

APLIKASI GREEN ROOF PADA BANGUNAN MARINA BARRAGE SINGAPORE

Ratna Dewi Nur'aini^{1*}, Dedi Hantono², Akbar Razak³, Aris Musyafa⁴

^{*1234}Program Studi Arsitektur Universitas Muhammadiyah Jakarta

Jl. Cempaka Putih Tengah 27 Jakarta Pusat, 10510

*E-mail : ratnadewina@ftumj.ac.id

ABSTRAK

Bangunan dengan konsep *green architecture* meminimalkan dampak buruk *global warming* terhadap lingkungan alam dan manusia. Selain itu tempat hidup menjadi lebih baik dan lebih sehat dengan memanfaatkan sumber energi dan sumber daya alam secara efisien dan optimal. *Green roof* merupakan konstruksi atap pada bangunan yang dilapisi tanaman. Aplikasi *green roof* sudah banyak diterapkan di berbagai negara salah satunya di Singapore. Marina Barrage adalah sebuah bangunan bendungan di Singapore yang berfungsi sebagai tempat penampungan air, pengendali banjir, pengolahan air bersih dan tempat wisata. Bangunan Marina Barrage ini menggunakan aplikasi *green roof*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui konsep desain dan fungsi dari *green roof* pada bangunan Marina Barrage serta sejauh mana aplikasi *green roof* tersebut berpengaruh terhadap lingkungan sekitarnya. Metode penelitian yang digunakan adalah deskriptif kualitatif. *Green roof* pada bangunan Marina Barrage dapat digunakan sebagai tempat wisata, dilengkapi *solar park* suatu sistem pembangkit tenaga listrik yang bersumber dari energi matahari. Tipe *green roof* pada bangunan Marina Barrage termasuk dalam tipe *intensive green roof* dengan penggunaan *layer* yang sama pada aplikasi *green roof* secara umum. Penggunaan *green roof* pada bangunan ini berfungsi untuk estetika yang menyatu dengan alam, menyimpan air, pendinginan ruangan alami, menurunkan suhu panas di siang hari dan sejuk di malam hari pada lingkungan sekitarnya.

Kata kunci: *global warming, green architecture, green roof, Marina Barrage, Singapore*

ABSTRACT

Buildings in green architecture concept minimize the effects of global warming on the natural and human environment. Housing will be better and healthier by utilizing energy and natural resources efficiently and optimally. Green roof is a roof construction on buildings that are coated with plants. Green roof application had been widely applied in countries like Singapore. Marina Barrage is a dam building in Singapore that serves as a water reservoir, flood control, water treatment and tourist attractions. Marina Barrage building was using green roof application. The objectives of this research are to know the concept of design and function of green roof in Marina Barrage building and to know green roof application has effects on environment. The research method is descriptive qualitative. Green roof on Marina Barrage building can be used as a tourist, equipped with solar park a system from solar energy. The type of green roof in Marina Barrage building is intensive green roof with the same layer on general green roof application. The function of green roof in this building serves to aesthetics that blend with nature, save water, cool the room, reduce the heat temperature during the day and cool at night in environment.

Keywords : *global warming, green architecture, green roof, Marina Barrage, Singapore*

PENDAHULUAN

Permasalahan banjir di Jakarta merupakan masalah utama ibu kota. Hal ini terjadi karena pembangunan kota tersebut telah melebihi daya dukung kawasannya. Hal ini memerlukan perhatian khusus untuk mewujudkan solusinya.

Konsep *green architecture* merupakan upaya meminimalkan dampak buruk *global warming* terhadap lingkungan alam dan manusia. Selain itu tempat hidup menjadi lebih baik dan lebih sehat dengan memanfaatkan sumber energi dan sumber daya alam secara efisien dan optimal. Salah satu penerapan efisiensi energi adalah aplikasi *green roof* dalam bangunan. *Green roof* merupakan konstruksi atap pada bangunan yang dilapisi tanaman. *Green Roof* pertama kali dikembangkan di Jerman tahun 1980-an. *Green roof* yang juga dikenal dengan sebutan *eco-roofs*, *oikosteges*, *vegetated roofs*, dan *living roofs* merupakan salah satu aplikasi konsep arsitektur hijau yang digunakan oleh para arsitek, selain bermanfaat bagi lingkungan juga memiliki nilai estetika yang alami dalam sebuah bangunan.

Beberapa manfaat aplikasi *green roof* pada area tangkapan air adalah (Berndtsson, 2010):

- Melemahkan limpasan air hujan
- Mengurangi kebisingan dan polusi udara
- Melestarikan margasatwa dan keanekaragaman hayati

Berdasarkan kedalaman media tumbuh dan tinggi rendahnya intensitas pemeliharaan, *green roof* dapat dikategorikan dalam 3 tipe (Daneswara, 2017):

1) *Extensive green roof*

Atap hijau ini cocok untuk yang tidak memiliki banyak waktu untuk merawat tanaman. Media tanam yang digunakan merupakan tanah semi subur untuk menanam rumput. Atap hijau ini tidak bisa digunakan untuk aktivitas manusia, karena lapisannya tipis, dengan ketebalan media tanam kurang dari 15 cm. Jenis tanamannya pun tidak bervariasi, hanya jenis rumput *sedum* atau tanaman yang bisa tumbuh di tanah kering dan berbatu. Atap hijau ini sangat cocok diterapkan pada rumah tinggal. Tanaman tidak akan mati ketika panas dan hujan. Air hujan yang

tertampung dan disaring bisa dimanfaatkan untuk keperluan sehari-hari.

2) *Semi intensive green roof*

Taman atap ini mempunyai kedalaman media tanam lebih tebal dibandingkan *extensive green roof*. Mampu menampung sejumlah besar jenis tanaman dan lebih dekoratif. Taman atap ini membutuhkan struktur bangunan yang lebih kuat dan berat.

3) *Intensive green roof*

Atap hijau ini memiliki ketebalan lapisan media tanam lebih dari 20 cm. Media tanam yang digunakan adalah tanah subur yang diperlukan untuk menanam berbagai tumbuhan. Jenis atap ini biasanya terdapat di atas bangunan yang luas. Media tanam digunakan untuk menanam rumput, semak belukar, petak bunga, dan pohon. Pada beberapa bangunan besar dilengkapi dengan jalansetapak. Atap hijau jenis ini bisa dirancang dengan berbagai model taman dan sistem pengairan. Perawatan secara intensif mutlak diperlukan untuk menjaga kelestarian dan keindahannya.

Secara umum lapisan (*layer*) konstruksi dari *green roof* adalah sebagai berikut:

- 1) Plat lantai beton sebagai alas atau struktur atap.
- 2) *Water Proof Membrane* lapisan untuk menutupi keseluruhan permukaan atap yang merupakan lapisan anti air.
- 3) *Drain mat* lapisan sebagai tempat Bergeraknya aliran air yang berasal dari air penyiraman dan air hujan menuju pembuangan.
- 4) *Filter Cloth* lapisan untuk memisahkan lapisan *drain mat* dan media tanam.
- 5) *Growing medium* lapisan tempat tumbuh tanaman.
- 6) Tanaman atau pohon.

Pada awalnya, penggunaan *green roof* diterapkan untuk merespon isu sustainability akibat krisis yang mulai dikhawatirkan terjadi di bumi. Seiring perkembangannya, makin banyak penelitian-penelitian mengenai *green roof* yang meninjau manfaat positif penggunaannya. Berikut ini adalah beberapa hal yang menjadi alasan penerapan *green roof* pada bangunan:

- Membantu mengurangi penyerapan panas ke dalam bangunan
- Mengurangi level gas rumah kaca
- Berkontribusi terhadap penyerapan air hujan
- Memaksimalkan penggunaan ruang terbuka
- Meningkatkan nilai sebuah *real estate* dengan penghijauan bangunan
- Membangun citra positif bagi pemilik dan pengguna bangunan terkait respon terhadap isu sustainability

Aplikasi *green roof* sudah banyak diterapkan di berbagai negara salah satunya di Singapore. Marina Barrage adalah sebuah bangunan bendungan di Singapore yang menggunakan aplikasi *green roof*. Bangunan ini berfungsi sebagai tempat penampungan air, pengendali banjir, pengolahan air bersih dan tempat wisata.

Dulu sekitar tahun 60-an saat Singapore masih menjadi bagian dari Malaysia, banjir selalumenghantui. Sejumlah kawasan rendah seperti Chinatown, Boat Quay, Jalan Besar, dan Geylang selalu dilanda banjir. Selain itu jugamengalami krisis air bersih karena didalam tanah mengandung air lumpur sehingga tidak bisa diminum.

Marina Barrage, salah satu bangunan di Singapore yang menjadi objek penelitian kami memiliki atap hijau merupakan sebuah bangunan atau reservoir air ke-15 dan terbesar di Singapore, dibangun di antara marina bagian timur dan marina selatan. Marina Barrage didirikan *Architect Team 3 Pte Ltd*, dan tim yang mendesain *green roof* bangunan itu adalah *Elmich Pte Ltd*.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui konsep desain dan fungsi dari *green roof* pada bangunan Marina Barrage serta sejauh mana aplikasi *green roof* tersebut berpengaruh terhadap lingkungan sekitarnya.

METODE

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan metode penelitian deskriptif kualitatif yaitu penelitian yang menghasilkan data deskripsi.

Tinjauan lapangan dilakukan secara langsung ke tempat objek penelitian yaitu di Marina Barrage, Singapura.



Gambar 1. Peta lokasi Marina Barrage, Singapore

Tujuan dari tinjauan lapangan adalah agar dapat mengamati secara langsung dan merasakan kondisi tempat yang diteliti serta dapat mengetahui perkembangan lokasi tersebut. Observasi yang dilakukan di Marina Barrage dilakukan dengan cara mengamati situasi dan kondisi secara universal dari objek penelitian yaitu letak geografis/lokasi kawasan, aktifitas, sarana dan prasarana.

Pengambilan data observasi dilakukan dengan cara mengambil gambar dengan media seperti kamera atau dengan sketsa secara langsung di lokasi. Data yang diambil mengenai fokus permasalahan dari penelitian ini yaitu mengenai aplikasi *green roof* pada atap bangunan Marina Barrage.

Pengumpulan data melalui suatu kajian literatur merupakan studi tentang teori yang mendasari tentang penelitian yang harus dikuasai oleh peneliti. Data yang dihasilkan dari kajian literatur didapatkan dari berbagai sumber seperti buku, artikel, jurnal, skripsi, tesis, catatan harian, arsip foto dan literatur lainnya. Untuk mendapatkan literatur tersebut, dapat dilakukankunjungan ke perpustakaan, toko buku, dan juga *browsing* internet.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Menurut penelitian Tanuwidjaja & Widjaya (2010), Singapore diakui berhasil dalam pengelolaan sumber daya air (SDA) dengan menerapkan 4 (empat) langkah utama, yaitu:

- 1) Penyusunan institusi pengelola SDA dan tata ruang yang terkoordinasi.
- 2) Perencanaan Tata Ruang yang Komprehensif dengan Perencanaan Infrastruktur Drainase.
- 3) Implementasi *IWRM (Integrated Water Resource Management)* yang mencakup pengadaaan air bersih, sistem drainase,

pengelolaan limbah terpadu dan infrastruktur pendukungnya.

- 4) Manajemen kebutuhan air dengan penerapantarif berjenjang.

Marina Barrage secara resmi dibuka pada tanggal 1 November 2008. Damnya terdiri atas 9 (sembilan) gerbang air dari baja masing-masing 30 meter, yang dibangun memanjang sekitar 350 meter. Gerbang baja setinggi 5 meter itu dapat diturunkan saat kemarau sehingga air dari waduk bisa dilepas ke laut, serta berfungsi sebagai penahan saat ombak tinggi. Air asin secara perlahan akan tergantikan oleh air hujan. Dan untuk menghindari banjir, kelebihan air dibuang ke laut dengan membuka pintu dam. Namun bila laut pasang, kelebihan air dibuang dengan pompa air. Marina Barrage ini bukan hanya sebagai tempat reservoir air tetapi juga menjadi sebuah tempat wisata (Moh & Su, 2009).



Gambar 2. Bangunan Marina Barrage, Singapore

Bendungan yang berada di tengah kota ini, dijadikan pusat dari sistem pengairan untuk irigasi yang berada di Singapore. Pada area *green roof* ini pula terdapat fasilitas wisata gratis yang bisa dinikmati oleh semua pengunjung, dari tempat ini juga bisa melihat keindahan kota Singapore. Tempat ini juga dilengkapi *solar park* suatu sistem pembangkit tenaga listrik yang bersumber dari energy matahari.



Gambar 3. *Green roof* pada Marina Barrage

Marina Barrage adalah bendungan yang mempunyai empat fungsi utama yaitu sebagai tempat penampungan air, pengendali banjir, pengolahan air bersih dan tujuan wisata. Proyek bendungan senilai 226 juta dolar dibangun di muara Marina Channel, berfungsi untuk membantu menahan pasang air laut serta mengatasi persoalan banjir di beberapa daerah yang letaknya lebih rendah seperti Chinatown, Boat Quay, Jalan Besar, dan Geylang.

Untuk menjangkau lokasi Marina Barrage, disediakan layanan *shuttle bus* gratis dari Marina Bay MRT Station setiap 15-30 menit. Di tempat ini kita bisa memandangi waduk atau berjalan di sepanjang dam menikmati suasana udara bersih kala pagi atau sore hari. Tempat ini juga menjadi pusat olahraga air seperti jetski, kayak dan berbagai aktivitas permainan air.



Gambar 4. Aktivitas permainan air

Marina Barrage adalah salah satu rekayasa teknik yang mampu memberikan solusi bagi masalah yang dialami negara Singapore yaitu:

- Masalah banjir, bangunan ini mampu menahan banjir dan gelombang dari laut.
- Masalah minim air bersih, bangunan ini sebagai reservoir air tawar (*fresh water*) terbesar di Singapore seluas 10.000 Ha.

Marina Barrage merupakan solusi rekayasa inovatif dan hemat biaya untuk memenuhi kebutuhan air bersih di Singapore. Reservoir menyimpan air dari Sungai Singapore, Sungai Geylang dan Sungai Kallang. Air di waduk diubah menjadi air tawar. Air tawar kemudian diolah dengan menggunakan teknologi membran canggih untuk menghasilkan air yang aman untuk diminum.

Menurut Moh & Su (2009), Marina Barrage memiliki konsep 3-in-1. Sebagai pengendali banjir, sebagai penghalang air laut dan menghentikan arus pasang. Saat hujan lebat, gerbang baja dibuka untuk mengalirkan kelebihan air ke laut. Konsep bangunan ini adalah mencegah air tawar keluar ke laut, dan mencegah masuknya air laut yang berlebihan ke sungai. Bangunan berbentuk seperti kanal yang dapat dibuka dan ditutup sesuai kondisi di lapangan (Galelli, etc., 2013). Jika tidak memungkinkan, pompa drainase yang mampu memompa hingga 280 m³/s diaktifkan untuk memompa air ke laut, sehingga ketinggian air waduk tetap konstan sepanjang tahun.

Marina Barrage memperoleh penghargaan Superior Achievement Award dari American Academy of Environment Engineer, karena manfaat seluruh struktur yang meliputi berbagai aspek. Marina Barrage adalah satu-satunya reservoir yang berada di tengah pusat kota Singapore, tempatnya terintegrasi dengan patung Merlion, gedung convention center Esplanade, pusat perbelanjaan dan hotel terbesar Marina Bay Sands, serta Singapore Flyer. Selain sebagai tempat penahangelombang dan banjir sekaligus menjadi tempat wisata, di bagian atap gedung ada hamparan rumput hijau yang dapat digunakan untuk aktifitas bersantai.



Gambar 5. Aktifitas santai pada *green roof*

Atap hijau juga dilengkapi dengan panel surya 70 kilowatt yang memberikan energi tambahan untuk penerangan dan keperluan umum di area pengunjung, ruang kontrol dan area umum. Ini merupakan taman tenaga surya terbesar di Singapore.



Gambar 6. Panel surya di Marina Barrage

Marina Barrage juga memiliki *Sustainable Singapore Gallery* yang mengangkat temalingkungan hidup dengan simbol-simbol menarik untuk edukasi mulai dari pohon organik rekaan, koran-koran bekas, botol plastik daur ulang sebagai simbol agar kita selalu menjaga lingkungan. Sebuah miniatur bendungan memberikan pemahaman cara kerja dam tersebut.

Penggunaan *green roof* pada bangunan ini untuk estetika dan dibuat menyatu dengan alam. Selain itu juga dapat digunakan sebagai *water catcher* untuk proses pendinginan ruangan alami dan sinar matahari tidak diserap beton secara langsung. Hal ini menurunkan suhu panas di siang hari dan sejuk di malam hari pada lingkungan sekitarnya. Desainnya yang melengkung dimaksudkan untuk penyerapan matahari oleh selubung bangunan dapat diminimalkan.

Berdasarkan klasifikasi tipe *green roof*, atap bangunan Marina Barrage dapat dikategorikan *intensive green roof* karena atap ini berfungsi sebagai taman yang dapat digunakan untuk aktifitas manusia seperti bermain, foto-foto dan berinteraksi sosial.

Green roof pada bangunan Marina Barrage memiliki lapisan (*layer*) yang sama dengan *layer green roof* pada umumnya yaitu:

- 1) Plat lantai beton sebagai struktur atapnya.
- 2) Lapisan *water proofing* untuk mencegah air masuk ke plat beton.
- 3) *Drainage layer* yang berbentuk seperti tempat telur, untuk mengatur resapan air.
- 4) *Filter layer* sebagai filter antara *drainage layer* dengan tanah.
- 5) Tanah sebagai media tanam rumput.
- 6) Tanaman jenis rumput sebagai area aktifitas manusia.

Hasil penelitian Galelli dan Goedbloed (2013) menunjukkan bahwa pengaruh aplikasi *green roof* pada bangunan Marina Barrage adalah:

- Mengontrol aliran air dan penggunaan energy.
- Mengontrol suplai air minum agar tidak berkurang.

Dan semua itu sangat tergantung dengan curah hujan di daerah tersebut.

SIMPULAN DAN SARAN

Marina Barrage adalah sebuah bangunan reservoir air yang memiliki fungsi sebagai tempat penampungan air, pengendali banjir, pengolahan air bersih dan tujuan wisata. Teknologi inovatif ini mampu memberikan solusi bagi permasalahan di Singapore yaitu banjir dan minimnya air bersih. Konsep bangunan ini adalah mencegah air tawar keluar ke laut, dan mencegah masuknya air laut yang berlebihan ke sungai.

Green roof pada bangunan Marina Barrage ini dapat digunakan sebagai tempat wisata, dapat menikmati keindahan kota Singapore dari atap ini. Tempat ini juga dilengkapi *solar park* suatu sistem pembangkit tenaga listrik yang bersumber dari energy matahari. Tipe *green roof* pada bangunan Marina Barrage termasuk dalam tipe *intensive green roof* dengan penggunaan *layer* yang sama pada aplikasi *green roof* secara umum. Penggunaan *green roof* pada bangunan ini berfungsi untuk estetika yang menyatu dengan alam, menyimpan air, pendinginan ruangan alami, menurunkan suhu panas di siang hari dan sejuk di malam hari padalingkungan sekitarnya.

Konsep desain bangunan Marina Barrage ini dapat dijadikan rekomendasi desain untuk diterapkan di Indonesia khususnya kota Jakarta yang sering terjadi banjir.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih ditujukan kepada Kementerian Ristekdikti sebagai penyandang dana dalam penelitian ini. Dana penelitian ini

merupakan hibah Penelitian Dosen Pemula dengan SK Direktur Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan Nomor: 01/E3/KTP/2017 tanggal 6 Januari 2017.

DAFTAR PUSTAKA

- Berndtsson, J.C., 2010. Green roof performance towards management of runoff water quantity and quality: A review. *Ecological Engineering*, 36, 351-360.
- Daneswara, R. 2017. Atap Hijau <https://daneswarareno.wordpress.com/10-2/>, Tanggal Akses: 20 September 2017
- Galelli, S, Goedbloed, A, & Schmitter, P, 2013. *Assessing The Effect Of Green Roofs Implementation At The Catchment Level*. 2nd Water Research Conference, 20-23 January 2013, National University of Singapore.
- Moh, WH & Su, PL. 2009. *Marina Barrage A Unique 3 in 1 Project in Singapore*, Structural Engineering International Volume 19 Number 1, February 2009, pp. 17-21(5). International Association for Bridge and Structural Engineering.
- Sudarwani, M. 2012. Penerapan *Green Architecture* dan *Green Building* Sebagai Upaya Pencapaian *Sustainable Architecture*. *Majalah Ilmiah Universitas Pandanaran* Volume 10 Nomor 24.
- Tanuwidjaja, G. & Widjaya, JM, 2010. Integrasi Tata Ruang Dan Tata Air Untuk Mengurangi Banjir Di Surabaya, Seminar Nasional Dies 43 Jurusan Arsitektur Universitas Kristen Petra, Mei 2010 Surabaya.
- Wikipedia, 2017. Marina Barrage. https://en.wikipedia.org/wiki/Marina_Barrage. Tanggal Akses: 3 September 2017