

ANALISIS *LIFE CYCLE COST* PENERAPAN *VERTICAL GREENING SYSTEMS* DI INDONESIA

Mandau A. Kristianto¹
Venessa Yunica Rodearni Damanik²

Abstrak: Saat ini pemerintah Indonesia memiliki komitmen untuk menurunkan emisi Gas Rumah Kaca (GRK) sebesar 26% pada tahun 2020. Salah satu upaya untuk mewujudkan komitmen tersebut adalah dengan mengembangkan bangunan yang ramah lingkungan dan hemat energi, atau yang dikenal dengan bangunan hijau (*green building*). Sektor bangunan dijadikan salah satu sasaran penurunan emisi gas rumah kaca karena sektor bangunan turut serta menyumbang emisi karbon di udara, yaitu sebesar 30% dari emisi gas rumah kaca global tahunan dan menyerap sebesar 40% dari sumber energi dunia. Penelitian ini berfokus pada analisis *life cycle cost* penerapan *vertical greening systems* dengan konteks yang telah disebutkan di depan.

Kata kunci: *vertical greening systems, life cycle cost, greening system*

Pendahuluan

Konsep bangunan hijau (*green building*) antara lain menekankan pada peningkatan efisiensi penggunaan air, energi dan penggunaan material bangunan yang berkelanjutan serta proses alami untuk mengurangi dampak bangunan terhadap lingkungan dan kesehatan manusia. Salah satu teknik yang dilakukan untuk menerapkan konsep bangunan hijau adalah dengan memanfaatkan tanaman untuk penghijauan pada fasad bangunan, yang disebut dengan *Vertical Green*. Penelitian membuktikan bahwa penerapan *vertical green* memberikan banyak manfaat, antara lain: menurunkan suhu permukaan

bangunan sampai 11,580C pada iklim tropis (Wong et al., 2010); mengurangi 15 - 23% konsentrasi nitrogen oksida dan particulate matter di udara (Pugh, 2012); memberikan manfaat akustik pada bangunan karena mempengaruhi tingkat kebisingan di lingkungan (Veisten et al., 2012); serta meningkatkan nilai properti 6-15% (Peck et al., 1999).

Walaupun beberapa penelitian sudah menunjukkan manfaat dari sistem *Vertical Green System*, namun masih banyak orang menganggap *vertical green* hanya sebagai hiasan pada bangunan yang membutuhkan waktu dan biaya yang besar untuk konstruksi dan. Anggapan ini muncul akibat kurangnya

¹Mandau A. Kristianto adalah staf pengajar pada Program Studi Arsitektur, Universitas Surya Bogor.

²Venessa Yunica Rodearni Damanik adalah staf pengajar pada Program Studi Arsitektur, Universitas Surya Bogor.

informasi mengenai penerapan *Vertical Green System* terutama mengenai total biaya yang dikeluarkan. Metode yang dapat digunakan untuk menyajikan informasi ini adalah dengan menggunakan metode analisa Life Cycle Cost (LCC).

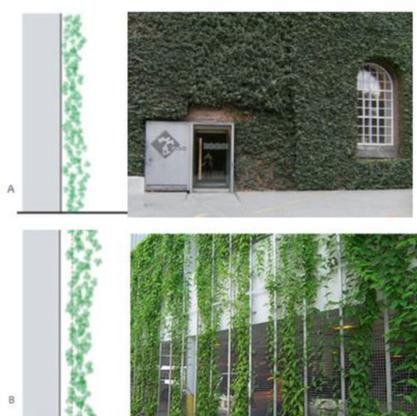
Vertical Greening Systems

Vertical green atau yang sering disebut dengan “green wall” adalah tanaman yang ditanam pada permukaan vertikal, baik yang berakar ke dalam tanah, ditanam dalam material dinding itu sendiri, maupun pada modular panel yang melekat pada fasad bangunan (Ottelé et al., 2011). Vertical green diklasifikasikan menjadi dua jenis berdasarkan cara tumbuhnya, yaitu *Green Facade* dan *Living Wall*.

Green facade adalah jenis vertical green yang menggunakan tanaman rambat. Jenis ini lebih sederhana dibandingkan dengan jenis *living wall*. Tanaman dapat ditanam di tanah dan tumbuh ke atas permukaan vertikal atau digantung pada ketinggian tertentu sehingga tanaman tumbuh menjuntai ke bawah (Manso dan Castro, 2015). *Green facade* dibagi menjadi *Direct Green Facade* (langsung

merambat pada dinding) dan *Indirect Green Façade* (menggunakan struktur pendukung untuk menunjang tanaman).

Living wall adalah sistem terintegrasi dimana tanaman dan media tanam melekat pada permukaan vertikal atau dinding eksterior. Ada berbagai jenis living wall yang diterapkan pada fasad bangunan, masing-masing memiliki karakteristik yang berbeda. Manso dan Castro (2015) membagi sistem Living Wall System (LWS) menjadi dua jenis, yaitu Continuous dan Modular. Continuous LWS atau dikenal dengan vertical garden, sebuah nama yang diberikan oleh ahli botani Perancis, Patrick Blanc, yang pertama kali memperkenalkan vertical garden pada tahun 1988. Jenis ini menggunakan lapisan permeabel yang ringan dimana tanaman dimasukkan satu persatu ke dalam lubang pada lapisan tersebut. Continuous LWS menggunakan sistem hidroponik atau tanpa tanah sehingga dibutuhkan suplai air dan nutrisi yang kontinu. Modular LWS yaitu vertical garden yang menggunakan sistem modular yang memiliki dimensi spesifik dimana setiap modul didukung oleh struktur pelengkap atau dipasang langsung di permukaan vertikal. Modular LWS dapat berbentuk wadah persegi berlubang-lubang (modul) yang berisi dengan tanah atau media tumbuh lainnya dan dapat pula berben-



Gambar 1 - (a) Direct green facade dan (b) indirect green facade



Gambar 2 - Living wall system Continuous (kiri); Modular LWS (kanan)

Tabel 1. Karakteristik Masing-masing Tipe *Vertical Green System*

Persyaratan sistem	<i>Green facade</i>	<i>Continuous LWS</i>	<i>Modular LWS</i>
Sistem pendukung	Kabel, tali, jaring, terali, galvanis, kayu, plastik	<i>Felt</i> (geotekstil)	Baja galvanis, <i>stainless steel</i> , polimer fleksibel
Media tanam	Tanah	-	Campuran substrat senyawa organik dan/atau anorganik
Vegetasi	Tanaman rambat (<i>evergreen</i> atau <i>deciduous</i>)	Tanaman semak, rumput dan <i>perennial</i>	Tanaman semak, rumput, <i>perennial</i> dan <i>succulent</i>
Irigasi	Drip di dalam pot (untuk jenis tanaman rambat yang menggunakan pot)	Drip pada bagian atas atau dibalik lapisan <i>felt</i>	Drip pada bagian atas masing-masing modul
Drainase	Wadah/pot dengan lubang inferior	-	Lateral dan lubang inferior

Sumber: Manso dan Gomes (2015)

tuk tray planter atau seperti pot kecil yang ditumpuk secara vertikal (Manso dan Castro, 2015).

Life Cycle Cost (LCC)

Life Cycle Cost (LCC) adalah metode ekonomi untuk evaluasi proyek dimana semua biaya yang timbul dari kepemilikan, operasi, pemeliharaan dan pembuangan dihitung tanpa mempertimbangkan biaya lingkungan atau biaya sosial (Fuller dan Petersen, 1995). LCC digunakan untuk mengevaluasi dan membandingkan beberapa alternatif desain berdasarkan total biaya, bukan hanya investasi awalnya saja. Biasanya biaya operasi, perawatan dan pembuangan jauh lebih mahal dibandingkan dengan biaya lainnya (Barringer dan Weber, 1996).

Langston (2005) membagi LCC menjadi dua kategori, yaitu:

a. Capital cost, termasuk biaya kon-

struksi seperti biaya kerja, tanaman dan material yang digunakan selama konstruksi.

b. Operating cost, meliputi biaya kepemilikan, pemeliharaan dan hunian. Biaya kepemilikan adalah biaya operasional harian seperti listrik, air dan pembersihan. Biaya pemeliharaan merupakan biaya tahunan untuk perbaikan sistem termasuk penggantian dan renovasi. Biaya hunian adalah biaya yang berkaitan dengan fungsi sistem seperti penempatan staf dan manajemen.

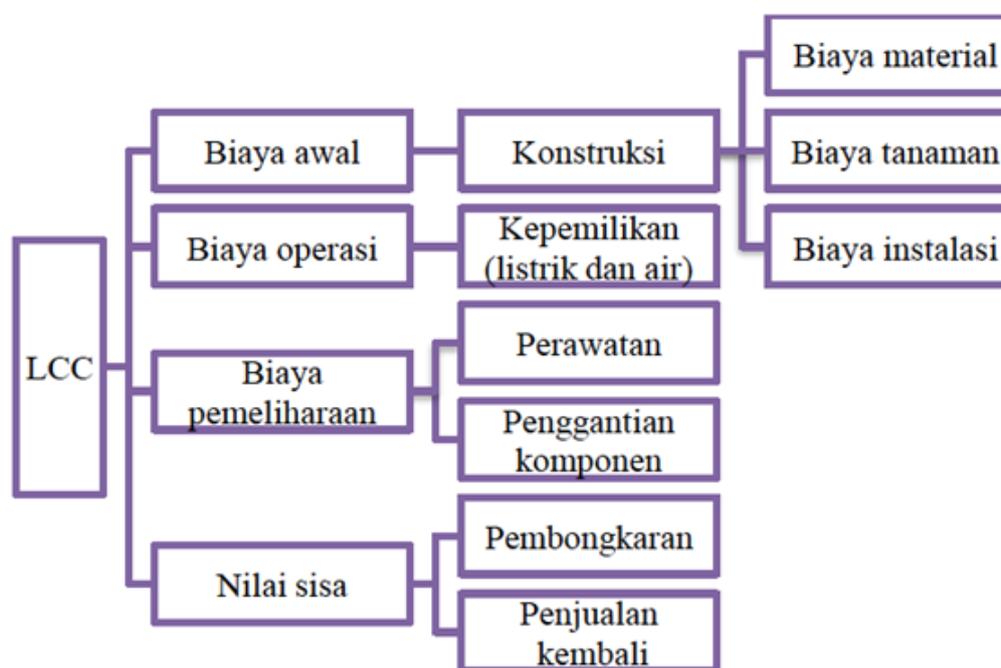
Penelitian tentang life cycle cost (LCC) sudah banyak dilakukan. Beberapa penelitian tentang LCC serta tujuan dan indikatornya dapat dilihat pada Tabel 2.

Metodologi

Data dikumpulkan dengan teknik wawancara kepada kontraktor pelaksana dan pengelola gedung, kemudian

Tabel 2. Penelitian yang Menggunakan Analisa *Life Cycle Cost* (LCC)

No.	Sumber	Lokasi	Tujuan	Indikator
1.	Wong <i>et al.</i> (2003)	Singapura	Menganalisis <i>structure cost</i> , <i>initial cost</i> dan <i>energy cost</i> dari <i>rooftop gardens</i>	<i>Simple payback</i> <i>Net present value</i> <i>Internal rate of return</i>
2.	Spickova dan Myskova (2015)	Republik Ceko	Mengevaluasi efisiensi biaya dari alternatif mesin dengan metode LCC	NPV
3.	Firsani dan Utomo (2012)	Malaysia	Menganalisis total biaya pada bangunan yang berkonsep <i>green building</i> .	Metode nilai sekarang atau <i>present worth</i>
4.	Iskandar <i>et al.</i> (2015)	Indonesia	Melakukan komparasi LCC terhadap peralatan yang berkaitan dengan energi di gedung apartemen	Metode nilai tahunan atau <i>annual worth</i>
5.	Purnamasari (2012)	Indonesia	Membandingkan alternatif lampu yang lebih hemat energi	Metode nilai tahunan atau <i>annual worth</i>



Gambar 3. Pengelompokan biaya – biaya pada analisa *Life Cost Cycle* (LCC) untuk *Vertical Greening System*

dilakukan perhitungan Life Cycle Cost (LCC) dengan menghitung semua biaya yang timbul selama 25 tahun, dan diproyeksikan menjadi nilai waktu saat ini atau Present Value (PV). Simulasi selama 25 tahun berdasarkan, lama rata – rata siklus sebuah vertical. Bangunan yang dijadikan obyek penelitian yaitu : Taman Santap Rumah Kayu, Tangerang yang menerapkan jenis Direct Green Facade, Stadium Futsal, Tangerang untuk jenis Indirect Green Facade, Kantor Airmas Asri, Jakarta untuk jenis Modular LWS dan gedung parkir BCA Learning Institute, Bogor untuk jenis Continuous LWS.

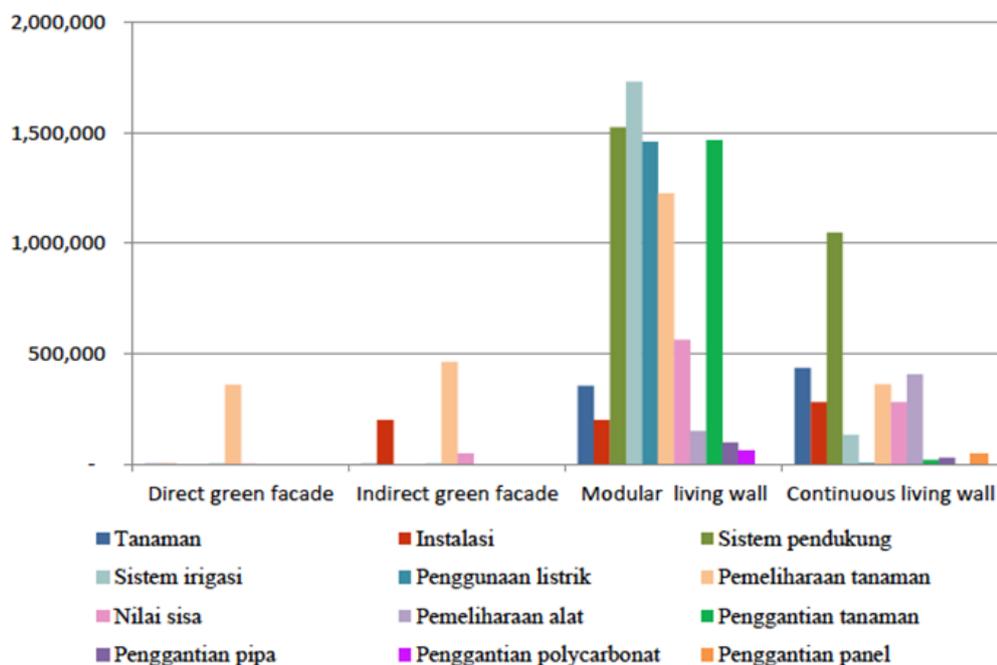
Analisis Hasil Life Cycle Cost (LCC)

Hasil perhitungan LCC untuk masing-masing jenis Vertical Greening System disajikan dalam bentuk biaya total dan biaya per meter persegi dari total biaya yang dikeluarkan. Adapun Hasil perhitungan adalah sebagai berikut :

Berdasarkan hasil perhitungan LCC, jenis Direct Green Facade adalah jenis vertical green yang terendah biaya dibandingkan jenis Vertical Greening System yang lain. Jenis Indirect Green Facade juga dapat dipertimbangkan un-

Tabel 3. Perbandingan Kategori Biaya pada Masing-masing Tipe *Vertical Greening System* Selama Masa Hidup 25 Tahun

Jenis Biaya		Direct Green Facade	Indirect Green Facade	Modular LWS	Continuos LWS
Intial Cost	Tanaman	120.000	75.000	3.192.500	1.572.500.000
	Sis Irigasi	-	-	15.600.000	475.200.000
	Sis Pendukung	-	27.136.400	13.750.000	3.781.000.000
	Instalasi	140.000	42.200.000	1.800.000	1.008.000.000
Operational & Maintenance	Listrik	46.648	340.141	13.154.950	19.679.582
	Pemeliharaan	20.574.576	97.675.614	11.038.920	1.301.813.280
	Service Pompa	-	-	1.346.210	1.464.474.780
Replacement Cost	Ganti Tanaman	-	-	13.215.657	64.231.350
	Ganti Pipa	-	-	881.462	108.376.500
	Ganti Panel	-	-	535.032	173.390.000
Disposal Cost	Bongkar	336.642	3.115.415	93.030	58.469.400
	Pembersihan	235.649	2.492.332	39.866	42.523.200
Salvage Value		38.389	10.248.593	5.070.670	1.009.438.755
Total LCC ¹		21.415.127	162.786.309	69.576.946	9.060.219.337
Total LCC/m2		375.704	771.499	7.730.772	2.516.728



Gambar 4. Biaya Pemeliharaan *Vertical Greening System*

tuk diterapkan pada bangunan karena biaya pembuatan dan perawatannya lebih murah dibandingkan dengan living wall. Selain itu, adanya penggunaan struktur pendukung seperti kawat memungkinkan tanaman dapat merambat tanpa merusak struktur dinding luar bangunan. Jenis living wall merupakan jenis vertical green yang membutuhkan biaya yang besar, baik biaya awal maupun biaya-biaya lain yang dikeluarkan selama masa hidupnya.

Simpulan

Setelah membandingkan keempat obyek penelitian, diperoleh kesimpulan bahwa secara umum Vertical Green System jenis Green Façade memerlukan biaya terkecil dibandingkan dengan sistem Living Wall System. Dengan membandingkan Direct Green Façade dengan Indirect Green Façade diperoleh kesimpulan bahwa Direct Green Façade adalah Verti-

cal Green Façade dengan biaya terkecil.

Penelitian lanjutan perlu dilakukan untuk mengukur manfaat yang diperoleh kemudian dibandingkan dengan biaya yang dikeluarkan untuk masing – masing tipe Vertical Green System. Salah satu analisa yang dapat menggunakan Benefit & Cost Analysis. Variable yang dapat digunakan untuk menghitung manfaat adalah kemampuan tipe Vertical Green System untuk menurunkan suhu bangunan yang akan berdampak pada penghematan energi yang dipergunakan untuk pendinginan.

Referensi

Barringer, H. P., dan Weber D. P. 1996. Life cycle cost Tutorial. Texas: Gulf Publishing Company.

Fuller, S. K., dan Petersen, S. R.1995.

Life-cycle costing manual for the federal energy management program. NIST handbook 135, National Institute of Standards and Technology (NIST).

Manso, M., dan Gomes, J. C. 2015. Green wall systems: A review of their characteristics. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 41, 863–871.

Ottelé, M. 2011. The green building envelope vertical greening. Master's thesis, Delft University of Technology, Netherlands.

Peck S, Callaghan C, Kuhn M, Bass B. Greenbacks from green roofs: forging a new industry in Canada; 1999. Status report on benefits, barriers and opportunities for green roof and vertical garden technology diffusion, prepared for Canada Mortgage and Housing Corporation.

Pérez-Urrestarazu, L., Fernández-Canero, R., Franco-Salas, A., dan Egea, G. 2016. Vertical Greening Systems and Sustainable Cities. *Journal of Urban Technology*, 1-21.

Pugh, Thomas A. M., Robert MacKenzie, A., Duncan Whyatt, J., Nicholas Hewitt, C. 2012. Effectiveness of Green Infrastructure for Improvement of Air Quality in Urban Street Canyons, *Environmental Science & Technology*, 46, 7692-7699.

Susorova, I. (eds.). 2015. Green facades and living walls: vertical vegetation as a construction material to reduce building cooling loads. United Kingdom: Elsevier Ltd.

Veisten, K., Smyrnova, Y., Klaeboe, R., Hornikx, M., Mosslemi, M., dan Kang, J. 2012. Valuation of Green Walls and Green Roofs as Soundscape Mea-

asures: Including Monetised Amenity Values Together with Noise-attenuation Values in a Cost-benefit Analysis of a Green Wall Affecting Courtyards. *International Journal of Environmental Research and Public Health*.

Wong, N. H., dkk. 2010. Thermal evaluation of vertical greenery systems for building walls. *Building and Environment*, 45 (5), 1287-1303.