

PANDUAN PENGGUNA BANGUNAN GEDUNG HIJAU JAKARTA
Berdasarkan Peraturan Gubernur No. 38/2012

VOL. 6

PENGELOLAAN LANSEKAP



Pemerintah Provinsi
DKI Jakarta

Didukung oleh:



IFC bekerjasama dengan:



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun Svizra

Federál Department of Economic Affairs FDFA
State Secretariat for Economic Affairs SECO



HONGARIA





PANDUAN PENGGUNA BANGUNAN GEDUNG HIJAU JAKARTA
VOL. 6

PENGELOLAAN LANSEKAP

daftar isi

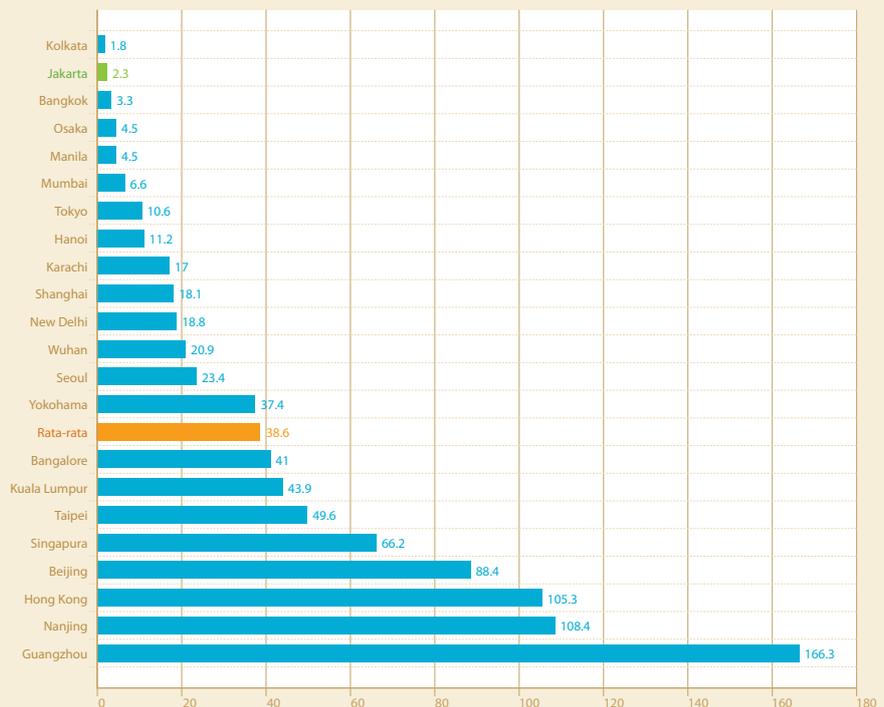
	PENDAHULUAN	2
01	P E R S Y A R A T A N P E R A T U R A N	4
02	M A N F A A T P E R A T U R A N	5
	URBAN HEAT ISLAND	6
	KUALITAS UDARA & POLUSI	7
	HABITAT UNTUK EKOSISTEM	9
	SOSIAL BUDAYA, ESTETIKA, & KESEHATAN MANUSIA	9
	LIMPASAN AIR	9
03	P R I N S I P D E S A I N	11
	SOFTSCAPE	11
	Zonasi	12
	Tanaman Vertikal	12
	Atap Hijau	15
	Pengairan	19
	HARDSCAPE	20
	Bahan Tembus Air (atau Berpori)	20
	LAMPIRAN	25

Pengelolaan Lansekap: Pendahuluan

Ruang terbuka hijau di perkotaan sangat penting untuk pengembangan kehidupan sosial, ekonomi, dan lingkungan kota. Meskipun Jakarta dikaruniai tanah subur dan iklim tropis ringan yang mendukung vegetasi, daerah hijau per kapita Jakarta hanya 2,3 m², yang merupakan salah satu yang terendah di antara kota-kota besar di Asia seperti yang terlihat pada grafik di bawah ini.

G A M B A R . 0 1

Perbandingan Ruang
Terbuka Hijau (m²/orang)
di Kota-kota Asia¹



Ruang terbuka hijau di Jakarta secara mengkhawatirkan telah menurun selama 50 tahun terakhir. Hal ini tercermin pada berkurangnya target luasan ruang terbuka hijau dalam rencana induk (Masterplan) pemerintah dari 37% (1965-1985) menjadi 14% (2005-2010).

¹ Siemens Asian Green City Index, 2012.

G A M B A R . 0 2



Sesuai dengan undang-undang nasional², pemerintah Jakarta telah menetapkan target untuk mencapai 30% ruang terbuka hijau pada tahun 2030. Sementara usaha pencapaian target ini dilakukan melalui pembangunan taman-taman dan jalur hijau, peningkatan yang signifikan dalam ruang terbuka hijau milik pribadi juga diperlukan. Oleh karena itu, peraturan gedung hijau yang baru ini juga ditujukan untuk mengatasi permasalahan ini dengan mengatur luasan area terbuka hijau minimum untuk bangunan baru. Peraturan tersebut juga mengharuskan penggunaan bahan paving yang berpori untuk mengurangi limpasan air muka tanah.

² Law 26/2007 on Spatial Planning and Development, which requires each Indonesian city to allocate at least 30% of its territory to become green open space, 20% out of which must take form as public domain.

01 *persyaratan peraturan*

MENGACU PADA PASAL 21 AYAT 1

1 Persyaratan 1

Luas minimum penanaman vegetasi alami (area lansekap, termasuk atap hijau (green roof), dan tanaman vertikal (vertical greenery)) untuk bangunan baru sebagai berikut:

JUMLAH LANTAI DI ATAS TANAH	LUAS MINIMUM PENANAMAN VEGETASI ALAMI (% dari Luas Lantai Dasar)
Kurang dari atau sama dengan 5	15%
Antara 6 sampai 9	30%
Lebih dari 9	45%

PASAL 21.5

2 Persyaratan 2

Semua jalan setapak pada tapak harus menggunakan bahan yang berpori.

PASAL 22.23

3 Persyaratan 3

Mohon di catat bahwa persyaratan ini juga terdapat dan dijelaskan secara lebih rinci dalam Panduan Efisiensi Air.

Semua gedung harus memiliki sistem penyimpanan air hujan (tangki, sumur resapan, dan kolam resapan) dengan volume (m³) sama dengan 0,05 m x luas lantai.

Sumur resapan tidak diharuskan untuk tapak dengan kondisi seperti di bawah ini:

- Jika kedalaman air tanah \leq 1,5 m pada musim hujan; dan/atau
- Tanah dengan penyerapan $<$ 2 cm/jam.

02 *manfaat peraturan*

Penurunan luasan ruang terbuka hijau yang cepat telah menyebabkan memburuknya kualitas hidup di Jakarta selama beberapa dekade terakhir.

KEADAAN SAAT INI	DAMPAK YANG DIHARAPKAN
Ruang terbuka hijau yang terbatas untuk aktifitas interaksi sosial dan kegiatan rekreasi fisik.	Meningkatkan pengadaan ruang terbuka pada bangunan pribadi untuk interaksi sosial.
Karena kepadatan bangunan dan perkerasan yang tinggi seperti beton menyebabkan peningkatan suhu rata-rata di Jakarta, yang juga menyebabkan semakin meningkatnya penggunaan AC dalam gedung.	Penurunan suhu rata-rata karena peningkatan vegetasi.
Peningkatan konsentrasi CO ₂ dan polutan lain telah menyebabkan masalah pada kesehatan dan hilangnya produktivitas.	Pengurangan polusi udara karena peningkatan vegetasi dan pengurangan penggunaan energi dalam gedung.
Ekosistem daerah telah berdampak buruk karena hilangnya habitat dan jalur migrasi burung dan hewan di daerah perkotaan.	Ekosistem perkotaan sebagian akan dipulihkan karena meningkatnya vegetasi.
Berkurangnya area resapan air hujan dalam tanah menyebabkan erosi, penurunan tingkat akuifer tanah dan meluapnya air sungai.	Peningkatan area perkerasan yang berpori akan meningkatkan penyerapan air tanah dan pengurangan limpasan ke sungai.

Bagian berikut menjelaskan beberapa masalah ini dan dampak secara lebih rinci.

Meskipun sulit untuk diukur, penerapan peraturan ini diharapkan memberikan manfaat ekonomi yang besar. Sebuah penelitian di Australia menghitung manfaat biaya lingkungan dan nilai properti (cost benefit value) pada kisaran \$ 3,81 untuk setiap \$ 1,00 yang dihabiskan untuk penanaman pohon dan pengelolaannya.³

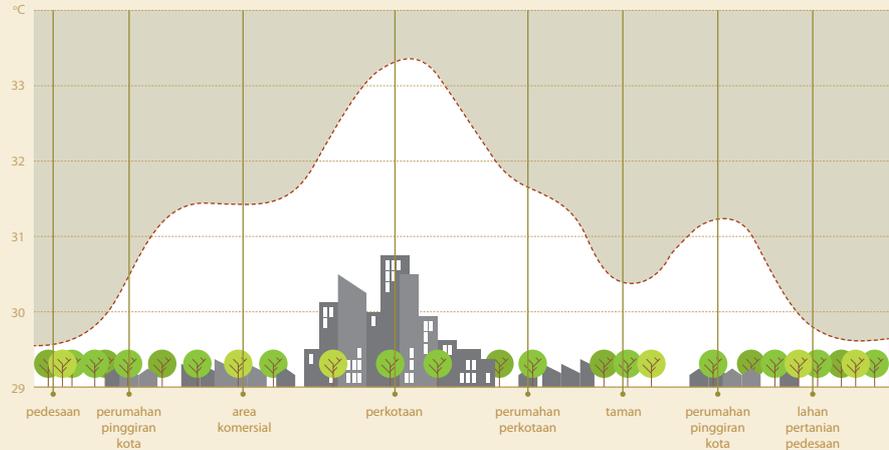
³ National Heart Foundation of Australia, Ely M. Building the case for the role of landscaping in urban street design (tidak dipublikasikan). 2012.

URBAN HEAT ISLAND

Urban heat island adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan konsentrasi suhu yang lebih tinggi di kawasan perkotaan dibandingkan dengan daerah sekitarnya.

GAMBAR . 03

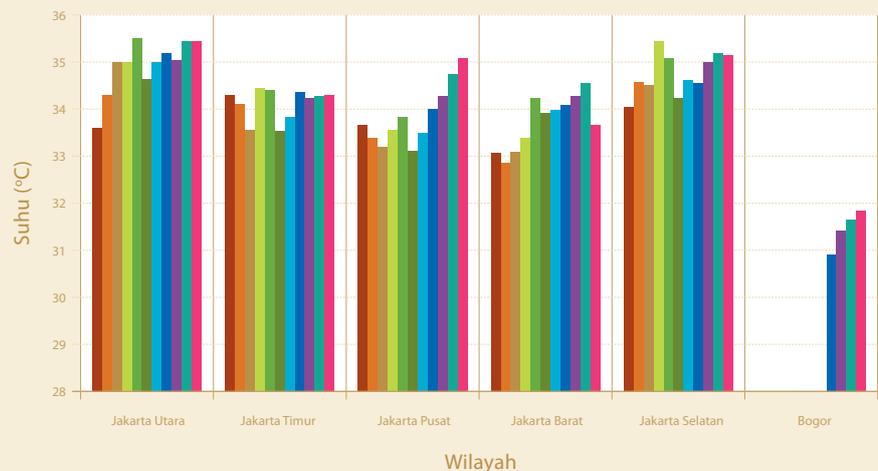
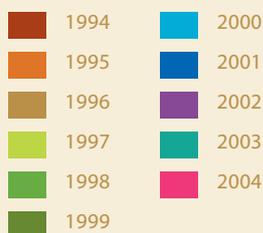
Pengaruh Pulau Panas Perkotaan Pada Umumnya⁴



Fenomena ini dapat mengakibatkan kenaikan suhu sampai dengan 4°C di kawasan perkotaan, akibat banyaknya penggunaan material buatan seperti beton. Pohon sangat efisien dalam mengendalikan iklim mikro dengan menyerap sebanyak 80% dari radiasi matahari yang jatuh pada mereka, sehingga mengurangi kenaikan suhu di permukaan tanah. Daun dan tanah melepaskan uap air, yang dalam prosesnya mendinginkan suhu udara dan permukaan tanah. Sebaliknya, beton dan material buatan lainnya memancarkan kembali sebagian besar dari panas yang terserap, yang menyebabkan terjadinya konsentrasi panas.

GAMBAR . 04

Suhu Maksimum Rata-rata di Wilayah Jakarta dan Sekitarnya (1994-2004)⁵



⁴ Healthy Urban Habitat, Responding to the urban heat island: optimizing the implementation of green infrastructure. (<http://healthyurbanhabitat.com.au/responding-to-the-urban-heat-island-optimising-the-implementation-of-green-infrastructure/>)

⁵ BMG Balai Wilayah II Jakarta, 2006; BMG Bogor, 2006.

Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4, suhu udara maksimal yang diukur di semua wilayah Jakarta telah meningkat, dalam beberapa kasus sebesar 2°C, dalam kurun waktu kurang dari 10 tahun. Juga menarik untuk dicatat adalah perbedaan suhu yang besar antara Jakarta dan Bogor. Meskipun dekat dengan Jakarta, suhu maksimal Bogor lebih rendah yaitu sekitar 3°C terutama karena luasan ruang terbuka hijau yang lebih besar.

Peningkatan suhu udara di Jakarta, secara umum menyebabkan keinginan untuk mengatur suhu udara ruangan yang jauh lebih rendah, sehingga secara drastis meningkatkan beban pendingin udara dalam gedung.

Meningkatkan ruang terbuka hijau dalam tapak bangunan baru akan berperan penting dalam menghilangkan pengaruh urban heat island di Jakarta, yang pada akhirnya akan menurunkan kebutuhan pendinginan gedung. Simulasi energi untuk enam tipikal bangunan di Jakarta menunjukkan bahwa penghematan 2%-11% dari penggunaan energi total dapat dicapai, hanya dengan penurunan perbedaan suhu antara ruang luar dan ruang dalam sebesar 1°C.

KUALITAS UDARA & POLUSI

Selain suhu, kawasan perkotaan juga menghadapi permasalahan konsentrasi polutan yang lebih besar dibandingkan dengan daerah sekitarnya. Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi CO₂ di kawasan perkotaan dapat mencapai 5-80 ppm lebih tinggi dibandingkan dengan kawasan pedesaan sekitarnya dengan area terbuka hijau yang luas⁶.

GAMBAR . 05

Pertumbuhan GDP dan Polusi Udara di Jakarta⁷

- Batas PM10 WHO
- Batas NO₂ WHO
- PM10
- Sulfur dioksida (NO₂)



Pada dekade terakhir, tingkat polusi udara di Jakarta pada umumnya mengikuti tren pertumbuhan PDB. Seperti ditunjukkan pada grafik di atas konsentrasi PM10 (Partikulat lebih kecil dari 10 mikron) jauh lebih tinggi daripada Pedoman Kualitas Udara WHO. Menghirup PM10 dalam waktu yang lama dapat menyebabkan penyakit jantung dan pernapasan, serta

⁶ Berry & Colls, 1990; Clarke & Faoro, 1966; Reid & Steyn, 1997; Takagi, Gyokusen, & Saito, 1998.

⁷ Jakarta Environmental Management Agency, World Bank, and The Wall Street Journal.

kanker paru-paru. Pada umumnya, angka kematian di kota-kota dengan tingkat polusi yang tinggi lebih besar 15-20% dibandingkan dengan kota-kota yang relatif lebih bersih.⁸

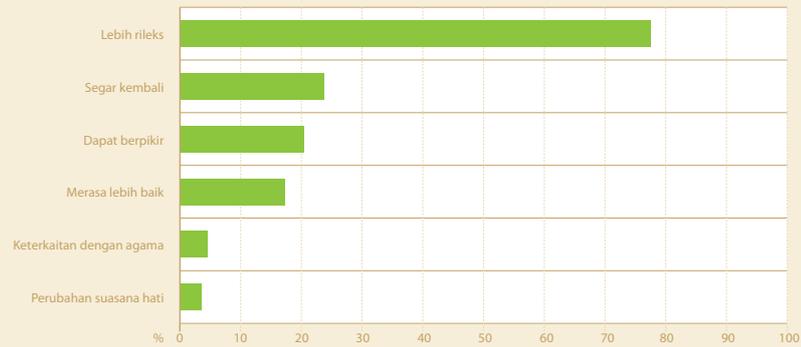
Program penanaman pohon telah terbukti mengurangi polusi udara dan dampak negatifnya terhadap kesehatan. Di Inggris, keberadaan pohon diperkirakan telah menyelamatkan 5-7 kematian dan pengurangan pasien rawat inap 4-6 orang per tahun, akibat berkurangnya polusi sulfur dioksida dan PM10. Hasil simulasi untuk kota London menunjukkan bahwa ruang terbuka hijau dengan pepohonan seluas 25% dari area perkotaan mampu menyerap 90,4 metrik ton polusi PM10 per tahun, yang setara dengan pengurangan dua kematian dan dua pasien rawat inap di rumah sakit per tahun⁹.

Banyak penelitian sudah diterbitkan yang menunjukkan manfaat kesehatan dari keberadaan taman pada fasilitas kesehatan¹⁰. Salah satu hasil penelitian tersebut (dipresentasikan di bawah ini) menunjukkan peningkatan persepsi umum di antara pasien yang menghabiskan waktu di taman rumah sakit.

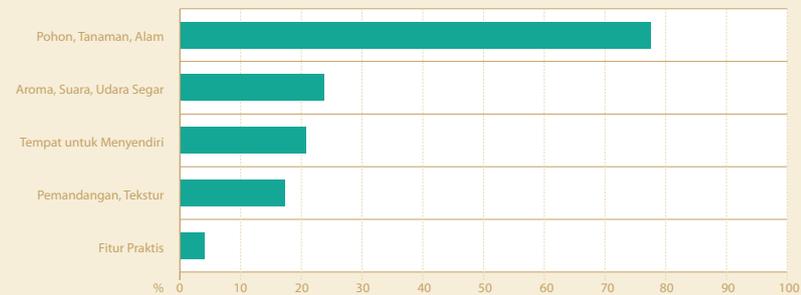
G A M B A R . 0 6

Manfaat Interaksi Manusia dengan Vegetasi¹¹

Persepsi Pasien sesudah Menghabiskan Waktu di Taman RS



Komponen Taman yang Membantu Pasien untuk Merasa lebih Baik



⁸ World Health Organization. (<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs313/en/>)

⁹ Tiwary, A et al.2009. An integrated tool to assess the role of new plantings in PM10 capture and the human health benefits: A case study in London. Environ. Poll. 157.

¹⁰ Ulrich, Roger, Health Benefits of Gardens in Hospitals, 2002. (<http://www.greenplantsforgreenbuildings.org/attachments/contentmanagers/25/HealthSettingsUlrich.pdf>)

¹¹ Sustainable Urban Landscape Information Series, Healing Garden. (<http://www.sustland.umn.edu/design/healinggardens.html>)

HABITAT UNTUK EKOSISTEM

Pengembangan kawasan perkotaan menyebabkan gangguan habitat hewan dan tumbuhan serta ekosistem. Beberapa dari keseimbangan ekosistem ini dapat dimunculkan kembali di kawasan perkotaan dengan memiliki taman dan koridor ruang terbuka hijau yang terhubung. Pengembangan Singapura yang modern telah menyebabkan gangguan serupa, yang mengakibatkan hilangnya 95% hutan alam asli kota. Namun, selama 20 tahun terakhir, ruang terbuka hijau kota telah meningkat dari 36% menjadi 47%, meskipun jumlah penduduknya meningkat dua kali lipat. Dampak dari inisiatif ini sudah cukup terlihat. Sekitar 500 spesies baru flora dan fauna, seperti siput pohon hijau dan lalat berkaki panjang, telah terlihat lagi atau telah terlihat untuk pertama kalinya, termasuk 100 spesies baru bagi ilmu pengetahuan¹².

SOSIAL BUDAYA, ESTETIKA & KESEHATAN MANUSIA

Ruang terbuka hijau merupakan ekspresi budaya lokal, interaksi sosial, rekreasi, dan pendidikan. Bangunan dengan ruang terbuka hijau yang cukup dianggap lebih menarik secara visual dan kadang-kadang juga dapat meningkatkan nilai properti.

G A M B A R . 0 7 Ruang Terbuka Hijau sebagai Tempat untuk Relaksasi dan Rekreasi¹³



LIMPASAN AIR

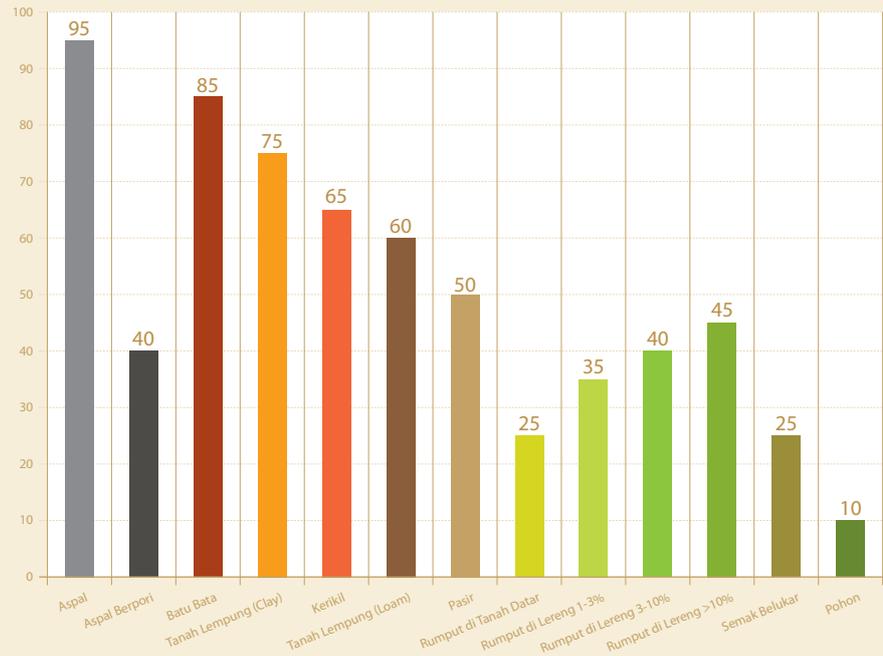
Rendahnya proporsi ruang terbuka hijau di Jakarta telah meningkatkan limpasan air hujan ke drainasi kota dan ke sungai. Hal ini merupakan salah satu penyebab utama terjadinya banjir tahunan. Tingginya limpasan permukaan juga mengurangi pengisian akuifer bawah tanah yang berakibat pada penurunan permukaan tanah di beberapa bagian kota. Dengan menyediakan ruang terbuka hijau yang cukup, kemungkinan banjir sungai dapat dikurangi dan penipisan akuifer dapat diperlambat atau bahkan dibalik.

¹² An Urban Jungle for the 21st Century. (<http://www.nytimes.com/2011/07/29/business/global/an-urban-jungle-for-the-21st-century.html>)

¹³ Ir. Anggia Murni IALI GP.

G A M B A R . 0 8

Perbandingan Koefisien Limpasan Air dari Berbagai Bahan Lansekap



Detail lebih lanjut tentang limpasan air dan akuifer dapat ditemukan di buku Panduan Efisiensi Air.

Koefisien limpasan air pada gambar di atas menunjukkan perbedaan yang signifikan dalam jumlah air hujan yang dapat diserap oleh hardscape (aspal, batu bata, dll) dan softscape (rumput, dll). Agar air dapat meresap ke dalam tanah di bawahnya, pada area yang memerlukan perkerasan sebaiknya digunakan material yang berpori, seperti aspal dan beton berpori.

03

prinsip desain

Bagian ini memberikan beberapa prinsip desain untuk memenuhi persyaratan peraturan yang diuraikan di bab sebelumnya dan juga menjelaskan beberapa contoh implementasi yang melebihi persyaratan yang ditentukan.

Elemen lansekap biasanya diklasifikasikan sebagai softscape atau hardscape. Softscape biasanya meliputi bunga, tanaman, semak, pohon, kebun bunga, dan kehidupan yang lainnya, unsur-unsur hortikultura. Hardscape sebaliknya, terdiri dari lansekap dengan material buatan seperti jalan, trotoar, paving, batu, batuan, dll.

1 . S O F T S C A P E

Softscape yang efisien memenuhi beberapa atau seluruh kriteria di bawah ini:

01. **Spesies tanaman lokal:** Jenis yang tidak mengkonsumsi banyak air.
02. **Tanaman penutup tanah (groundcover):** Tanaman yang tingginya tidak lebih dari 0,5 meter, yang mengikat tanah dan mencegah erosi tanah. Rumput secara umum kurang memberikan dampak positif pada iklim mikro dibandingkan dengan semak belukar dan pohon. Rumput juga membutuhkan perawatan yang jauh lebih tinggi. Rumput sebaiknya digunakan pada area dengan aktivitas tinggi, seperti taman bermain, atau area jalan setapak. Untuk semua area softscape lainnya, penanaman semak dan pohon lebih diutamakan.
03. **Semak:** Tanaman dengan ketinggian kurang dari 50 cm dianggap sebagai semak (bushes), sedangkan yang memiliki ketinggian antara 0,5-3 m dinamakan belukar (shrubs). Jenis tanaman ini sering berfungsi sebagai penahan erosi dan kebisingan.
04. **Palem:** Jenis pohon dari iklim tropis ini biasanya memiliki tinggi, lurus, batang tidak bercabang, dengan kerapatan kanopi rendah, sehingga kurang efektif untuk menghalangi dan menyerap radiasi matahari. Jika akhirnya digunakan, penanaman palem sebaiknya dikombinasikan dengan pohon berkanopi besar.
05. **Bambu:** Serupa dengan pohon palem, bambu memiliki kanopi kecil dan karena itu tidak dapat menghalangi banyak radiasi matahari. Namun, mereka tumbuh cepat dan dapat berperan sebagai filter suara, cahaya dan polusi.

06. **Pohon peneduh:** Umumnya dengan ketinggian lebih dari 6 m dan dengan kanopi yang luas dan padat, berdiameter sekitar 10 m pada pohon yang sudah dewasa. Penggunaan pohon peneduh sangat dianjurkan untuk mendapatkan manfaat iklim mikro yang optimal.

Daftar rincian vegetasi yang umum digunakan dalam lanskap di perkotaan terdapat pada Lampiran A.

ZONASI Zonasi mengacu pada pengelompokan vegetasi berdasarkan kebutuhan air yang serupa guna mendapatkan sistem irigasi dan perawatan yang efisien.

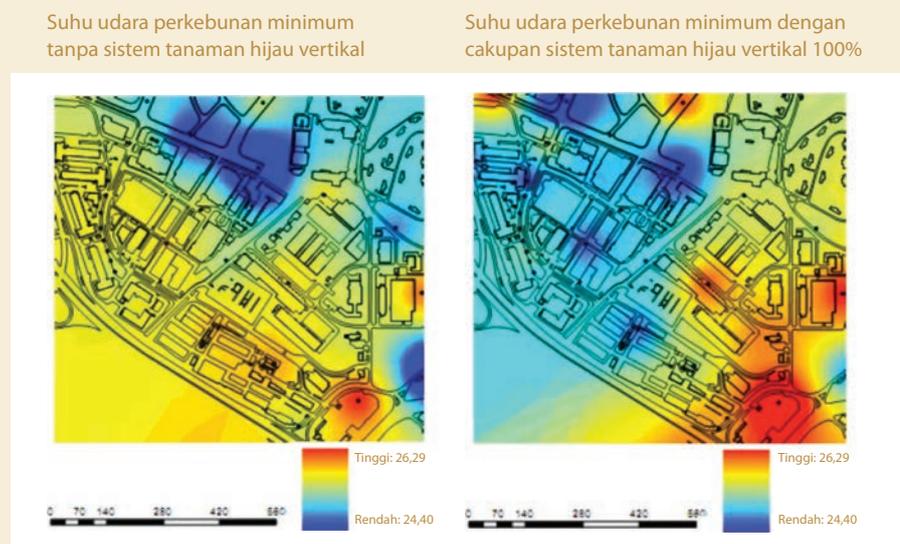
TANAMAN VERTIKAL Tanaman vertikal (vertical greenery) adalah penggunaan tanaman pada facade bangunan. Hal tersebut dapat dilakukan dengan tanaman merambat dengan akar yang tumbuh melekat langsung pada permukaan bangunan kasar, tanaman yang menjuntai ke bawah dari atap atau balkon, atau dengan menggunakan pot (kotak, kaset) khusus untuk tanaman vertikal.

GAMBAR . 09
Jenis Tanaman Vertikal



Sebuah studi di Singapura, dengan menggunakan model prediksi suhu udara STEVE (Screening Tool for Estate Environment Evaluation), menunjukkan bahwa suhu udara di daerah perkotaan dengan kepadatan yang tinggi dapat dikurangi secara signifikan dengan penggunaan taman vertikal.

GAMBAR . 10
Dampak Tanaman Vertikal pada Suhu Udara¹⁴

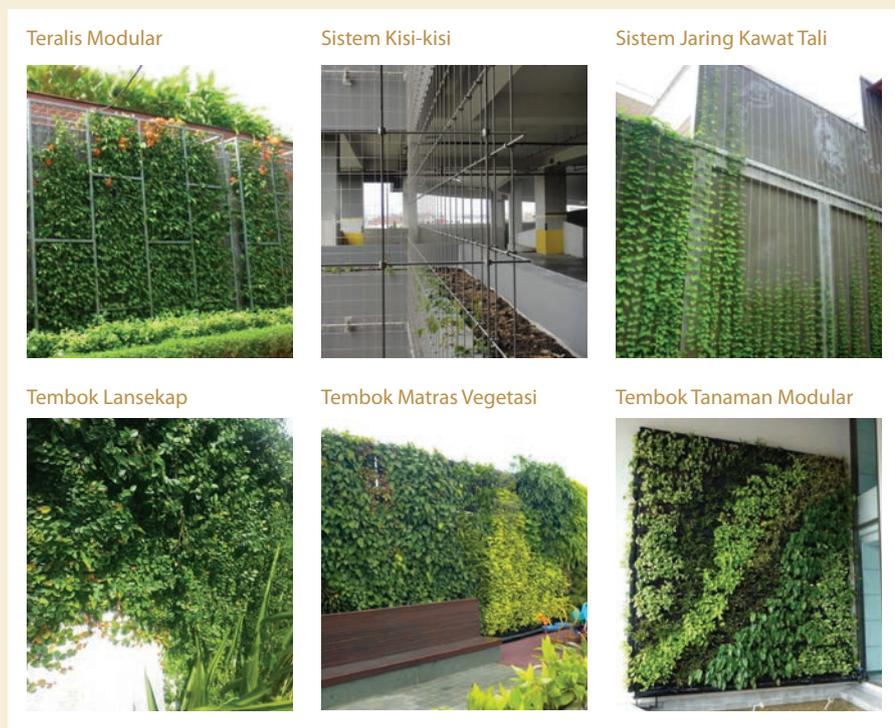


¹⁴ Nyuk Hien, Wong. Evaluation of Vertical Greenery system. National University of Singapore.

G A M B A R . 1 1
Tanaman Vertikal pada
Gedung Esa Sampoerna
Center, Surabaya.
PT Duta Cermat Mandiri (DCM)¹⁵



G A M B A R . 1 2
Beberapa Teknik Aplikasi
Tanaman Vertikal¹⁶



¹⁵ Budiman Hendropurnomo, IAI, FRAIA.

¹⁶ Ir. Anggia Murni IALI GP.

Beberapa contoh teknik aplikasi tanaman vertikal diperlihatkan pada gambar di bawah ini.

G A M B A R . 1 3
Tanaman Vertikal dengan Sistem Penyangga¹⁷



G A M B A R . 1 4
Tanaman Vertikal menggunakan Sistem Kaset¹⁸



G A M B A R . 1 5
Tanaman Vertikal menggunakan Sistem Penanaman¹⁹



¹⁷ Budiman Hendropurnomo, IAI, FRAIA.

¹⁸ Nurina Vidya.

¹⁹ Nurina Vidya.

G A M B A R . 1 6

Tanaman Vertikal
Menggunakan Penanam
Kotak Bertingkat²⁰



Informasi lebih lanjut tentang desain dan instalasi tanaman hijau vertikal dapat ditemukan pada:

Pedoman Tanaman Hijau Vertikal dari Singapore Building Construction Authority (http://www.skyrisegreenery.com/images/uploads/publications/A_Concise_Guide_to_Safe_Practices_for_Vertical_Greenery.pdf)

A T A P
H I J J A U

Atap hijau adalah sistem rekayasa atap yang meliputi vegetasi yang ditanam di atas atap atau teras, biasanya dengan media tumbuh yang diletakkan di atas membran tahan air.



G A M B A R . 1 7

Contoh Penghijauan pada
Teras dan Atap²¹



²⁰ Tropica Greeneries.

²¹ Nurina Vidya & Agus Hariyadi

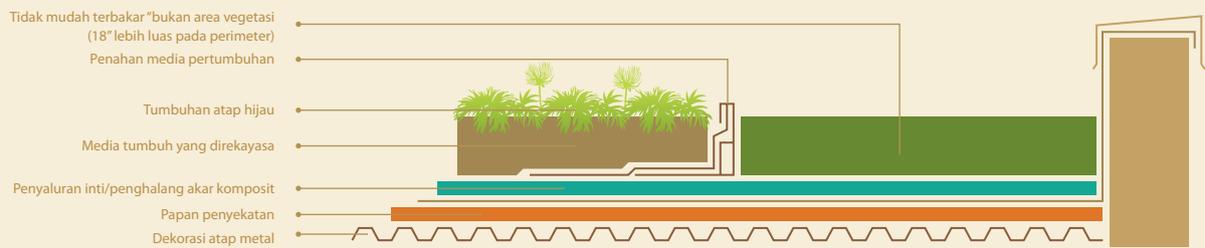
Atap hijau dapat diklasifikasikan sebagai “ekstensif” atau “intensif”, berdasarkan jenis tanaman dan metode yang digunakan.

TABEL . 01
Klasifikasi Atap Hijau

	ATAP HIJAU INTENSIF	ATAP HIJAU EKSTENSIF
Vegetasi Tipikal	Rumput, semak, dan pohon	Rumput, tanaman penutup tanah
Kedalaman Media Penanaman	Sampai dengan 1500 mm	Sampai dengan 150 mm
Berat Tambahan	Sampai dengan 500 kg/m ²	Sampai dengan 150 kg/m ²
Pemeliharaan	Pemeliharaan tinggi	Pemeliharaan rendah
Kegunaan Atap		Tidak ada aktivitas

GAMBAR . 18

Potongan Melintang Tipikal
Atap Hijau Built-in-place



GAMBAR . 19

Potongan Melintang Tipikal
Atap Hijau Modular



G A M B A R . 2 0

Atap Hijau Intensif (Kiri)
dan Atap Hijau Ekstensif
di Atas Sebuah Tempat
Parkir Mobil Bertingkat di
Singapura²²



Potensi manfaat atap hijau meliputi:

- **Penyimpanan air hujan:** Atap hijau menyimpan air hujan, sehingga mengurangi limpasan ke saluran pembuangan air hujan.
- **Pengurangan efek urban heat island:** Atap hijau dapat menurunkan suhu udara di sekitarnya melalui penguapan dari permukaan tanah dan tanaman.
- **Peningkatan keanekaragaman hayati:** Atap hijau, bersama dengan tanaman hijau vertikal dapat mengembalikan sebagian habitat dan jalur migrasi burung dan serangga. Penelitian telah menunjukkan bahwa kupu-kupu dapat terbang setinggi 20 lantai untuk mencapai area hijau.
- **Tempat rekreasi yang dapat digunakan:** Atap hijau yang dapat diakses memberikan tempat tambahan yang dapat digunakan untuk rekreasi dan relaksasi, yang kadang-kadang juga meningkatkan nilai properti.
- **Produksi pangan:** Menanam sayuran dan rempah-rempah pada atap hijau dan taman vertikal dapat memberikan produk segar untuk penghuni bangunan dengan biaya rendah, bahkan di daerah perkotaan yang padat. Jika penghuni gedung terlibat dalam pertanian perkotaan, hal tersebut juga dapat memberikan manfaat sosial.
- **Mengurangi beban pendinginan:** Atap hijau dapat secara signifikan mengurangi suhu permukaan atap melalui peneduh, peningkatan reflektansi permukaan dan efek pendinginan akibat penguapan dari tanaman. Sebuah studi di Amerika Serikat menunjukkan penurunan 21°C suhu rata-rata maksimum di atap hijau (33°C) dibandingkan dengan atap biasa (54°C), yang dapat mengurangi beban pendinginan sebesar 1%-25%, tergantung pada karakteristik bangunan. Sudah barang tentu, potensi keuntungan lebih tinggi untuk bangunan yang memiliki lebih banyak area yang tersedia untuk atap hijau.

Beberapa tantangan penerapan atap hijau adalah:

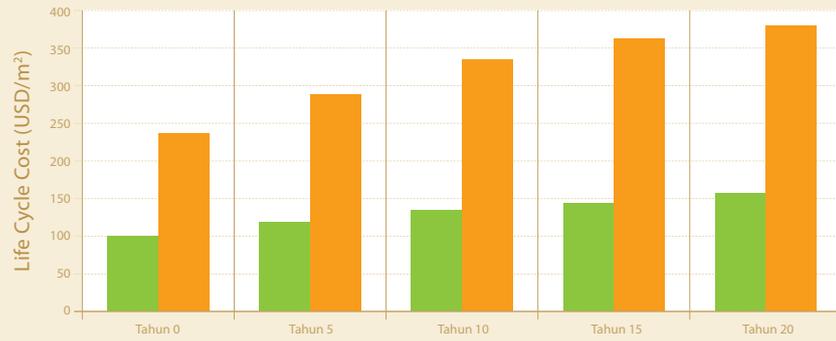
- **Biaya awal yang tinggi:** Penerapan atap hijau akan memerlukan biaya tambahan untuk memperhitungkan beban tambahan dan lapisan kedap air. Selain itu, ada biaya untuk pengadaan tanaman, tanah, sistem drainase, dll. Biaya atap hijau dari Singapura (Gambar 21) menunjukkan tambahan biaya rata-rata USD 100/m² untuk atap ekstensif dan USD 240/m² untuk atap intensif.

²² Harris, Elise, *Urban Agriculture to Increase Food Production in Singapore*, 2009. (<http://radicalurbanecology.files.wordpress.com/2011/06/urban-agriculture-to-increase-food-production-in-singapore-elise-harris.pdf>)

G A M B A R . 2 1

Biaya Tambahan untuk Tipikal Atap Hijau di Singapura²³

- Ekstensif berkelanjutan
- Intensif

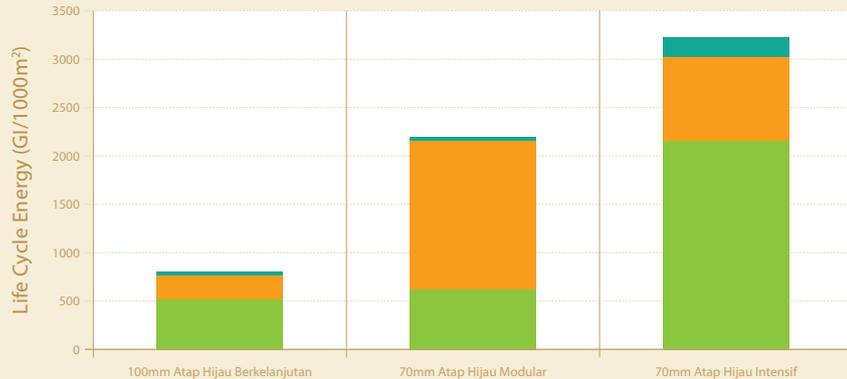


- **Peningkatan pemeliharaan:** Diperkirakan bahwa sekitar 20% tanaman di atap hijau intensif dan 10% tanaman di atap hijau ekstensif perlu diganti setiap tahun. Pemupukan, penyiangan, dan pemangkasan pada atap hijau perlu dilakukan secara teratur. Atap modular memerlukan upaya pemeliharaan paling besar, karena masa pemanfaatan pot tanaman yang terbatas. Oleh karena itu, pemeliharaan cenderung memerlukan biaya dan usaha yang signifikan.

G A M B A R . 2 2

Life Cycle Energy Tipikal Atap Hijau di Singapura²⁴

- Pembangunan Awal
- Perawatan
- Masa Akhir



- **Keterbatasan area atap:** Dikarenakan kepadatan tinggi dan harga tanah yang mahal, sebagian besar pembangunan gedung baru di Jakarta merupakan bangunan tinggi. Dalam hal ini, area atap yang tersisa untuk tanaman menjadi sangat terbatas, karena telah digunakan untuk peralatan mekanik, tangki air dll. Atap hijau yang lebih luas dapat dibuat dengan menempatkan peralatan mekanik di tempat lain, dan dengan merancang bangunan untuk memiliki teras dan atap di berbagai tingkat.

²³ Mithraratne, Nalanie, Greenroofs in Singapore: How Green Are They?, Proceedings of SB13 Singapore Conference, 2012. (<http://rpsonline.com.sg/rps2prod/sb13/pdf/131.pdf>)

²⁶ Mithraratne, Nalanie, Greenroofs in Singapore: How Green Are They?, Proceedings of SB13 Singapore Conference, 2012. (<http://rpsonline.com.sg/rps2prod/sb13/pdf/131.pdf>)

Informasi lebih lanjut tentang desain dan pemasangan atap Hijau dapat ditemukan di:

Pedoman Tanaman Hijau Vertikal dari Singapore Building Construction Authority (http://www.skyrisegreenery.com/images/uploads/publications/A_Concise_Guide_to_Safe_Practices_for_Rooftop_Greenery.pdf)

PENGAIRAN / IRRIGASI

Konsumsi air irigasi (pengairan) dapat dikurangi melalui beberapa pilihan di bawah ini:

01. Irigasi Otomatis

Irigasi otomatis menggunakan sistem pengendali seperti sensor hujan yang mencegah sistem alat penyiram untuk tidak menyala selama dan segera setelah hujan, atau sensor kelembaban tanah yang mengaktifkan alat penyiram hanya ketika tingkat kelembaban tanah turun di bawah tingkat yang telah diprogram.

GAMBAR . 2 3
Sensor Kelembaban Tanah



02. Irigasi Tetes (Drip Irrigation)

Irigasi tetes terbuat dari pipa polyethylene yang fleksibel, biasanya dipasang pada permukaan tanah dan ditutupi oleh mulsa, dengan emitor tetes kecil. Irigasi tetes dapat dikendalikan secara manual atau dengan katup kontrol otomatis.

GAMBAR . 2 4
Sistem Irigasi Tetes²⁵



²⁵ Gardena. Water Your Garden the Smart Way - Save Time and Money (<http://www.gardena.com/za/garden-life/garden-magazine/water-your-garden-the-smart-way-save-time-and-money/>)

Lampiran B
membandingkan
berbagai jenis alat
penyiram dan sistem
irigasi tetes secara
lebih rinci.

Penyiraman dengan mengalirkan air langsung ke dalam tanah menghasilkan sedikit limpasan, tidak ada air semprotan yang meleset, dan sebagai hasilnya tidak ada air yang terbuang. Sistem tetes hampir 100% efisien, memberikan semua air ke sekitar akar tanaman secara merata di seluruh area. Gulma juga tidak tumbuh di sekitar tanaman, karena tidak mendapatkan pengairan. Biaya instalasi sebanding dengan (atau lebih rendah dari) sistem sprinkler, dan biaya operasional konsumsi air juga jauh lebih rendah. Sistem irigasi tetes harus secara hati-hati dirancang dan dirawat untuk mencegah penyumbatan dan kerusakan.

03. Sumber Air Alternatif

Untuk mengurangi pemakaian air lebih jauh lagi, sumber irigasi alternatif seperti air bekas (grey water), air reklamasi, dan air tadah hujan sebaiknya digunakan.

Masalah ini dibahas
lebih rinci dalam
"Pengelolaan dan
Efisiensi Air" bagian
dari pedoman yang lain.

Air bekas adalah air limbah rumah tangga yang tidak diolah yang berasal dari wastafel kamar mandi, shower, bak mandi, dan mesin cuci pakaian. Sedangkan air reklamasi adalah air limbah yang sudah diolah ke tingkat yang layak untuk keperluan bukan air minum.

Penggunaan reklamasi air, air hujan, dan air bekas dapat secara substansial mengurangi konsumsi air di hampir semua tipe bangunan.

Informasi lebih lanjut tentang sistem irigasi efisiensi tinggi tersedia dalam:

Efficient Irrigation for Water Conservation Guideline by Queensland Water Commission, Australia (http://www.dews.qld.gov.au/__data/assets/pdf_file/0020/33635/efficient-irrigation-guideline.pdf)

2 . H A R D S C A P E

Hardscape yang efisien memenuhi beberapa atau seluruh kriteria di bawah ini:

B A H A N
T E M B U S
A I R (A T A U
B E R P O R I)

Bahan tembus air atau berpori memungkinkan air meresap ke dalam tanah. Hardscapes dengan material tak tembus air (impervious) akan memperburuk permasalahan lingkungan seperti efek urban heat island, erosi hilir, pencemaran tanah, dan pencemaran air. Material tak tembus air menyebabkan limpasan air hujan tinggi yang membebani dan mencemari sistem drainasi kota, mengakibatkan peningkatan biaya untuk pengelolaan air limbah dan layanan kota lainnya. Hal ini pada akhirnya juga merusak lingkungan alam.

Ada banyak jenis perkerasan yang tembus air (pervious) dan metode konstruksi yang tersedia di pasar untuk menggantikan aspal atau beton solid. Tipikal material tembus air dapat dilihat pada Tabel 2.

TABEL . 02

Material Konstruksi
Tembus Air

MATERIAL	PENGUNAAN
Rumput Berpori	Pejalan kaki dan lalu lintas kendaraan ringan, biasanya terbuat dari bahan plastik geocell atau jala beton berlubang, sedangkan bahan isinya adalah media tanah.
Rumput Kerikil	Fleksibel, berfungsi dengan baik dalam kondisi ekstrim (menyusut dan membesar dengan mudah), sering dibuat dari bahan daur ulang.
Bata Tanah Liat	Jalur pejalan kaki, alun-alun.
Batu Beton	Jalur pejalan kaki (mungkin mempertahankan beban lalu lintas, tetapi membutuhkan prosedur pembersihan salju secara hati-hati).
Beton Semen Berpori	Tempat parkir.
Batu	Trotoar, alun-alun.
Batu (polyethylene) Plastik	Tempat parkir, jalur pejalan kaki, jalur darurat.
Beton Aspal Berpori	Tempat parkir, bahu jalan raya, trotoar.

Untuk kendaraan dan trotoar pejalan kaki, beton yang tembus air, aspal yang berpori, dan trotoar beton berpori yang saling disambungkan (interlocking block) adalah pilihan yang banyak digunakan.

Aspal berpori dan bahan tembus air lainnya menelan biaya 10-40% lebih besar dari pada aspal standar secara satuan luas. Hal ini terutama dari pemasangan lapisan filter (geotextile) dan hamparan batu berpori yang biasanya lebih tebal dibandingkan dengan lapisan dasar hardscape biasa. Namun, permukaan tembus air mengurangi atau menghilangkan kebutuhan kolam penampung air (detention pond) dan secara signifikan mengurangi limpasan air.

01. Beton Tembus Air

Beton tembus air adalah beton yang tahan lama, berdaya serap tinggi yang memungkinkan air dan udara untuk meresap. Lapisan agregat bawah (subgrade base) dengan tebal 25 sampai 30 cm dapat menyimpan air sampai air tersebut dapat menyerap ke dalam tanah.

GAMBAR . 25

Potongan Melintang dan Foto Konstruksi Beton Tembus Air

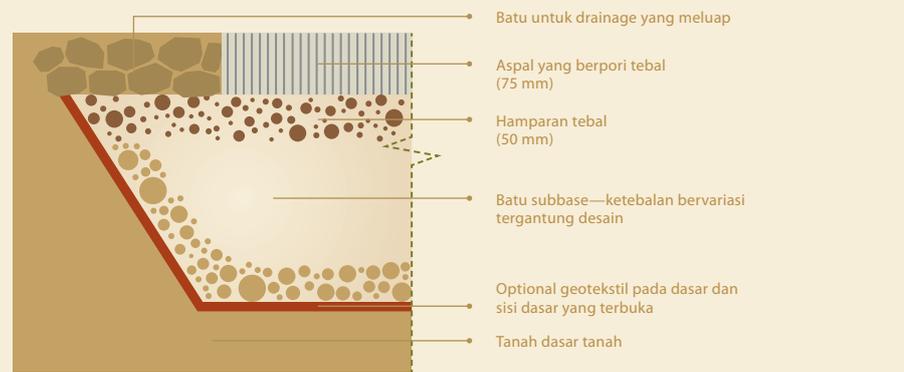


02. Paving Aspal Berpori

Cepat dan mudah untuk konstruksi, aspal ini mirip dengan beton tembus air. Air mengalir melalui aspal berpori dan menuju lapisan sub-dasar batu dan kemudian meresap ke dalam tanah. Meskipun demikian, lapisan sub-dasar batu untuk aspal berpori biasanya jauh lebih tebal, yaitu sekitar 45-90 cm.

G A M B A R . 2 6

Potongan Melintang Pemasangan Aspal Berpori



03. Paving Beton Berpori yang Saling Tersambung (Interlocking)

Paving beton berpori yang saling tersambung mirip dengan beton tembus air dan aspal berpori dalam hal laju penyerapan air, yang membedakan adalah dalam permukaan perkerasan terdiri dari rangkaian lapisan batu beton dengan celah selebar 0,3-1,25 cm yang diisi dengan agregat. Lapisan batu itu sendiri tidak tembus air, tetapi celah di antara lapisan batu tersebut tembus air dengan tingkat penyerapan yang tinggi. Lapisan dasar (sub-base) yang terdiri dari batu, juga berfungsi untuk menampung air yang masuk melalui celah berisi agregat.

G A M B A R . 2 7

Potongan Melintang Pemasangan Paving Beton dengan Penyambung Berpori



G A M B A R . 2 8

Paving Beton dengan Agregat pada Celahnya²⁶



T A B E L . 0 3

Perbandingan Material Paving Tembus Air²⁷

	WARNA & TEKSTUR	PEMASANGAN	P E R A W A T A N		KANDUNGAN DAUR ULANG & PEMAKAIAN KEMBALI	BIAYA
			Pembersih Permukaan	Perbaikan		
Paving beton tembus air	Pilihan yang jarang	Cetak di tempat; memerlukan cetakan; memerlukan waktu 7 hari untuk jadi.	Vakum-menyikat dan menekan-dicuci untuk menghilangkan endapan pada permukaan puing.	Bagian yang rusak atau yang tersumbat dapat diambil dan diganti; area yang baru saja dilakukan perbaikan perlu untuk dibersihkan sebelum digunakan; area yang diperbaiki tidak akan sesuai dengan material yang asli.	Secara umum tidak diproduksi dengan agregat yang didaur ulang atau pengganti semen; beton dapat dihancurkan dan didaur ulang.	Dapat bersaing dengan paving beton berpori yang saling tersambung.
Paving beton berpori yang saling tersambung	Tersedia berbagai pilihan	Satuan diproduksi dengan ukuran yang seragam, cetakan tidak diperlukan, dapat dipasang secara mekanis, dapat digunakan segera sesudah pemasangan.	Vakum-Menyikat untuk menghilangkan endapan pada permukaan puing.	Satuan dan agregat dapat dihilangkan, diperbaiki, dan diganti; area yang diperbaiki akan sesuai dengan area sekitar.	Unit yang diproduksi dapat mengakomodasi pengganti semen; lapisan batu dapat dihancurkan dan didaur ulang.	Dapat bersaing dengan paving beton yang tembus air dan aspal berpori; biaya pemakaian mungkin lebih rendah dari pada 2 produk ini di beberapa pasar.
Aspal berpori	Hitam atau abu-abu	Tidak memerlukan cetakan; suhu campuran sangat penting untuk keberhasilan proyek; memerlukan 24 jam untuk jadi.	Vakum-menyikat dan menekan-dicuci untuk menghilangkan endapan pada permukaan puing.	Potensi perbaikan terbatas; dapat menambal dengan bahan tidak tembus air; perbaikan tidak akan sesuai dengan material asli.	Umumnya tidak diproduksi dengan aspal daur ulang atau agregat daur ulang yang dihancurkan dan didaur ulang, paving dapat dihancurkan dan didaur ulang.	Lebih murah dari pada beton berpori yang saling dihubungkan dan paving yang dapat tembus air.

²⁶ Jatmika Suryabrata.

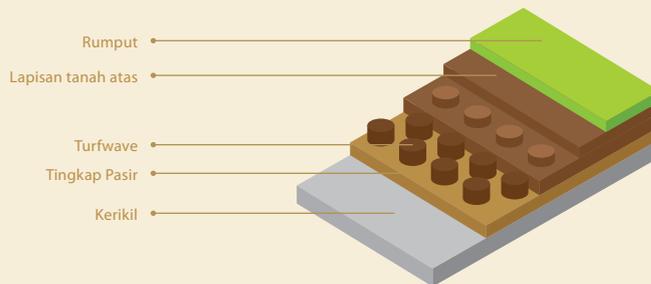
²⁷ Interlocking concrete pavement Institute. (www.icp1.org)

04. Sistem Paving dengan Tumbuhan

Sistem paving dengan tumbuhan biasanya digunakan pada jalan masuk dan area yang lain sehingga air meresap ke dalam tanah dan dimanfaatkan oleh tumbuhan tersebut dari pada air mengalir ke selokan. Sistem ini dirancang untuk digunakan dengan tanaman rumput, namun, dapat juga digunakan dengan tanaman lain.

G A M B A R . 2 9

Sistem Paving dengan Tumbuhan



05. Material Hardscape dengan Reflektansi Tinggi

Material hardscape dengan reflektansi tinggi adalah material paving dengan nilai reflektansi tinggi (albedo), seperti beton berwarna terang. Material dengan nilai reflektansi tinggi menyerap lebih sedikit radiasi matahari yang menyebabkan material tersebut relatif lebih dingin. Hal ini bermanfaat untuk mengurangi efek urban heat island.

Informasi lebih lanjut tentang “paving dingin” tersedia dalam publikasi:

Reducing Urban Heat Islands: Compendium of Strategies; Cool Pavements oleh US Environmental Protection Agency (<http://www.epa.gov/heatisd/resources/pdf/CoolPavesCompendium.pdf>)

lampiran

LAMPIRAN A.

LEGENDA

PERSYARATAN PERAWATAN TANAMAN	PENGGUNAAN ATAU KARAKTERISTIK TANAMAN	KARAKTERISTIK PALEM	RUPA TANAMAN
 Memerlukan Banyak Air	 Dengan Dedaunan Hias	 Daun Berbentuk Kipas	 Tanaman Rambat
 Memerlukan Cukup Air	 Dengan Bunga Hias	 Daun Berbentuk Bulu	 Pakis & Sejenisnya
 Memerlukan Sedikit Air	 Tanaman Wangi	 Daun Bipinnate	 Semak
 Sebaiknya Berada di Tempat Sangat Teduh	 Tahan Terhadap Kekeringan	 Daun Sederhana	 Sikas
 Sebaiknya Berada di Tempat Cukup Teduh	 Cocok Ditanam di Tepi Laut	 Batang Tunggal	 Palem
 Sebaiknya Mendapat Sinar Matahari	 Cocok Ditanam di Sisi Jalan	 Berkelompok	 Pohon
	 Tanaman Air	 Tanpa Batang	
	 Bonsai		
	 Tanaman Dalam Ruangan		
	 Menarik Kupu-kupu		
	 Menarik Burung		
	 Tanaman Buah & Sayur		
	 Tanaman Herbal & Bumbu		

LAMP IRAN A . (lanjutan)

No.	NAMA BOTANI	NAMA UMUM	NAMA LOKAL	FAMILIA	GAMBAR	SUMBER
P O H O N						
1.	Samanea saman 	Rain Tree, Pukul Lima, Monkey- Pod Tree, East Indian Walnut	Trembesi, Ki Hujan, Saman	Fabaceae (Leguminosae)		Koleksi Pribadi
2.	Mimusops elengi 	Pohon Tanjung, Mengkulah, Mengkulang, Spanish Cherry	Tanjung			http://arainbrothersnursery.com/images/full-images/Trees/Mimusops%20Elengi,%20Molsiri.bmp
3.	Cordia sebestena 	Pohon Geiger, Sebestens	Jati emas			Koleksi Pribadi
4.	Swietenia mahogany 	Pohon Tanjung, Mengkulah, Mengkulang, Spanish Cherry	Mahoni	Meliaceae		http://en.wikipedia.org/wiki/File:Tree_in_new_leaves_IMG_6222.jpg
5.	Tabebuia argentea 		Tabebuia Kuning			Koleksi Pribadi
6.	Khaya senegalensis 	Senegal Khaya, Senegal Mahogany	Khaya	Meliaceae		http://www.oramsnurseries.com.au/khaya_senegalensis_AfricanMahogany.jpg

LAMPIRAN A . (lanjutan)

No.	NAMA BOTANI	NAMA UMUM	NAMA LOKAL	FAMILIA	GAMBAR	SUMBER
P O H O N						
7.	<p>Filicium decipiens</p> 	Pohon Fern	Kiarai payung	Meliaceae		http://zoneten.com/_borders/Filicium%20decipiens.jpg
8.	<p>Spathodea campanulata</p> 	Pohohn African Tulip, Flame of the forest	Kecrutan			Koleksi Pribadi
9.	<p>Polyalthia longifolia</p> 	Cemetery tree, Pohon Asoka, mempisang	Glodokan tiang			
10.	<p>Bauhinia x blakeana</p> 	Hong Kong Bauhinia, Hong Kong Orchid Tree, Butterfly Tree	Bunga Kupu-Kupu			Koleksi Pribadi
11.	<p>Lagerstroemia speciosa</p> 	Rose of India, Queens Crape Myrtle	Bungur			Koleksi Pribadi

L A M P I R A N A . (lanjutan)

No.	NAMA BOTANI	NAMA UMUM	NAMA LOKAL	FAMILIA	GAMBAR	SUMBER
P O H O N						
12.	<p>Callistemon citrinus</p> 	<p>Crimson Bottlebrush, Lemon Bottlebrush, Bottlebrush Tree</p>	<p>Sikat Botol</p>			<p>http://latimesblogs.latimes.com/a/6a00d8341c630a53ef013480477f22970c-pi</p>
13.	<p>Peltophorum pterocarpum</p> 	<p>Yellow Flame, Copper Pod, Rusty Shield Bearer, Batai Laut</p>	<p>Yellow Flame</p>			<p>Koleksi Pribadi</p>
14.	<p>Erythrina crista-galli</p>		<p>Dadap Merah</p>			<p>Koleksi Pribadi</p>
15.	<p>Hibiscus tiliceaues</p>		<p>Waru</p>			
P A L E M						
1.	<p>Livistona chinensis</p> 	<p>Chinensis fan palm, Chinese fountain palm</p>	<p>Palm sinensis</p>			<p>Koleksi Pribadi</p>
2.	<p>Roystonea regia</p> 	<p>Cuban royal palm, Florida royal palm, royal palm</p>	<p>Palm raja</p>	<p>Aracaceae</p>		<p>Koleksi Pribadi</p>

LAMPIRAN A . (lanjutan)

No.	NAMA BOTANI	NAMA UMUM	NAMA LOKAL	FAMILIA	GAMBAR	SUMBER
S E M A K						
1.	Bougainvillea sp 		Bugenvil			Koleksi Pribadi
2.	Codiaeum sp 		Puring			Koleksi Pribadi
3.	Ixora sp 		Soka			Koleksi Pribadi
4.	Acalypha macrophylla 		Teh-tehan	Fabaceae (Leguminosae)		Koleksi Pribadi
5.	Excoecaria cochinchinensis variegata 		Sambang darah variegata			Koleksi Pribadi
6.	Nerium oleander pink 		Oleander			Koleksi Pribadi
7.	Caesalpinia pulcherrima 		Kembang merak			Koleksi Pribadi

L A M P I R A N A . (lanjutan)

No.	NAMA BOTANI	NAMA UMUM	NAMA LOKAL	FAMILIA	GAMBAR	SUMBER
S E M A K						
8.	Canna sp 		Kana			Koleksi Pribadi
9.	Ruellia malacosperma 		Ruelia			Koleksi Pribadi
10.	Cordyline sp 		Hanjuang			Koleksi Pribadi
11.	Syzigium oleana 		Pucuk merah			Koleksi Pribadi
12.	Osmoxylum lineare 		Aralia			Koleksi Pribadi
13.	Gardenia jasminoides 		Kaca piring			Koleksi Pribadi

LAMPIRAN A . (lanjutan)

No.	NAMA BOTANI	NAMA UMUM	NAMA LOKAL	FAMILIA	GAMBAR	SUMBER
S E M A K						
14.	Hibiscus rosasinensis 		Kembang sepatu			Koleksi Pribadi
15.	Rhoeo discolor 		Adam hawa			Koleksi Pribadi
16.	Scindapsus aureus 		Sirih belanda			Koleksi Pribadi
17.	Pseuderanthemum reticulatum 		Melati jepang			Koleksi Pribadi
18.	Philodendron sp 		Pilo			Koleksi Pribadi

LAMPIRAN B.

EMITOR SISTEM PENGAIRAN YANG EFEKTIF	RENTANG KELUARAN	EMITOR CONTOH	CONTOH		CONTOH TINGKAT PERCEPATAN
			Bagaimana mencapai target 200 (liter per orang per hari) jika semua alokasi penggunaan air mingguan dari luar digunakan untuk penyiraman kebun atau rumput.		
			Orang per rumah tangga		
			2 (700 L)	4 (1400 L)	

ALAT TETES

	2 liter/jam sampai 8 liter/jam; atau 0,03 liter/menit sampai 0,13 liter/menit	8 liter/jam	87 emitor untuk satu jam	174 emitor untuk satu jam	10 mm per jam jika berjarak 80 cm
---	---	-------------	--------------------------	---------------------------	-----------------------------------

PENYEMPROT KECIL

	25 liter/jam sampai 150 liter/jam; atau 0,4 liter/menit sampai 2,5 liter/menit	25 liter/jam	112 emitor untuk 15 menit	224 emitor untuk 15 menit	10 mm per 50 menit jika berjarak 2 meter
		75 liter/jam	37 emitor untuk 15 menit	74 emitor untuk 15 menit	10 mm per 15 menit jika berjarak 2 meter
		125 liter/jam	22 emitor untuk 15 menit	44 emitor untuk 15 menit	10 mm per 10 menit jika berjarak 2 meter

PENYEMPROT PERMANEN (Termasuk Penyiram Pop-up dan Penggerak Gigi)

	4 liter/menit sampai 8 liter/menit	4 liter/menit	17 emitor untuk 10 menit	34 emitor untuk 10 menit	10 mm per 10 menit jika berjarak 4 meter
		6 liter/menit	11 emitor untuk 10 menit	22 emitor untuk 10 menit	10 mm per 7 menit jika berjarak 4 meter
		8 liter/menit	8 emitor untuk 10 menit		10 mm per 5 menit jika berjarak 4 meter

TETES-TEKANAN GARIS MENGIMBANGI (50 meter)

	0,66 liter/meter/menit sampai 1,16 liter/meter/menit; atau 33 liter/menit sampai 58 liter/menit untuk 50 m	1.6 liter/jam pada jarak 40 cm	50 m for 20 menit	100 m for 20 menit	10 mm per 15 menit untuk 50 meter
		6 liter/menit	50 m for 12 menit	100 m for 12 menit	10 mm per 15 menit untuk 50 meter

L A M P I R A N B . (lanjutan)

PENYEMPROT YANG EFISIEN	RENTANG KELUARAN	CONTOH	CONTOH Bagaimana mencapai target 200 penyiraman kebun dan rumput yang efisien (mingguan)	
	<p>1,18 liter/menit sampai 6,4 liter/ menit</p>	<p>7 liter/ menit</p>	<p>2 x 30 menit periode per minggu @ 7 liter/menit akan memakai 420 liter.</p>	<p>2 x 30 menit periode per minggu @ 9 liter/menit akan memakai 540 liter.</p>



DINAS PENATAAN KOTA
PEMERINTAH PROVINSI DKI JAKARTA

Jalan Taman Jati Baru No. 1
Jakarta Barat

t. (62-21) 856 342

f. (62-21) 856 732

www.dppb.jakarta.go.id