

manuver seperti teknik deorbit, mengarahkan satelit yang akan mati ke *graveyard orbit*, atau melakukan teknik *active removal of debris* dari orbit.

4. Menghindari upaya penghancuran satelit menggunakan laser dari Bumi karena dapat memicu sampah antariksa baru

yang berukuran lebih kecil.

Secara internasional, sudah banyak forum-forum yang anggotanya saling bertukar informasi terkait dengan isu ini, karena masalahnya yang dapat dirasakan secara global. Pada forum tersebut, anggota akan saling berkoordinasi tentang sampah antariksa, mulai dari bertukar informasi, fasilitas

penelitian, upaya mitigasi, dan kerjasama lainnya. Diharapkan dengan forum tersebut, setiap negara termasuk Indonesia, bisa mempertimbangkan dengan baik upaya untuk mengurangi sampah antariksa ini dan lebih paham dengan situasi di lingkungan dekat Bumi.

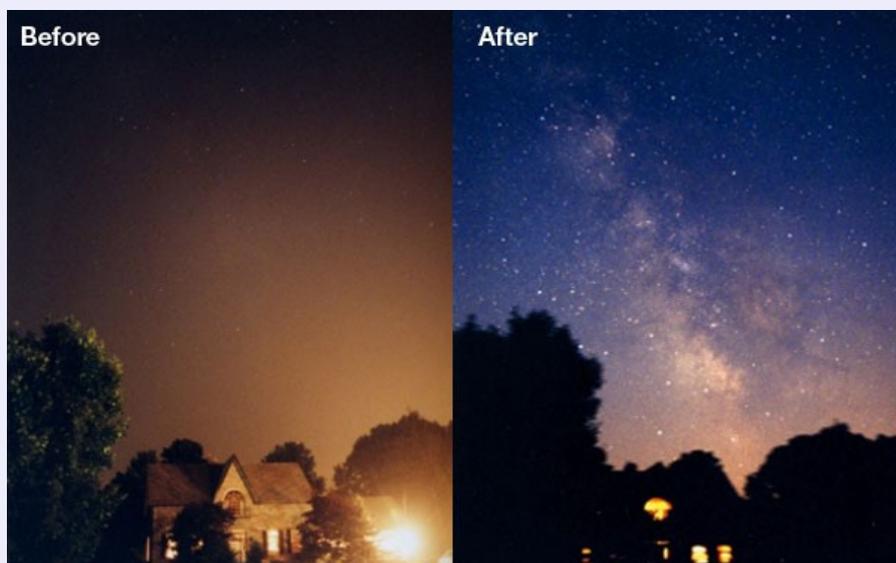
ASTRONOMI

Kecerlangan Langit dan Polusi Cahaya

Oleh

S. Maryam | Pussainsa LAPAN

Langit malam menjanjikan pemandangan yang indah, seperti bintang-bintang, planet, dan berbagai obyek langit. Dahulu, semua orang bisa melihat langit malam bertabur bintang, tetapi saat ini jutaan orang di seluruh dunia mengalami kesulitan dalam mengamati Bima Sakti tempat mereka tinggal. Pemandangan ini makin sulit diamati akibat adanya polusi cahaya yang makin parah. Penggunaan cahaya buatan yang meningkat dan meluas di malam hari tidak hanya mengganggu pandangan kita tentang alam semesta, tetapi juga memengaruhi lingkungan, keamanan, konsumsi energi, dan



Gambar 2. Sebelum dan selama cahaya lampu dimatikan (Kredit: Todd Carlson. Sumber: www.darksky.org/light-pollution/)

kehatan kita. Penggunaan cahaya buatan yang tidak tepat atau berlebihan dapat menimbulkan konsekuensi lingkungan yang serius bagi manusia, satwa liar, dan iklim.

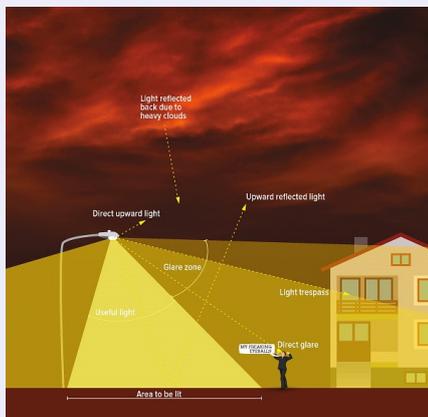
Polusi Cahaya

Sebagai fakta pada malam hari banyak pencahayaan di luar yang digunakan secara tidak efisien, terlalu terang, tidak terjangkau, tidak terlindung dengan benar, dan dalam banyak kasus, cahaya sama sekali tidak diperlukan. Cahaya buatan yang digunakan terbang tumpah ke langit dan tidak menerangi area yang dituju.

Cahaya merupakan salah satu

jenis polusi. Polusi cahaya adalah cahaya dengan intensitas yang terlalu besar dan dapat berdampak buruk. Beberapa spesies, termasuk tumbuhan dan manusia, mengalami dampak akibat polusi cahaya. Sebagian besar masyarakat umum tidak pernah mendengar istilah polusi cahaya. Adapun yang mengetahui tentang polusi cahaya biasanya tidak peduli, bahkan tidak melakukan apa-apa untuk menanggulungnya. Sebagai contoh, polusi cahaya ini telah merugikan Amerika Serikat sebanyak satu miliar dolar setiap tahun.

Polusi cahaya adalah efek



Gambar 1. Komponen polusi cahaya (Kredit: Anezka Gocova. Sumber: www.darksky.org/light-pollution/)



Gambar 3. Penyu menetas (Sumber: www.detik.com)

samping dari industrialisasi. Polusi cahaya berasal dari pencahayaan eksterior dan interior bangunan, papan iklan, properti komersial, kantor, pabrik, lampu jalan, dan stadion. Polusi cahaya paling parah terjadi di wilayah yang telah terindustrialisasi dengan kepadatan penduduk tinggi di Amerika Utara, Eropa, dan Jepang, serta kota-kota utama di Timur Tengah dan Afrika Utara seperti Kairo.

Polusi cahaya dapat dibagi menjadi dua, yaitu tipe cahaya rendah dan tipe cahaya berlebihan. Tipe cahaya rendah adalah cahaya yang tidak menyenangkan dan mengganggu alam, sedangkan tipe cahaya berlebihan adalah cahaya yang biasanya berasal dari dalam ruangan, mengganggu dan berefek pada kesehatan.

Lampu Buatan Mengacaukan Ekosistem Dunia

Polusi cahaya memiliki dampak negatif terhadap lingkungan perkotaan di malam hari. Polusi cahaya menyebabkan adanya pemborosan energi listrik di perkotaan. Sumber polusi cahaya terjadi akibat tidak efektifnya penggunaan cahaya, seperti lampu taman, papan reklame, dan sumber-sumber lain yang memengaruhi jumlah energi yang dilepaskan ke lingkungan. Polusi cahaya menyebabkan masalah tidur pada manusia. Cahaya yang berlebihan dari papan reklame mengganggu orang yang sedang tidur di apartemen. Ilmu

pengetahuan mengalami dampak dari polusi cahaya, seperti para astronom yang tidak dapat mengamati dan menemukan objek di angkasa karena terlalu banyak cahaya yang menutupi langit malam.

Setiap hari tanaman dan hewan bergantung pada siklus cahaya dan gelap Bumi. Siklus ini mengatur perilaku yang menopang kehidupan mereka, seperti reproduksi, makanan, tidur, serta perlindungan dari predator. Bukti ilmiah menunjukkan bahwa cahaya buatan pada malam hari memiliki efek negatif dan mematikan banyak makhluk termasuk amfibi, burung, mamalia, serangga, dan tumbuhan. Hewan nokturnal tidur di siang hari dan aktif di malam hari. Polusi cahaya secara radikal mengubah lingkungan malam mereka dengan mengubah malam hari. Menurut riset ilmuwan Christopher Kyba, untuk hewan nokturnal, “pengenalan cahaya buatan mungkin merupakan perubahan paling drastis yang dilakukan manusia terhadap lingkungan mereka”. Predator menggunakan cahaya untuk berburu, sedangkan spesies mangsa menggunakan kegelapan sebagai pelindung.

Silau dari lampu buatan juga bisa berdampak pada habitat lahan basah yang merupakan rumah bagi amfibi, seperti katak dan kodok. Lampu buatan mengganggu aktivitas nokturnal,

Color Magnitude	Bortle Class	Sky Brightness	
		mag/arcsec ²	Artifi./Natural
7.6 - 8.0	1	>21.90	<0.01
7.1 - 7.5	2	21.90 - 21.50	0.01 - 0.11
6.6 - 7.0	3	21.50 - 21.30	0.11 - 0.33
6.3 - 6.5	4	21.30 - 20.80	0.33 - 1.00
6.1 - 6.3	4.5	20.80 - 20.10	1.00 - 3.00
5.6 - 6.0	5	21.1 - 19.10	3.00 - 9.00
5.0 - 5.5	6,7	19.1 - 18.00	9.00 - 27.0
<4.5	8,9	<18.00	>27.0

Gambar 5. Skala kecerlangan langit (skala Bortle) (Sumber: www.darksky.org/light-pollution/)



Gambar 4. Migrasi burung (Kredit: Michael Menefee. Sumber: www.darksky.org/light-pollution/)

reproduksi, dan mengurangi populasi. Penyu laut juga tidak datang ke pantai dan bertelur seperti biasa. Penyu laut hidup di laut tetapi menetas malam hari di pantai. Tukik (anak penyu) menemukan laut dengan mendeteksi cakrawala terang di atas lautan. Lampu buatan menarik mereka dari samudera. Setiap tahun di Florida jutaan tukik yang menetas mati.

Polusi cahaya menghalangi bintang dan Bulan. Akibat polusi cahaya, burung yang bermigrasi menggunakan bintang dan Bulan sebagai alat navigasi tidak dapat bermigrasi ke tempat yang tepat karena takut dengan cahaya. Cahaya buatan dapat menyebabkan mereka berkeliaran dan menuju lanskap malam kota yang berbahaya. Setiap tahun jutaan burung mati bertabrakan dengan bangunan dan menara. Lampu buatan dapat menyebabkan mereka terlambat atau terlalu dini bermigrasi, melewati kondisi iklim ideal untuk bersarang dan mencari makan.

Banyak serangga tertarik kepada cahaya, tapi lampu buatan bisa menciptakan daya tarik yang fatal. Populasi serangga yang menurun berdampak negatif pada semua spesies yang bergantung pada serangga untuk makanan atau penyerbukan. Beberapa predator memanfaatkan daya



Gambar 6. Titik pengamatan polusi cahaya oleh Pussainsa LAPAN (Laporan Kegiatan Pengukuran Kecerlangan Langit Malam di Indonesia)

tarik ini untuk keuntungan mereka, yang memengaruhi jaring makanan dengan cara yang tidak diantisipasi.

Kecerlangan Langit di Indonesia
 Kualitas langit di Indonesia belum pernah diukur secara komprehensif. Data hasil pengukuran data yang tersedia masih berasal dari daerah-daerah padat penduduk, seperti di daerah Jawa dan Sumatra. Hal ini mengakibatkan data tentang Indonesia yang terkait dengan pengukuran kualitas langit menjadi tidak akurat. Pengukuran kecerlangan langit malam di Indonesia bertujuan untuk menentukan tingkat polusi cahaya dan memahami perubahan kecerlangan langit saat senja dan fajar.

Skala Bortle terdiri dari sembilan tingkatan atau kelas. Skala ini dimulai dari kelas 1 yang menyatakan langit paling gelap hingga kelas 9 yang menyatakan langit di tengah kota. Skala ini didasarkan pada sejumlah kriteria di luar magnitudo batas mata telanjang atau *naked-eye limiting magnitude* (NELM), yaitu tingkat kecerlangan paling redup dari suatu benda langit yang masih dapat diamati dengan mata telanjang (tanpa bantuan alat optik).

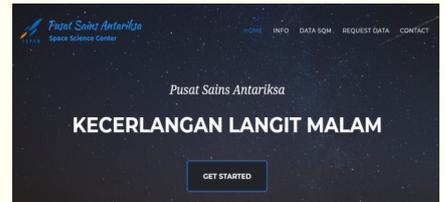
LAPAN dan Upaya Pencegahan Polusi Cahaya
 Polusi cahaya pertama tayang pada berita tahun 1964, ketika

sebuah observatorium dipindahkan untuk menghindari polusi cahaya. Namun, polusi cahaya tidak diperhatikan hingga 6 Juni 2002, ketika Ceko mengesahkan undang-undang polusi cahaya pertama di dunia. Setelah itu, polusi cahaya secara perlahan mulai dianggap sebagai masalah publik, kekhawatiran tentang polusi cahaya meningkat secara dramatis. Semakin banyak ilmuwan, pemilik rumah, kelompok lingkungan, dan pemimpin masyarakat mengambil tindakan untuk memulihkan malam yang alami. Kabar baiknya adalah bahwa polusi cahaya tidak seperti banyak bentuk polusi lainnya. Setiap orang bisa memulai dengan meminimalkan cahaya dari rumah sendiri di malam hari. Salah satu upaya pencegahan polusi cahaya adalah dengan memasang tudung pada lampu penerangan di luar ruangan. Dengan demikian, cahaya lampu di luar ruangan bisa terfokus ke arah bawah.

Sejak tahun 2018 Pusat Sains Antariksa (Pussainsa) LAPAN telah melakukan pengamatan polusi cahaya dengan memanfaatkan alat SQM (*Sky Quality Meter*). Data hasil pengukuran SQM baik secara stasioner maupun secara bergerak serentak bersama balai pengamatan di beberapa wilayah Indonesia dikirim melalui jaringan



Gambar 7. Hasil pengukuran kecerlangan langit oleh Pussainsa LAPAN



Gambar 8. Halaman beranda web SQM (Sumber: sqm.sains.lapan.go.id)

transfer data dan disimpan di media penyimpanan Pussainsa LAPAN <https://bimasakti.lapan.go.id>. Data tersebut menjadi dasar pembuatan peta polusi cahaya.

Titik pengamatan polusi cahaya oleh Pussainsa LAPAN terdapat di beberapa lokasi, yaitu di Bandung, tepatnya di kantor Pussainsa, Balai Pengamatan Antariksa dan Atmosfer (BPAA) Agam, BPAA Pontianak, BPAA Sumedang, Balai Uji Teknologi dan Pengamatan Antariksa dan Atmosfer Garut, BPAA Pasuruan, Balai Kendali Satelit Pengamatan Antariksa dan Atmosfer Penginderaan Jauh Biak.

Informasi Kecerlangan Langit
 Pussainsa LAPAN telah memiliki alamat web khusus untuk menampilkan informasi tentang kecerlangan langit malam, yaitu <http://sqm.sains.lapan.go.id>. Situs web bekerja pada semua *platform desktop* dan perangkat seluler serta memuat data hasil pengamatan dan informasi peta visual. Layanan aplikasi situs web kecerlangan langit dibangun untuk mempermudah akses bagi pengguna yang memerlukan data hasil pengukuran dari alat SQM dan peta kecerlangan langit malam di daerah tertentu.