 8-9 Agustus 2023



Gambar 3. 24: grafik kecerahan langit 9-10 Agustus 2023



Gambar 3. 25: grafik kecerahan langit 10-11 Agustus 2023



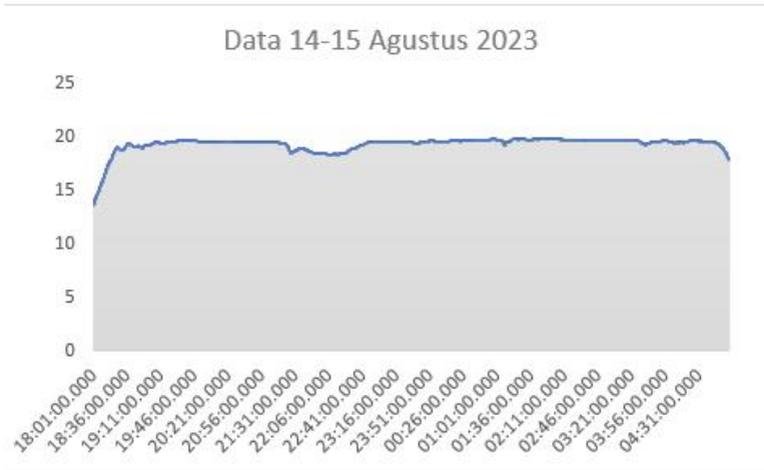
Gambar 3. 26: grafik kecerahan langit 11-12 Agustus 2023



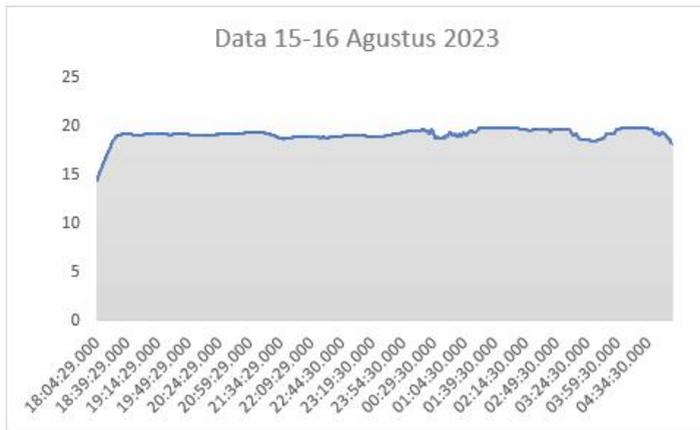
Gambar 3. 27: grafik kecerahan langit 12-13 Agustus 2023



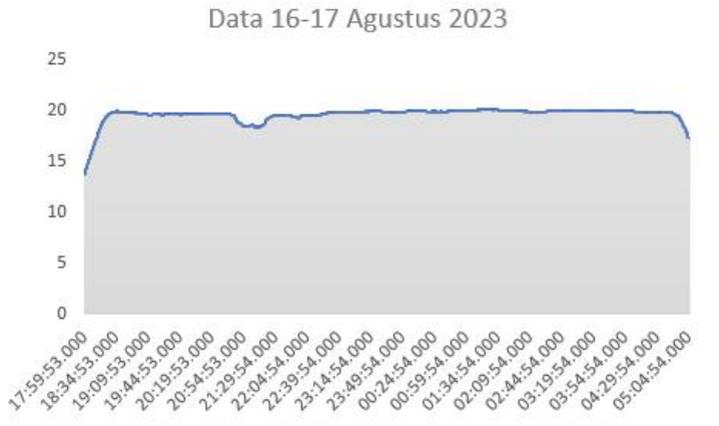
Gambar 3. 28: grafik kecerahan langit 13-14 Agustus 2023



Gambar 3. 29: grafik kecerahan langit 14-15 Agustus 2023



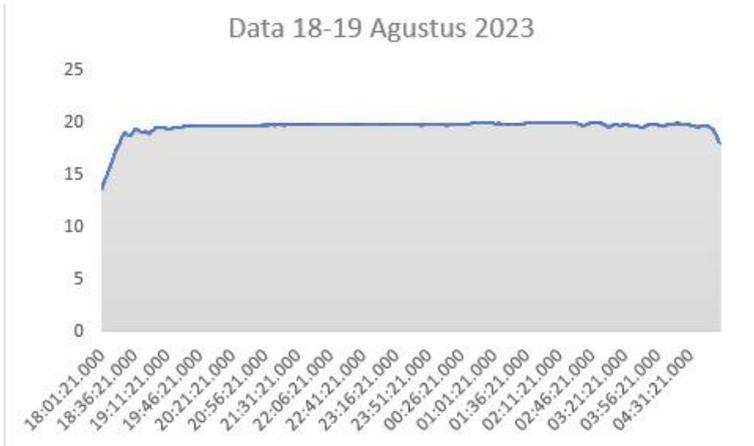
Gambar 3. 30: grafik kecerahan langit 15-16 Agustus 2023



Gambar 3. 31: grafik kecerahan langit 16-17 Agustus 2023



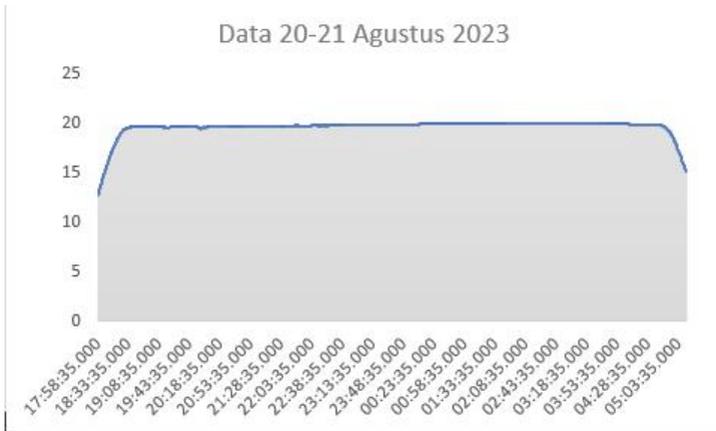
Gambar 3. 32: grafik kecerahan langit 17-18 Agustus 2023



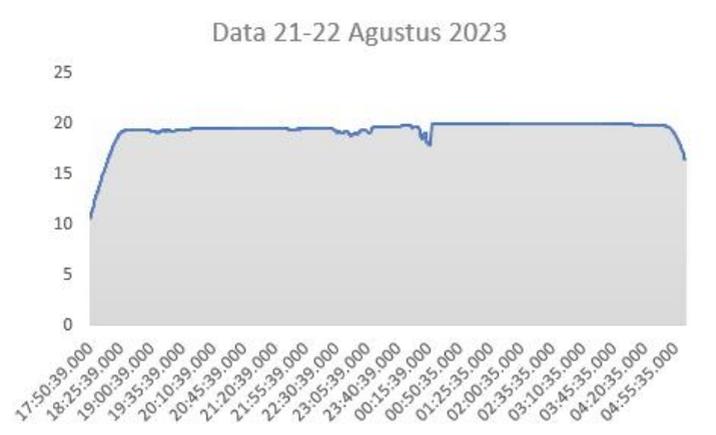
Gambar 3. 33: grafik kecerahan langit 18-19 Agustus 2023



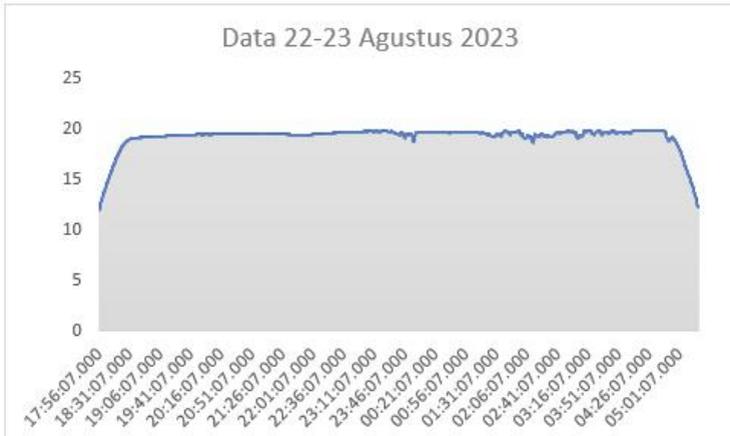
Gambar 3. 34: grafik kecerahan langit 19-20 Agustus 2023



Gambar 3. 35: grafik kecerahan langit 20-21 Agustus 2023



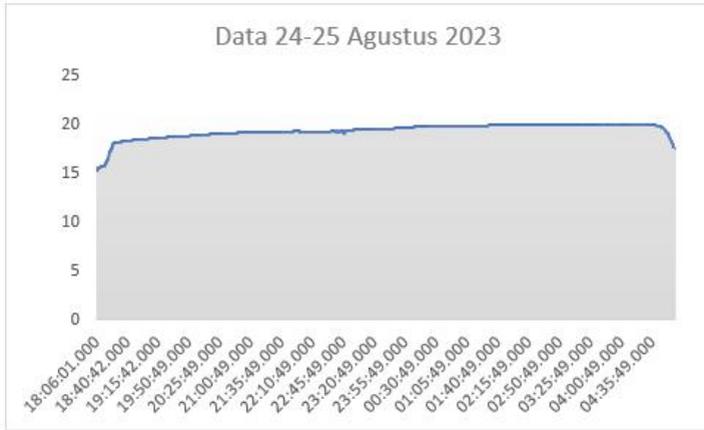
Gambar 3. 36: grafik kecerahan langit 21-22 Agustus 2023



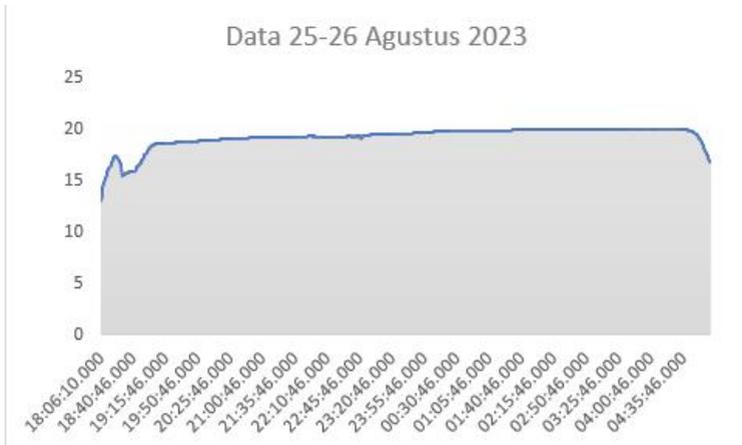
Gambar 3. 37: grafik kecerahan langit 22-23 Agustus 2023



Gambar 3. 38: grafik kecerahan langit 23-24 Agustus 2023



Gambar 3. 39: grafik kecerahan langit 24-25 Agustus 2023



Gambar 3. 40: grafik kecerahan langit 25-26 Agustus 2023



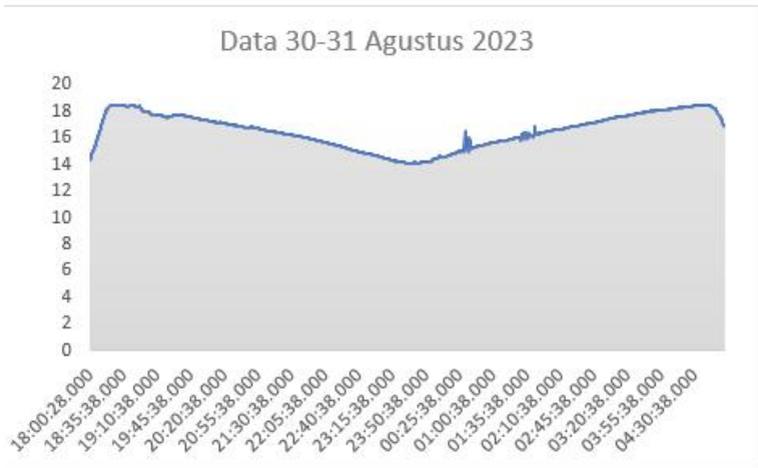
Gambar 3. 41: grafik kecerahan langit 26-27 Agustus 2023



Gambar 3. 42: grafik kecerahan langit 28-29 Agustus 2023



Gambar 3. 43: grafik kecerahan langit 29-30 Agustus 2023



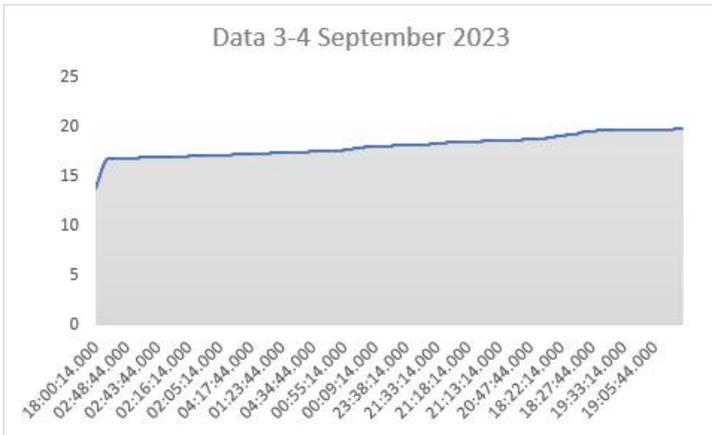
Gambar 3. 44: grafik kecerahan langit 30-31 Agustus 2023



Gambar 3. 45: grafik kecerahan langit 31 Agustus-1 September 2023



Gambar 3. 46: grafik kecerahan langit 2-3 September 2023



Gambar 3. 47: grafik kecerahan langit 3-4 September 2023



Gambar 3. 48: grafik kecerahan langit 4-5 September 2023



Gambar 3. 49: grafik kecerahan langit 5-6 September 2023

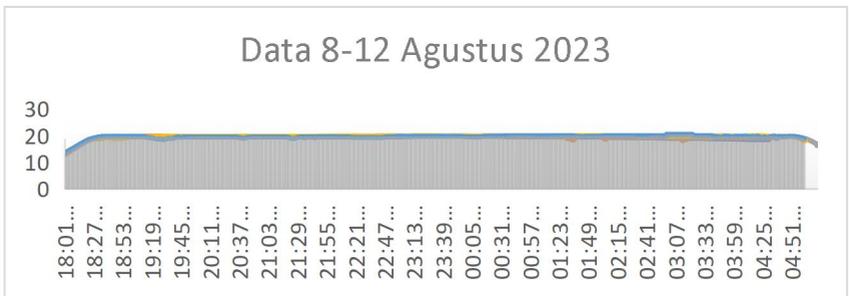


Gambar 3. 50: grafik kecerahan langit 5-6 September 2023

Keterangan 28 grafik di atas sebagai berikut:

1. Garis berwarna biru menunjukkan grafik dari data nilai MPAS
2. Disebelah kiri menunjukkan nilai MPAS
3. Dibagian bawah menunjukkan waktu dari nilai MPAS

Grafik-grafik di atas menunjukkan hasil pengamatan yang dilakukan dalam rentang waktu satu bulan, apabila beberapa data yang berurutan kita plot menjadi satu akan menampilkan sedikit perbedaan yang terjadi di setiap harinya.

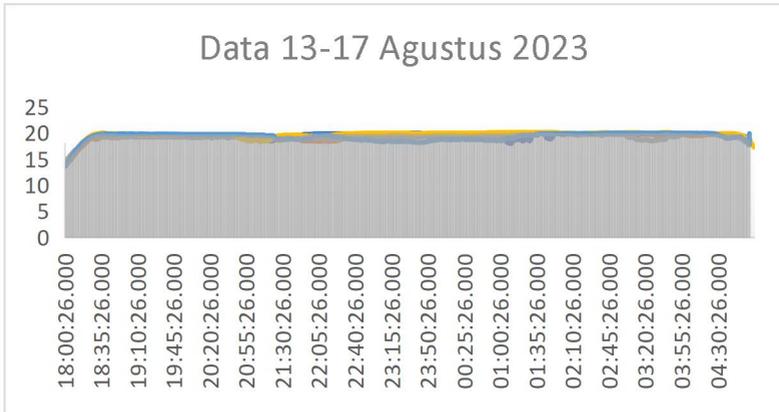


Gambar 3. 51: grafik kecerahan langit 8-12 Agustus 2023

Keterangan grafik yang digabungkan per lima hari dari nilai MPAS yang didapat, sebagai berikut:

1. Grafik warna biru tua : tanggal 8-9 Agustus 2023
2. Grafik warna oren tanggal: tanggal 9-10 Agustus 2023
3. Grafik warna abu-abu : tanggal 10-11 Agustus 2023

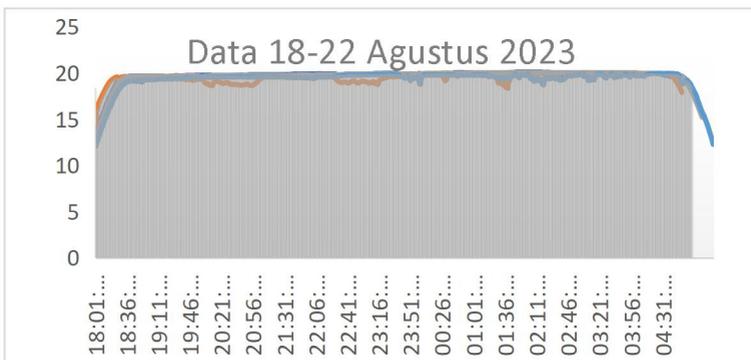
4. Grafik warna kuning : tanggal 11-12 Agustus 2023
5. Grafik warna biru muda : tanggal 12-13 Agustus 2023



Gambar 3. 52: grafik kecerahan langit 13-17 Agustus 2023

Keterangan:

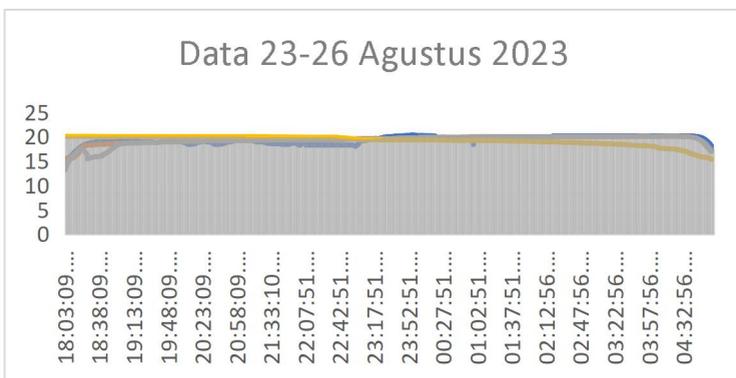
1. Grafik warna biru tua : tanggal 13-14 Agustus 2023
2. Grafik warna oren tanggal : tanggal 4-15 Agustus 2023
3. Grafik warna abu-abu : tanggal 15-16 Agustus 2023
4. Grafik warna kuning : tanggal 16-17 Agustus 2023
5. Grafik warna biru muda : tanggal 17-18 Agustus 2023



Gambar 3. 53: grafik kecerahan langit 18-22 Agustus 2023

Keterangan:

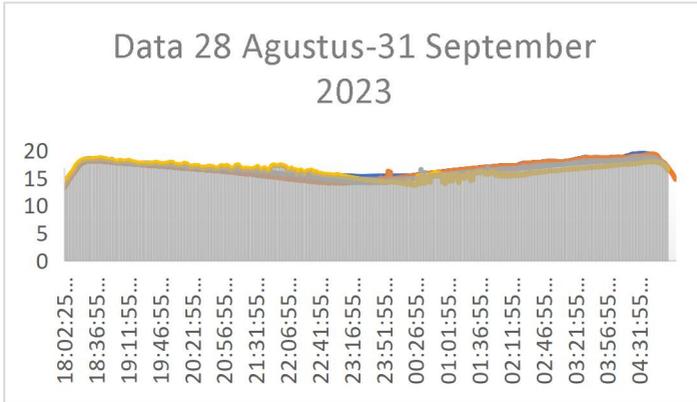
1. Grafik warna biru tua : tanggal 18-19 Agustus 2023
2. Grafik warna oren tanggal : tanggal 19-20 Agustus 2023
3. Grafik warna abu-abu : tanggal 20-21 Agustus 2023
4. Grafik warna kuning : tanggal 21-22 Agustus 2023
5. Grafik warna biru muda : tanggal 22-23 Agustus 2023



Gambar 3. 54: grafik kecerahan langit 23-26 Agustus 2023

Keterangan:

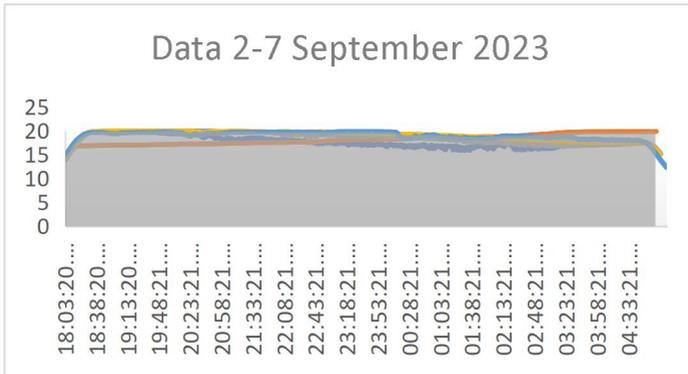
1. Grafik warna biru tua : tanggal 23-24 Agustus 2023
2. Grafik warna oren tanggal : tanggal 24-25 Agustus 2023
3. Grafik warna abu-abu : tanggal 25-26 Agustus 2023
4. Grafik warna kuning : tanggal 26-27 Agustus 2023



Gambar 3. 55: grafik kecerahan langit 28-31 Agustus 2023

Keterangan:

1. Grafik warna biru tua : tanggal 28-29 Agustus 2023
2. Grafik warna oren tanggal : tanggal 29-30 Agustus 2023
3. Grafik warna abu-abu : tanggal 30-31 Agustus 2023
4. Grafik warna kuning : tanggal 31 Agustus-1 September 2023



Gambar 3. 56: grafik kecerahan langit 2-7 September 2023

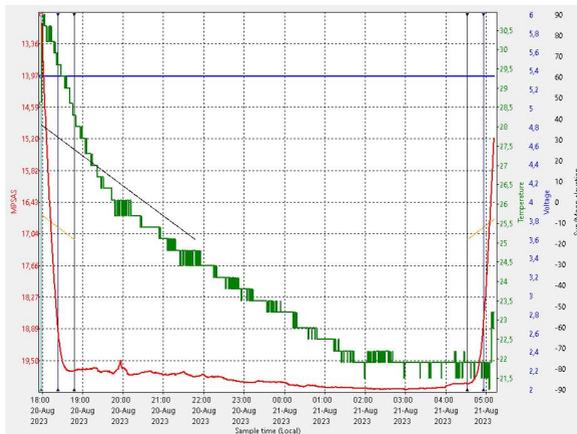
Keterangan:

1. Grafik warna biru tua : tanggal 2-3 September 2023
2. Grafik warna oren tanggal : tanggal 3-4 September 2023
3. Grafik warna abu-abu : tanggal 4-5 September 2023
4. Grafik warna kuning : tanggal 5-6 September 2023
5. Grafik warna biru muda : tanggal 6-7 September 2023

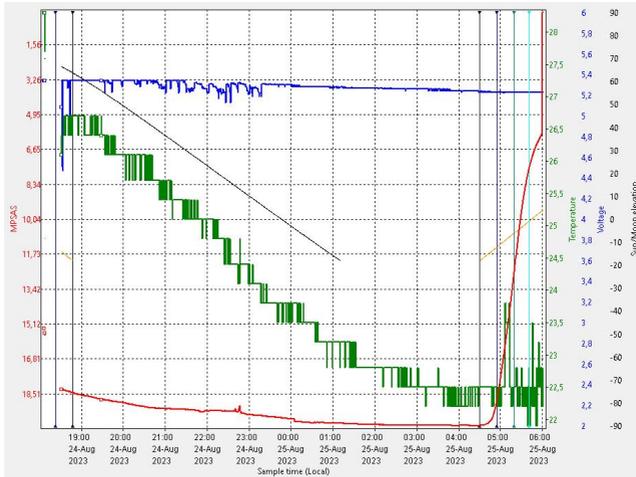
Keenam grafik di atas menunjukkan dinamika kecerahan langit malam yang terjadi di Observatorium Yanbu'ul Qur'an Kudus selama pengamatan pada 8 Agustus sampai dengan 7 September 2023. Berdasarkan tabel hasil pengamatan dapat diketahui terdapat beberapa data yang menunjukkan waktu dimana langit tergelap memiliki nilai kecerahan langit lumayan tinggi diantara pukul 21:32 WIB sampai

dengan pukul 04:43 WIB dengan rentan nilai MPAS 19.05 sampai 20.35.

Data-data diatas menunjukkan ketinggian dan kerendahan kecerahan langit malam, nilai MPAS tertinggi yang peneliti dapat terjadi pada tanggal 23 Agustus 2023 pada pukul 04:30 WIB, sedangkan terdapat beberapa hari yang memiliki nilai MPAS terendah pada saat malam hari yaitu pada tanggal 30 dan 31 Agustus 2023, hal ini terpengaruh pada ketinggian dan fase bulan serta pengaruhnya terhadap kecerahan langit dapat dilihat pada beberapa grafik berikut:



Gambar 3. 57: tampilan grafik data SQM pada fase *New Moon* tanggal 20-21 Agustus 2023



Gambar 3. 58: tampilan grafik data SQM pada fase *first quarter* tanggal 24-25 Agustus 2023



Gambar 3. 59: tampilan grafik data SQM pada fase full moon tanggal 29-30 Agustus 2023



Gambar 3. 60: tampilan grafik data SQM pada fase *last quarter moon* tanggal 11-12 September 2023

Keterangan grafik pada fase bulan:

1. Grafik berwarna merah menunjukkan nilai MPAS/nilai kecerahan langit
2. Grafik berwarna hijau menunjukkan nilai temperature
3. Grafik berwarna biru menunjukkan nilai voltage
4. Grafik berwarna hitam menunjukkan nilai matahari/bulan elevation

Pada saat fase bulan baru pada tanggal 20-21 Agustus 2023, cahaya bulan tidak terlalu berpengaruh terhadap nilai kecerahan langit, Adapun nilai kecerahan langit pada saat fase bulan baru dengan nilai tertinggi 20.7 MPAS pada pukul 02:23 WIB. Begitu juga dengan fase *first quarter* dan *last quarter*. Akan berbeda dengan fase bulan purnama, pada fase ini nilai kecerahan langit sangat menurun drastis dengan nilai tertinggi 18.53 MPAS pada pukul 18:53 WIB yang bertepatan 30 Agustus 2023. Melihat perbedaan yang begitu signifikan dengan nilai tertinggi sampai dengan 20.7 pada fase bulan yang tidak begitu besar dan dibandingkan pada saat fase bulan purnama dengan nilai tertinggi 18.53. hal inilah yang menjadi salah satu penyebab kan penurunan kecerahan langit. Jadi dapat dipastikan semakin sempurna bulan semakin terang cahaya yang dipancarkan sehingga membuat langit menjadi lebih cerah dan objek langit di sekitar nya menjadi redup.

D. Proses Pengamatan Benda Langit

Pengamatan benda langit dilakukan peneliti ketika kondisi langit cerah selama 4 kali yaitu pada tanggal 9 Agustus 2023, 10 Agustus 2023, 26 Agustus 2023 dan 30 Agustus 2023. Peneliti menggunakan 3 metode sebagai perbandingan dari hasil citra yang didapat. Adapun 3 metode tersebut sebagai berikut:

1. Pengamatan menggunakan mata secara langsung yang divisualkan melalui kamera *smartphone*, dengan tahapan-tahapan sebagai berikut:
 - a. Menyiapkan perangkat yang dibutuhkan berupa tripod, dan *smartphone*.
 - b. Mencari posisi untuk pengambilan citra langit
 - c. Setelah semua persiapan selesai, kemudian setting kamera
 - d. Buka aplikasi kamera yang ada di *smartphone* kemudian ambil gambar secara langsung dengan settingan lebar kamera 26 mm f1.8 ISO 3200 2.0 s.



Gambar 3. 61: citra benda langit menggunakan mata langsung yang divisualkan melalui kamera *smartphone*.

2. Pengamatan menggunakan kamera ZWO ASI29MC pro, dengan tahapan-tahapan sebagai berikut:
 - a. Siapkan perangkat yang dibutuhkan berupa tripod, teleskop yang digunakan William Optic FLT-98 Triplet APO, mounting, kamera ZWO, ASI29MC pro, PC, aplikasi Shapcap, aplikasi N.I.N.A dan aplikasi Cartes du Ciel.



Gambar 3. 62: proses persiapan pengambilan citra menggunakan ZWO

- b. Rakit semua komponen teleskop dan hubungkan ke PC.
- c. Buka aplikasi ShapCap dan Aplikasi Carte du ciel, kemudian koneksikan ke mounting dan kamera melalui PC.
- d. Setelah semua perangkat telah terkoneksi dengan baik, barulah arahkan ke objek yang ingin diamati melalui aplikasi Carte du Ciel.
- e. Saat objek langit yang ingin diamati telah dapat, ambil citra dengan menggunakan aplikasi ShapCap yang telah di setting kecerahannya.

- f. Citra yang telah di ambil akan otomatis masuk dan tersimpan pada folder shapcap yang ada d PC.



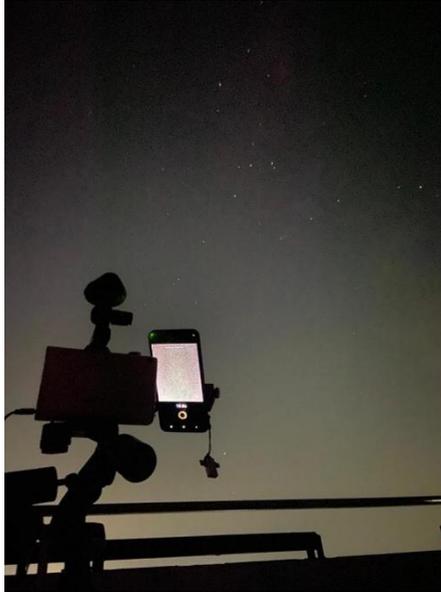
Gambar 3. 63: citra benda langit menggunakan kamera ZWO ASI29MC pro

3. Pengamatan menggunakan *smartphone* dengan teknik *stacking*, dengan tahapan sebagai berikut:
- a. Siapkan perangkat yang dibutuhkan berupa tripod yang digunakan vixen polaris star tracker, *smartphone*, aplikasi Sequator versi 1.6.1. dan PC.



Gambar 3. 64: pemasangan Vixen Polaris Star Tracker ke tripod

- b. Setelah semua perangkat telah terpasang, setting kamera dengan ISO, shutter speed, dan aperture.



Gambar 3. 65: proses pengambilan citra menggunakan *smartphone* yang dipasangkan di Vixen Polaris Star Tracker.

- c. Jika sekiranya sudah pas maka ambil citra objek langit beberapa kali dengan posisi yang sama. Lebih banyak citra yang diambil akan lebih baik.
- d. Hasil citra yang di dapat kemudian diproses ke dalam aplikasi Sequator untuk dilakukan *stacking* dengan alur seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.65. Pada proses Image

Stitching, data citra yang diperoleh dideteksi fitur dan keypoint-nya, lalu dicocokkan untuk masing-masing citra. Kemudian hasil fitur keypoint-nya dicocokkan, citra tersebut divalidasi fiturnya. Setelah melalui proses validasi, citra melalui proses homografi untuk memeriksa pada posisi mana fitur terbaik diposisikan. Setelah melalui proses homografi maka citra digabungkan sesuai posisi hasil homografi dengan transformasi perspektif sehingga diperoleh citra hasil Image stacking yang siap digunakan. Untuk dapat digunakan ulang, maka citra hasil Image Stitching disimpan dalam direktori local.



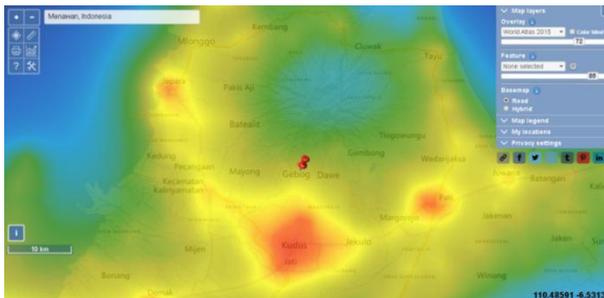
Gambar 3. 66: hasil olah citra Galaksi Bimasakti dari proses *stacking* yang diambil menggunakan kamera *smartphone*.

BAB IV

ANALISIS KECERLANGAN LANGIT TERHADAP VISIBILITAS OBJEK LANGIT DI OBSERVATORIUM YANBU'UL QUR'AN KUDUS

A. Dinamika Kecerlangan Langit Di Observatorium Yanbu'ul Qur'an Kudus

Pada tahun 2015, jika mengacu pada website *Light Pollution Map World Atlas 2015*, Observatorium Yanbu'ul Qur'an Kudus yang berada di kabupaten Kudus Jawa Tengah termasuk dalam kelas 4 skala Bortle dengan nilai $21.30 \text{ mag./arc sec}^2$.⁹⁵



Gambar 4. 1: Polusi cahaya dari *light pollution map* di Observatorium Yanbu'ul Qur'an Kudus

⁹⁵ <https://www.lightpollutionmap.info/> diakses pada 10/09/2023 pukul 08.35 WIB

Zenith sky brightness info (2015) ⓘ	
Coordinates	-6.69941, 110.84943
SQM	21.30 mag./arc sec²
Brightness	0.326 mcd/m ²
Artif. bright.	155 µcd/m ²
Ratio	0.906
Bortle	class 4
Elevation	259 meters

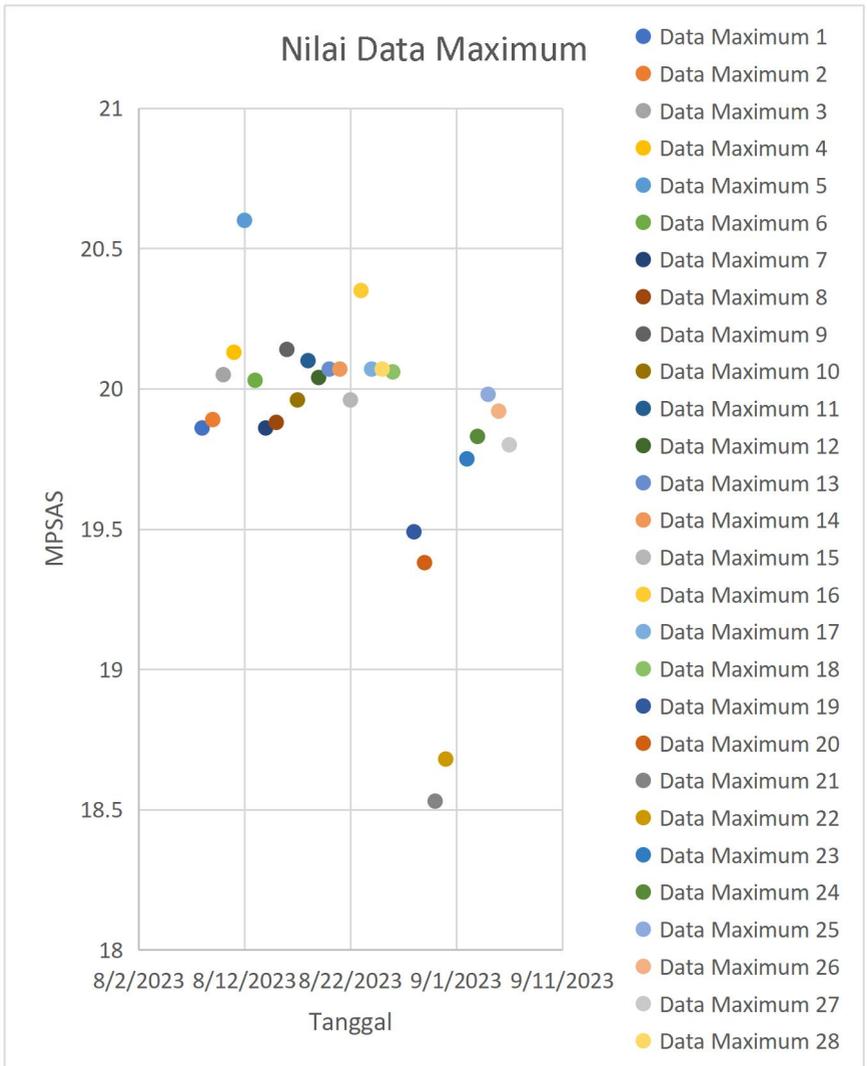
Gambar 4. 2: Tampilan data dari *light pollution map*

Sementara itu, hasil yang didapat pada pengukuran kecerahan langit malam menggunakan *Sky Quality Meter (SQM) – LU – DL – R1* pada tanggal 8 Agustus sampai dengan 7 September 2023 di Observatorium Yanbu’ul Qur’an Kudus menghasilkan data berupa angka-angka yang berkaitan dengan nilai kecerahan langit. Pengukuran dimulai pada pukul 17:50 WIB sampai dengan 05:00 WIB. Adapun nilai tersebut dapat dilihat pada tabel berikut yang menunjukkan nilai tertinggi dan terendah terhadap kecerahan langit malam Observatorium Yanbu’ul Qur’an Kudus:

Tabel 4. 1: Data nilai kecerahan langit tertinggi dan terendah
di Observatorium Yanbu'ul Qur'an

NO	Tanggal	JAM		MPAS	
		Tertinggi	Terendah	Tertinggi	Terendah
1	08/08/2023	21:32:48	18:01:18	19.86	13.64
2	09/08/2023	00:32:37	18:01:18	19.89	13.64
3	10/08/2023	01:23:03	17:59:33	20.05	12.85
4	11/08/2023	02:47:21	18:01:21	20.13	13.64
5	12/08/2023	03:17:27	18:00:04	20.6	13.43
6	13/08/2023	00:47:56	18:00:26	20.03	13.7
7	14/08/2023	01:58:30	18:01:00	19.86	13.64
8	15/08/2023	01:23:30	18:04:29	19.88	14.4
9	16/08/2023	01:14:54	17:59:53	20.14	13.75
10	17/08/2023	02:46:41	18:00:41	19.96	13.64
11	18/08/2023	01:47:21	18:01:21	20.1	13.64
12	19/08/2023	03:34:41	18:09:49	20.04	14.39
13	20/08/2023	02:23:05	17:58:35	20.07	12.79
14	21/08/2023	02:23:05	17:50:39	20.07	10.56
15	22/08/2023	04:30:37	17:56:07	19.96	12.05
16	23/08/2023	23:55:21	18:03:09	20.35	14.55
17	24/08/2023	03:55:19	18:06:01	20.07	15.33
18	25/08/2023	03:55:16	18:06:10	20.07	13.12
19	26/08/2023	04:30:21	18:06:51	20.06	15.33
20	27/08/2023	Tidak Melakukan Pengamatan			
21	28/08/2023	04:34:25	18:02:25	19.49	13.87
22	29/08/2023	04:43:04	18:00:22	19.38	13.29

NO	Tanggal	JAM		MPAS	
		Tertinggi	Terendah	Tertinggi	Terendah
23	30/08/2023	25:38.0	23:30:38	18.53	14.14
24	31/08/2023	18:38:32	23:32.0	18.68	13.63
25	01/09/2023	Tidak Melakukan Pengamatan			
26	02/09/2023	18:44:50	18:03:20	19.75	14.76
27	03/09/2023	18:37:44	18:00:14	19.83	13.88
28	04/09/2023	20:02:21	18:00:21	19.98	13.88
29	05/09/2023	19:10:45	18:00:15	19.92	14.38
30	06/09/2023	23:16:33	18:01:33	19.8	14.72



Gambar 4. 3: Grafik data nilai maksimum

Berdasarkan tabel dan gambar grafik di atas, nilai kecerahan langit di observatorium Yanbu'ul Qur'an Kudus memiliki nilai kecerahan langit Maximum 20,35 MPAS yang terjadi pada tanggal 27 Agustus 2023 pada pukul 04:30 WIB dengan rata-rata maximum selama satu bulan yaitu 20,00 MPAS. Pada saat nilai maksimal tersebut, kondisi langit cerah. Ada beberapa hal yang dapat mempengaruhi perubahan kecerahan langit salah satunya pada saat fase bulan purnama, dapat dilihat dari grafik berikut:



Gambar 4. 4: tampilan grafik data SQM tanggal 30-31 Agustus 2022

Berdasarkan grafik di atas pada saat bulan purnama maka akan didapatkan pengaruh Bulan purnama yang besar terhadap kecerahan langit malam.



Gambar 4. 5: keadaan langit saat Bulan purnama

Selain pengaruh fase bulan, naik turunnya kurva merah juga disebabkan oleh awan yang memantulkan cahaya artifisial dan membiaskan cahaya bulan. Pada grafik 4.1 dapat dilihat pada saat bulan purnama nilai kecerahan langit mengalami perubahan yang lebih acak daripada ketika bulan berada di fase sabit. Salah satu pengaruh dari cahaya

artifisial terjadi pada tanggal 17 Agustus 2023 dengan nilai 19.96 MPAS disebabkan oleh acara perayaan menggunakan lampu sorot LED yang mengarah ke langit. Sinarnya yang mengarah ke langit kemudian dipantulkan oleh awan akan mempengaruhi nilai kecerlangan langit yang direkam oleh SQM.



Gambar 4. 6: polusi cahaya akibat city light (sinar lampu sorot LED)

Hal ini menjelaskan bahwa dinamika kecerahan langit di Observatorium Yanbu'ul Qur'an Kudus disebabkan oleh beberapa faktor, yang pertama city light, dikarenakan lampu pesantren yang sangat terang dan cahayanya mengarah kelangit

mendapatkan nilai sampai 19.86 MPAS jika lampu pesantren dapat diredam maka nilai teringgi mencapai 20.60 MPAS, faktor yang kedua natural light, disebabkan fase bulan purnama, pada fase purnama juga menjadi salah satu dinamika penurunannya kecerahan langit, nilai tertinggi yang peneliti amati dimulai dari tanggal 29-31 Agustus 2023, memiliki penurunan njlai dimulai pada nilai tertinggi 19.38 MPAS pukul 04:43 WIB, pada saat mencapai puncak purnama nilai tertinggi mencapai 18.53 MPAS pukul 18:25 WIB dan Seterus nya nilai kecerahan langit semakin naik.

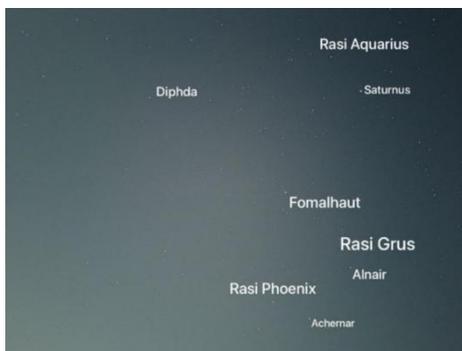
Oleh sebab itu berkurangnya aktivitas manusia pada malam hari dapat menurunkan efek polusi cahaya yang ditimbulkan dari penggunaan cahaya artifisial. Selain itu, waktu sepertiga akhir dari malam cenderung bebas kendaraan bermotor dan aktivitas lainnya yang dapat menyebabkan berkurangnya awan yang terbentuk, oleh sebab itu keadaan langit pada saat menjelang fajar menjadi sangat gelap dan kecerahan langit mencapai nilai maksimal. Dengan didaptkannya data kecerahan

langit malam, berdasarkan penelitian yang dilakukan juga ditemukan sebagai bahan untuk pengamatan objek langit.

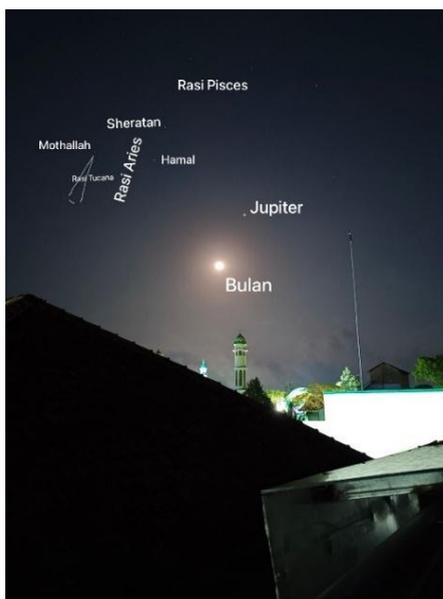
B. Pengaruh Kecerlangan Langit Terhadap Visibilitas Benda Langit Dalam Pengamatan Benda Langit Di Observatorium Yanbu'ul Qur'an Kudus

Semakin gelap langit maka akan semakin banyak objek langit yang dapat diamati, baik menggunakan mata secara langsung ataupun dengan bantuan alat optik. Dari hasil pengamatan peneliti dalam mengambil data kecerahan langit, peneliti juga mendapatkan beberapa citra yang dihasilkan dari pengamatan tersebut, Adapun objek langit yang berhasil didapatkan sebagai berikut:

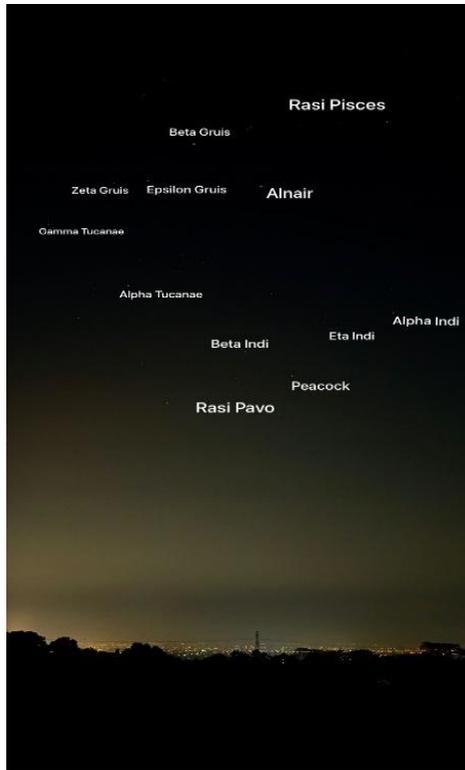
1. Pengamatan menggunakan mata secara langsung yang di visualkan melalui kamera smartphome.



Gambar 4. 7: citra menggunakan smartphone 9 Agustus 2023
pukul 01.10 WIB



Gambar 4. 8: citra menggunakan smartphone 9 Agustus 2023
pukul 01.12 WIB



Gambar 4. 9: citra menggunakan smartphone 9 Agustus 2023
pukul 02.34 WIB

Berdasarkan gambar diatas dapat diamati beberapa titik bintang yang telah diberi tanda, serta planet yang terlihat. Berikut keterangan benda langit yang teramati gambar diatas:

Tabel 4. 2: Daftar Benda Langit yang teramati dengan mata secara langsung

No	Nama	Magnitudo Benda Langit	Magnitudo Langit
1	Rasi Aquarius	3.09	19.63
2	Saturnus	0.48	19.63
3	Diphda	2.20	19.63
4	Fomalhaut	1.18	19.63
5	Rasi Grus	2.06	19.63
6	Alnair	1.70	19.63
7	Rasi Phoenix	3.45	19.63
8	Achernar	0.42	19.63
9	Rasi Pisces	1.17	19.61
10	Sheratan	2.6	19.61
11	Mothallah	4.4	19.61
12	Rasi Tucana	3.95	19.61
13	Rasi Aries	2.00	19.61
14	Hamal	2.17	19.61
15	Jupiter	2.23	19.61
16	Bulan	-4.84	19.61
17	Alnair	1.7	19.28
18	Rasi Pavo	4.4	19.28
19	Beta Gruis	2.06	19.28
20	Epsilon Gruis	3.52	19.28
21	Zeta Gruis	4.25	19.28
22	Gamma Tucana	4.06	19.28
23	Alpha Tucana	3.00	19.28
24	Beta Indi	3.83	19.28
25	Eta Indi	4.56	19.28
26	Alpha Indi	3.27	19.28
27	Peacock	1.9	19.28

No	Nama	Magnitudo Benda Langit	Magnitudo Langit
28	Galaxy Andromeda	3.5	19.63

Pada tanggal 8 Agustus sampai dengan 8 September 2023 dimulai dari jam 18:00-05:00 dengan nilai kecerahan langit MPAS yang bervariasi. Peneliti mengambil citra seperti pada gambar di atas saat kondisi langit cerah menggunakan kamera *smartphone* dengan pengaturan ISO 3.600, dan shutter speed 30 second dan penggunaan exposure 0, no flash. Terlihat 28 objek langit seperti dapat dilihat di tabel 4.2. Benda langit yang didapatkan memiliki nilai magnitudo sekitar -4,84 hingga 4,56.

2. Pengamatan menggunakan ZWO ASI 294MC Pro

Peneliti juga melakukan pengamatan menggunakan alat optic berupa teleskop William Optic FLT-98 Triplet APO, untuk pengambilan citra *deepsky* dan Skymax 180 untuk pengamatan benda langit berupa planet dan bintang, menggunakan kamera ZWO ASI 294MC Pro, dan menggunakan software Cartes du Ciel sebagai pencari objek.



Gambar 4. 10: citra Galaksi Andromeda menggunakan teleskop (09/08/2023 pukul 01.23 WIB)



Gambar 4. 11: citra Milky Way Lagoon menggunakan teleskop (10/08/2023 pukul 23.49 WIB)



Gambar 4. 12: citra planet Saturnus menggunakan teleskop
(27/08/2023 pukul 23.36 WIB)



Gambar 4. 13: citra Bulan saat fenomena *Super Blue Moon*
menggunakan teleskop (30/08/2023 pukul 18:23 WIB)

Tabel 4. 3: benda langit yang dapat diamati menggunakan
ZWO ASI 294MC Pro

No	Nama	Magnitudo benda langit	Magnitudo langit
1	Galaxy Andromeda	3.44	19.63
2	M110	8.06	19.6
3	v An-35 And	4.5	19.6
4	32 And	5.3	19.6
5	M32	8.2	19.6
6	HIP 3447	9	19.6
7	HIP 3333	9.25	19.6
8	HIP 3461	8.6	19.6
9	EG And	7.15	19.6
10	HIP 3597	7.55	19.6
11	HIP 3817	7.6	19.6
12	HIP 3840	7.05	19.6
13	HIP 3677 A	8.95	19.6
14	UNNAMED	8.9	19.6
15	Lagon Nebula	5.8,	19.92
16	9 Sgr	5.85	19.92
17	Unnamed	7.05	19.92
18	7 Sgr	5.35	19.92
19	HIP 88581	6.85	19.92
20	HIP 88560	7.3	19.92
21	Bulan	-12.83	19.49
22	Saturnus	0.42	19.59

3. Pengamatan menggunakan smartphone yang dengan teknik *stacking*

Dalam pengamatan ini, peneliti juga mengambil citra menggunakan kamera *smartphone* yang diletakkan pada Vixen Polaris Star Tracker untuk mendapatkan hasil yang maksimal. Setelah mendapatkan beberapa citra kemudian di-*stretch* dengan menggunakan aplikasi PC Sequator versi 1.6.1 lalu diedit pewarnaannya di aplikasi *smartphone* Snapseed versi 2.24.0. Salah satu hasil yang didapat adalah citra Milkyway pada Kamis, 10 Agustus 2023. menggunakan kamera *smartphone* Samsung Galaxy S23 Ultra dengan pengaturan kamera f/16, SS 51, ISO 1600 x 100 F.



Gambar 4. 14: hasil *stacking* citra Milkyway (10/08/2023)

Tabel 4. 4: objek langit hasil pengamatan menggunakan smartphone dengan teknik *stacking*

NO	Milkyway		
	Nama	Magnitudo benda langit	Magnitudo langit
1	β Sct	4.2	20.05
2	α Sct	3.85	20.05
3	Υ Sct	4.65	20.05
4	HIP 92814	5.05	20.05
5	δ Sct	4.7	20.05
6	HIP 90887	5.15	20.05
7	λ CrA	5.1	20.05
8	HIP 92866	6.45	20.05
9	V686 CrA	5.35	20.05
10	ϵ CrA	4.8	20.05
11	Υ CrA A	5	20.05
12	Alphekka Meridiana	4.1	20.05
13	β CrA	4.1	20.05
14	δ CrA	4.55	20.05
15	ζ CrA	4.7	20.05
16	HIP 92953	5.35	20.05
17	ϵ Nor	4.45	20.05
18	η Nor	4.65	20.05
19	Y2 Nor	4	20.05
20	k Nor	4.95	20.05
21	θ Lup	4.2	20.05
22	η Lup	3.4	20.05
23	x Lup	3.95	20.05

NO	Milkyway		
	Nama	Magnitudo benda langit	Magnitudo langit
24	Y Lup B	2.95	20.05
25	δ Lup	3.2	20.05
26	ϕ 1 Lup	3.55	20.05
27	ω Lup	4.3	20.05
28	ζ Lup	3.4	20.05
29	ρ Lup	4.05	20.05
30	α Lup	2.3	20.05
31	β Lup	2.65	20.05
32	Rasalhague	2.05	20.05
33	Cebalrai	2.75	20.05
34	Sabik	2.45	20.05
35	Han	2.5	20.05
36	Yed Pesterior	3.2	20.05
37	k Oph	3.15	20.05
38	2 Sgr	4.5	20.05
39	Alnasl	2.95	20.05
40	Kaus Australis	1.75	20.05
41	η Sgr	3.1	20.05
42	Ascella	3.25	20.05
43	ϕ Sgr	3.15	20.05
44	Kaus Borealis	2.8	20.05
45	Kaus Media	2.7	20.05
46	Nunki	2.05	20.05
47	Shaula	1.6	20.05
48	k Sco	2.35	20.05

NO	Milkyway		
	Nama	Magnitudo benda langit	Magnitudo langit
49	11 Sco	2.95	20.05
50	Sargas	1.85	20.05
51	η Sco	3.3	20.05
52	ζ 1 Sco	4.7	20.05
53	ε Sco	2.25	20.05
54	Alniyat	2.8	20.05
55	Antares	1.05	20.05
56	π Sco	2.85	20.05
57	Dschubba	2.35	20.05
58	Acrab	2.6	20.05
59	α Tel	3.45	20.05
60	ζ Tel	4.1	20.05
61	M 16	6	20.05
62	M 24	11	20.05

Dalam Skala Bortle daerah dengan nilai kecerahan langit 20,0 MPAS dikategorikan sebagai kelas 5 (*Bright Suburban Sky*), dengan nilai *naked-eye limiting magnitude* (NELM) sebesar 5,6-6,0, dengan ketiga model pengamatan bahwa pengamatan dengan mata langsung mendapatkan nilai objek langit yang paling redup 4.56, jika pengamatan dengan ZWO maka mendapatkan nilai benda langit yang paling redup

9.25, sedangkan pengamatan dengan teknik *stacking* dalam pengambilan citra objek langit yang nilai paling redup 6.45.

Berikut data benda langit yang teramati selama penelitian berlangsung. Ada sekitar 111 citra benda langit yang diambil. Kemudian dibuat tabel mengenai benda langit apa saja yang dapat teramati dengan menggunakan mata telanjang (NELM), menggunakan ZWO dan menggunakan smartphone dengan teknik *stacking* berikut nilai magnitudo benda langit dan magnitudo langitnya.

Tabel 4. 5: perbandingan visibilitas benda langit dengan 3 metode pengamatan

NO	Nama	Nilai mag. Benda langit	Mag. Langit	Mata Langsung	ZWO	Smartphone
1	Rasi Aquarius	3.09	19.63	√	√	√
2	Saturnus	0.48	19.63	√	√	√
3	Diphda	2.20	19.63	√	√	√
4	Fomalhaut	1.18	19.63	√	√	√
5	Rasi Grus	2.06	19.63	√	√	√
6	Alnair	1.70	19.63	√	√	√
7	Rasi Phoenix	3.45	19.63	√	√	√
8	Achernar	0.42	19.63	√	√	√
9	Rasi Pisces	1.17	19.61	√	√	√

NO	Nama	Nilai mag. Benda langit	Mag. Langit	Mata Langsung	ZW O	Smartphone
10	Sheratan	2.6	19.61	√	√	√
11	Mothallah	4.4	19.61	√	√	√
12	Rasi Tucana	3.95	19.61	√	√	√
13	Rasi Aries	2.00	19.61	√	√	√
14	Hamal	2.17	19.61	√	√	√
15	Jupiter	2.23	19.61	√	√	√
16	Bulan	-4.84	19.61	√	√	√
17	Alnair	1.7	19.28	√	√	√
18	Rasi Pavo	4.4	19.28	√	√	√
19	Beta Gruis	2.06	19.28	√	√	√
20	Epsilon Gruis	3.52	19.28	√	√	√
21	Zeta Gruis	4.25	19.28	√	√	√
22	Gamma Tucana	4.06	19.28	√	√	√
23	Alpha Tucana	3.00	19.28	√	√	√
24	Beta Indi	3.83	19.28	√	√	√
25	Eta Indi	4.56	19.28	√	√	√
26	Alpha Indi	3.27	19.28	√	√	√
27	Peacock	1.9	19.28	√	√	√
28	Galaxy Andromeda	3.5	19.63	√	√	√
29	M110	8.06	19.6	X	√	X
30	v An-35 And	4.5	19.6	√	√	X
31	32 And	5.3	19.6	√	√	X
32	M32	8.2	19.6	X	√	X

NO	Nama	Nilai mag. Benda langit	Mag. Langit	Mata Langsung	ZW O	Smartphone
33	HIP 3447	9	19.6	X	√	X
34	HIP 3333	9.25	19.6	X	√	X
35	HIP 3461	8.6	19.6	X	√	X
36	EG And	7.15	19.6	X	√	X
37	HIP 3597	7.55	19.6	X	√	X
38	HIP 3817	7.6	19.6	X	√	X
39	HIP 3840	7.05	19.6	X	√	X
40	HIP 3677 A	8.95	19.6	X	√	X
41	UNNAMED	8.9	19.6	X	√	X
42	Lagon Nebula	5.8	19.92	X	√	X
43	9 Sgr	5.85	19.92	X	√	X
44	Unnamed	7.05	19.92	X	√	X
45	7 Sgr	5.35	19.92	√	√	X
46	HIP 88581	6.85	19.92	X	√	X
47	HIP 88560	7.3	19.92	X	√	X
48	Bulan	-12.83	19.49	√	√	√
49	Saturnus	0.42	19.59	√	√	√
50	β Sct	4.2	20.05	√	√	√
51	α Sct	3.85	20.05	√	√	√
52	γ Sct	4.65	20.05	√	√	√
53	HIP 92814	5.05	20.05	√	√	√
54	δ Sct	4.7	20.05	√	√	√
55	HIP 90887	5.15	20.05	√	√	√
56	λ CrA	5.1	20.05	√	√	√

NO	Nama	Nilai mag. Benda langit	Mag. Langit	Mata Langs ung	ZW O	<i>Smar tphone</i>
57	HIP 92866	6.45	20.05	X	√	√
58	V686 CrA	5.35	20.05	√	√	√
59	ε CrA	4.8	20.05	√	√	√
60	Y CrA A	5	20.05	√	√	√
61	Alphekka Meridiana	4.1	20.05	√	√	√
62	β CrA	4.1	20.05	√	√	√
63	δ CrA	4.55	20.05	√	√	√
64	ζ CrA	4.7	20.05	√	√	√
65	HIP 92953	5.35	20.05	√	√	√
66	ε Nor	4.45	20.05	√	√	√
67	η Nor	4.65	20.05	√	√	√
68	Y2 Nor	4	20.05	√	√	√
69	k Nor	4.95	20.05	√	√	√
70	θ Lup	4.2	20.05	√	√	√
71	η Lup	3.4	20.05	√	√	√
72	x Lup	3.95	20.05	√	√	√
73	Y Lup B	2.95	20.05	√	√	√
74	δ Lup	3.2	20.05	√	√	√
75	φ 1 Lup	3.55	20.05	√	√	√
76	ω Lup	4.3	20.05	√	√	√
77	ζ Lup	3.4	20.05	√	√	√
78	ρ Lup	4.05	20.05	√	√	√
79	α Lup	2.3	20.05	√	√	√
80	β Lup	2.65	20.05	√	√	√

NO	Nama	Nilai mag. Benda langit	Mag. Langit	Mata Langs ung	ZW O	<i>Smar tphone</i>
81	Rasalhague	2.05	20.05	√	√	√
82	Cebalrai	2.75	20.05	√	√	√
83	Sabik	2.45	20.05	√	√	√
84	Han	2.5	20.05	√	√	√
85	Yed Pesterior	3.2	20.05	√	√	√
86	k Oph	3.15	20.05	√	√	√
87	2 Sgr	4.5	20.05	√	√	√
88	Alnasl	2.95	20.05	√	√	√
89	Kaus Australis	1.75	20.05	√	√	√
90	η Sgr	3.1	20.05	√	√	√
91	Ascella	3.25	20.05	√	√	√
92	φ Sgr	3.15	20.05	√	√	√
93	Kaus Borealis	2.8	20.05	√	√	√
94	Kaus Media	2.7	20.05	√	√	√
95	Nunki	2.05	20.05	√	√	√
96	Shaula	1.6	20.05	√	√	√
97	k Sco	2.35	20.05	√	√	√
98	l1 Sco	2.95	20.05	√	√	√
99	Sargas	1.85	20.05	√	√	√
100	η Sco	3.3	20.05	√	√	√
101	ζ 1 Sco	4.7	20.05	√	√	√
102	ε Sco	2.25	20.05	√	√	√
103	Alniyat	2.8	20.05	√	√	√
104	Antares	1.05	20.05	√	√	√
105	π Sco	2.85	20.05	√	√	√

NO	Nama	Nilai mag. Benda langit	Mag. Langit	Mata Langsung	ZW O	Smartphone
106	Dschubba	2.35	20.05	√	√	√
107	Acrab	2.6	20.05	√	√	√
108	α Tel	3.45	20.05	√	√	√
109	ζ Tel	4.1	20.05	√	√	√
110	M 16	6	20.05	X	√	√
111	M 24	11	20.05	X	√	√

Berdasarkan hasil penelitian dan pengamatan, dapat diketahui bahwa di Observatorium Yanbu'ul Qur'an Kudus memiliki peluang yang besar untuk mengamati banyak objek benda langit seperti planet, bulan, dan rasi bintang. Pengamatan obyek langit tersebut dapat mengembangkan kajian ilmu falak salah satunya dengan penggunaan obyek langit seperti rasi Bintang Orion sebagai penentun arah kiblat.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengukuran *Sky Quality Meter* di Observatorium Yanbu'ul Qur'an Kudus dapat disimpulkan bahwa :

1. Nilai kecerahan langit malam di lokasi Observatorium Yanbu'ul Qur'an Kudus selama 1 bulan dipengaruhi oleh cuaca, ketinggian dan fase bulan, cahaya lampu sorot kota serta cahaya lampu pesantren yang menyorok ke atas. Nilai langit tergelap yang terekam dalam pengamatan selama satu bulan adalah 20,35 MPAS yang terjadi pada 23 Agustus 2023 pukul 23.55 WIB dan nilai langit terendah pada pukul 17:50 WIB pada tanggal .21 Agustus 2023 dengan nilai MPAS 10.56. Berdasarkan skala bortle langit observatorium Yanbu'ul Qur'an Kudus dikategorikan sebagai kelas 5 (langit pinggir kota/*suburban sky*) dengan *naked-eye limiting*

magnitude (NELM) sebesar 5,6-6,0 dan nilai magnitudo 19,1-20,4 MPAS.

2. Selama penelitian kecerahan langit di Observatorium Yanbu'ul Qur'an Kudus terdapat beberapa malam yang cerah dan memungkinkan untuk melakukan pengamatan benda langit. Pengamatan benda langit akan lebih optimal ketika berada pada fase *new moon* dan *last quarter moon*. Berdasarkan foto langit yang diambil pada diantara pukul 21:00 WIB sampai dengan pukul 04:00 benda langit yang dapat diamati memiliki *magnitude* antara -12,83 hingga 9,25. dengan jumlah sekitar 111 benda langit. Dengan hasil tersebut, penelitian ini membuktikan teori Bortle yang dicantumkan dalam skala bortle sesuai dengan hasil pengamatan, bahwa obyek astronomi yang dapat diamati dengan mata telanjang di langit yang termasuk ke dalam kategori *Bright Sub-Urban Sky* adalah benda langit yang memiliki magnitudo lebih rendah dari 6.0. Adapun dari ketiga model pengamatan diketahui bahwa pengamatan dengan mata langsung mendapatkan

nilai objek langit paling redup 4.56 MPAS, jika pengamatan dengan ZWO maka mendapatkan nilai benda langit yang paling redup 9.25 MPAS, sedangkan pengamatan dengan menggunakan kamera *smartphone* teknik stacking dalam pengambilan citra objek langit didapatkan nilai paling redup 6.45 MPAS.

B. Saran

1. Mengacu pada teori Bortle, setelah diukur menggunakan SMQ, Observatorium Yanbu'ul Qur'an Kudus masuk ke dalam kelas 5, yang artinya masih sangat memungkinkan untuk lokasi pengamatan benda langit. Hanya saja adanya lampu menara masjid dapat mengganggu proses observasi. Dengan dinamika kecerahan langit yang ada, maka pengamatan benda langit paling optimal bisa dilakukan selain di fase *full moon*. Karena cahaya bulan akan menghalangi proses pengamatan yang memerlukan keadaan langit gelap.

2. Hasil penelitian ini dapat diteruskan dan dijadikan dasar bagi penelitian selanjutnya. Hasil penelitian kecerahan langit dapat digunakan sebagai penanda masuk waktu salat. Observasi benda langit dapat digunakan sebagai alternatif penunjuk arah kiblat menggunakan planet dan bintang, sehingga khazanah ilmu falak semakin berkembang.

C. Penutup

Alhamdulillah robbil 'alamiin, puji syukur penulis ucapkan atas selesainya skripsi ini. Penulis sudah berusaha semaksimal mungkin dalam penulisan skripsi ini, namun penulis sadar masih terdapat banyak kekurangan dan kesalahan. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun sangat penulis harapkan demi menyempurnakan kajian ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca pada umumnya, dan penulis khususnya.

DAFTAR PUSTAKA

Buku

Butar-Butar, Arwin Juli Rakhmadi, *Fajar & Syafak: Dalam Kesarjanaan Astronom Muslim Dan Ulama Nusantara* (Yogya: Lkis, 2018), .

Dewi Rismawati, *Ensiklopedia Sains (A-F)*, (Bandung: PT. Indahjaya adipratama, 2019), 36

Narisada, dan Schreuder, 2004, *Light Pollution Handbook: Light Pollution and Astronomy*. (book chapter). Dordrecht: Springer Science and Business Media.

Narisada, Kohei dan Duco Schreuder, 2004, *Astrophysics and Space Science Library: Light Pollution Handbook*, Groningen (Netherland): Springer Science and Business Media.

Purwanto, *Awas Polusi*, (Bandung: PT. Kiblat Buku Utama, 2007), 15

Sugiyono, 2018, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*, Bandung: penerbit Alfabeta.

Taufik Hidayat, *Seri Sains Cahaya*, (Semarang: Alprin, 2019), 4

UU No. 42 Tahun 1982 tentang Ketentuan-Ketentuan Pokok Pengelolaan Lingkungan Hidup

Jurnal/Karya Ilmiah

A.Y. Raisal, Y. Pramudya, Okimustava, Muchlas, The Moon Phases Influence On The Beginning Of Astronomical Dawn Determination In Yogyakarta, *International Journal Of Science And Applied Science: Conference Series*, Vol. 2, 2017.

Abu Yazid Raisal, dkk, "Pengukuran Kecerahan Langit Arah Zenit di Medan dan Serdang Bedagai Menggunakan *Sky Quality Meter*", *Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika dan Riset Ilmiah*, Vol.5 No.1, e-ISSN 2549-9076, Mei 2021, hlm. 52

Al Faruq, Ahmad Ridwan, "Kecerlangan Langit Malam Arah Zenit di Observatorium Bosscha dan Analisis Waktu Shubuh dan Isya Menggunakan *Sky Quality Meter*", (Skripsi), (Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia), 2013, 4. Tidak dipublikasikan.

Amri, Zulfi, Rizkiyan Hadi, Pembentukan Graf Berdasarkan Benda Langit (Bintang) dengan Selisih Nilai Magnitude Tertentu di OIF UMSU, Al-Marshad: *Jurnal Astronomi Islam Dan Ilmu-Ilmu Berkaitan*, 2020.

Aube, M, Physical Behaviour Of Anthropogenic Light Propagation Into The Nocturnal Environment,

Philosophical Transactions Of The Royal Society Of London B: Biological Sciences, Vol 370, 2015.

Bakich, Michael E., *The Cambridge Guide to the Constellations*. Cambridge University Press, 1995.

Bustari, Ahdian Azri, dkk, Analisis Tingkat Polusi Cahaya Berdasarkan Light Pollution Map Dan Implikasinya Terhadap Pengamatan Astronomi Indonesia, KIST UIN SUKA. 2022;1(1)

Departemen Fisika Universitas Shivaji Kolhapur, "*Night Airglow Emissions*", h 98-99

Dr.Judi Provencal. "Teleskop" (PDF) . Departemen Fisika dan Astronomi Universitas Delaware. Diakses pada 10-09-2023 pukul 00.05 WIB

F. Holker, C. Wolter, E.K. Perkin, K. Tockner, Light Pollution As A Biodiversity Threat, Trends In Ecology & Evolution, Vol. 25, 2010.

Faid, dkk. The Risk of Light Pollution on Sustainability, *ASM Science Journal*, Vol. 12 No. 2, 2019.

Falchi, dkk. The New World Atlas of Artificial Night Sky Brightness, *Sci. Adv*, Vol. 2, 2016.

- Firdaus, Butar-Butar Aj, Putraga H, Hidayat M. Analisis Dampak Polusi Cahaya Lampu Artifisial Terhadap Kecerlangan Langit Malam Menggunakan Sky Quality Meter (Studi Kasus Barus-Sumatera Utara). *Elfalaky: Jurnal Ilmu Falak*. 2022 Dec 7;6(2).
- Firdaus, Muhammad Dimas, Arwin Juli Rakhmadi Butar-butur, and Muhammad Hidayat, 'Terhadap Kecerlangan Langit Malam Menggunakan Sky Quality Meter (Studi Kasus Barus - Sumatera Utara)', 6.10 (2022).
- Hariyadi, Putraga, Arwin Juli Rakhmadi, Muhammad Dimas Firdaus, and Muhammad Hidayat. "Pengukuran Kecerahan Langit Malam dan Polusi Cahaya di Provinsi Sumatera Utara." In *Prosiding SNFA (Seminar Nasional Fisika dan Aplikasinya)*, vol. 7.
- Hasan, Abdulloh, Efek Polusi Cahaya Terhadap Pelaksanaan Rukyat, *Tesis 'Jurusan Ilmu Falak Fakultas Syari'Ah Dan Hukum'*, (Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang, 2015).
- Hollan. *What Is Light Pollution And How Do We Quantify It? The European Symposium For The Protection Of Night Sky Light Pollution And Global Warming. In Proceedings Of The Workshop Paper Darksy, 2007 Conference. Brno.*
- Huda Muhammad Azkal, *Pengukuran Kecerahan Langit di Observatorium UIN Walisongo Menggunakan*

SKY Quality Meter (SQM), (UIN Walisongo Semarang, skripsi, 2023).

I U Zahroya, Siti, and Sopwan, 'Analisis Waktu Subuh Dan Kecerlangan Langit Menggunakan Data Sky Quality Meter (SQM) LAPAN Watukosek Pasuruan', *Seminar Nasional Fisika (Snf)*, (2019).

Meissner, Rebecca, "Brightness Measurements Of Stars And The Night-Sky With A Silicon-Photomultiplier-Telescope", Skripsi Sarjana Fakultas Matematika, Ilmu Komputer Dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Teknologi Rhein Westfalen Aachen, (Aachen) 2012, h 6.

Miguel, A. S'anchez De, M. Aube, J. Zamorano, M. Kocifaj, J. Roby, C. Tapia, Sky Quality Meter Measurements In A Color Changing World, *Monthly Notices Royal Astronomical Society*, Vol 467, 2017.

Nawar, S, dkk. General Transformation Factor from Number of Stars of The Tenth Visual Magnitude to Reyleigh per Angstrom or NanoLambert for Different Wavelenght, *Astrophysics and Space Science*, 253, Issue 1. 1-5

P. Cinzano, Night Sky Photometry With Sky Quality Meter, *Istituto Di Scienza E Tecnologia Dell'inquinamento Luminoso*, Vol. 1, 2005.

Rajkhowa, Rasna, "Light Pollution and Impact of Light Pollution" dalam *International Journal of Science and Research*, Vol. 3, Issue 10,(2014),

S.D. Miller, W. Straka, S.P. Mills, C.D. Elvidge, T.F. Lee, J. Solbrig, A. Walther, A.K. Heidenger, S.C. Weiss, Illuminating The Capabilities Of The Suomi National Polar-Orbiting Partnership (NPP) Visible Infrared Imaging Radiometer Suite (VIIRS) Day/Night Band, *Remote Sensing*, Vol. 5, 2013.

Schnitt, Sabrina, "Temperature Stability Of The Sky Quality Meter", *Journal Sensor*, Vol. 13, September 2013, Hal. 12166-12167

Website

BRIN, <https://brin.go.id/reviews/110267/yuk-intip-benda-langit-di-antariksa>, diakses pada tanggal 24/08/2023 pukul 18:27 WIB.

Departemen Fisika Universitas Shivaji Kolhapur, "*Night Airglow Emissions*", Http://Shodhganga.Inflibnet.Ac.In/Bitstream/10603/4353/8/08_Chapter%203.Pdf Diakses Pada 05/04/2018, Pukul 21:16 WIB.

Helmenstine, Anne, <https://Sciencenotes.Org/What-Is-Airglow/>, Tanggal 05/04/2023 Pukul 21:20 WIB.

<http://www.unihedron.com/projects/darksky/NELM2BCalc.html>. Diakses pada 12 Maret 2023. dan Bradley E. Schaefer, Telescopic Limiting Magnitude. Publication of The Astronomical Society of The Pacific, 102, 1990, 212-229.

<https://Kumparan.Com/Berita-Hari-Ini/Batas-Waktu-Sholat-Maghrib-Menurut-Pandangan-Ulama-1xrjgds0eh8>, Tanggal 05/04/2023 Pukul 21:26 WIB.

<https://www.laduni.id/post/read/74816/pesantren-yanbuul-quran-menawan-kudus>, diakses pada tanggal 28/03/2023.

<https://www.lightpollutionmap.info/> diakses pada 10/09/2023 pukul 08.35 WIB

Institut Teknologi Bandung. Polusi Cahaya Menjadi Tantangan Pengamatan Bintang di Observatorium Bosscha. Diakses pada 22 November 2022, dari <https://www.itb.ac.id/berita/detail/56917/polusi-cahaya-menjadi-tantangan-pengamatan-bintang-di-observatorium-bosscha>, 2018.

Newman, Andrew, “*Sky Brightness Variation Measured At Auger Observatory*”, <https://Www.Nevis.Columbia.Edu/Reu/2006/>

[Newmanpaper.Pdf](#), Diakses Pada Tanggal 05/04/2018, Pukul 21:13 WIB,

[Pengertian PORT SERIAL RS232 | Belajar Komputer \(wordpress.com\)](#), diakses pada tanggal 04/09/2023 pukul 22:03 WIB.

Setiawan. Sekilas Tentang Polusi Cahaya. INA-Rxiv. DOI: <https://dx.doi.org/10.31227/osf.io/9ft5>, 2019.

Sidqon, Nur, <https://nursidqon.blogspot.com/2023/08/profil-observatorium-yanbuul-quran.html?m=1>, diakses pada tanggal 25/08/2023 pukul 08:07 WIB

Steffen, Andrea, <https://Majalahcsr.Id/Cahaya-Lampu-Ternyata-Polutan-Serius/>, Tanggal 05/04/2023 Pukul 21:26 WIB.

The Astronomical Magnitude Scale. www.icq.eps.harvard.edu
Diakses pada 10-09-2023 pukul 10.21 WIB

Welch, Doug and Anthony Tekatch
<http://www.unihedron.com/projects/darksky/>,
diakses pada tanggal 04/09/2023 pukul 21:38
WIB.

LAMPIRAN

Foto Observatorium Yanbu'ul Qur'an Kudus

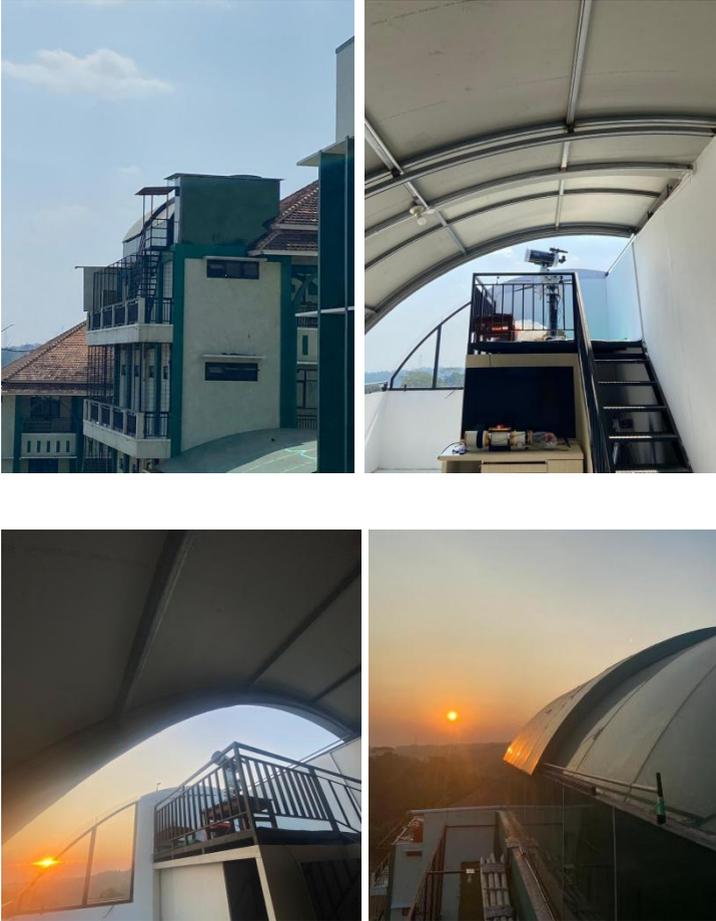


Foto penulis bersama Kepala Observatorium Yanbu'ul Qur'an
Kudus



Proses pengamatan di Observatorium Yanbu'ul Qur'an Kudus



RIWAYAT HIDUP

Nama : Muhammad Mun'im
Tempat Tanggal Lahir : Demak, 18 April 1999
Alamat : Ngaluran Rt 02 Rw 07, kecamatan
Karanganyar, Kabupaten Demak,
Jawa Tengah
Jenjang Pendidikan :

A. Pendidikan Formal

- 1) TK IT Babul Ulum Demak (2004-2005)
- 2) SD Negeri 02 Ngaluran Demak (2005-2011)
- 3) Mts. Tahfidz Yanbu'ul Qur'an Kudus (2011-2014)
- 4) MAS Tahfidz Yanbu'ul Qur'an Kudus (2014-2017)

B. Pendidikan Non Formal

- 1) Pondok Tahfidz Yanbu'ul Qur'an Menawan
Kudus (2011-2018)
- 2) Pondok Pesantren Life Skill Daarun Najaah
Semarang (2018-2019)

Pengalaman Organisasi :

- 1) Pradana Dewan Ambalan Umar Hasan MAS Tahfidz Yanbu'ul Qur'an (2015-2016)
- 2) Pengurus Biro Pengkaderan PMII Rayon Syariah Kom. UIN Walisongo (2019-2020)
- 3) Pengurus Biro Litbang IMADE UIN Waslisongo Semarang (2020-2021)
- 4) Ketua HMJ (Himpunan Mahasiswa Jurusan) Ilmu Falak UIN Walisongo (2020-2021)
- 5) Ketua DEMA (Dewan Eksekutif Mahasiswa) FSH UIN Walisongo (2021-2022)
- 6) Koordinator Biro Sosial Politik PMII Komisariat UIN Walisongo (2022-2023)

Semarang, 16 September 2023



Muhammad Mun'im

NIM.1802046055