

## **Analisis pengaruh cahaya bulan terang pada setiap fase terhadap penurunan SQM di LAPAN BPAA Pasuruan**

**N Widodo**

Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional, Balai Pengamatan Antariksa dan Atmosfer Pasuruan

Email: nangwidodo@gmail.com

**Abstrak.** Abstrak: Tingkat kecerahan langit sangat dipengaruhi oleh polusi cahaya yang berasal dari alam dan perilaku aktivitas manusia. Salah satu polusi cahaya dari alam yang dominan bersumber dari pantulan cahaya bulan. Penampakan bulan dalam 8 fase akan berpengaruh pada skala Sky Quality Meter. Perubahan fase bulan akan menyebabkan fluktuasi tingkat kecerahan langit di malam hari. Perubahan tingkat kecerahan langit yang terukur pada SQM berkorelasi signifikan dengan perubahan luas bulan terang pada fase-fase bulan. Perubahan tingkat kecerahan langit, SQM berkorelasi nonlinier terhadap perubahan fase-fase bulan.

**Kata kunci:** *Sky Quality Meter, Fase bulan*

**Abstract.** The brightness level of the sky is strongly influenced by light pollution that comes from nature and human activities. One of the major sources of light pollution from nature originated from the moon's reflection. The appearance of the moon in 8 phases will affect the Sky Quality Meter scale. Moon phase changes will cause fluctuations in the brightness at night. Changes in the level of sky brightness measured in SQM correlate significantly with changes in the width of the bright moon in the phases of the moon. In terms of changes in the brightness of the sky, SQM correlates nonlinearly towards changes in the phases of the moon.

**Keywords:** *Sky Quality Meter, Moon phase*

### **1. Pendahuluan**

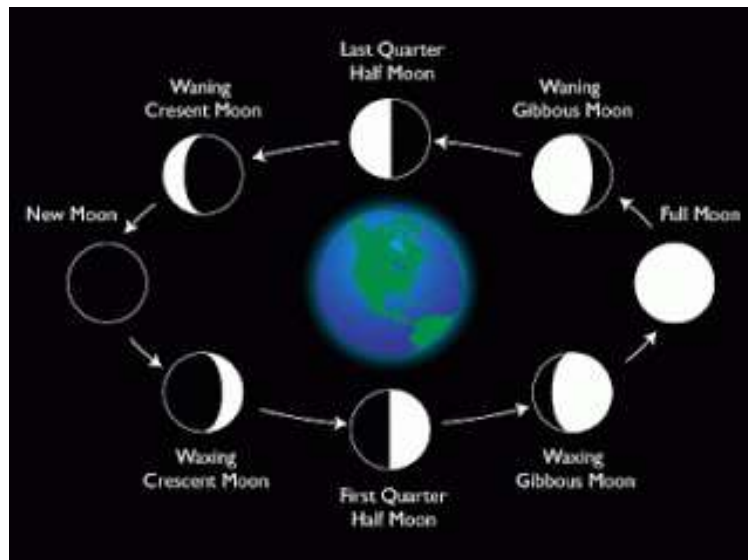
Pengamatan tingkat kecerahan langit penting dilakukan untuk mengetahui kualitas langit pada malam hari di sekitar LAPAN BPAA Pasuruan. Posisi geografis LAPAN Pasuruan 112° 40' 31.5" BT, 7° 34' 08,1" LS dilengkapi peralatan SQM-LU-DL, gambar 1. SQM ini terkoneksi dengan desktop yang dioperasikan mulai sore hari sekitar pukul 16.00 WIB sampai dengan jam 07.00 WIB hari berikutnya. Detektor pada alat SQM ini mengumpulkan cahaya dari sudut ruang sempit yaitu < 20 derajat arah Zenith.



Gambar 1. Kiri, tingkat kegelapan langit <http://www.nightwise.org/magnitudes.html>, Kanan, Unihedron SQM-LU-DL, <http://www.unihedron.com.index.php>

Tingkat kegelapan langit pada malam hari terukur dalam interval skala 22 – 16 mag/arcsec<sup>2</sup>. Semakin tinggi skala SQM menunjukkan langit semakin gelap atau semakin sedikit polusi cahaya disekitar lokasi pengamatan [2][3].

Adapun 8 fase bulan antara lain: bulan baru NM (New Moon), bulan sabit awal WxCM (Waxing Crescent Moon), bulan setengah pertama FQHM (First Quarter Half Moon), bulan cembung awal WxGM (Waxing Gibbous Moon), bulan purnama FM (Full Moon), bulan cembung akhir (Waning Gibbous Moon), bulan setengah akhir LQHM (Last Quarter Half Moon) dan bulan sabit akhir WnCM (Waning Crescent Moon).



Gambar 2. Fase-fase bulan

[http://2.bp.blogspot.com/-BtdjrbaxwA/Vblrhq\\_eFUI/AAAAAAAAAGo/reY7ZiIF0Y/s1600/macam%252Bmacam%252Bfase%252Bbulan.gif](http://2.bp.blogspot.com/-BtdjrbaxwA/Vblrhq_eFUI/AAAAAAAAAGo/reY7ZiIF0Y/s1600/macam%252Bmacam%252Bfase%252Bbulan.gif)

Diasumsikan, polusi cahaya sekitar pengamatan yang diakibatkan aktivitas manusia (untuk penerangan) adalah relatif stabil, Demikian juga tidak terjadi gangguan awan yang melintas pada saat pengamatan SQM, selain itu di LAPAN Pasuruan belum pernah tampak gangguan cahaya Zodiak dapat dinyatakan kondisi langit gelap [2]. Tingkat kecerahan langit di LAPAN Pasuruan menunjukkan pada interval 16 – 20 mag/arcsec<sup>2</sup>.

Pengamatan cahaya bulan yang disimulasikan oleh Song Yao (2013) akan menambah kecerahan langit (mengurangi skala SQM) dilakukan di stasiun Xinglong [4].

## 2. Metode

Berdasarkan pertimbangan bahwa pada puncak musim kemarau, tingkat kegelapan langit di sekitar lokasi LAPAN BPAA Pasuruan relatif stabil, maka peneliti memilih 2 bulan pengamatan yaitu 9 September – 7 November 2018. Perekaman data SQM yang diambil dalam penelitian ini dimulai dari pukul 18.00 WIB sampai dengan pukul 05.30 WIB hari berikutnya.

Bulan baru, (NM) jatuh pada tanggal 9 September dan 8 Oktober 2018, sedangkan pada fase, FM tepat pada tanggal 25 September pukul 02:52 UT (09:52 WIB) dan 24 Oktober 2018 pukul 16.45 UT (23:45 WIB). <http://www.moongiant.com/moonphases/September/2018> [5]. Pada fase NW diwakili 1 hari pengamatan, sedangkan pada fase FM diambil 3 hari dari tengah bulan yaitu hari ke 14-16, selebihnya pada fase lain akan diambil durasi 4 atau 5 hari pengamatan, dan setiap fase dihitung rata-ratanya. Selanjutnya berdasarkan penambahan permukaan bulan yang bercahaya, pada setiap fasenya dinyatakan pada Tabel 1 berikut;

Tabel 1. Hasil pengukuran rata-rata SQM selama 2 bulan

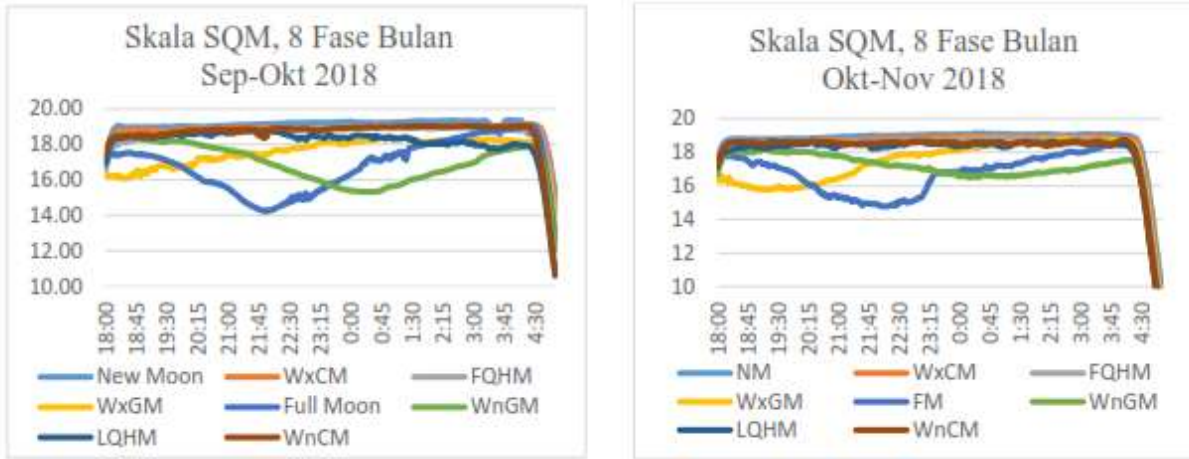
No	Fase	Persentase (%)	9 Sept – 8 Okt	8 Okt – 7 Nov
1	N M	0	19,06	18,75
2	W <sub>x</sub> CM	20	18,85	18,56
3	FQHM	50	18,70	18,39
4	W <sub>x</sub> GM	80	17,60	17,34
5	F M	100	16,85	16,62
6	W <sub>n</sub> GM	80	16,94	17,06
7	LQHM	50	18,17	18,11
8	W <sub>n</sub> CM	20	18,06	18,24

Biasanya pada fase bulan sabit awal, W<sub>x</sub>CM kemunculan cahaya bulan menyusul setelah matahari terbenam dengan durasi relatif pendek, sedangkan fase bulan sabit akhir W<sub>n</sub>CM bulan muncul di akhir malam, juga berdurasi pendek. Mendekati fase W<sub>x</sub>GM dan puncak fase FM, bulan muncul semakin terang dan berdurasi hampir sepanjang malam. Perbedaan diantara 8 fase dapat dilihat pada gambar 3, grafik W<sub>x</sub>CM, FQHM menunjukkan pengurangan SQM dalam skala kecil di awal malam dan sebaliknya pada fase W<sub>n</sub>GM dan LQHM mengalami penurunan SQM menjelang akhir malam dalam skala kecil.

Selanjutnya akan dilakukan pengukuran penurunan skala SQM pada setiap fase dengan menentukan referensi langit gelap saat fase NW (=19.06 dan 18.75). Hasil pengurangan skala SQM pada setiap fase ditampilkan pada Tabel 2 dan Tabel 3. Tahap berikutnya, analisis mengenai akibat adanya penambahan permukaan bulan terang versus penurunan skala SQM setiap fase yang didekati dengan persamaan linier dan nonlinier. Pengkajian berikutnya adalah analisis tingkat signifikansi penurunan SQM terhadap perubahan permukaan bulan terang dengan membandingkan koefisien korelasinya.

## 3. Hasil dan Pembahasan

Pada fase-fase awal, W<sub>x</sub>CM (= < 20 % luas bulan terang), penurunan skala SQM tidak signifikan hanya sekitar 1 skala SQM, karena pada saat matahari tenggelam (twilight evening), sebagian cahaya matahari masih menerangi atmosfer [6][7].



Gambar 3. Kiri, Satu kali orbit bulan dari tanggal 9 September – 8 Oktober 2018, Kanan. Satu kali orbit bulan dari tanggal 8 Oktober – 7 November 2018

Sedangkan pada puncak siklus, (FM) skala SQM turun signifikan sampai dengan 5 skala, hal ini disebabkan cahaya bulan terang mampu merubah tingkat kecerahan langit hampir sepanjang malam, seperti tampak gambar 3 kiri dan kanan.

Pada gambar 3 kiri dan kanan, memasuki fase WxGM skala SQM turun signifikan dimulai dari awal malam sampai akhir malam (pukul 03.00), dan pada fase WnGM skala SQM turun signifikan mendekati tengah malam sampai pagi hari.

Tabel 2. Perubahan skala SQM pada setiap fase (9 Sep - 8 Okt 2018)

No.	Fase	Luas Terang	Rata-rata SQM	Rata-rata Penurunan SQM	Pengurangan (%)
1	NM	0	19,06	0	0,0
2	WxCM	20	18,85	-0,21	1,1
3	FQHM	50	18,7	-0,36	1,89
4	WxGM	80	17,6	-1,46	7,66
5	FM	100	16,85	-2,21	11,59
6	WnGM	80	16,94	-2,12	11,12
7	LQHM	50	18,17	-0,89	4,67
8	WnCM	20	18,66	-0,4	2,10

Pada Tabel 2, kolom 5 persentase pengurangan diperoleh dari persamaan (1)

$$Pengurangan \% (Fase Ke i) = \frac{Fase\ ke\ i - NM}{NM} \times 100\% \quad (1)$$

Dimana  $i = 1$  sampai 8, fase bula ke  $i = 1$  adalah NM

Contoh, Fase ke 2, WxCM didapatkan

$$WxCM = \frac{18.85 - 19.06}{19.06} \times 100\% = 1,1 \%$$

Pada saat puncak fase FM, pukul 21.50 gambar 3 kiri, skala SQM turun maksimum sampai 5 skala terhadap NM, tetapi sepanjang pengamatan malam rata-rata penurunan SQM (Tabel 2) sebesar 2,21 atau 11,59 %.

Tabel 3. Perubahan skala SQM pada setiap fase (8 Okt – 7 Nov 2018)

No.	Fase	Luas Terang	Rata-rata SQM	Rata-rata Penurunan SQM	Pengurangan (%)
1	N M	0	18,75	0	0,0
2	WxCM	20	18,56	-0,19	1,1
3	FQHM	50	18,39	-0,36	1,92
4	WxGM	80	17,34	-1,41	7,52
5	F M	100	16,62	-2,13	11,36
6	WnGM	80	17,06	-1,69	9,01
7	LQHM	50	18,11	-0,64	3,41
8	WnCM	20	18,24	-0,51	2,72

Sedangkan pada rotasi kedua, puncak fase FM pada pukul 22.15 gambar 3 kanan, skala SQM turun maksimum sampai 4 skala terhadap NM, tetapi sepanjang pengamatan malam rata-rata Penurunan SQM (Tabel 3) sebesar 2,13 atau 11,36 %.

Pada Tabel 2 dan Tabel 3, kolom 3, rata-rata penurunan SQM terhadap fase-fase bulan bila digambarkan terjadi fluktuasi tingkat kecerahan langit seperti gambar 4. Tampak bahwa pola penurunan SQM tidak menunjukkan tren linier.

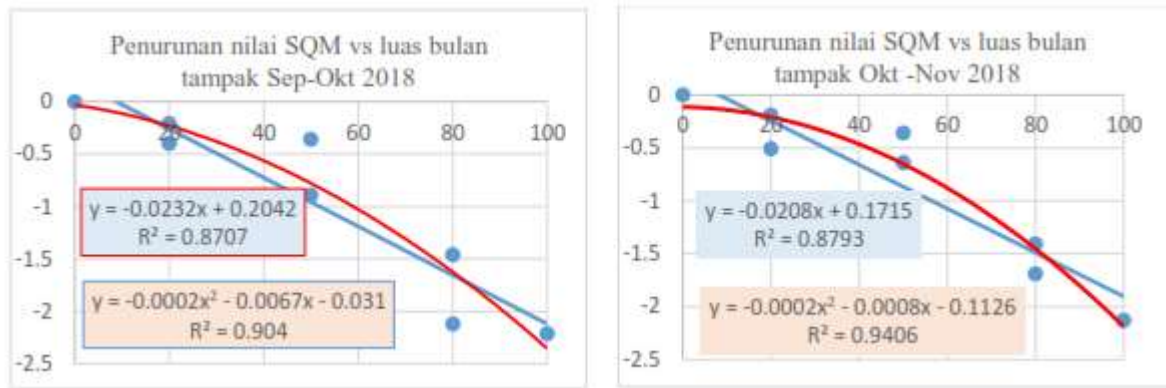


Gambar 4 Kiri, pola pengaruh fase bulan pada penurunan SQM. Kanan, gabungan dari dua kali rotasi bulan mengelilingi Bumi

Apabila kolom 2 (luas bulan terang) dan kolom 4 (rata-rata penurunan SQM) pada Tabel 2 dan Tabel 3 dicari koefisien korelasi antara dua variabel tersebut diperoleh gambar 5 kiri dan kanan.

Melalui pendekatan persamaan linier dari kedua variabel tersebut, pada gambar 5 kiri, diperoleh koefisien determinasi,  $R^2 = 0,8707$  atau koefisien korelasi,  $r = 0,933$ . Bila dibandingkan dengan pendekatan persamaan nonlinier (polinom orde 2) diperoleh  $R^2 = 0,904$  atau  $r = 0,950$ .

Sedangkan pada gambar 5 kanan, melalui langkah yang sama pada persamaan linier diperoleh koefisien determinasi,  $R^2 = 0,8793$  atau koefisien korelasi,  $r = 0,938$ . Bila dibandingkan dengan pendekatan persamaan nonlinier (polinom orde 2) diperoleh  $R^2 = 0,9406$  atau  $r = 0,9698$ .



Gambar 5. Perbandingan persamaan linier dan nonlinier tentang hubungan pengurangan SQM vs persentase bulan terang. Kiri, rotasi bulan 9 Sep - 8 Okt 2018, Kanan, rotasi bulan 8 Okt - 7 Nov 2018.

Pada gambar 5, kedua grafik dari dua rotasi Bulan mengelilingi Bumi pada periode rotasi 9 September – 8 Oktober 2018 dan 8 Oktober – 7 November 2018 mempunyai kesamaan karakteristik, dimana pendekatan nonlinier lebih mendekati kondisi riil bahwa penambahan permukaan bulan terang akan berdampak pada penurunan nilai SQM secara nonlinier

#### 4. Kesimpulan

Sumber polusi cahaya yang berasal dari alam berupa pantulan cahaya bulan mempunyai pengaruh signifikan terhadap penurunan skala SQM. Dengan mengamati permukaan bulan terang dalam 8 fase tampak bahwa penurunan skala SQM tidak menunjukkan tren linier. Dengan membandingkan persamaan linier dan nonlinier dari koefisien korelasi pada kedua persamaan tersebut, dapat disimpulkan bahwa persamaan nonlinier (polinom orde 2) dapat menjelaskan hubungan fungsional antara kedua variabel secara lebih baik. Pada periode rotasi pertama (9 September – 8 Oktober 2018) memberikan koefisien determinasi,  $R^2 = 0,904$  atau koefisien korelasi  $r = 0,950$ . Sedangkan periode rotasi kedua (8 Oktober – 7 November 2018) memberikan koefisien determinasi  $R^2 = 0,9406$  atau  $r = 0,9698$ . Memasuki fase WxGM, FM dan WnGM pantulan cahaya bulan sangat signifikan dalam menambah tingkat kecerahan langit malam atau penurunan SQM. Sehingga pada fase ini bila melakukan pengamatan benda langit yang kecil dan cahaya lemah maka akan sangat sulit dalam ketajamannya.

#### Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada Ka BPAA Pasuruan yang telah mendukung penelitian ini hingga selesai, Kepada teman ASN LAPAN Pasuruan yang memberikan data SQM untuk penelitian ini.

#### Daftar Pustaka

- [1] <http://www.nightwise.org/magnitudes.html>
- [2] Hendra A.P, Dhani H., Analisis Dinamika Polusi Cahaya di sekitar Observatorium Bosscha Berdasarkan Citra Satelit VIIS-DNB, Seminar Nasional Penginderaan Jauh ke-5 tahun 2018, dipublikasikan July 2018 di <https://researchgate.net/publication/327384914>.
- [3] Dhani Herdiwijaya, Waktu Shubuh: Tinjauan Pengamatan Astronomi, dipublikasikan Agustus 2016 di <https://researchgate.net/publication/307861438>,
- [4] Song Yao et al, 2013 *Astronomy and Astrophysics* **13** 10 p1255
- [5] Moongiant <http://www.moongiant.com/moonphases/September/2018> dan <http://www.moongiant.com/moonphases/October/2018> diakses 2 Juni 2019
- [6] Herdiwijaya D 2016 *Prosiding SKF* p 95 ISBN:978-602-610451-9
- [7] Nor S A M, Zainuddin M A 2012 *International Journal of Scientific & Engineering Research* **3** 8 ISSN 2229-5518