



Pencemaran Cahaya



Diterjemah oleh team penulis



Astronomi dan Pencemaran Cahaya

Tanpa langit gelap, ahli astronomi tidak dapat menerima isyarat cahaya yang samar dari objek yang berada jauh di angkasa lepas. Langit gelap merupakan elemen saintifik yang penting dalam usaha mengkaji misteri alam semesta. Ia juga merupakan sebahagian dari budaya dan warisan semula jadi yang signifikan dalam setiap tamadun.

Kebanyakan balai cerap dibina di lokasi yang terpencil untuk mengelak daripada cahaya yang cerah dari bandar-bandar berdekatan. Walaupun begitu, balai cerap tersebut tetap terjejas disebabkan ancaman pencemaran cahaya. Contohnya, di sebelah kiri bawah halaman ini menunjukkan cahaya dari bandar terbias di puncak gunung Mauna Kea, Hawaii. Balai Cerap Mauna Kea adalah salah satu lokasi bagi kegiatan astronomi terbaik di dunia. Undang-undang berkaitan dengan pencahayaan penting untuk melindungi kawasan ini dari pencemaran cahaya.

Bintang, Pleiades (Bintang Tujuh) dan Planet Zuhrah bersama dengan teleskop terbesar di dunia - Balai Cerap Keck dan Teleskop Subaru di puncak gunung Hawaii.
(Kredit: Dr. Hideaki Fujiwara - Teleskop Subaru, NAOJ)



International Astronomical Union (IAU) dan perlindungan terhadap Langit Gelap

International Astronomical Union (IAU) telah mengumpulkan lebih dari 10 000 pakar astronomi dari hampir 100 buah negara. Misi IAU adalah untuk mempromosikan dan melindungi semua aspek dalam sains astronomi melalui kerjasama antarabangsa.

Penerbitan ini adalah gabungan penemuan penting oleh pakar dari seluruh dunia dalam isu pencemaran cahaya. Maklumat tersebut dikumpulkan ketika perjumpaan Program Cosmic Light, yang dianjurkan oleh IAU sempena International Year of Light 2015. Tujuan brosur ini adalah untuk meningkatkan tahap pemahaman kita mengenai pencemaran cahaya sejajar dengan kemajuan masa kini, khususnya mengenai penggunaan LED, untuk menyokong komuniti astronomi dan meningkatkan kesedaran masyarakat mengenai penyelidikan pencemaran cahaya.

Teja Langit (Skyglow)

Pencemaran cahaya adalah penggunaan cahaya buatan seperti lampu hiasan luaran yang tidak efisien, ia memberi kesan buruk terhadap persekitaran. Pembaziran cahaya dari sumber buatan yang dipancarkan ke atas (pada sudut mendatar dan lebih tinggi) diserakkan oleh aerosol seperti awan dan kabus atau partikel bahan pencemar dalam atmosfera. Serakan ini menghasilkan sinaran cahaya yang boleh dilihat dari jauh. Teja langit merupakan jenis pencemaran yang paling banyak menyebabkan pencemaran cahaya.

Lampu biasa tanpa kawalan automatik memberi kesan yang lebih besar pada teja langit yang terhasil di kawasan luar bandar berbanding di bandar kerana penyerakan sekunder.

Menurut Martin Aube, sepuluh peratus teja langit di bandar-bandar dan lima puluh peratus teja langit di kawasan luar bandar berpunca dari pantulan sekunder.

Bintang dan serakan cahaya langit (SKyglow) di langit bandar Salzburg, Austria (Kredit: Andreas Max Böckle)

Pencerobohan Cahaya

Pencerobohan cahaya adalah masalah biasa yang boleh mempengaruhi kesihatan kita. Cahaya yang tidak diperlukan pada waktu malam akan menyusup melalui tingkap rumah dan pangsapuri, menyebabkan gangguan tidur akibat pendedahan kepada cahaya yang berlebihan.

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

Silau

Kecerahan yang berlebihan pada waktu malam menghasilkan kontra yang tinggi dan menurunkan kadar penglihatan. Ia menyebabkan rasa tidak selesa dan dalam kes yang melampau boleh menyebabkan buta. Orang tua yang mempunyai masalah mata yang lemah dan katarak paling banyak menderita disebabkan oleh silau.

Kredit: E. Hanlon



SANGAT BURUK



BURUK



BAIK



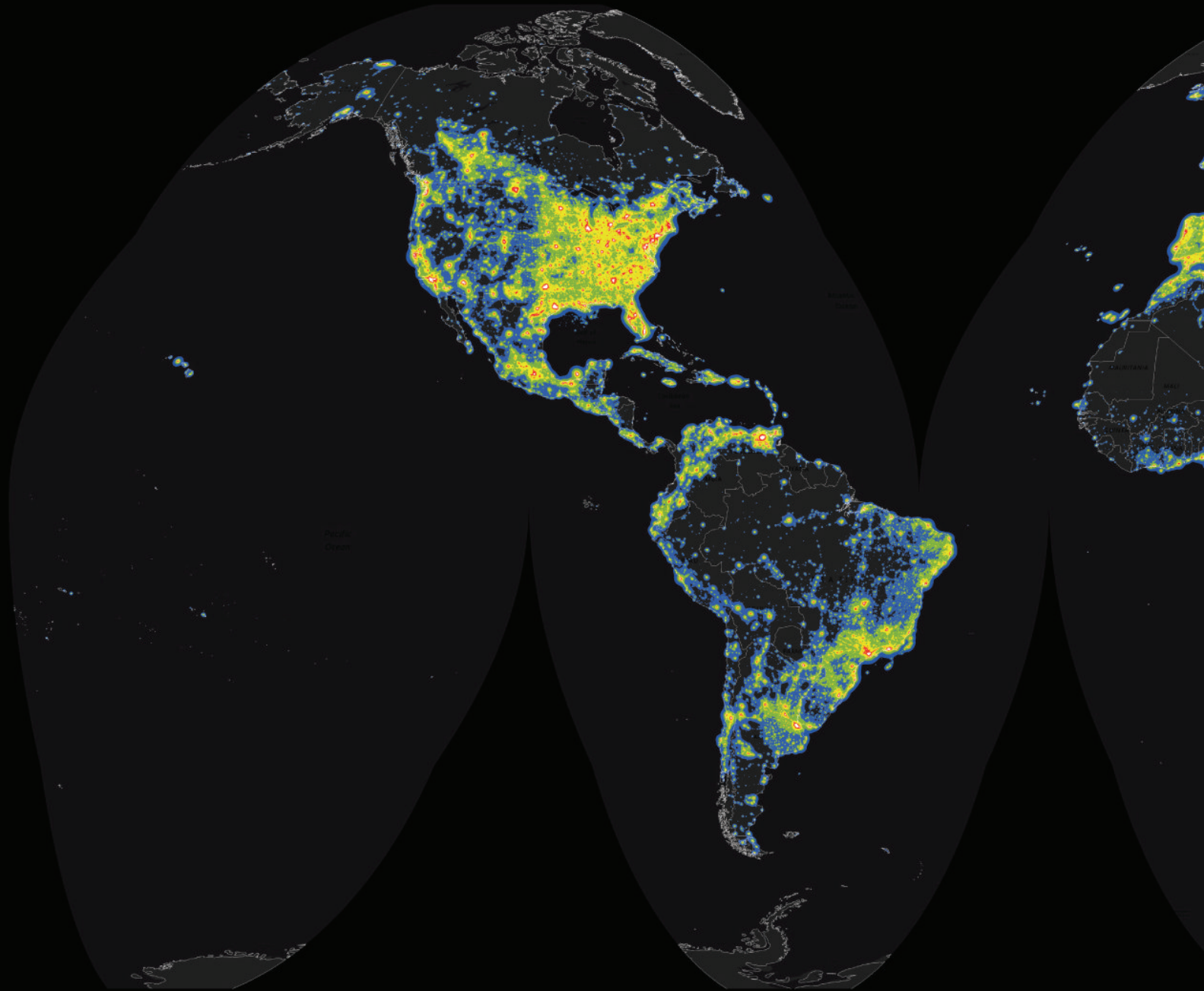
TERBAIK

Solusi

Salah satu penyelesaian yang disyorkan untuk meminimumkan teja langit adalah dengan menudungkan sumber cahaya. Dengan menudung sumber cahaya, cahaya cerah di tanah boleh kelihatan dari jauh tetapi sumber cahaya tidak kelihatan. International Dark-Sky Association menganggarkan bahawa sekurang-kurangnya tiga puluh peratus pencahayaan luar di Amerika Syarikat terbazir dan kebanyakannya disebabkan oleh cahaya yang tidak ditudung. Sumber cahaya yang tidak ditudung akan bersinar ke langit dan dapat dilihat dari angkasa adalah kebanyakannya membazirkan tenaga. Antara strategi lain adalah dengan meminimumkan lokasi dan tempoh waktu bagi penyalaan lampu, hanya gunakan lampu dimana dan ketika diperlukan sahaja. Penyelesaian ini juga dapat mengurangkan pencerobohan cahaya dan juga masalah silau. Selain itu, menanam lebih banyak pokok juga dapat membantu menyekat cahaya sekunder yang memantul dari bersinar ke langit.



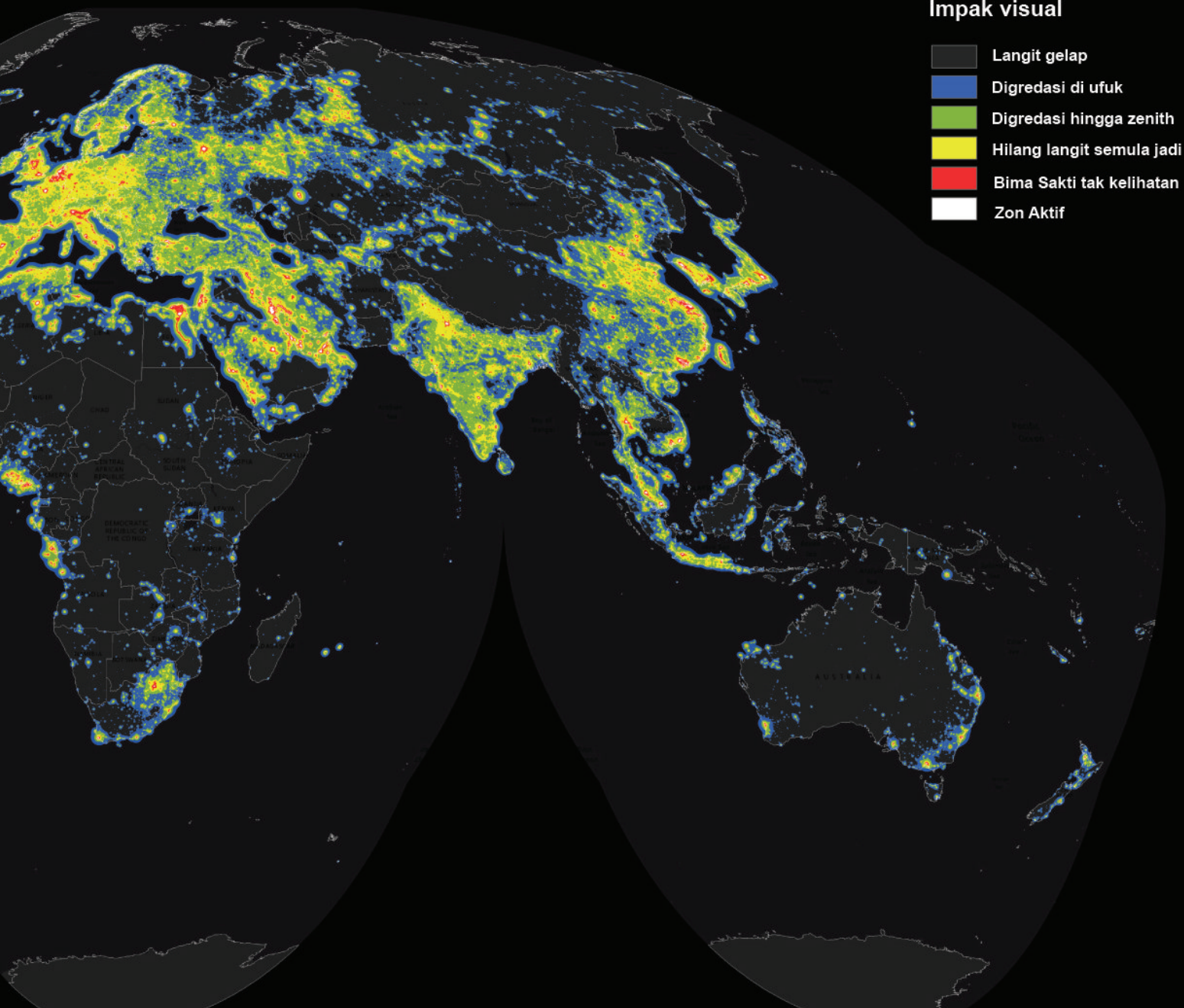
Peta pencemaran



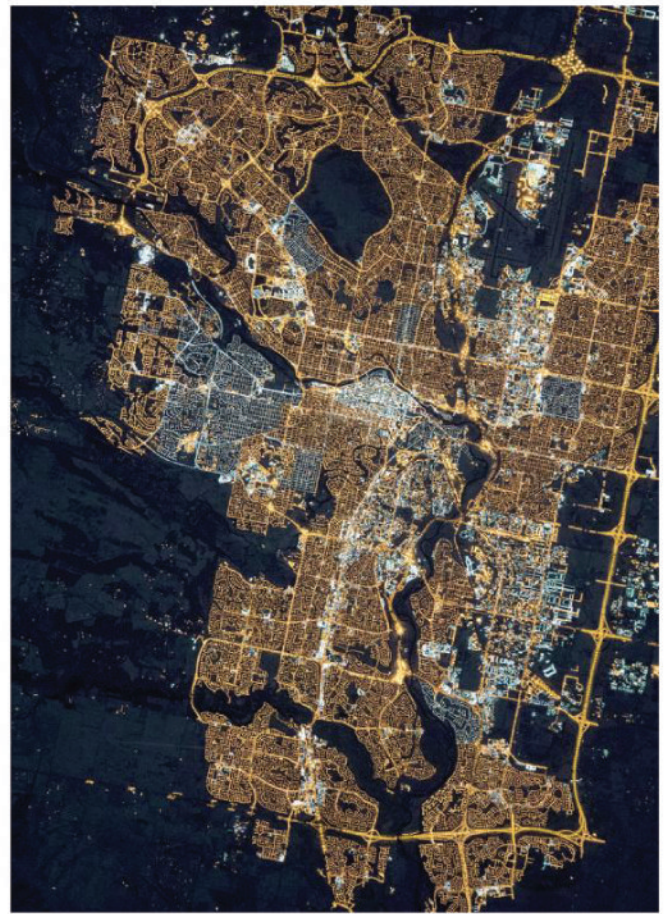
Peta pencemaran cahaya di dunia telah diterbitkan oleh Fabio Falchi et al pada tahun 2016.

Warna pada peta menunjukkan tahap pencemaran cahaya yang berbeza, warna hitam menunjukkan langit yang bersih, diikuti dengan biru, hijau, kuning, dan merah untuk menunjukkan tahap pencemaran cahaya yang semakin teruk. Kawasan putih pada peta menunjukkan "kawasan aktif" adalah bandar di mana pencemaran cahaya paling teruk.

cahaya tahun 2016



Retina mata manusia terdiri daripada sel kon dan rod. Ianya adalah fotoreseptor yang bertanggungjawab menghantar isyarat cahaya ke otak kita. Sel Kon bertanggungjawab menyampaikan maklumat warna, tetapi hanya aktif apabila keadaan cahaya yang cukup terang. Oleh itu, dalam persekitaran yang gelap, kita melihat warna yang kusam atau tiada warna sama sekali. Apabila kita melihat melalui teleskop, kita tidak dapat melihat objek langit seperti nebula dan galaksi yang indah dan berwarna seperti gambar yang kita lihat di internet dengan alasan yang sama, sel kon tidak aktif ketika kita melihat melalui teleskop di ruang angkasa yang gelap. Gambar Teleskop Angkasa Hubble misalnya, tidak seperti yang dilihat oleh mata kita kerana ia melibatkan proses integrasi yang mengambil masa berjam-jam. Kadangkala ia merupakan gambar yang ditambah baik dengan warna.



Perubahan daripada lampu sodium kepada LED di Calgary, Kanada. (Kredit: NASA)

Revolusi LED?

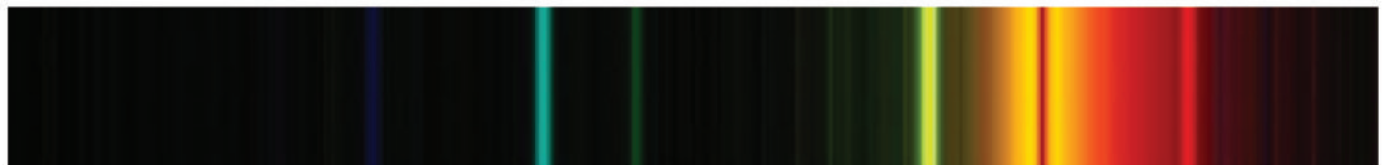
Gambar di atas menunjukkan perubahan cahaya kepada penggunaan LED di Calgary, Kanada. Warna biru terang pada LED kelihatan dengan jelas sekali. LED atau juga dipanggil "diod pemancar cahaya", dikenali kerana harga mereka yang murah, mempunyai jangka hayat yang lama, penggunaan tenaga rendah, mesra alam sekitar. Oleh itu, ia dihasilkan secara besar-besaran dan digunakan secara meluas. Penggunaan pencahayaan yang biasa seperti menggunakan mentol telah digantikan dengan LED yang lebih mesra alam.

Kajian terbaru menunjukkan bahawa LED yang menjimatkan tenaga tidak membantu mengurangkan pencemaran cahaya. Kita cenderung menggunakan wang yang lebih daripada penjimatan LED yang berkos rendah untuk memasang lebih banyak pencahayaan sehingga menjadikan lokasi tersebut lebih cerah. LED juga mempunyai masalah besar lain yang berkaitan dengan komponen warna biru yang kuat dalam spektrum cahayanya, ia mudah tersebar dan memberi kesan ke atas ekosistem serta kesihatan awam.

Spectrum bertekanan rendah oleh lampu Sodium



Spectrum bertekanan tinggi lampu Sodium



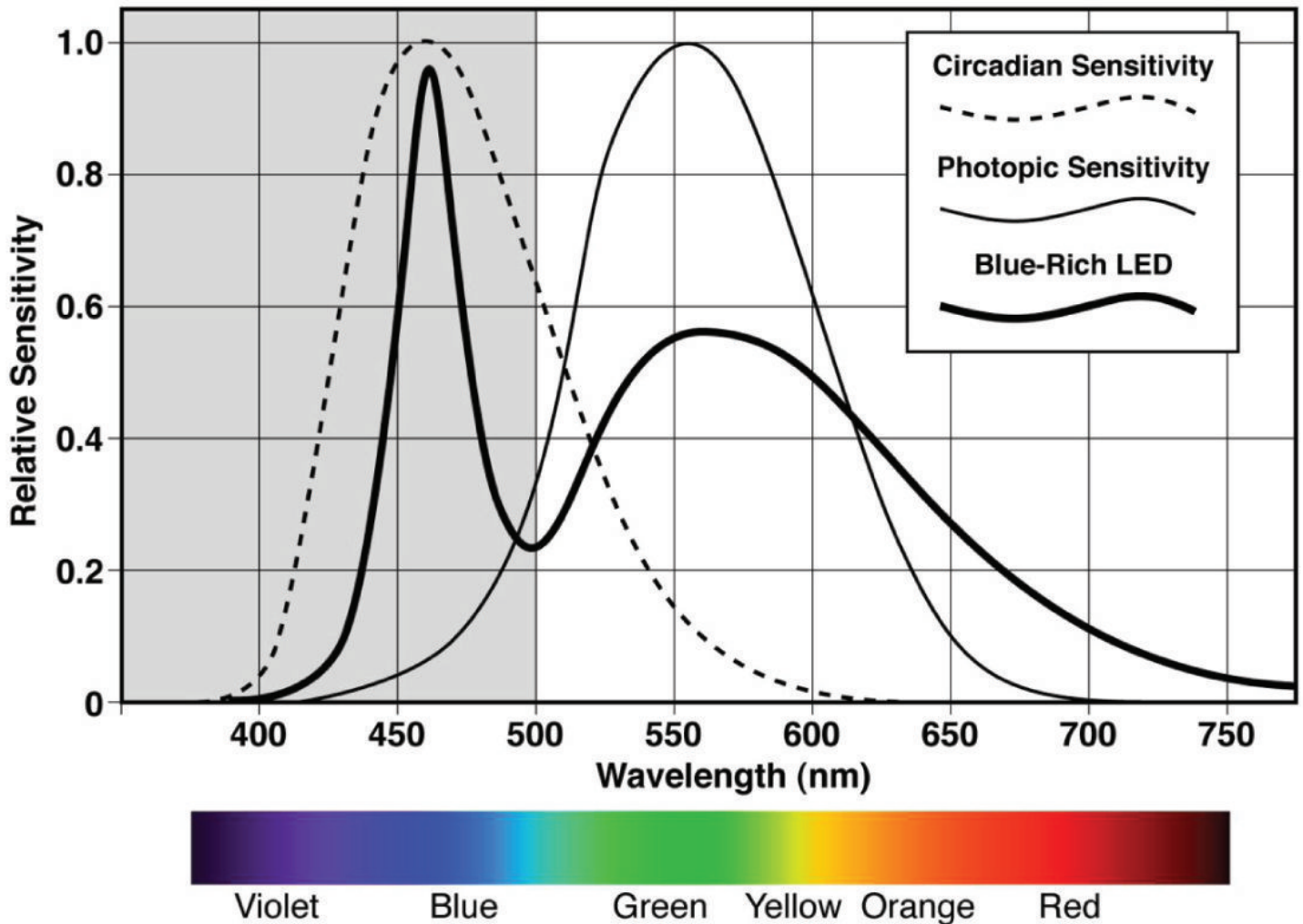
Spectrum dari LED 4100k



Memahami Spektrum LED

Pencahayaan tradisional, seperti lampu Natrium Tekanan Rendah (LPS) dan lampu Natrium Tekanan Tinggi (HPS), mempunyai spektrum dengan jalur yang agak sempit yang dapat disaring semasa pemerhatian astronomi.

Walau bagaimanapun, LED biasanya mempunyai spektrum yang luas, namun tidak mudah disaring. LED berjalur sempit seperti LED amber yang ditukarkan kepada fosfor akan tiba di pasaran dan boleh menjadi pilihan yang ideal dari segi penapisan, kecekapan tenaga dan bahkan rendisi warna.



Kredit: International Dark-Sky Association

Pada 2014, Anugerah Nobel dalam Fizik dianugerahkan untuk mengiktiraf "penciptaan diod pemancar cahaya biru yang efisien yang membolehkan pencahayaan cerah dan penjimatan tenaga pada sumber cahaya putih." Pernyataan ini mendedahkan ciri penting LED putih moden - LED putih berkos rendah dan penjimatan tenaga pada dasarnya kaya dengan warna biru (lihat garis pepejal tebal pada rajah).

Garis tebal pada rajah di atas menunjukkan kepekaan mata kita dalam keadaan terang. Garis putus-putus menunjukkan kepekaan tubuh kita terhadap kitaran sirkadian, kitaran siang-malam.

LED biru bertindih dengan sensitiviti sirkadian tubuh manusia, oleh itu, ia mempengaruhi perubahan pola tidur kita dengan ketara.

Cahaya biru mempengaruhi tidur

Pada tahun 1990-an, saintis menemui sel ketiga yang mengesan cahaya di mata manusia, ia berbeza daripada sel kon dan rod yang terkenal. Sel baru ini mengandungi "melanopsin," sejenis pigmen foto yang menjalankan fungsi mengenal pasti dan mengesan kitaran siang-malam. Melanopsin menunjukkan kepekaan yang tinggi terhadap cahaya biru.

Melanopsin mengawal pengeluaran "melatonin" - hormon mengantuk. Apabila sel melanopsin mengesan cahaya (pada waktu siang), pengeluaran melatonin dihentikan, membuat anda terjaga. Apabila gelap, sel melanopsin tidak mengesan cahaya, anda merasa letih kerana melatonin yang dihasilkan. Apabila anda terkena cahaya biru pada waktu malam untuk jangka masa yang panjang, ia membuatkan anda terjaga.

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

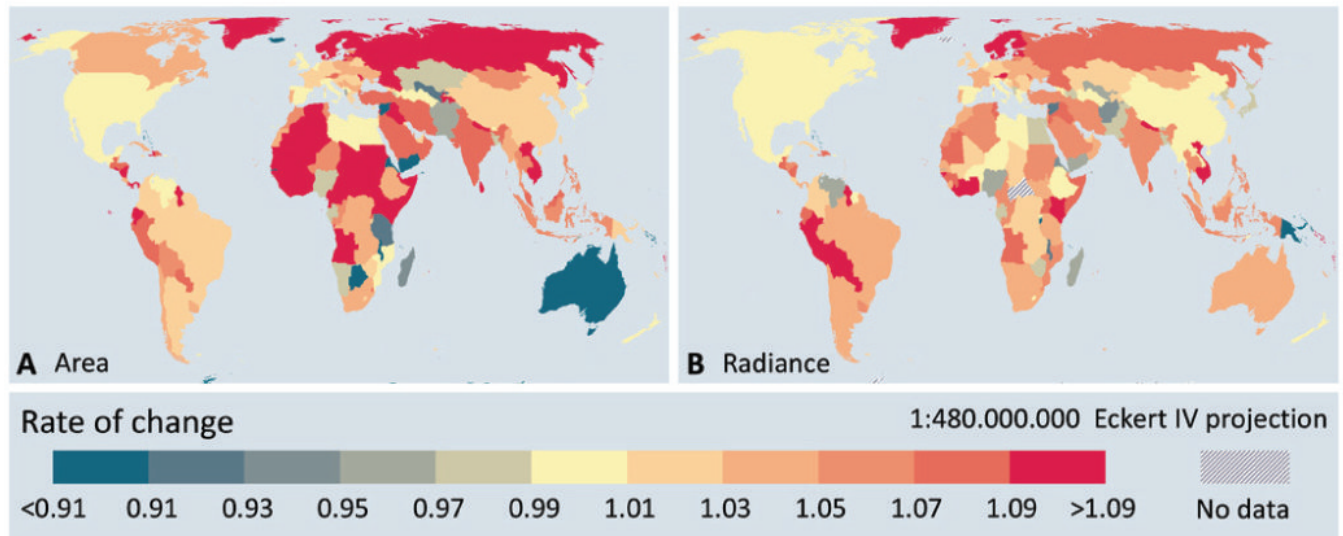
Pencemaran cahaya dan kesihatan kita

Melatonin merupakan antioksidan yang memberi manfaat kepada badan kita selain tidur; ia membantu memperbaiki badan kita dan mengaturkan hormon yang berkaitan dengan proses pembetulan-barah. LED kaya dengan cahaya biru yang mempunyai kesan kuat untuk menanggukkan pengeluaran melatonin.

Persatuan Perubatan Amerika (AMA) meluluskan resolusi pada tahun 2009 menyatakan "pencerobohan cahaya mengganggu kitaran sirkadian manusia dan haiwan, disyaki sebagai penghalang pengeluaran melatonin, penurunan sistem imuniti dan meningkatkan kadar barah seperti barah payudara." Pada tahun 2016, AMA menjelaskan bahawa "lampu LED putih mempunyai kesan lima kali lebih besar kepada kitaran tidur sirkadian daripada lampu jalan konvensional."

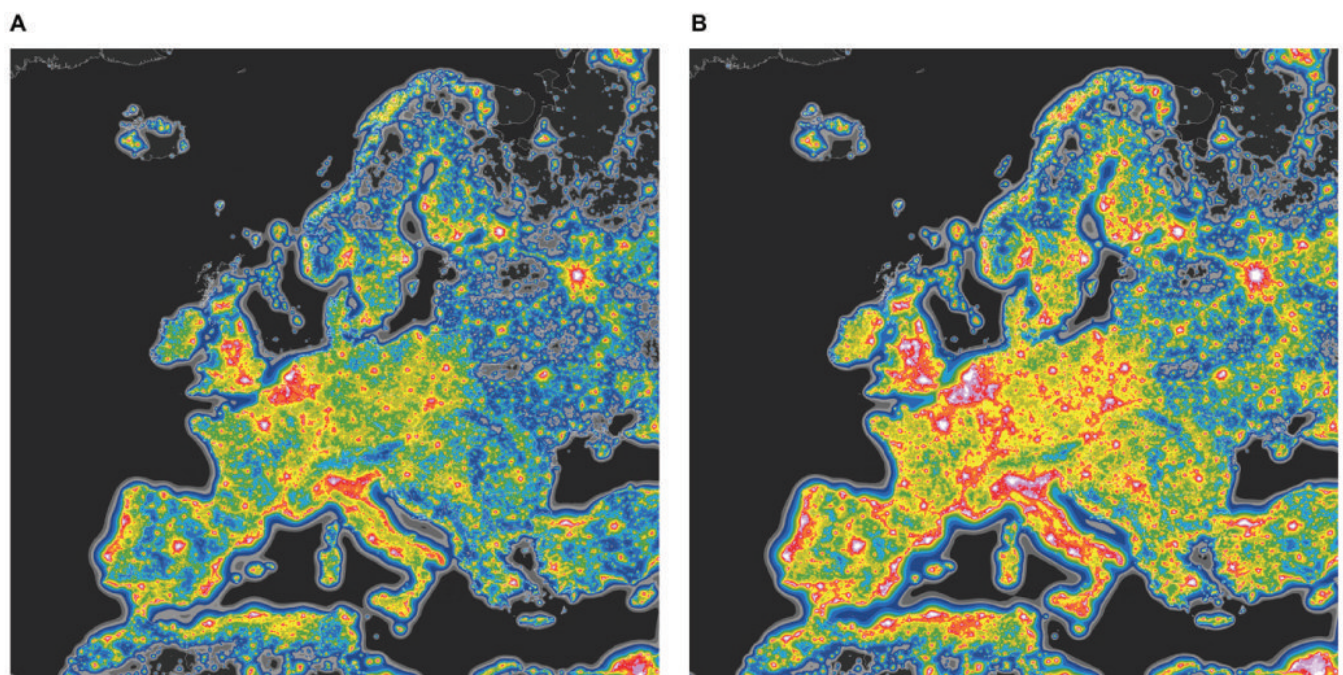
LED memburukan pencemaran cahaya

LED bukan sahaja gagal dalam memerangi pencemaran cahaya, tetapi ia menjadikan pencemaran cahaya semakin teruk. Kajian yang dijalankan oleh Christopher C. M. Kyba menggunakan data satelit menunjukkan bahawa peratus kecerahan bumi meningkat 9.1% dari 2012 hingga 2016



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

Peta di atas menunjukkan kadar tahunan perubahan cahaya buatan sama ada peningkatan / penurunan pada (A) kawasan (B) kecerahan. Kebanyakan negara menunjukkan peningkatan kecerahan melainkan pada beberapa kawasan menunjukkan penurunan termasuk negara di dalam konflik seperti Yaman dan Syria



Kredit: Fabio Falchi et al. Sci Adv 2016

Cahaya LED biru terserak dengan mudah dan membentuk jejak pencemaran cahaya yang lebih luas. Peta di atas menunjukkan perbezaan cahaya buatan dan semula jadi. Peta (A) menunjukkan pencemaran cahaya semasa, manakala (B) adalah ramalan sekiranya semua lampu ditukar kepada 4000K LED.



Perubahan tahun 2012 dan 2016 di India dan kawasan sekitarnya
(Kredit: NASA Earth Observatory images by Joshua Stevens, using Suomi NPP
VIIRS data daripada Miguel Román, NASA's Goddard Space Flight Center)

Apakah warna yang perlu kita gunakan?

Cahaya biru memberi kesan kepada astronomi - ia mudah terserak (sebab itulah langit kita berwarna biru), dan informasi mengatakan kebanyakan bintang dan galaksi yang baru lahir memuncak dengan warna biru. Pertimbangkan juga kesannya kepada ekosistem dan kesihatan orang ramai, pencahayaan biru tidak digalakkan.

Lampu merah adalah yang terpanjang untuk serakan secara langsung, menghasilkan cahaya buatan pada jarak yang paling jauh. Oleh itu pencahayaan merah juga tidak digalakkan.

Kami mengesyorkan cahaya berwarna amber atau kuning, dengan julat gelombang sesempit yang mungkin, selaras dengan keperluan untuk kesesuaian rendisi warna.



Tanggungjawab ekologi dan LED mesra astronomi

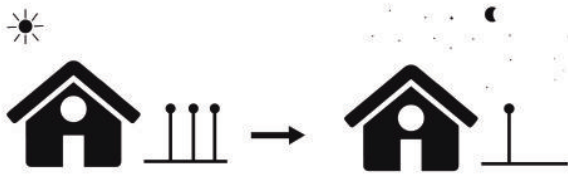
Oleh kerana cahaya LED kaya dengan warna biru mempunyai kesan terhadap kesihatan manusia dan alam sekitar, pihak industri sedang membangunkan teknologi baru untuk mewujudkan LED mesra alam. LED amber dibangunkan beberapa tahun lalu dengan jalur lebar yang sempit yang serupa dengan lampu LPS, yang mempunyai kesan ekologi dan astronomi minimum. Tetapi kerana keberkesanan LED amber adalah rendah, ianya bukan produk komersial yang ideal.

LED amber dengan Phosphor-Converted (PC) adalah teknologi baru yang dikembangkan dalam beberapa tahun kebelakangan ini. Walaupun ia mempunyai spektrum yang lebih luas dan kesan ekologi yang lebih besar daripada LED amber, ia mempunyai rendisi warna yang lebih baik dan dua kali ganda efisien dari LED amber, ia adalah pilihan yang lebih baik untuk dikompromi..

Foto di atas menunjukkan perubahan di kampus Universiti Bishop di Sherbrooke, Kanada, sebelum dan selepas pertukarandari 4000K LED putih ke LED amber PC, ia mengurangkan kuasa LED kepada separuh menggunakan optik yang sama. Pengiraan dari Martin Aubé et al. menunjukkan bahawa perubahan ini menurunkan teja langit yang diterima mata manusia sebanyak 12% daripada yang disebabkan oleh LED putih 4000K, dan juga mengurangkan pemberhentian melatonin kepada empat peratus daripada yang tahap asal. Ini adalah pengurangan yang sangat besar. Oleh itu, untuk mencapai ke tahap pengurangan ini, semudahnya dengan mengurangkan kebergerlapan efisien dan tukar cahaya LED putih / biru kepada kuning amber.

Bagaimana kita dapat mengurangkan pencemaran cahaya secara efektif?

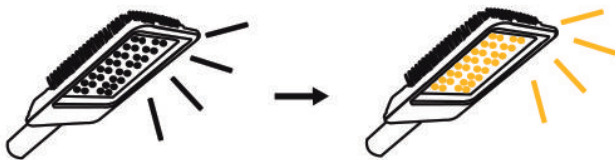
Menangani pencemaran cahaya



Gunakan cahaya pada waktu memerlukan



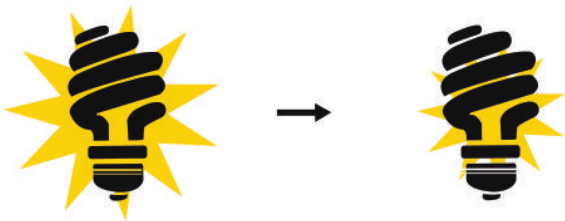
10X



Gunakan cahaya Amber bukan cahaya putih



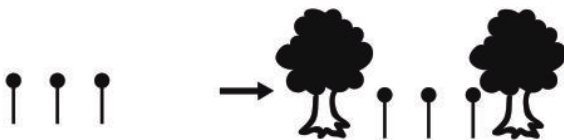
5X-12X



Gunakan tenaga dengan berhemah



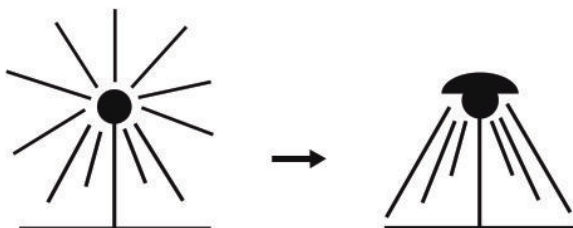
2X-4X



Tanam pokok dan pasang pencahayaan pada kawasan yang dapat menghalang cahaya



2X



Kawal pencahayaan



2X



5X

Sumber data : Martin Aubé (Cégep de Sherbrooke)

Ilustrasi oleh: Elian Abril Diaz Rosas / IAU Office for Astronomy Outreach

Gambar rajah ini meringkaskan cara berkesan mengurangkan pencemaran cahaya. Cara yang paling berkesan adalah dengan mematikan atau kurangkan jumlah pencahayaan. Menukarkan cahaya putih kepada kuning juga menghasilkan perbezaan yang besar. Kita boleh menanam lebih banyak pokok untuk mengurangkan pantulan sekunder. Menggunakan tudung pada sumber cahaya untuk mengelakkan cahaya bersinar ke langit. Pantulan sekunder memainkan peranan yang penting di kawasan luar bandar berbanding di bandar. Oleh itu, penyelesaian yang kami kongsiikan di atas memberi kesan yang ketara di kawasan luar bandar.

Bagaimana anda boleh bersama menangani pencemaran cahaya

Berikut adalah program pendidikan dan sumber daripada organisasi dalam negara dan luar negara yang boleh membantu anda mempromosikan pendidikan berkaitan pencemaran cahaya di sekolah dan komuniti



Langitgelap.Apadilangit.com

Langit gelap merupakan kempen program citizen science bermatlamat untuk menyedarkan masyarakat tentang impak pencemaran cahaya dengan menjemput masyarakat untuk mencerap, menilai dan menghantar laporan kecerahan malam di kawasan masing-masing

<https://langitgelap.apadilangit.com/>



Dark Sky Malaysia

Dark Sky Malaysia menyediakan perkhidmatan astrotourism, astroCamping dan banyak lagi dengan misi utama untuk memberi kesedaran mengenai pencemaran cahaya dan melindungi langit gelap yang kita miliki di Malaysia. Jadilah Dark Sky Ranger Malaysia sekarang.

www.darkskymalaysia.com



Quality Lighting Teaching Kit

Kit ini dibangunkan sempena Tahun Cahaya Antarabangsa. Ia menawarkan 6 aktiviti menarik untuk menyelesaikan isu berkaitan dengan kesan pencemaran cahaya terhadap alam sekitar, langit dan penglihatan kita serta penggunaan tenaga, keselamatan dan pencerobohan cahaya.

www.noao.edu/education/qltkit.php



International Dark-Sky Association Resources

Persatuan langit Gelap Antarabangsa mempunyai misi untuk menjaga dan memelihara warisan langit gelap melalui tanggungjawab menggunakan pencahayaan yang mesra alam.

www.darksky.org/resources/

Editor
Sze-leung Cheung

Consulting Editor
Constance Walker

Layout
Sze-leung Cheung

Copy Editors
Hannah Harris
Yolande McLean

Publication Date:
April 2018

Translation Editor
Muhammad Hafez bin
Ahmat Murtza

Consulting Editor
Amirul Hazim bin
Kamarulzaman

Apadilangit's Writers &
Translation Team
Muhammad Hafez bin
Ahmat Murtza
Amirul Hazim
bin Kamarulzaman
Fatinah binti Othman
Nur Zafirah Bt Mohd Zaini
Anis Malsarah bt Yassir Azlin
Muhammad Najmi Bin Nazri

References

- 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) 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-adoptd-guidance-reduce-harm-intensit-street-lightscal> *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) New World Atlas of Artificial Night Sky Brightness. *Science Advances* 10 Jun 2016 e1600377



Karya ini dilesenkan di bawah Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 Lesen Antarabangsa.

Dunia tanpa bintang bagaikan
dunia tanpa bunga

– Silvia Torres-Peimbert,
President International Astronomical Union

Sewaktu majlis penutup International Year of Light 2015.

Cahaya buatan dan cahaya bintang dilihat daripada
Stesen Angkasa Antarabangsa (ISS). (kredit: NASA)



International Astronomical Union
Office for Astronomy Outreach

www.iau.org/public



APADILANGIT



UNIVERSE AWARENESS
MALAYSIA

Apadilangit ;
Universe Awareness Malaysia

www.apadilangit.com
<https://langitgelap.apadilangit.com>



International
Day of Light