

**KARYA ILMIAH**

**GREEN ROOF: SALAH SATU SOLUSI PENINGKATAN RUANG  
TERBUKA HIJAU KOTA DALAM USAHA PENGENDALIAN BANJIR**



**OLEH :  
SHERLLY MAULANA, ST**

**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
MEDAN  
2007**

**KARYA ILMIAH**

**GREEN ROOF: SALAH SATU SOLUSI PENINGKATAN RUANG  
TERBUKA HIJAU KOTA DALAM USAHA PENGENDALIAN BANJIR**



**OLEH :  
SHERLLY MAULANA, ST**

**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
MEDAN  
2007**



## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis sampaikan kepada Allah SWT, yang dengan segala rahmat yang telah diberikan-Nya telah memberikan waktu dan kesempatan kepada penulis untuk menyelesaikan karya ilmiah ini, dengan judul **GREEN ROOF: SALAH SATU SOLUSI PENINGKATAN RUANG TERBUKA HIJAU KOTA DALAM USAHA PENGENDALIAN BANJIR.**

Karya ilmiah ini dibuat sebagai salah satu sarana bagi penulis untuk memenuhi kewajiban penulis dalam pendidikan yang tercantum dalam TRI DHARMA PERGURUAN TINGGI, yaitu Pengajaran, Penelitian, dan Pengabdian Masyarakat. Karya ilmiah ini dapat digunakan sebagai bahan perkuliahan untuk mata kuliah Perancangan Arsitektur pada program studi Teknik Arsitektur di Universitas Medan Area khususnya, dan dunia pendidikan pada umumnya.

Harapan penulis semoga karya ilmiah ini dapat bermanfaat bagi pengajar dan mahasiswa pada umumnya, sehingga dapat memberikan wawasan dan pemahaman baru terutama dalam pembahasan mengenai perencanaan ruang terbuka hijau.

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada seluruh civitas akademi Universitas Medan Area khususnya Fakultas Teknik yang telah memberikan dukungan dan kesempatan kepada penulis hingga selesainya karya ilmiah ini, keluarga tercinta, *my only fanny man and my two wonderfull stars* yang telah memberikan dukungan, kesempatan, cinta, dan kasih sayangnya selama penulis memberikan pengabdiannya sampai saat ini.

Akhir kata, semoga karya ilmiah ini dapat menjadi bagian dari pencerahan ilmu yang memberikan cara pemahaman baru akan ruang terbuka hijau sebagai bagian yang tak terpisahkan dari pembangunan kota. Terima kasih.

Medan, Juni 2007

**PENULIS**

## BAB I PENDAHULUAN

Dari segi geografis, Indonesia merupakan kawasan tropika basah, dengan curah hujan rata-rata yang cukup tinggi. Hujan rata-rata tahunan untuk seluruh kawasan Indonesia sebesar 2600 mm dengan variasi antara 1500 sampai 3000 mm (Nurlisa, 2007). Dari hujan sebesar 2600 mm, sebesar 1370 mm hilang melalui penguapan dan meresap menjadi air tanah dalam. Sementara sebesar 1250 mm sisanya menjadi aliran yang setara dengan 2380 km<sup>2</sup> (Suripin, 2002, dalam Nurlisa, 2007). Keadaan ini menunjukkan besarnya potensi air yang ada di Indonesia.

Pengelolaan yang kurang bijak menjadikan sumber daya air yang cukup banyak ini kurang dimanfaatkan dengan baik, bahkan menjadi masalah. Pada saat musim kemarau banyak daerah kekeringan air, sebaliknya pada musim hujan, banjir melanda banyak tempat. Merupakan suatu ironi ketika air yang melimpah tidak bisa dimanfaatkan secara optimal untuk kesejahteraan manusia dan keseimbangan lingkungan (Nurlisa, 2007).

Penyebab tingginya potensi banjir, selain disebabkan oleh curah hujan yang tinggi, diantaranya adalah besarnya air larian (*runoff*) yang disebabkan oleh berkurangnya komponen-komponen penahan aliran, yaitu kurangnya vegetasi dan daerah resapan air oleh berbagai aktivitas manusia seperti perumahan/pemukiman, industri, pertanian, perkebunan, dan sebagainya.

Salah satu yang paling bertanggung jawab dalam peningkatan air larian ini adalah perencanaan kota yang tidak berorientasi pada **konservasi air**. Tata Kota sesungguhnya dapat mengurangi potensi banjir ini sejauh ia mampu memberikan ruang untuk suatu sistem menyerap dan mengalirkan air sedemikian rupa sehingga tidak terjadi selisih positif yang liar di atas permukaan yang kemudian disebut banjir (Kusumawijaya, 2007).

Untuk mengalirkan air diperlukan sungai dan saluran yang membawa air ke tujuan akhir, misalnya laut atau waduk, sehingga tidak mengganggu kegiatan manusia. Untuk menyerapkannya diperlukan ruang terbuka dengan tanah yang menyerap air. Meningkatkan daya serap tanah berarti meningkatkan (sifat) pasir dari tanah. Tumbuhan dapat memperlambat jatuhnya air ke tanah yang berarti menunda air mengalir di permukaan dan menyerap ke dalam tanah dan memegang air lebih lama pada daerah di sekitar akarnya (Kusumawijaya, 2007).

Tanggap tidaknya kota terhadap konservasi air, sedikit banyak dipengaruhi oleh prinsip dan strategi desain arsitektur yang diterapkan. Permasalahan yang dihadapi oleh kota Medan saat ini adalah perbandingan tata guna lahan yang kurang untuk konservasi, kurangnya jumlah ruang terbuka hijau, lahan terbangun semakin bertambah akibat kurangnya ketegasan dalam pengetatan KDB (*building coverage*), meningkatnya jumlah hunian di sepanjang bantaran sungai, dan kurangnya koordinasi pembangunan di kawasan hulu (Nurlisa, 2007).

Peningkatan ruang terbuka hijau menjadi salah satu solusi yang digunakan sebagai bagian dari pembangunan kota yang berkelanjutan (*sustainable city*). Langkah yang dapat dilakukan adalah mewajibkan halaman, seluruh lapangan parkir menjadi area hijau dan mewajibkan seluruh atap bangunan menjadi area hijau (*green roof*) atau *roof garden* (Nurlisa, 2007)

Pembuatan area hijau di atap (*roof garden/green roof*) belum terlalu dikenal di kota Medan, sehingga perlu ada sosialisasi bagaimana membuat area hijau di atap yang tepat dan baik sehingga dapat berfungsi sebagaimana mestinya.

Melalui penulisan karya ilmiah ini dapat diketahui bagaimana merencanakan dan membangun suatu area hijau di atap sesuai dengan standar teknis keamanan dan kenyamanan.



## BAB II

### SEJARAH PERKEMBANGAN *GREEN ROOF*

#### 2.1 PENGERTIAN *GREEN ROOF*

*Green Roof* atau *Roof Garden* adalah atap bangunan yang sebagian atau seluruhnya ditutupi oleh tanaman dan tanah, atau media tempat tanam yang dapat ditanami di atas lapisan kedap air. Atap yang diwarnai dengan warna hijau tidak dinamakan *green roof*. *Green roof* atau *roof garden* juga dilengkapi dengan bagian penahan akar, sistem drainase, dan sistem pengairan. Tanaman yang ditanam di dalam pot tidak termasuk dalam pengertian *green roof* atau *roof garden*.



Gbr.  
Contoh *Green Roof* di Manhattan, New York  
(sumber: [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org))

#### 2.2 SEJARAH *GREEN ROOF*

*Green Roof* yang berkembang saat ini, yaitu suatu sistem yang terdiri dari beberapa lapisan yang diletakkan dengan sengaja di atas atap bangunan untuk menjadi media tumbuh tanaman, adalah fenomena yang relatif baru. *Green Roof* pertama kali dikembangkan di Jerman pada sekitar tahun 1960-an, dan sejak itu kemudian mulai berkembang ke beberapa negara di Eropa. Saat ini, hampir 10% atap bangunan di Jerman telah mengalami penghijauan. Amerika juga mulai menerapkan *green roof* tapi masih tertinggal jika dibandingkan dengan di Eropa.

Banyak *green roof* yang dibangun karena mematuhi peraturan pemerintah setempat dan dibiayai oleh pemerintah, berkenaan dengan manajemen pengelolaan *air larian* pada saat terjadi hujan lebat. Pada sistem pembuangan air atau drainase, curah hujan yang tinggi dapat membuat saluran pembuangan air melebihi kapasitasnya

sehingga mengakibatkan terjadinya banjir, air melimpah ke jalanan. *Green roof* menurunkan jumlah total air larian akibat hujan dan memperlambat jalannya air larian yang jatuh ke tanah. Penelitian telah menyatakan bahwa *green roof* dapat menahan air larian akibat hujan sebanyak 75%, yang kemudian secara bertahap dilepaskan melalui proses kondensasi dan transpirasi, selain mampu menahan zat-zat polutan melalui tanahnya ([www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)).

Penanggulangan efek pemanasan kota adalah salah satu tujuan dari pembuatan *green roof*. Material bangunan yang ada saat ini sifatnya menyerap radiasi sinar matahari dan melepaskannya sebagai panas, akibatnya suhu kota meningkat 7<sup>o</sup> lebih panas daripada area sekitarnya. Hal ini berbeda dengan Chicago City Hall yang memiliki *green roof*, temperatur udara sekitar bangunan 14<sup>o</sup> – 44<sup>o</sup> C lebih dingin daripada bangunan sekitarnya yang menggunakan bangunan dengan atap tradisional ([www.livingroofs.org](http://www.livingroofs.org)).

*Green roof* menjadi umum di Chicago, seperti halnya di Atlanta, Portland, dan beberapa kota lainnya yang telah menetapkan kebijakan penanggulangan pemanasan kota dengan mendorong pembuatan *green roof*. Di Chicago, Pemerintah Kota memberikan insentif bagi pembangun yang membuat *green roof* pada bangunannya. *Green roof* di Chicago City Hall adalah salah satu contoh pertama dan terkenal di Amerika Serikat yang dibuat sebagai salah satu penelitian untuk mengetahui efek yang dibuat oleh *green roof* terhadap iklim mikro di atap bangunan. Penelitian lebih lanjut menyatakan bahwa jika seluruh atap di kota-kota besar telah mengalami penghijauan, temperatur kota dapat dikurangi hingga 12<sup>o</sup> C (<http://hortweb.cas.psu.edu/research/greenroofcenter/index.html>).

### 2.3 KEUNTUNGAN DAN KERUGIAN GREEN ROOF

*Green roof* digunakan untuk menyediakan ruang yang nyaman bagi pengguna bangunan, sebagai tempat tumbuh tanaman, mengurangi pemanasan pada ruang, mengurangi efek pemanasan ruang kota, meningkatkan umur atap, mengurangi air larian akibat hujan, sebagai penyaring udara dari karbondioksida dan zat polutan lainnya, penyaring zat polutan dan logam berat yang berasal dari air hujan, dan meningkatkan ruang hidup bagi makhluk hidup pada lingkungan buatan. *Green roof* menjadi komponen kunci pada sebuah bangunan yang swakelola.

Beberapa kerugian yang ditemukan dalam penggunaan *green roof* salah satunya adalah kebutuhan untuk memperkuat struktur pendukung atap dan pada kenyataannya tanaman yang ditanam pada *green roof* kadang-kadang tidak dirancang untuk dapat



dilalui oleh manusia. Sejak banyak *green roof* dirancang di Eropa, adalah penting untuk dipertimbangkan agar setiap rancangan *green roof* beradaptasi dengan kondisi iklim setempat (<http://hortweb.cas.psu.edu/research/greenroofcenter/press/greenroof.html>.)

*Green roof* sangat memerlukan standar struktur yang baik. Banyak bangunan-bangunan yang ada saat ini tidak cocok atau tidak mampu memiliki sebuah *green roof* karena persyaratan beban akibat berat tanah dan tanaman. Atap dak beton lebih layak untuk *green roof*, bertolak belakang dengan atap yang terbuat dari logam atau kayu. *Green roof* juga harus memiliki standar yang teliti dan tepat untuk sistem atap yang akan digunakan, karena jika terjadi kebocoran maka akan diperlukan dana yang mahal untuk memperbaikinya.

## 2.4 TIPE GREEN ROOF

*Green roof* dapat dikelompokkan menjadi tiga kategori, yaitu intensif, semi-intensif, dan ekstensif, tergantung pada kedalaman tanah media tanam dan banyaknya perawatan yang diperlukan. *Roof Garden* secara tradisional membutuhkan tanah dengan kedalaman tertentu untuk tempat tumbuh pohon atau halaman rumput konvensional, pengairan, pemupukan, dan perawatan lainnya, termasuk pada kategori intensif. Bertolak belakang dengan ekstensif *green roof* yang dirancang supaya betul-betul dapat berkembang dengan sendirinya dengan perawatan yang minimum, misalnya hanya perlu dibersihkan setahun sekali dengan memberikan pupuk yang memperlambat pertumbuhan. Tanaman pada ekstensif *green roof* dapat tumbuh pada lapisan tanah yang tipis, umumnya tanah yang digunakan dicampur dengan kompos.

Perbedaan yang penting antara *green roof* pada atap miring dan datar adalah *green roof* pada atap miring yang merupakan bentuk elemen tradisional pada bangunan-bangunan di Skandinavia dirancang lebih sederhana daripada atap datar. *Green roof* pada atap miring berfungsi untuk mengurangi resiko aliran air yang melalui struktur atap. Lapisan anti air dan pengairan yang digunakan lebih sedikit.

## 2.5 CONTOH-CONTOH GREEN ROOF

Salah satu contoh ekstensif *green roof* dapat ditemukan di Amerika Serikat, di **Ford Motor Company**, Dearborn, Michigan, dengan luas atap yang ditutupi dengan *sedum* dan tanaman adalah 42.000 m<sup>2</sup>. Contoh lainnya adalah **Chicago's City Hall**.



Swiss memiliki *green roof* tertua di Eropa yang dibangun pada tahun 1914 di Wallishofen, Zurich, sebagai bagian dari perencanaan perawatan air di Danau Moos. Tangki penyaringnya menempati luas 30.000 m<sup>2</sup> dari luas atap betonnya. Agar interior ruangan tetap sejuk dan mencegah tumbuhnya bakteri, lapisan kerikil untuk saluran air dan tanah setebal 15 cm disebar di atas atap yang sebelumnya telah ditutupi dengan lapisan anti air yaitu aspal. Tanahnya ditutupi dengan rumput. Saat ini, tempat ini menjadi surga bagi berbagai macam spesies tumbuhan, antara lain 6000 tanaman anggrek.

*Green Roof* pertama di dunia yang kemudian menjadi kebun botani didirikan di Augustenbor, Malmo, pada Mei 1999. *International Green Roof Institute* (IGRI) membukanya untuk umum pada April 2001 sebagai pusat penelitian dan fasilitas pendidikan. *Green Roof* sangat baik diterapkan di kota Malmo sebagai bagian dari pengembangan pemukiman. *Green roof* diterapkan untuk mengatasi air larian akibat hujan badai. Di Inggris, contoh *green roof* dapat di lihat di Perpustakaan *University of Nottingham*, dan di London pada *Horiman Museum*.

## BAB III PERANCANGAN GREEN ROOF



### 3.1 PERBEDAAN INTENSIF DAN EKSTENSIF GREEN ROOF

#### 3.1.1 Intensif Green Roof

Pada Intensif *green roof* tingkat perawatannya tergantung pada pemilihan tanaman dan permintaan pemiliknya. Kegiatan berkebun umumnya dapat dilakukan, namun pemilihan tanaman dibatasi oleh kondisi perkerasan dan ketinggian bangunan.

Elemen pembentuknya, terdiri dari:

- a. Lapisan Pelindung Akar
- b. Sistem Pengairan, penyimpanan air, dan lapisan pengudaraan yang dirancang untuk dapat menahan beban hidup.
- c. Lapisan tanah, yaitu lapisan tanah yang ringan, organik, dan alami, dengan kedalaman tanah minimal 15 cm.

Seluruh lapisan ini memiliki ketebalan 18 cm, dengan berat 125 kg/m<sup>2</sup>. Perawatan secara berkala sangat diperlukan, umumnya per tahun sebanyak 6 – 12 kali kunjungan.

#### 3.1.2 Ekstensif Green Roof

Ekstensif *green roof* dibuat dengan tujuan utama untuk kepentingan lingkungan dan estetika. Umumnya ringan dan mudah dalam hal perawatan. Pemilihan tanaman dibatasi oleh kedalaman tanah yang tipis.

Elemen pembentuknya, terdiri dari:

- a. Lapisan pelindung akar
- b. Pengairan, penyimpanan air, dan lapisan pengudaraan yang dirancang dapat mengatasi angin dan jaringan pelindung tanaman
- c. Lapisan tanah organik dan alami

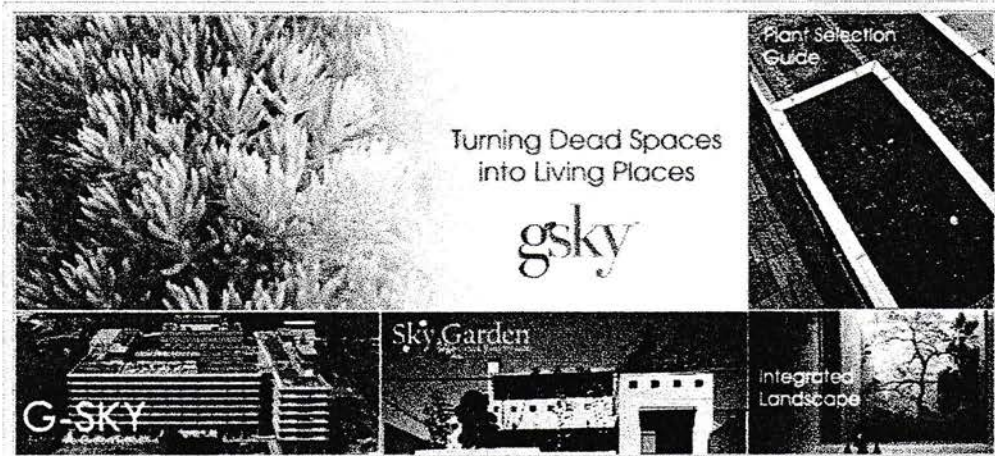
Seluruh lapisan ini memiliki ketebalan antara 6 -13 cm, dengan berat 48 – 108 kg/m<sup>2</sup>

### 3.2 TUJUAN PERENCANAAN DAN PERANCANGAN GREEN ROOF

Tujuan pembuatan suatu *green roof* pada awal perancangan harus ditetapkan terlebih dahulu, karena tujuan akan mempengaruhi langkah-langkah keputusan desain selanjutnya, seperti struktur atap, pemilihan jenis tanaman, perawatan, sistem yang akan diterapkan, dsb. Umumnya tujuan pembuatan *green roof* adalah untuk pertimbangan lingkungan, penyimpanan energi, meningkatkan kualitas pandangan, membuat taman yang nyaman, kebun sayuran, tempat pertunasan, dsb.



Perancangan *roof garden* berikut ini menggunakan metode yang diterapkan oleh G-Sky sebuah perusahaan yang bergerak khusus dalam teknologi perancangan *roof garden*.



### 3.3 PERENCANAAN DAN PERANCANGAN GREEN ROOF

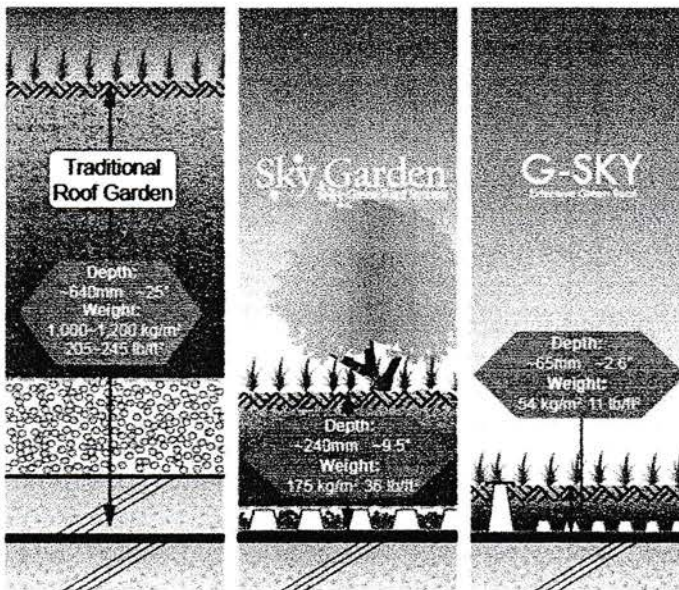
Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam perencanaan dan perancangan sebuah *roof garden*, adalah:

- a. kapasitas beban struktur
- b. lapisan pelindung atap
- c. beban angin
- d. lapisan tanah
- e. Memilih tanaman
- f. sistem irigasi
- g. sistem drainase
- h. lapisan insulasi panas dan suara
- i. sistem perawatan.

Perencanaan dan perancangan sebuah *roof garden* perlu dilakukan dengan mengutamakan kualitas instalasi, karena hal tersebut berdampak pada keamanan, kenyamanan, perawatan, dan biaya.

### 3.3.1 Kapasitas beban struktur

Pada *Roof Garden* tradisional, beban besar akan ditambahkan di atas bangunan. Umumnya 1 – 1,2 ton/m<sup>2</sup> beban ditambahkan untuk dijadikan sebagai tempat menanam tanaman mulai dari jenis pohon, perdu, sampai rumput. Jika pohon, perdu, dan rumput, tumbuh dengan alami, beban yang akan ditambahkan pada bangunan akan semakin besar. Selain itu, beban hidup manusia yang beraktivitas di dalam taman perlu menjadi pertimbangan dan pemikiran lebih jauh dalam mendesain struktur bangunan. Sistem **Sky Garden** dapat mendukung tanaman yang sama dengan tradisional *roof garden* namun dengan beban yang jauh lebih kecil, yaitu 1/8 beban tradisional *roof garden*, sedangkan Sistem **G-Sky** untuk ekstensif *green roof* memiliki beban 50% - 90% lebih ringan.



Gambar Perbandingan Beban Struktur antara Tradisional Roof Garden, Sky Garden, G-Sky

Berikut adalah daftar kapasitas beban material yang digunakan untuk tanah, kerikil untuk drainase, dan material lain yang sering digunakan.

	Nama Material	Kapasitas Beban (kg/m <sup>2</sup> )
TANAH	Tanah Lempung	1,6
	Tanah Lempung berpasir	1,8
	Tanah Lempung (obsidian perlite 7 : 3)	1,3
	Pasir Lempung (4 : 6)	1,0
	Roof Soil (Tanah Beban ringan)	0,8
	Roof Soil (Tanah Beban ringan)	0,6 – 0,8



A G R E G A T	Pasir sungai	1,7 – 2,1
	Batu Gunung Berapi	1,0 – 2,4
	<i>Expanded Slate</i>	0,92
	<i>Black Pumice</i>	0,79
	<i>Obsidian Perlite</i>	0,2 – 0,45
	<i>Vermiculite</i>	0,6
	Beton	2,3
	Bata	1,9
	Granit	2,8
	<i>Lumber</i>	0,9 – 1,1
<i>Railroad tie</i>	0,9 – 1,0	

Tabel .  
Kapasitas Beban Tanah, Agregat, Drainase, dan Material Lainnya

Nama Material	Ukuran (mm)	Kapasitas Beban (kg/m)
Beton ringan	H = 200, T = 90	20
Beton ringan	H = 400, T = 120	60
Bata	H = 210, T = 100	42
Bata	H = 350, T = 100	70
<i>Railroad Tie</i>	H = 200, T = 140	28
<i>GR Wall GRC System</i>	H = 150, T = 60	10
	H = 300, T = 120	16
	H = 450, T = 120	21

Catatan: H (Height/Tinggi)      T (Thick/Tebal)

Tabel .  
Kapasitas Beban Dinding Pendukung

Nama Material	Ukuran Ketebalan (mm)	Kapasitas Beban (kg/m <sup>2</sup> )
Bata	60	120
Keramik	10	28
	20	56
	30	84
	140	140
	<i>Railroad Tie</i>	30

Papan Kayu ( <i>Hard Wood</i> )	140	140
Papan Kayu ( <i>Soft Wood</i> )	140	20
Batu Lempung	100	130
	50	65
	25	33
Concrete Pavers	30	70
	60	138
Batu Kerikil	30	70
	50	110
Batu gunung berapi	50	50
Bark Chips	50	30

Tabel .  
Kapasitas Beban Material Pedestrian

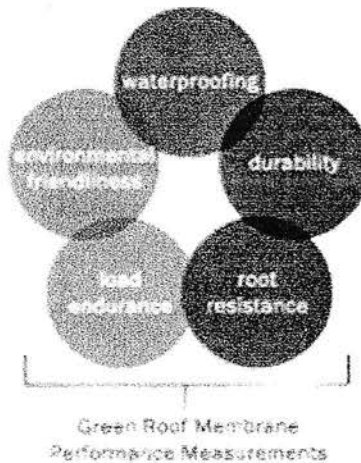
Jenis Tanaman	Ketinggian (m)	Diameter Batang (mm)	Kapasitas Beban (kg/pohon)
Pohon	4	300	266
	3,5	200	103
	3	150	55
	2,5	120	35
	2	120	31
	1,5	120	27
	1	120	13
	0,5	120	6
	0,3	120	4
Perenial	0,2	120	1,5
Sedum	0,1	120	0,2
Rumput			18

Tabel .  
Kapasitas Beban Tanaman Pohon, Perdu, Sedum, dan Rumput



### 3.3.2 Lapisan pelindung atap

Untuk tindakan efisiensi dibutuhkan lapisan kedap air yang berkualitas sebelum dilakukan instalasi *green roof*. Kedap air, ketahanan, ramah lingkungan, daya lentang, dan tahan terhadap tembusan akar adalah karakteristik penting yang perlu dimiliki oleh sebuah lapisan kedap air yang berkualitas. Biaya perawatan dan perbaikan suatu lapisan kedap air pada sebuah *green roof* akan meningkat sejak lapisan tersebut terpasang di atap. Jika lapisan kedap air yang dipilih memiliki kualitas yang baik, maka secara signifikan akan mampu meningkatkan umur lapisan kedap air dan mengurangi biaya perawatan atap. Lapisan kedap air dengan bahan dasar aspal (*bituminous*) cocok untuk instalasi *green roof*.



Simposium Waterproofing Ke-2 di Osaka, Jepang, pada bulan Juni 2003, menyatakan bahwa perbaikan dan pengecekan lapisan kedap air setelah instalasi *roof garden* sangat sulit. Sistem lapisan kedap air yang baik harus dirancang sehingga tidak memerlukan pengawasan atau perbaikan berkala.

Pada intensif *green roof* yang digunakan untuk pertamanan, taman sayuran, yang membutuhkan lapisan tanah yang cukup dalam, maka perlu diasumsikan sejak awal bahwa pengawasan terhadap lapisan kedap air tersebut tidak mungkin dilakukan jika taman telah diinstalasikan. Dengan demikian perlu didesain atap dengan lapisan kedap air yang durability dan perawatannya berkala minimal 50 tahun.

Untuk ekstensif *green roof* pemasangan tanah yang tipis mulai meningkat. Pada lapisan yang tipis, perbaikan masih dapat dimungkinkan. Lapisan kedap air yang dipakai memiliki masa pemakaian 20 tahun.

Lapisan pelindung atap juga harus mampu mencegah pergerakan akar yang dapat merusak struktur atap. Lapisan aspal saja tidak mampu melakukan hal tersebut, hal ini dibuktikan dengan percobaan berikut:



Thickness	1.1mm	1.6mm
Composition	<ul style="list-style-type: none"> <li>UV-Coated PET Mylar™ Film</li> <li>Synthetic Rubber</li> <li>Special Synthetic Resin Film</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Asphalt</li> <li>Synthetic Fibre Nonwoven Fabric</li> <li>Asphalt</li> </ul>
Photos		

Tabel Perbandingan jenis lapisan penahan akar

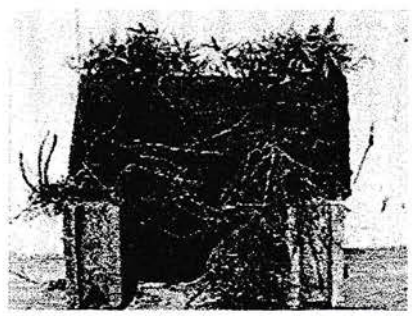
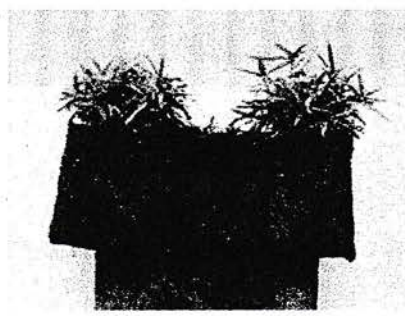


Percobaan menggunakan kontainer/pot dengan dimensi 500 x 220 x 200 mm, jenis tanaman yang digunakan adalah *sasa veitchii* (Bambu Kumazasa), yang memiliki akar kuat, kadangkala banyak ditemukan tumbuh menembus beton. Percobaan dilakukan selama satu tahun. Hasil percobaan dapat diperlihatkan pada gambar berikut:

**Root Guard™**

**Asphalt Roofing**

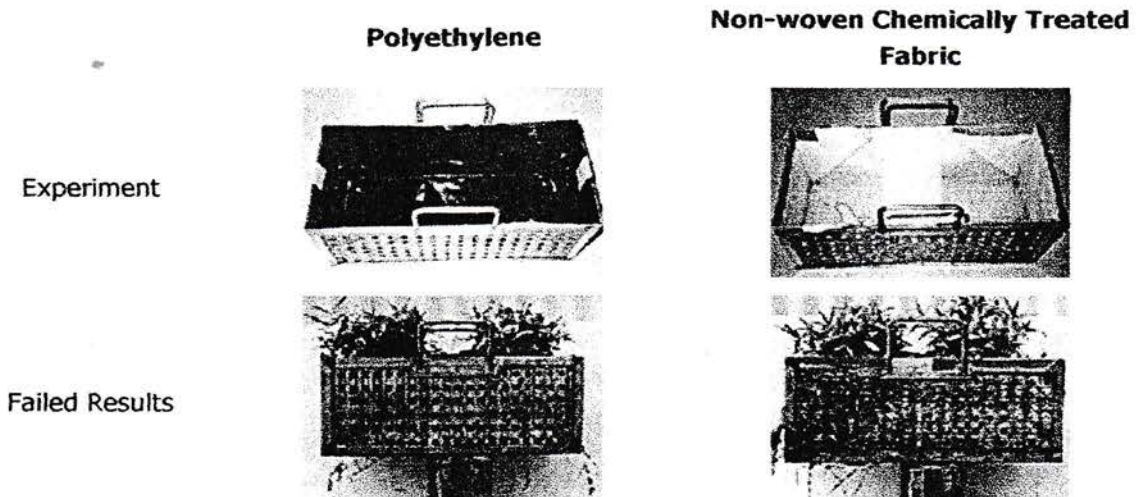
Results



Gambar Hasil percobaan perbandingan lapisan *Root Guard* dan Aspal



Beberapa percobaan lebih jauh dilakukan terhadap bahan-bahan lainnya seperti polietilen, dan bahan-bahan produk pabrik lainnya. Seluruh material yang diuji dengan eksperimen yang sama gagal

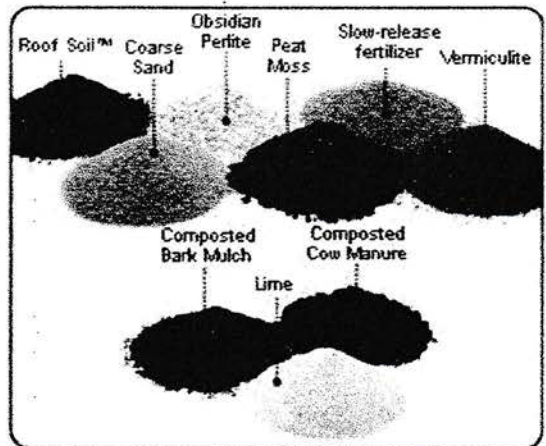


Gambar  
Hasil percobaan

### 3.3.3 Lapisan tanah

#### Sistem **Sky Garden Intensif Green Roof**

dirancang menggunakan tanah dasar yang dapat ditanami oleh jenis tanaman yang telah dipilih untuk *green roof*. Hal ini berarti bahwa jenis campuran tanah yang akan digunakan bervariasi tergantung pada jenis tanaman yang dipilih. Namun demikian, G-SKY telah dikembangkan sebagai campuran tanah yang ringan dan dapat digunakan untuk menanam 95% jenis tanaman yang dapat ditanam di lingkungan atap untuk 10 tahun terakhir. **Roof Soil™** adalah campuran tanah khusus berbeban ringan, yaitu setengah beban tanah asli.



Sistem **G-SKY Ekstensif Green Roof** dirancang menggunakan **Roof Soil™ 2**, campuran tanah khusus yang ringan.

**Roof Soil™** dan **Roof Soil™ 2** 100% menggunakan material organik yang terdiri dari batu apung, pasir, dan pupuk kompos. Karena berasal dari alam, tidak ada bahan yang menggunakan minyak bumi dalam produksinya. Sifatnya yang ringan mengakibatkan produksi CO<sub>2</sub> dalam instalasinya di atap sangat kecil, karena penggunaan bensin untuk transport, produksi, dan pencampurannya sangat rendah. Dengan demikian **Roof Soil™** dan **Roof Soil™ 2** adalah bahan yang ramah lingkungan.

Produk **Roof Soil™** memiliki berat setengah dari berat tanah asli yang biasa digunakan untuk taman, sehingga secara signifikan mengurangi beban terhadap bangunan.

**Roof Soil™** tidak menyebabkan terjadinya kerusakan lingkungan baik secara fisik maupun kimia. Hal ini telah dibuktikan dengan simulasi air hujan pada produk tersebut dan hasilnya adalah bahwa kualitas air setelah melewati tanah diatas kualitas air standar yang telah ditetapkan oleh *EPA's Clean Water*.

Perlu disadari bahwa untuk mempopulerkan *green roof*, maka jumlah orang yang akan datang semakin meningkat, sehingga jumlah orang yang akan berhubungan dengan produk tanah juga akan meningkat. Beberapa jenis tanah yang digunakan untuk *green roof* mengandung pupuk buatan dan suntikan *mycorrhizae* untuk menciptakan lingkungan tumbuh yang sehat untuk tanaman, tapi beracun untuk manusia. Produk **Roof Soil™** telah dites dan tidak menimbulkan keracunan. Dalam kondisi kering maupun basah tidak ditemukan adanya iritasi pada kulit. Produk **Roof Soil™** telah dites dengan menggunakan tikus untuk mengidentifikasi timbulnya keracunan. Hasilnya tidak ditemukan terjadinya perubahan berat yang tidak normal, perubahan kemampuan gerak dan kemampuan bernafas. Seluruh organ dalam sehat dan tidak ditemukan adanya tanda-tanda keracunan.

Karakteristik Fisik **Roof Soil™** dan **Roof Soil™ 2** mampu menyimpan kapasitas air yang baik. Dengan kata lain merupakan jenis tanah yang secara struktur stabil. Dengan menggunakan jenis tanah ini, kita dapat membentuk gundukan bukit tanah dengan kemiringan 30<sup>o</sup> – 35<sup>o</sup> dengan menggunakan sedikit bahkan tidak sama sekali tanah tambahan sebagai struktur pendukung. •

Pemasangan tanah pada bangunan memerlukan perencanaan yang baik dengan mempertimbangkan faktor kenyamanan. Selama pemasangan, tanah dapat tertiuap angin yang dapat menyebabkan kerusakan dan mengganggu kenyamanan di lingkungan sekitar bangunan. **Roof Soil™** dipasang sedikit demi sedikit untuk menghindari hal tersebut. Selain itu **Roof Soil™** tidak seperti tanah biasanya yang

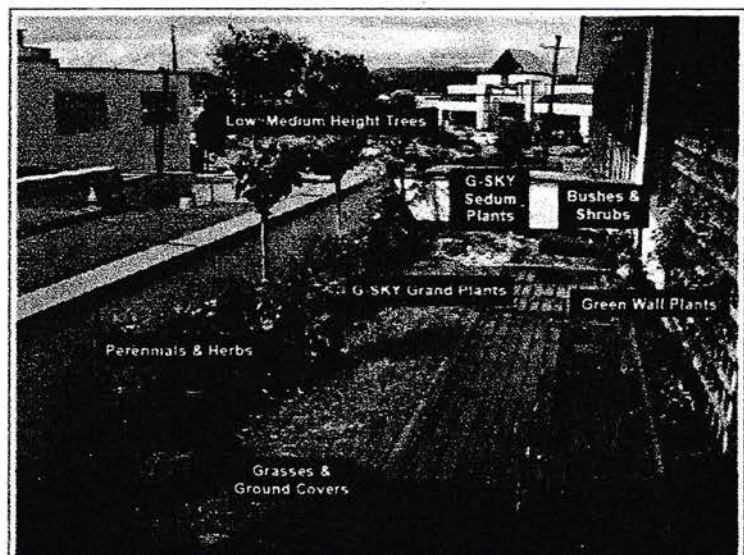


akan menjadi becek jika terkena air, sehingga pemasangan dapat dilakukan pada waktu hujan. Berikut adalah perbandingan antara **Roof Soil™**, **Roof Soil™ 2**, dan tanah lain yang biasa digunakan dalam bercocok tanam.

Measurement	Unit	Results			
		Roof Soil™	Roof Soil™ 2	Naturally-occurring Soil	Landscape Soil
Size Distribution		25mm sieve 80% passed	19mm sieve 80% passed		
Fully-saturated Weight (pF 1.8)	Specific Gravity (lbs/ft <sup>3</sup> )	0.79±0.05 (50)	0.7±0.05 (44)	1.6~1.8 (100~112)	1.6~1.8 (100~112)
Thermal Conductivity Coefficient	W/m-K (btu/ft-h-°F)	0.42 (0.24)	0.42 (0.24)	-	-
Three Phase Distribution Ratio	Voids Liquids Solids	% % %	45±5 35±5 20±5	45±5 25±5 30±5	See the diagram below Varies greatly depending on producer
Available Water Capacity (pF 1.8~3.0)	Liters/m <sup>3</sup> (Gallons/yrd <sup>3</sup> )	150±30 (30±6)	100±20 (19±4)	Chernozem: 80~140 (16~28) Sandy Loam: 100~150 (19~30)	80~150 (16~30)
Permeability Coefficient	cm/s	1 x 10 <sup>-2</sup>	1 x 10 <sup>-4</sup>	1 x 10 <sup>-2</sup> ~ 1 x 10 <sup>-5</sup>	1 x 10 <sup>-2</sup> ~ 1 x 10 <sup>-5</sup>
pH (H2O)	-	6.0~7.0	6.0~7.0	5.0~6.0	5.5~7.0
Cation Exchange Capacity (CEC)	milliequivalents per 100 grams (me)	20.1	43.7	-	Varies greatly depending on producer

### 3.3.4 Tanaman

Berikut adalah jenis tanaman yang dapat digunakan berdasarkan jenis tanamannya.



a. Jenis tanaman pohon berketinggian sedang hingga tinggi.

**Kousa  
Dogwood**

Cornus  
kousa  
cornus



USDA  
Zones  
5 to 8

**Lemon  
Bottlebrush**

Callistemon  
citrinus



USDA  
Zones  
8b to 10

**Wax-Leaf  
Privet**

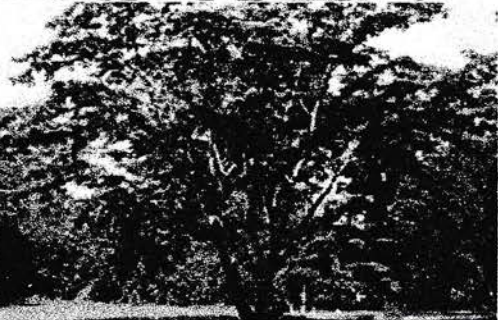
Ligustrum  
japonicum



USDA  
Zones  
8 to 10

**Silktree**

Albizia  
julbrissin



USDA  
Zones  
6 to 9

**Japanese  
Black  
Pine**

Pinus  
thunbergi



USDA  
Zones  
5 to 8



**Chinese Juniper**

Juniperus chinensis

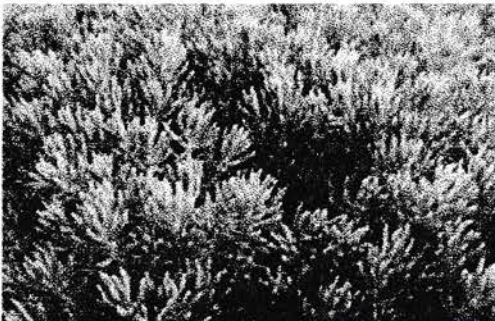


USDA Zones 4 to 9

**b. Jenis tanaman semak**

**Mexican Sedum**

Sedum mexicanum

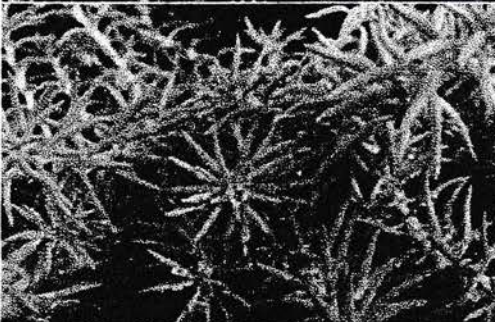


USDA Zone 5

Warna hijau terang dengan warna bunga kuning. Merupakan jenis tanaman semak yang cepat berkembang biak

**Spruce Sedum**

Sedum rupestre



USDA Zone 3

Cocok untuk daerah dengan kelembaban tinggi.

**Japanese Sedum**

Sedum senanense

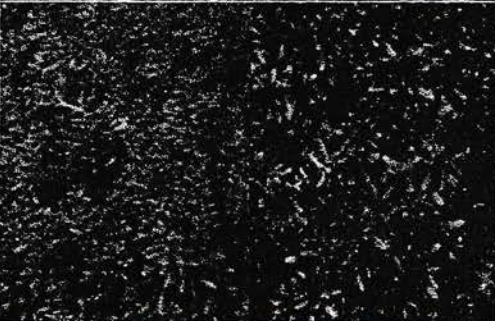


USDA Zone 3

Hijau terang jika di musim hujan, dan warna merah jika menjelang musim kemarau.

**Coral Carpet**

Sedum album  
'Coral Carpet'



USDA Zone 3

Hijau gelap jika di musim hujan, dan merah jika dimusim kemarau. Merupakan salah satu jenis tanaman keras namun berdaya guna

**Needle Sedum**  
  
Sedum lineare f. variegatum



USDA Zone 5

Sangat toleran untuk daerah yang bercuaca panas dan kering. Jarang menghasilkan bunga. Tumbuh bergerak ke atas, jika sudah tua, ia akan jatuh ke tanah.

**Golden Makino**  
  
Sedum makinoi



USDA Zone 5

Bentuknya seperti karpet berwarna putih dan hijau. Menyukai daerah yang sejuk dan tidak kena matahari langsung. Namun tetap tumbuh baik jika kena sinar matahari.

**Taito Gome**  
  
Sedum oryzifolium 'Tiny Form'



USDA Zone 4

Warna hijau yang akan berubah merah pada musim panas.

**Star Sedum**  
  
Sedum sarmentosum



USDA Zone 3

Merambat dengan daun bentuk oval dan bintang. Menghasilkan bunga warna kuning pada saat musim semi. Sangat menarik untuk burung dan kupu-kupu.

**Dragons Blood**  
  
Sedum spurium 'Dragon's Blood'

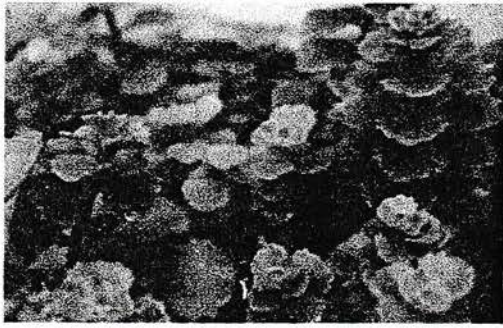


USDA Zone 2

Warna merah gelap ke arah hijau kemerah-merahan. Tampak seperti karpet merah. digunakan untuk area yang luas, tidak cocok untuk daerah angin keras.



**John Creech**  
 Sedum spurium 'John Creech'



**USDA Zone 2**

Hijau terang dengan tampak seperti karpet. digunakan untuk area yang luas, tidak cocok untuk daerah angin keras.

**c. Jenis Tanaman dinding**

**Winter-creeper  
 Euonymus Emerald 'n Gold**  
 Euonymus fortunei Emerald 'n Gold



**USDA Zones 4 to 9**

**Winter-creeper  
 Euonymus Emerald Gaiety**  
 Euonymus fortunei Emerald Gaiety



**USDA Zones 4 to 9**

**Winter-creeper  
 Euonymus Coloratus**  
 Euonymus fortunei Coloratus



**USDA Zones 4 to 9**

**English Ivy**  
 Hedera helix



**USDA Zones 8 to 10**

**English Ivy  
'Glacier'**

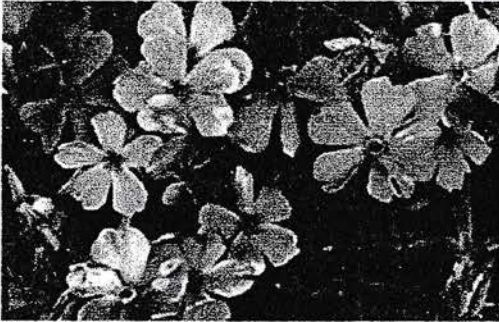
Hedera  
helix  
'Glacier'



USDA  
Zones  
6 to 9

**Moss  
Pinks**

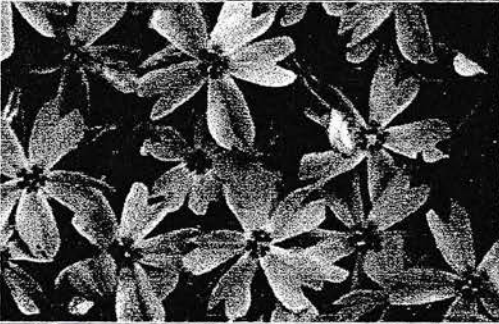
Phlox  
subulata  
'Pink'



USDA  
Zones  
2 to 9

**Moss  
Pinks**

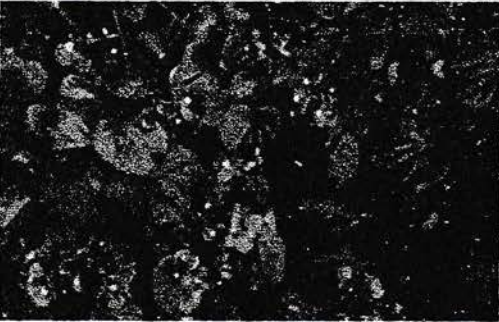
Phlox  
subulata  
'Blue'



USDA  
Zones  
2 to 9

**Begonia's**

Begonia



USDA  
Zones  
2 to 9

Ratusan tipe begonia  
yang cocok untuk  
penggunaan *green wall*  
tergantung pada kondisi  
iklim lingkungan  
setempat.

**d. Tanaman kembang**

**Montauk  
Daisy**

Chrysanthemum  
nipponicum



USDA  
Zones  
5 to 8



**Leopard  
Plant**  
*Farfugium  
japonicum*



USDA  
Zones  
7 to 9

**Day  
Lillies'**  
*Hermerocallis*



USDA  
Zones  
3 to 9

**Lilyturf**  
*Liriope  
muscari*



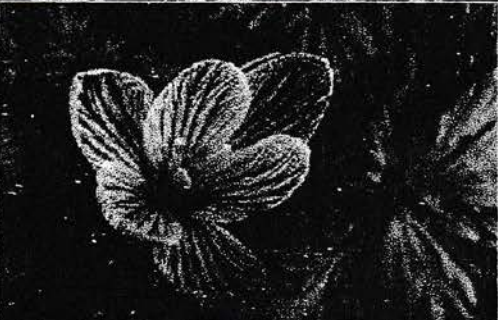
USDA  
Zones  
6 to 10

**Moonbeam**  
*Coreopsis  
verticillata*  
'Moonbeam'



USDA  
Zones  
5 to 10

**Crocus**  
*Crocus  
chrysanthus*



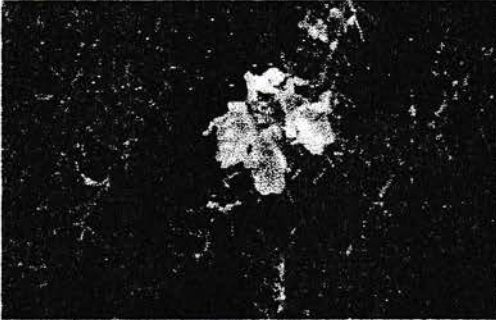
USDA  
Zones  
2 to 9

**White  
Gaura**  
  
**Guara  
lindheimeri**



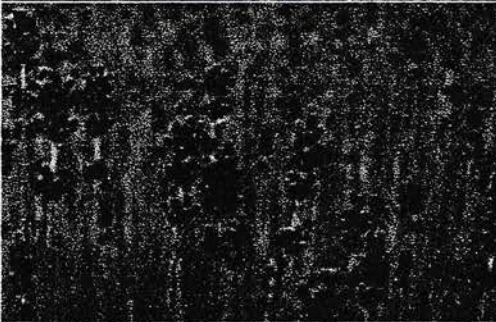
**USDA  
Zones  
5 to 10**

**Rosemary**  
  
**Rosemarinus  
officianallis**



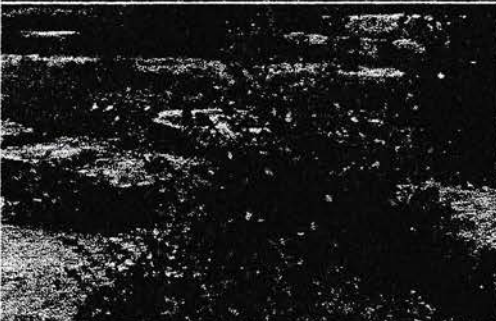
**USDA  
Zones  
5 to 10**

**Spanish  
Lavender**  
  
**Lavandula  
stoechas**



**USDA  
Zones  
6 to 10**

**Cherry  
Sage**  
  
**Salvia  
Greggii**



**USDA  
Zones  
7 to 9**

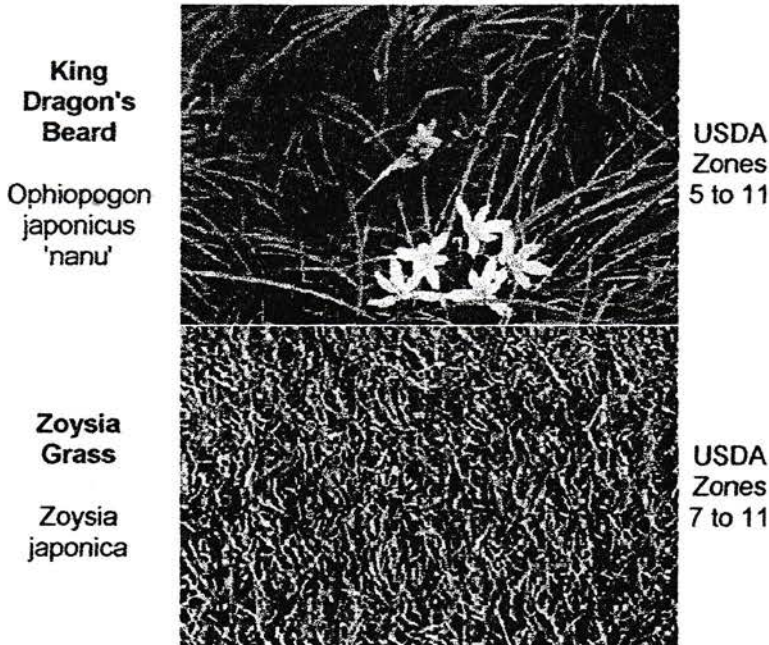
**Chamomile**  
  
**Anthemis  
nobilis**



**USDA  
Zones  
6 to 9**



e. Jenis tanaman rumput, penutup tanah



3.3.5 Sistem irigasi, tanaman sehat dan hemat energi

Pada G-Sky Sedum Green Roofs dengan luas kurang dari 300 m<sup>2</sup>, instalasi sistem irigasi otomatis belum diperlukan. Pada masa musim kemarau, jika hujan tidak datang lebih dari dua minggu, *green roof* memerlukan penyiraman dengan manual (menggunakan tangan). Jika penyiraman dengan menggunakan tangan tidak dapat dilakukan, instalasi irigasi otomatis perlu dilakukan.

Pada G-Sky Sedum Green Roofs dengan luas lebih dari 300 m<sup>2</sup>, kemampuan untuk menyirami tanaman menjadi terbatas dan memerlukan biaya, sehingga pemasangan sistem irigasi otomatis direkomendasikan. Pada taman publik, sistem irigasi otomatis mutlak dibutuhkan.

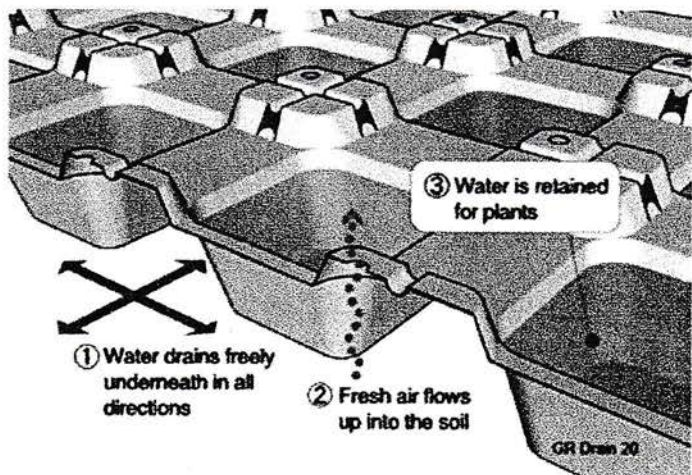
*Sky Gardens* dengan tanaman hias umumnya memerlukan sistem irigasi lengkap yang dapat beroperasi 3 – 7 kali dalam satu minggu tergantung pada kondisi iklim setempat, dan jenis tanaman yang ditanam.

3.3.6 Sistem drainase

G-R Drain 20 dan G-SKY Drain memiliki tiga fungsi, yaitu:

- drainase, air dapat mengalir secara bebas
- penyimpanan air, air dibendung pada tempatnya
- pengudaraan, udara mengalir ke dalam tanah dari bawah.

Jika dibandingkan dengan pemasangan tradisional drainase, GR Drain 20 dan G-SKY drain, secara signifikan dapat mengurangi kedalaman tanah yang diperlukan untuk mendukung pertumbuhan tanaman agar tumbuh sehat. Hal ini secara langsung mengurangi beban yang harus didukung oleh bangunan.



Fungsi pengudaraan mengurangi kebutuhan pengemburan tanah dan biaya perawatan, selain fungsi penyimpanan air dapat mengurangi kebutuhan irigasi. GR Drain 20 dan G SKY Drain lebih murah dan mudah dipasang jika dibandingkan dengan lapisan drainase batu kerikil dengan tanah yang tebal.

### 3.3.7 Sistem perawatan

Menjaga sebuah *green roof* berbeda dengan menjaga taman atau area berkebun biasa. Sistem irigasi, pemangkasan, dan kebutuhan pupuk tidak sama dan membutuhkan pengetahuan khusus. Kerjasama yang baik dibutuhkan antara profesional engineer, pengairan, dan pertamanan untuk memastikan bahwa sistem perawatan *green roof* terlaksana dengan baik sesuai dengan ketentuan yang berlaku. Pengawasan yang tepat dan cermat dapat mengurangi biaya perawatan yang berlebihan.

Empat prinsip yang dapat diterapkan dalam manajemen *green roof*, adalah:

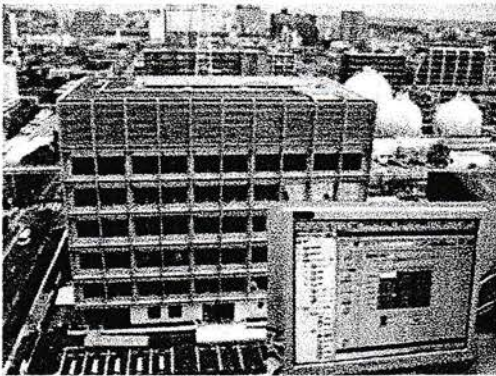
1. Manajemen Penanaman awal, pengawasan *green roof* selama satu tahun setelah pemasangan adalah kunci kesuksesan.
2. Manajemen daur hidup, selama hidup *green roof*, tiga prinsip perawatan yang perlu diterapkan agar pembuatannya sukses dan sehat, yaitu perlindungan, tanaman harus dilindungi dari penyakit dan hama, pelatihan, pelatihan personel pekerja terutama bagian perawatan, pengairan, pemupukan, dan pengendalian, pertumbuhan tanaman harus dikendalikan, agar taman sedap dipandang dan menjaga bangunan dari kerusakan.
3. Manajemen hambatan, pengembangan secara terus menerus akan menimbulkan hambatan baru dalam pengembangan *green roof*.



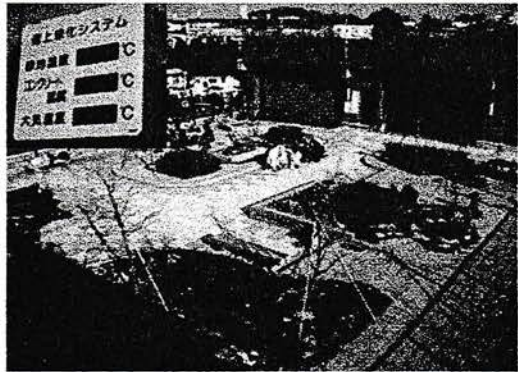
4. Manajemen pembaruan, mengganti tanaman yang rusak, perlindungan terhadap hama, pemotongan akar, pemupukan, penggantian tanah, dsb, perlu dilakukan untuk dapat menciptakan lingkungan yang sehat agar tanaman dapat tumbuh dengan maksimal.

### 3.4 Contoh Perkembangan Green Roof

Selama lebih dari 35 tahun penelitian mengenai *green roof*, telah dilakukan ratusan eksperimen di seluruh dunia mulai dari Jerman, Itali, Prancis, Cina, Singapura, Taiwan, Jepang, Korea, Swedia, Kanada, dan Amerika Serikat. Berikut adalah salah satu contoh dari begitu banyak fasilitas penelitian mengenai *green roof* di seluruh dunia.



Fasilitas Pendidikan dan Penelitian, Jepang,  
*Live Green Roof Monitoring System*



Taman Umum Balai Kota Yokohama

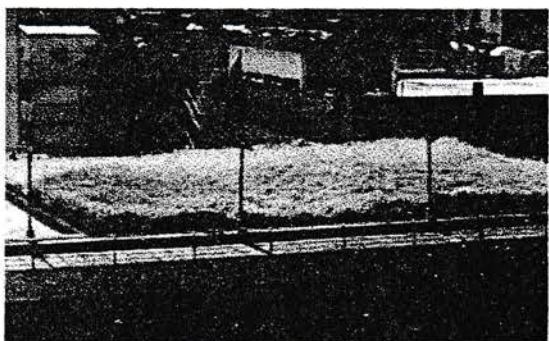


Pusat Penelitian *Green Roof*, Departemen Industri Kehutanan, Agrikultural, dan Lingkungan Osaka



Kompleks Bukit Ropongi, Menanam padi di atap. Fasilitas pendidikan untuk menunjukkan bagaimana tradisi dapat melawan masalah kemodernan, seperti pemanasan global





Bangunan Lingkungan Taipei,  
Fasilitas Penelitian, Taiwan



Universitas Shanghai,  
Penelitian Bangunan Hijau, Departemen Teknik



## BAB IV

### PENUTUP

*Green Roof* adalah salah satu solusi yang seharusnya menjadi bahan pertimbangan dalam mengatasi masalah banjir dan kekurangan air di musim kemarau. Potensi *green roof* perlu dikembangkan dengan melibatkan pemerintah sebagai penentu kebijakan dan pihak swasta sebagai pelaksana kebijakan. Di negara-negara maju, hal ini telah dilakukan dengan tujuan untuk dapat menciptakan lingkungan kota yang berkelanjutan.

Kondisi dunia yang saat ini sungguh memperhatikan terutama dengan adanya pemanasan global yang saat ini bukan lagi merupakan teori tetapi sudah menjadi kenyataan perlu ditanggapi secara serius. Luasan area untuk penghijauan yang saat ini semakin berkurang karena meningkatnya kebutuhan akan hunian membuat kita perlu berinisiatif dan berpikir kreatif untuk mengambil solusi lain. Salah satu yang perlu menjadi pertimbangan adalah solusi dengan membuat *green roof*. Taman tidak lagi harus berada di atas tanah biasa, tapi dapat dirancang di atas permukaan atap bangunan.

Perencanaan dan konstruksi *green roof* yang baik, tepat, dan terencana, perlu dilakukan atas dasar pertimbangan keamanan dan kenyamanan pengguna bangunan. Faktor biaya perawatan dapat dikurangi dengan merencanakan *green roof* secara tepat.

## DAFTAR PUSTAKA

Ginting, Nurlisa, 2007, **Banjir dan Pembangunan Kota Berkelanjutan**, Seminar Pengendalian Banjir, Medan, 15 Maret 2007

Kusumawijaya, Marco, **Kota Bebas Banjir?**, Seminar Pengendalian Banjir, Medan, 15 Maret 2007

[www.gsky.com](http://www.gsky.com)

<http://hortweb.cas.psu.edu/research/greenroofcenter/press/greenroof.html>.

[www.livingroofs.org](http://www.livingroofs.org)

[www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)