

Polusi Cahaya



Astronomi dan Polusi Cahaya

Tanpa langit gelap, astronom tidak dapat menerima sinyal cahaya redup dari objek jauh di luar angkasa. Langit gelap merupakan sumber ilmiah yang sangat penting untuk memahami misteri alam semesta. Langit gelap juga bagian penting dari kekayaan alam dan budaya dari semua peradaban.

Pada umumnya observatorium dibangun di area terpencil yang jauh dari gemerlap cahaya lampu kota. Meskipun demikian, observatorium masih dibayangi ancaman polusi cahaya. Sebagai contoh, pada kiri bawah laman ini, tampak cahaya lampu kota yang merambah puncak gunung Mauna Kea, Hawaii. Observatorium Mauna Kea adalah salah satu situs astronomi terbaik di dunia. Tata pencahayaan lampu kota sangat penting untuk perlindungan situs astronomi dari polusi cahaya.

Venus, Pleiades, dan bintang-bintang dari puncak gunung Mauna Kea, rumah bagi teleskop-teleskop terbesar dunia. Tampak pada foto Observatorium Keck dan Teleskop Subaru.
(Kredit: Dr. Hideaki Fujiwara - Teleskop Subaru, NAOJ)





New York, Amerika dari angkasa. (Kredit: NASA-Johnson Space Center ISS045-E-066112)

International Astronomical Union dan Pengamanan Langit Gelap

International Astronomical Union (IAU) beranggotakan lebih dari 10 000 astronom profesional dari hampir 100 negara. Misinya untuk mempromosikan dan menjaga seluruh aspek ilmiah astronomi lewat kolaborasi internasional.

Publikasi ini adalah kompilasi berbagai penemuan penting di dunia tentang polusi cahaya. Seluruh informasi yang dikumpulkan merupakan bagian dari program Cahaya Kosmis yang diorganisir oleh IAU saat Tahun Cahaya Internasional 2015. Tujuan brosur ini untuk meningkatkan pemahaman tentang polusi cahaya, khususnya terkait penggunaan LED, untuk mendukung komunitas astronomi dan membangun kesadaran masyarakat terkait riset polusi cahaya.

Pendar Langit Malam

Polusi cahaya adalah pemakaian cahaya artifisial yang tidak tepat sehingga menyebabkan efek buruk pada lingkungan. Cahaya artifisial berlebih yang dipancarkan ke atas, dihamburkan oleh aerosol seperti awan dan kabut atau partikel kecil seperti polutan di atmosfer. Hamburan ini menghasilkan pendar cahaya yang bisa dilihat dari jauh. Jika dilihat dari tempat tinggi, mirip seperti kubah cahaya di atas perkotaan. Pendar Langit Malam adalah bentuk paling umum dari polusi cahaya.

Sumber cahaya tunggal memberi pengaruh lebih besar pada pendar cahaya di area pedesaan dibanding perkotaan. Ini disebabkan oleh hamburan sekunder. Menurut Martin Aube, pantulan sekunder menjadi penyebab sepuluh persen pendar langit malam di pedesaan dan lima puluh persen di kota.

Bintang-bintang dan kubah cahaya artifisial di atas kota Salzburg, Austria (Kredit: Andreas Max Böckle)

Cahaya Luber

Cahaya luber merupakan masalah umum lainnya yang bisa memengaruhi kesehatan manusia. Cahaya yang tidak diinginkan bisa lolos lewat jendela rumah atau apartemen dan menyebabkan gangguan tidur karena terpapar cahaya berlebih.



Kredit: Ducky Tse / Friends of the Earth (HK)

Cahaya Menyilaukan

Terang berlebihan di malam hari, menghasilkan kontras tinggi dan penurunan visibilitas, yang menyebabkan ketidaknyamanan, atau untuk kasus ekstrim, menyebabkan kebutaan. Orang tua dengan mata menua dan katarak yang paling merasakan efeknya.



Kredit: E. Hanlon



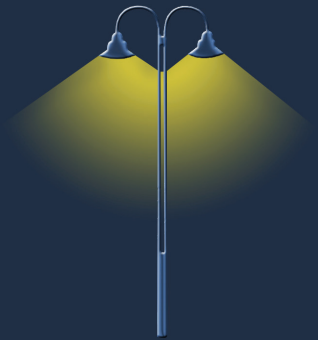
SANGAT BURUK



BURUK



LEBIH BAIK



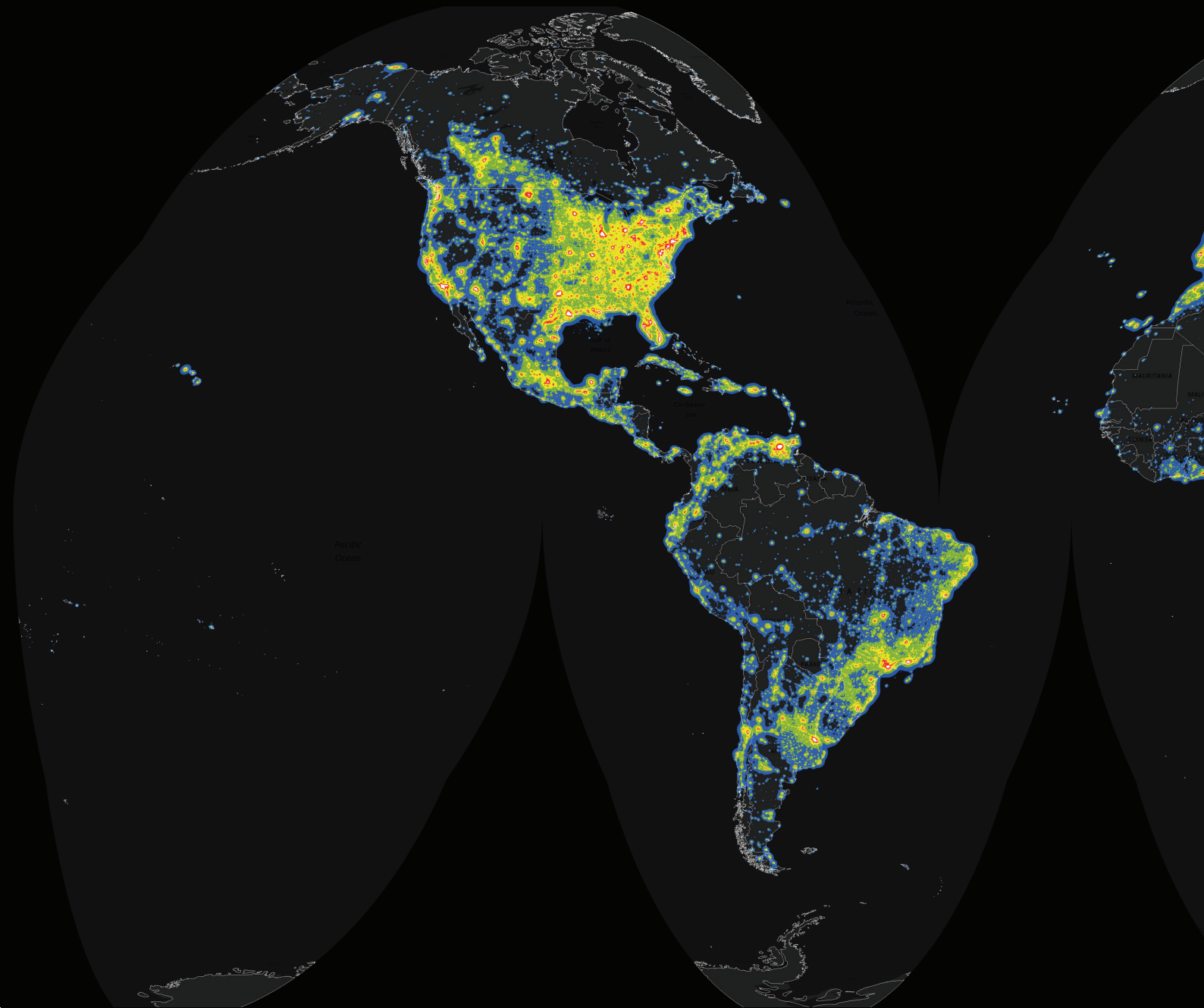
SANGAT BAIK

Solusi

Salah satu solusi yang direkomendasikan untuk meminimalkan pendar langit malam adalah menudungi bola-bola lampu secara penuh hingga jejaknya di permukaan tanah terlihat dari kejauhan tapi sumber cahayanya tidak. International Dark-Sky Association memperkirakan setidaknya tiga puluh persen pencahayaan luar di Amerika yang terbuang sia-sia berasal dari bola lampu yang tidak ditudungi. Cahaya yang tidak ditudungi, bersinar ke angkasa dan bisa diamati dari antariksa, adalah energi yang terbuang sia-sia. Strategi lain adalah meminimalisasi lokasi dan lama cahaya artifisial dinyalakan. Gunakan hanya saat dibutuhkan. Solusi ini bisa mengurangi efek Cahaya Luber dan Cahaya Menyilaukan. Penanaman pohon juga membantu mengatasi pantulan cahaya sekunder yang mengarah ke langit.



Peta Polusi



Pada tahun 2016, peta polusi cahaya dunia yang terbaru diterbitkan oleh Fabio Falchi et al.

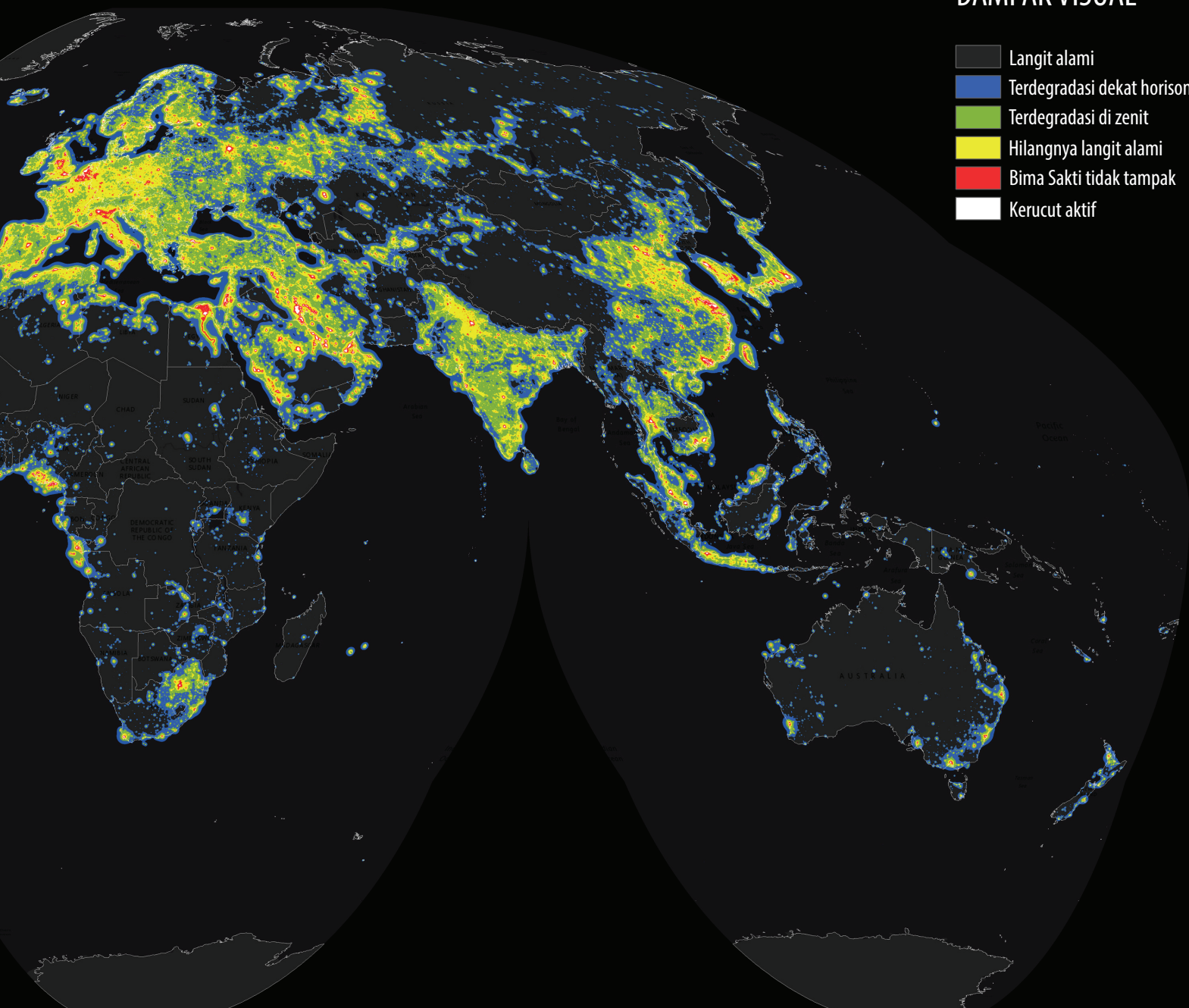
Warna pada peta memperlihatkan tingkat polusi cahaya di berbagai area. Hitam untuk langit yang masih gelap, diikuti warna biru, hijau, kuning, dan merah yang memperlihatkan peningkatan polusi cahaya. Lokasi yang berwarna putih pada peta merupakan "kerucut aktif", atau kota dengan tingkat polusi cahayanya paling parah.

Retina mata manusia disusun oleh sel batang dan sel kerucut. Keduanya merupakan fotoreseptor yang bertanggung

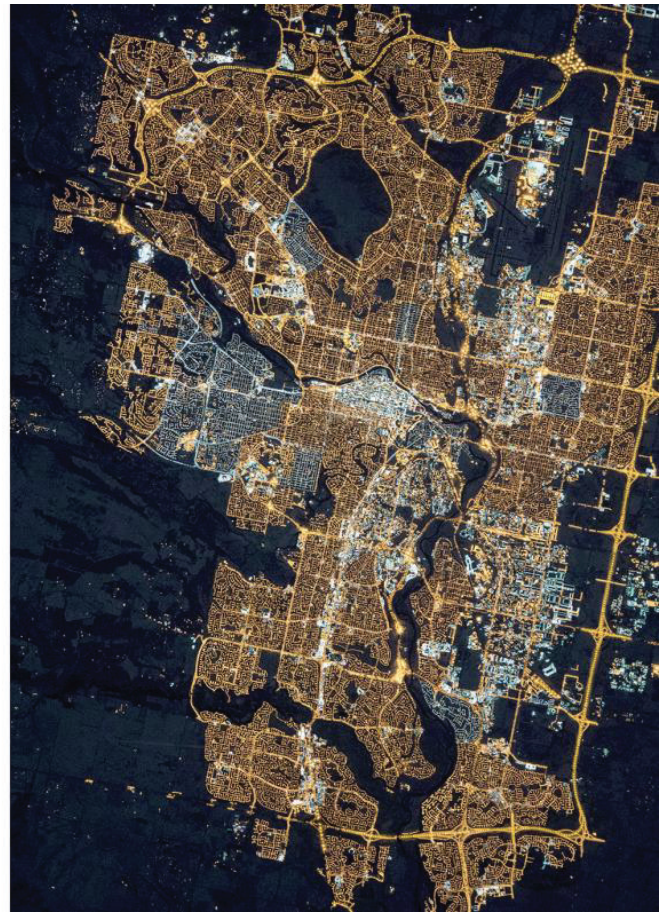
Cahaya 2016

DAMPAK VISUAL

- Langit alami
- Terdegradasi dekat horison
- Terdegradasi di zenit
- Hilangnya langit alami
- Bima Sakti tidak tampak
- Kerucut aktif



jawab untuk mentransmisikan sinyal cahaya ke otak. Sel kerucut bertanggung jawab untuk informasi warna, tapi baru aktif saat pencahayaan cukup terang. Pada lingkungan yang gelap, kita tidak akan melihat warna sama sekali. Saat melihat melalui teleskop, objek-objek jauh di alam semesta tidak tampak indah dan berwarna seperti pada citra yang ada di Internet untuk alasan yang sama - sel kerucut tidak teraktivasi karena kita melihat melalui lensa teleskop yang gelap. Sebagai contoh, foto-foto dari teleskop Hubble merupakan hasil integrasi selama berjam-jam, berbeda dari yang dilihat mata saat meneropong. Kadang, foto-foto tersebut merupakan hasil dari meningkatkan warna semu.



Peralihan dari lampu sodium ke LED di Calgary, Kanada. (Kredit: NASA)

Revolusi LED?

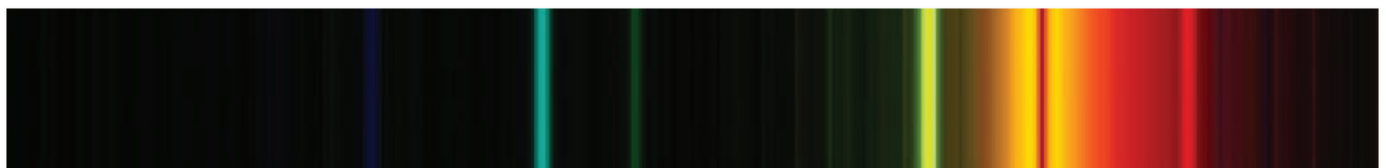
Foto di atas memperlihatkan perubahan penggunaan cahaya artifisial ke lampu LED di Calgary, Kanada. Kelimpahan warna biru pada LED tampak jelas di foto. LED atau "Light-emitting diodes" (diode pemancar cahaya) diproduksi massal dan digunakan secara luas karena lebih murah, tahan lama, konsumsi energi lebih rendah, ramah lingkungan, serta mudah dalam pengaturan. Pencahayaan fasilitas umum untuk publik juga mulai diganti dari pencahayaan tradisional dengan LED yang lebih ramah lingkungan.

Menurut penelitian terbaru, LED hemat energi tidak membantu mengurangi polusi cahaya. Masyarakat cenderung menggunakan sisa uang dari LED murah untuk memasang lebih banyak lampu. Akibatnya, lingkungan jadi lebih terang. LED juga punya masalah lain terkait komponen biru pada spektrumnya yang lebih mudah terhambur dan berdampak pada ekosistem maupun kesehatan masyarakat.

Spektrum Lampu Sodium tekanan rendah



Spektrum Lampu Sodium tekanan tinggi

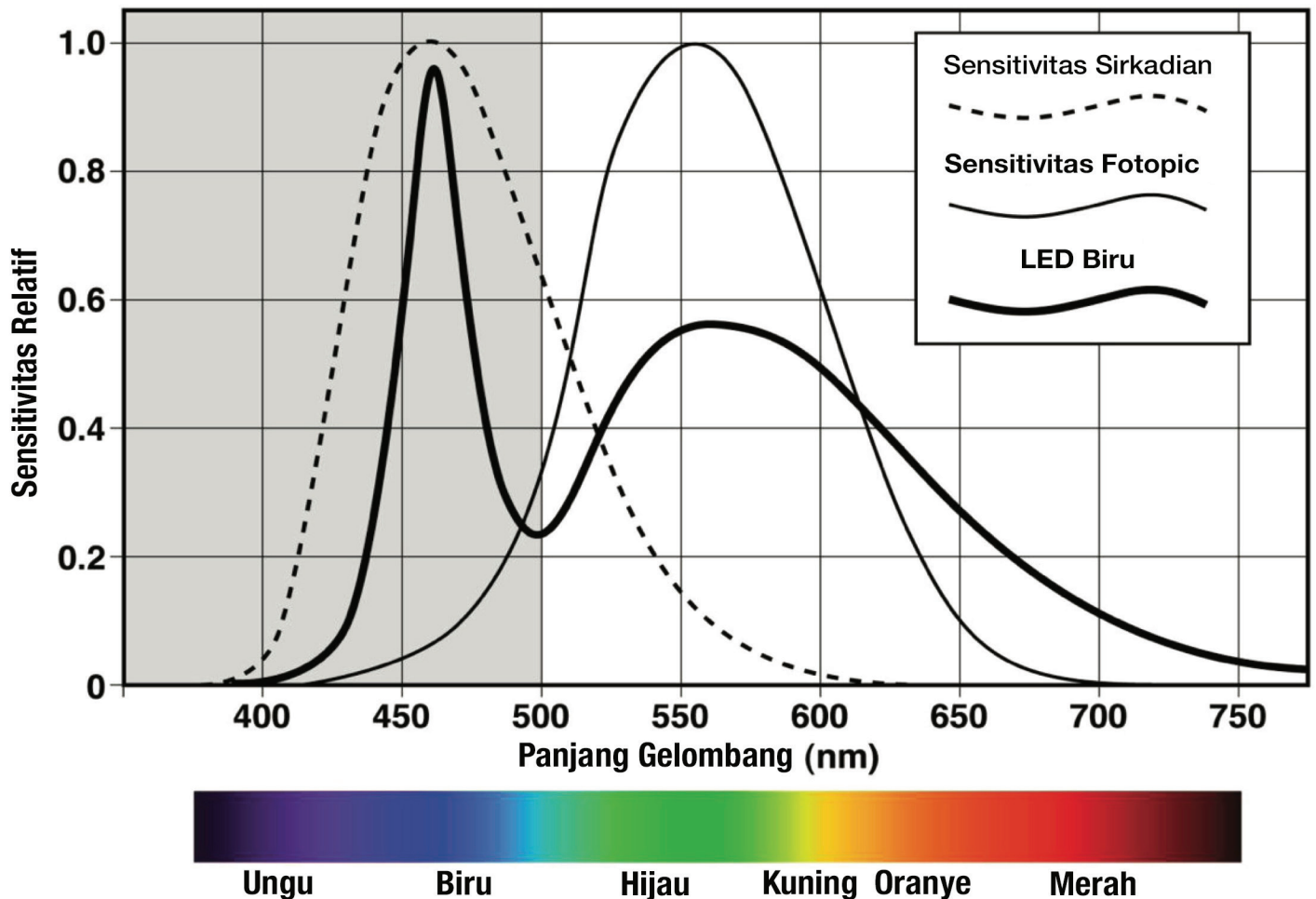


Spektrum LED 4100k



Memahami Spektrum LED

Pencahayaan tradisional seperti lampu Sodium tekanan-rendah (LPS) dan lampu Sodium tekanan-tinggi (HPS), memiliki pita spektrum lebih sempit dan bisa disaring saat pengamatan astronomi. Akan tetapi, LED memiliki pita spektrum lebih luas dan tidak mudah disaring. LED pita spektrum sempit seperti LED amber dari konversi-fosfor akan segera dipasarkan. Lampu LED jenis ini diharapkan menjadi pilihan yang lebih baik untuk penyaringan cahaya, hemat energi, dan kenampakan warnanya. (Catatan: Warna amber merupakan warna kuning keemasan)



Kredit: International Dark Skies Association

Pada tahun 2014, Hadiah Nobel Fisika diberikan untuk “penemuan diode pemancar cahaya biru yang lebih efektif untuk menciptakan cahaya putih terang yang lebih hemat energi”. Pernyataan ini mengungkap karakteristik lampu LED putih modern yang murah dan hemat energi, yang pada dasarnya merupakan LED biru (lihat garis tebal pada diagram).

Garis tebal pada diagram menunjukkan sensitivitas mata pada kondisi terang. Garis putus-putus menunjukkan sensitivitas tubuh pada siklus sirkadian, atau siklus siang malam.

LED yang kaya dengan cahaya biru mempengaruhi sensitivitas sirkadian tubuh manusia sehingga bisa mengubah pola tidur.

Cahaya Biru & Pola Tidur

Tahun 1990-an, para peneliti menemukan jenis ketiga dari sel pengindera cahaya di mata manusia yang berbeda dari sel kerucut dan sel batang. Jenis ketiga sel pengindera cahaya ini mengandung "melanopsin", sejenis fotopigment yang berfungsi untuk mengenali dan melacak siklus siang-malam. Melanopsin menunjukkan puncak kepekaan terhadap cahaya biru.

Melanopsin mengontrol produksi "melatonin" - hormon yang membuat manusia mengantuk. Ketika sel melanopsin mendeteksi cahaya (normalnya saat siang hari), produksi melatonin ditangguhkan, dan kita tetap terjaga. Saat gelap dan sel melanopsin tidak mendeteksi cahaya, kita akan merasa lelah karena melatonin sudah diproduksi. Jika terpapar cahaya biru di malam hari dalam waktu lama, tubuh tetap terjaga.

Sel Saraf pada Retina Mata (Kredit: Wei Li, National Eye Institute, National Institutes of Health)

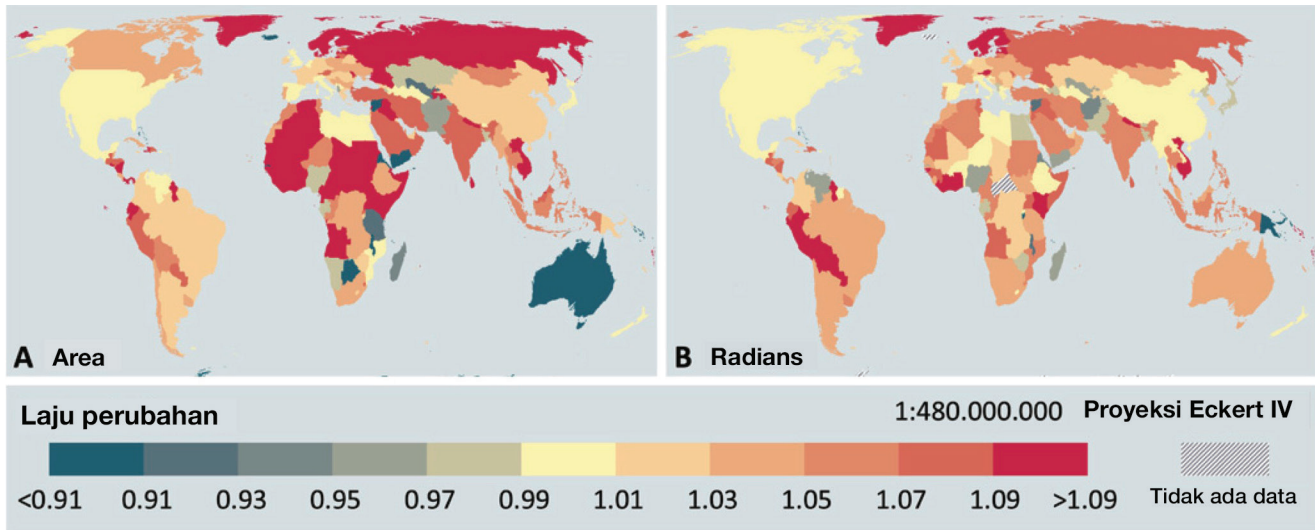
Polusi Cahaya dan Kesehatan

Selain tidur, melatonin merupakan antioksidan yang bermanfaat bagi tubuh. Melatonin membantu memperbaiki tubuh dan mengatur hormon yang terkait dengan proses pengoreksian kanker. LED memiliki kelimpahan cahaya biru tinggi sehingga memiliki efek kuat untuk menangguhkan produksi melatonin.

Tahun 2009, American Medical Association (AMA) menerbitkan resolusi yang menyatakan, "cahaya luber memiliki efek yang merusak siklus sirkadian manusia dan hewan, dan diduga kuat sebagai penyebab teredamnya produksi melatonin, penurunan sistem kekebalan, serta peningkatan laju kanker, seperti kanker payudara". Pada tahun 2016, AMA mengeluarkan kebijakan dan pernyataan resmi bahwa, "lampu LED putih memiliki dampak lima kali lebih besar pada ritme tidur dibanding lampu jalan konvensional".

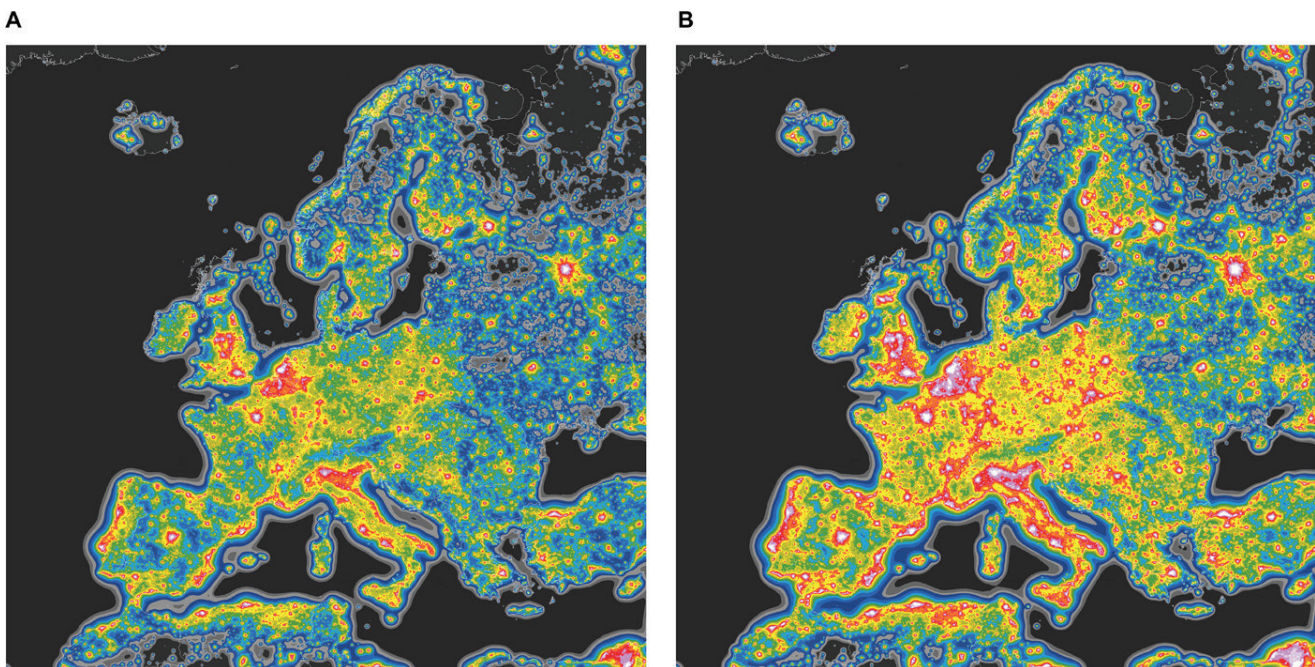
LED memperparah polusi cahaya

LED tidak saja gagal dalam mengatasi polusi cahaya, tapi justru memperparah polusi cahaya. Hasil kajian data satelit yang dilakukan Christopher C. M. Kyba et al memperlihatkan peningkatan kecerlangan langit malam sebanyak 9,1% dari tahun 2012 sampai 2016.



Kredit: Christopher C. M. Kyba et al. Sci Adv 2017

Peta di atas memperlihatkan laju perubahan (peningkatan / penurunan) cahaya artifisial untuk (A) Area, (B) Kecerlangan. Sebagian besar lokasi di Bumi memperlihatkan peningkatan kecerlangan, dengan pengecualian pada beberapa area yang mengalami penurunan, termasuk di dalamnya beberapa negara konflik, contohnya - Yaman dan Suriah.



Kredit: Fabio Falchi et al. Sci Adv 2016

LED biru sangat mudah terhambur sehingga menciptakan jejak polusi cahaya yang semakin luas. Peta di atas memperlihatkan kecerlangan cahaya artifisial di Eropa dibandingkan kecerlangan alami langit. Peta di kiri (A) memperlihatkan tingkat polusi cahaya saat ini. Peta kanan (B) memperlihatkan prakiraan kecerlangan langit jika seluruh pencahayaan diganti ke LED 4000K.



Perubahan polusi cahaya di India dan sekitarnya pada tahun 2012 dan 2016.
(Kredit: Foto-foto NASA Earth Observatory oleh Joshua Stevens, menggunakan data satelit Suomi NPP VIIRS dari Miguel Román, NASA Goddard Space Flight Center)

Warna apa yang harus digunakan?

Cahaya biru punya dampak lain di astronomi – cahaya biru mudah sekali terhambur (itu alasan langit biru), dan informasi galaksi dan bintang yang baru lahir puncaknya pada cahaya biru. Dengan mempertimbangkan dampak cahaya biru pada ekosistem dan kesehatan masyarakat, pencahayaan biru tidak direkomendasikan.

Cahaya merah merupakan yang terpanjang untuk propagasi langsung dan menyebabkan pendar cahaya artifisial pada jarak yang jauh. Karena itu, pencahayaan merah juga tidak direkomendasikan.

Untuk pencahayaan sebaiknya menggunakan warna amber atau kuning, dengan rentang energi sekecil mungkin, konsisten dengan aturan kesesuaian warna.



Tanggung jawab ekologi & LED ramah astronomi

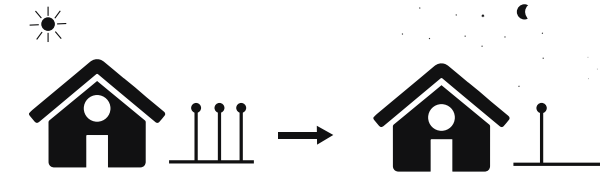
Karena LED biru memiliki efek pada lingkungan dan kesehatan manusia, industri lampu kemudian mengembangkan teknologi baru yang bisa menciptakan LED ramah lingkungan. LED warna amber-murni dikembangkan beberapa tahun lalu dengan lebar pita yang sangat sempit dan mirip lampu LPS, dengan dampak ekologis dan astronomi paling kecil. Tapi, efikasi LED amber-murni masih rendah sehingga belum bisa menjadi produk komersial yang ideal.

LED amber dari konversi-fosfor (PC), adalah teknologi baru yang sedang dikembangkan saat ini. LED amber PC memiliki spektrum lebih luas dan dampak ekologi lebih besar dibanding LED amber murni. Warnanya juga lebih baik dengan efikasi dua kali lebih baik dibanding LED amber-murni. Hal ini menjadikan LED amber PC sebagai pilihan yang lebih baik.

Foto-foto di atas memperlihatkan perubahan pada kampus Universitas Bishop di Sherbrooke, Kanada, sebelum dan sesudah mengganti LED putih 4000K dengan LED amber PC. Percobaan ini berhasil mengurangi penggunaan daya LED sampai setengahnya. Perhitungan Martin Aubé et al. menunjukkan penurunan pendar langit malam sampai dua belas persen dari sebelumnya. Tentu saja ini merupakan pengurangan tingkat kecerlangan yang cukup besar. Untuk bisa seperti itu, turunkan efisiensi kecerlangan dan ganti warna lampu LED dari putih ke kuning.

Cara efektif mengurangi polusi cahaya

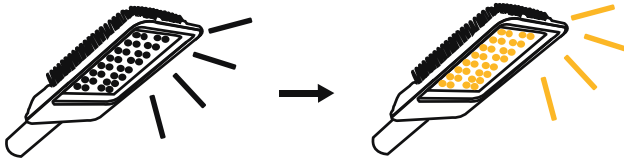
EFEKTIVITAS PENANGANAN POLUSI CAHAYA



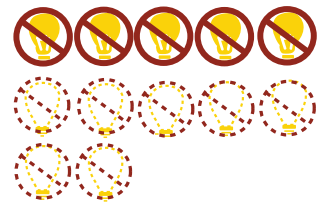
GUNAKAN PENCAHAYAAN
HANYA SAAT DIBUTUHKAN



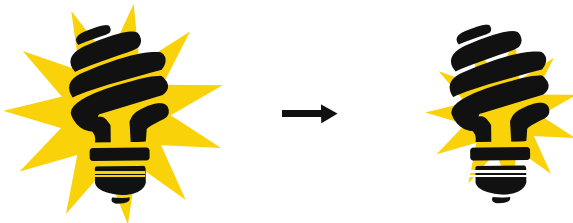
10X



GUNAKAN CAHAYA AMBER
BUKAN CAHAYA PUTIH



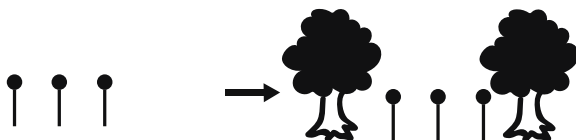
5X-12X



HEMAT DAYA LAMPU



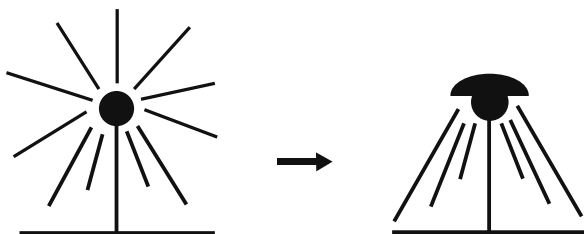
2X-4X



TANAM POHON DAN
TEMPATKAN LAMPU
PADA AREA YANG DAPAT
MEMBLOKIR CAHAYA



2X



JANGAN GUNAKAN
LAMPU SOROT



2X



5X

Sumber data: Martin Aubé (Cégep de Sherbrooke)
Ilustrasi: Elian Abril Diaz Rosas / IAU Office for Astronomy Outreach

Diagram ini merangkum berbagai cara yang efektif mengurangi polusi cahaya. Cara paling efektif adalah mematikan atau mengurangi penggunaan lampu. Mengganti lampu cahaya putih ke amber / kuning memberi dampak yang besar. Penanaman pohon untuk mengurangi efek pantulan sekunder dan penggunaan lampu yang diberi tudung / pelindung untuk mencegah cahaya mengarah ke langit juga sangat efektif. Pantulan sekunder memiliki peran lebih besar di daerah pedesaan dibanding perkotaan. Karena itu, solusi tersebut lebih efektif di pedesaan dibanding area perkotaan.

Program penanganan polusi cahaya internasional

Berikut adalah program dan materi edukasi dari organisasi internasional untuk membantu promosi edukasi cahaya di sekolah dan komunitas.



Globe at Night

Globe at Night, program kampanye sains-warga untuk meningkatkan kesadaran masyarakat akan dampak polusi cahaya. Program ini mengajak ilmuwan-warga untuk ikut mengukur dan mendaftarkan hasil pengamatan kecerlangan langit di area mereka.

www.globeatnight.org



Perangkat Bantu Ajar Kualitas Cahaya

Perangkat bantu ajar ini dikembangkan untuk Tahun Cahaya Internasional. Di dalamnya terdapat enam aktivitas "berbasis masalah" yang membutuhkan alat kualitas cahaya untuk memecahkan masalah efek polusi cahaya pada kehidupan liar, langit malam, mata, penggunaan energi, keselamatan, dan cahaya luber yang masuk ke gedung.

www.noao.edu/education/qltkit.php



Penjaga Langit Malam

Program edukasi yang bertujuan untuk mengajak siswa mengenali penggunaan cahaya yang berlebihan, menyediakan alternatif dan alat untuk mengurangi penggunaan cahaya, menjaga harga pemakaian energi, dan membantu komunitas memperoleh kembali maupun menjaga sumber daya mereka yakni - langit gelap.

www.globeatnight.org/dsr/



Materi International Dark-Sky Association

International Dark-Sky Association (IDA) memiliki misi untuk menjaga dan melindungi langit gelap dan lingkungan lewat penggunaan cahaya artifisial yang bertanggung jawab. Pada laman kami, bisa ditemukan daftar mater yang dikembangkan oleh IDA.

www.darksky.org/resources/

Penyunting
Sze-leung Cheung

Konsultan Penyunting
Constance Walker

Tata Letak
Sze-leung Cheung

Penyunting Naskah
Hannah Harris
Yolande McLean

Penerjemah
Avivah Yamani

Tanggal Terbit
April 2018

Daftar Pustaka

Aubé, Martin. (2015). Physical behaviour of anthropogenic light propagation into the nocturnal environment. *Philosophical Transactions of The Royal Society B Biological Sciences*. 370. 10.1098/rstb.2015.0143.

Aubé, Martin. (2016). The LED outdoor lighting revolution: Opportunities, threats and mitigation for urban and rural citizens.

Falchi, Fabio et al. (2016) The New World Atlas of Artificial Night Sky Brightness. *Science Advances* 10 Jun 2016 : e1600377

Kyba, Christopher et al. (2017). Artificially Lit Surface of Earth at Night Increasing in Radiance and Extent. *Science Advances* 22 Nov 2017 : e1701528

AMA Adopts Guidance to Reduce Harm from High Intensity Street Lights
American Medical Association Press Releases
<https://www.ama-assn.org/ama-adopts-guidance-reduce-harm-high-intensity-street-lights>



Hak Cipta: Lisensi Internasional Atribusi-NonKomersial-BerbagiSerupa 4.0

Dunia tanpa bintang bagaikan
dunia tanpa bunga.

– Silvia Torres-Peimbert, Presiden
International Astronomical Union

saat penutupan Tahun Cahaya Internasional 2015.

Cahaya artifisial dan bintang - bintang yang tampak dari
International Space Station. (Kredit: NASA)



International Astronomical Union
Office for Astronomy Outreach

www.iau.org/public

Bekerjasama dengan
IAU Komisi C.B7
Perlindungan Observatorium dan
Situs Yang Berpotensi untuk
Observatorium



International
Day of Light