

EVALUASI TERMAL DINDING BANGUNAN DENGAN VERTICAL GARDEN

Ratih Widiastuti^a, Eddy Prianto^b, Wahyu Setia Budi^c

^aMahasiswa S2 Magister Teknik Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang

^bDosen Jurusan Arsitektur Universitas Diponegoro, Semarang;

^cGuru Besar Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Sciences, Universitas Diponegoro,
Semarang

E-mail: shine.frontier@yahoo.com

INFO ARTIKEL

Riwayat Artikel:

Diterima : 23 Desember 2013

Disetujui : 17 Januari 2014

Kata Kunci:

suhu permukaan, vertical garden

ABSTRAK

Saat ini, aspek penghijauan di kota-kota besar mulai diperhatikan. Permasalahan lingkungan perkotaan akibat adanya Urban Heat Island (UHI) menjadi latar belakang dari pemilik bangunan untuk mengaplikasikan konsep vertical garden pada bangunan mereka. Kemampuan vertical garden dalam menurunkan profil suhu permukaan dinding merupakan salah satu aspek dasar untuk menciptakan kenyamanan termal bagi penggunaannya. Penelitian ini merupakan hasil studi dari pengaruh vertical garden terhadap kondisi termal bangunan PT. Pertamina Semarang. Profil suhu permukaan dinding interior ruangan bervertical garden lebih rendah bila dibandingkan dengan ruangan non vertical garden. Rata-rata selisih profil suhunya adalah 1.4°C-2.1°C. Selisih minimum terjadi pada awal pengukuran sedangkan selisih maksimum terjadi pada akhir pengukuran dengan sebaran suhunya semakin ke atas profil suhunya semakin panas. Dari hasil studi juga diketahui bahwa vertical garden mampu menurunkan suhu permukaan dinding non vertical garden yang berada pada satu area dengan dinding bervertical garden.

ARTICLE INFO

Article History

Received : December 23, 2013

Accepted : January 17, 2014

Key Words :

surface temperature, vertical garden

ABSTRACT

Recently, greenery aspect in urban area becomes an important concern. There are many problem related to Urban Heat Island that become the reason why people applying vertical garden in their building. The ability of vertical garden to reduce surface temperature becomes the main characteristic to create thermal comfort for occupant. This research is a study result about the influence of vertical garden toward thermal condition of Pertamina building in Semarang. Based on the research, the interior surface temperature of chamber with vertical garden is lower than the other one without vertical garden. The average of temperature difference is 1.4°C until 2.1°C. The minimum difference find out in the beginning of measurement and the maximum find out in the end of measurement. Related to the elevation aspect, the higher surface the more temperature distribution increases. Another result point out that vertical garden can decrease the temperature of the surface without vertical garden if its places in the same area with surface covered by vertical garden.

1. PENDAHULUAN

Gelombang urbanisasi yang tidak terbendung menjadikan lahan hijau diperkotaan berubah menjadi bangunan-bangunan beton dan aspal.

Berlatar belakang untuk mengenalkan konsep *back to nature*, sebuah konsep untuk menselaraskan antara kehidupan perkotaan dan lingkungan yang hijau mulai dilakukan akhir-akhir ini. Salah satu yang mulai dikembangkan adalah teknik *vertical garden*.

Wong menyatakan bahwa ide awal dari *vertical garden* adalah adanya fakta bahwa terdapat beberapa tanaman seperti anggrek yang dapat bertahan hidup tanpa media tanah.

Terhadap lingkungan, *vertical garden* memiliki andil yang besar didalam mengatasi *Urban Heat Island* (UHI) melalui proses evapotranspirasi dan pembayangan (Wong et al, 2010). Kemudian dalam skala bangunan *vertical garden* juga dapat menurunkan suhu pada permukaan dinding sampai dengan 7.03°C.

Sejalan dengan latar belakang tersebut, saat ini di Kota Semarang telah terdapat sebuah bangunan yang juga menggunakan aplikasi *vertical garden* pada dindingnya. PT. Pertamina Persero sebagai salah satu perusahaan BUMN telah menerapkan *vertical garden* disalah satu kantor cabangnya yang terletak di Jl. Pemuda No. 114, Semarang. Aplikasi *vertical garden* ini merupakan langkah nyata PT. Pertamina untuk mensukseskan gerakan penghijauan kota khususnya di Kota Semarang.

Penelitian ini merupakan hasil studi dari pengaruh *vertical garden* terhadap kondisi termal bangunan PT. Pertamina. Tujuan utama dilakukannya penelitian ini adalah mengkaji seberapa besar profil penurunan suhu permukaan dinding antara ruangan dengan *vertical garden* dan ruangan tanpa *vertical garden* di Kantor PT. Pertamina.

2. KAJIAN PUSTAKA

Apakah *vertical garden* itu? *Vertical garden* dikenal juga dengan nama *green wall*, *living wall* maupun *bio wall* yang merujuk pada tanaman yang dapat tumbuh secara langsung pada fasade bangunan maupun tanaman yang tumbuh pada sistem struktur yang terpisah sehingga dapat diberdirikan

atau ditempelkan pada dinding (www.greensreen.com,-).

Vertical garden pertama kali diperkenalkan oleh Patrick Blanch seorang ahli botani dari Prancis pada tahun 1994. Dilatar belakangi oleh semakin sempitnya lahan karena semakin maraknya pembangunan, Blanch kemudian membuat sebuah taman *vertical* yang menutupi permukaan dinding Rue d'Alsace di Paris, Prancis. Keistimewaan dari *vertical garden* ini adalah bentuknya yang menyerupai sebuah lukisan sehingga seolah-olah membuatnya seperti tanpa menggunakan media tanam.

Dengan konsep *vertical garden*, ruang tanam (*space*) bisa jauh lebih besar dibandingkan dengan taman konvensional, bahkan jumlah tanaman yang dapat ditanam bisa beberapa kali lipatnya, sehingga dapat menambah ruang hijau secara signifikan.

Vertical garden dapat diaplikasikan diberbagai bangunan (*out door* maupun *indoor*), pagar, *carport*, serta dinding-dinding pembatas lainnya, sehingga menjadikannya terlihat lebih indah, tidak monoton dan alami.

Meskipun ada banyak publikasi mengenai pengaruh vegetasi terhadap kondisi termal, namun sebagian besar dari publikasi tersebut lebih banyak membahas mengenai pengaruh kuantitas vegetasi pada ruang luar terhadap kenyamanan termal terutama seperti di jalan dan pedestrian bila dibandingkan dengan *vertical garden*.

Seperti yang dikatakan oleh Wong et al (2010), keberadaan vegetasi dapat memainkan peranan penting bagi iklim perkotaan dan iklim mikro didalam bangunan.

Didalam penelitian yang dilakukan oleh Stec et al (2005), disebutkan bahwa tanaman tidak hanya memberikan kontribusi dalam menciptakan kenyamanan ruangan didalam bangunan, akan tetapi juga penghematan energi.

Pernyataan ini sejalan dengan pernyataan yang dikemukakan oleh Rashid et al (--), bahwa *vertical garden* dapat memberikan *sustaineability*, penghematan energi, kenyamanan dan lingkungan yang sehat.

Aspek nyaman dan penghematan energi dapat diraih salah satunya karena kemampuan *vertical garden* dalam menurunkan suhu permukaan dinding (Leopanitchakul et al,

2008) (Peck et al, 1999). Dari kedua riset tersebut tingkat penurunan suhunya sendiri relatif bervariasi yaitu 7.03°C (Leopanitchakul et al, 2008) kemudian antara 10°C untuk suhu 60°C serta 5°C untuk suhu 30°C.

Pengaruh pembayangan dari *vertical garden* dapat menurunkan tingkat konsumsi energi untuk pendinginan sampai dengan 23% (Bass and Baskaran, 2003). Karena faktanya, dinding yang tidak terbayangi menjadikan lebih banyak energi termal yang bergerak di permukaannya sehingga menjadikan naiknya suhu permukaan dinding tersebut (Papadakis et al, 2001). Konsekuensinya adalah naiknya penggunaan energi untuk pendinginan ruangan.

Meskipun begitu, berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Wong et al (2010), efektifitas dari *vertical garden* juga dipengaruhi oleh luas penampang daun, bentuk geometri daun, kerapatan dedaunan, warna daun dan pengaruh dari pembayangan daun itu sendiri.

Kemampuan *vertical garden* dalam menurunkan suhu permukaan dinding terkait dengan sifat termal dan efektifitas dari tanaman penutup berdasarkan pada perbedaan rata-rata kemampuan penyerapan terhadap radiasi panas matahari dan properti diffusinya (Takakura et al, 2000).

Semakin ke atas profil suhu permukaan dinding yang menggunakan *vertical garden* semakin panas, sehingga efektifitas pemasangan *vertical garden* sebaiknya dimulai dari bagian tengah menuju atas (Prianto, 2013).

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Sasaran dan parameter penelitian

Sesuai dengan tujuan penelitian, maka sasaran penelitian yaitu mengkaji profil penurunan suhu dinding interior yang dipengaruhi oleh *vertical garden*, sedangkan parameter penelitian yang diukur adalah besarnya penurunan suhu dinding interior (°C) pada masing-masing jenis material dinding.

Tabel 1
Variabel penelitian

Pengukuran	Variabel Bebas
Penurunan profil suhu dinding interior	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Luas bukaan dinding ▪ Luas ruangan ▪ Jenis material dinding ▪ Tebal dinding
Variabel Terikat	Variabel Kontrol
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Profil suhu dinding interior (Si) ▪ Dry Ball Temperature (DBT) ▪ Kelembaban interior (Rhi) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kecepatan angin ▪ Intensitas radiasi matahari ▪ Suhu dan kelembaban eksterior



Gambar 1. Vertical garden di Kantor Pertamina, Semarang

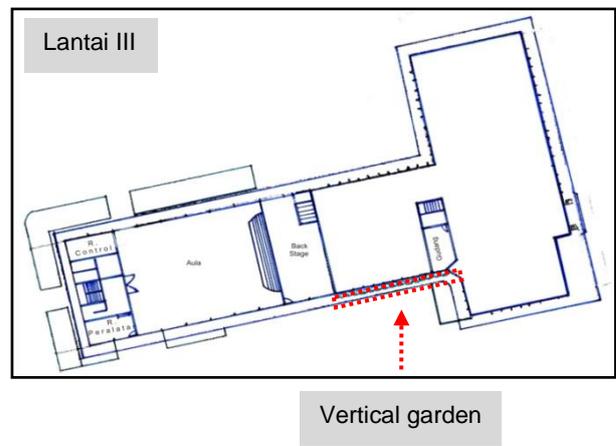
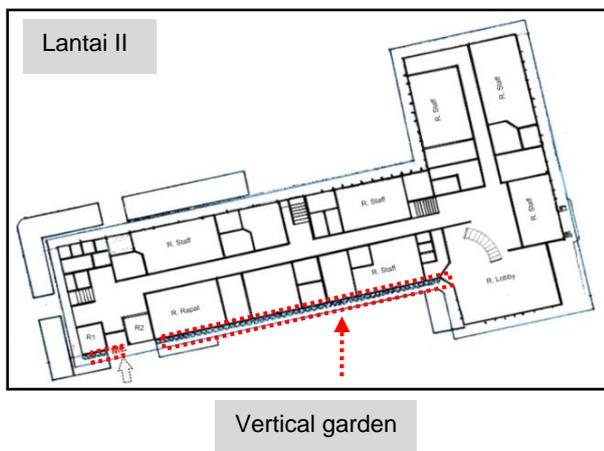
3.2. Gambaran umum objek pengukuran

Dengan tujuan untuk lebih mengenalkan konsep vertical garden pada masyarakat Kota Semarang, maka dipilihlah Kantor PT. Pertamina di Jl. Pemuda No. 114, Semarang sebagai objek studinya.

Objek pengukuran adalah Gedung Sayap Timur Kantor PT. Pertamina yang memiliki aplikasi vertical garden pada sisi timur dindingnya yang menghadap ke Jl. Thamrin, Semarang, seperti yang terlihat di Gb. 1.

Tidak semua bagian fasade dinding timur menggunakan aplikasi vertical garden. Hanya

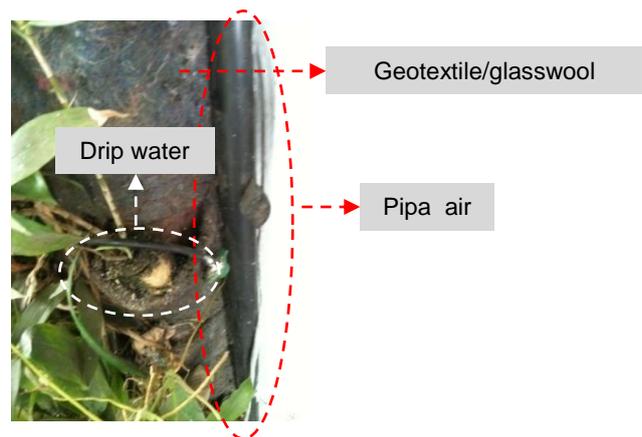
dinding pada lantai dua dan sebagian dinding pada lantai tiga yang menggunakan aplikasi vertical garden, seperti yang terdapat di Gb. 2. Teknik vertical garden yang digunakan yaitu geotextile/glasswool, dimana tanaman dan media tanam cukup diletakkan di dalam kantung-kantung geotextile/glasswool sehingga memungkinkan untuk membuat zona perakaran yang tipis, yang tidak lebih dari 5 cm dan tidak merusak dinding. Ilustrasi Gb. 3.



Gambar 2. Posisi vertical garden di gedung sayap timur Kantor Pertamina, Semarang



Gambar 3. Ilustrasi teknik vertical garden geotextile/glasswool



Gambar 4. Sistem irigasi teknik vertical garden geotextile/glasswool

Tanaman rambat



Suji



Kuai jepang



Anggrek



Gambar 5. Jenis tanaman yang digunakan di vertical garden di Kantor Pertamina, Semarang

Sistem irigasi menggunakan sistem tetesan air, yaitu air dari bak-bak penampungan disalurkan melalui pipa-pipa PVC, kemudian air dialirkan melalui selang-selang kecil berdiameter ± 3 mm ke dalam setiap kantung tanaman. Dengan sistem tetesan air, maka air dapat dialirkan setiap saat dengan volume yang dapat disesuaikan, seperti pada Gb. 4.

Jenis tanaman yang ditanam untuk aplikasi *vertical garden* di Kantor Pertamina adalah jenis tanaman berakar serabut seperti jenis tanaman rambat, lantana, suplir, anggrek, suji,

kuai jepang dan sirih gading, seperti pada Gb. 5.

Tidak ada pengkhususan dalam perletakan jenis tanaman. Dalam satu bidang dinding yang terdapat *vertical garden*, jenis tanaman yang digunakan adalah kombinasi dari tanaman-tanaman tersebut.

Tingkat kerapatan tanaman dari setiap bagian dinding tidaklah sama. Beberapa bagian memiliki tingkat kerapatan tinggi dan beberapa bagian lainnya memiliki tingkat kerapatan rendah, seperti pada Gb. 6.



Vertical garden dengan tingkat kerapatan tinggi



Vertical garden dengan tingkat kerapatan rendah

Gambar 6. Tingkat kerapatan tanaman pada vertical garden di Kantor Pertamina, Semarang

3.3. Penentuan objek pengambilan data

Ditetapkan beberapa kriteria dalam menentukan objek pengambilan data.

- Ruangan di Gedung Sayap Timur Kantor Pertamina yang memiliki dan tidak memiliki aplikasi *vertical garden*.
- Ruangan memiliki material dinding yang sama.
- Ruang ukur tidak menggunakan AC.

Berdasarkan kriteria-kriteria tersebut dipilihlah Gudang alat musik (R1) sebagai ruangan yang ber*vertical garden* dan Gudang peralatan (R2) sebagai ruangan *non vertical garden* (ruang pembanding).

R1 dan R2 merupakan dua ruangan berdinding bata plester. Orientasi dinding ukur adalah dinding pada sisi timur yang menghadap ke arah Jl. MH. Thamrin. Alasan pemilihan dinding ukur ini adalah pada R1 hanya dinding pada sisi ini yang terdapat *vertical garden*, sehingga pada R2 secara otomatis dinding ukur juga dipilih dinding timur.

Pada R1 sendiri dinding ukur terbagi menjadi dua bagian yaitu bagian bawah dengan aplikasi *vertical garden* (batas ketinggian 1 meter atau di bawah jendela) dan bagian atas tanpa *vertical garden* (posisi diatas jendela).

Deskripsi fisik dari R1 dan R2 ditunjukkan pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 2

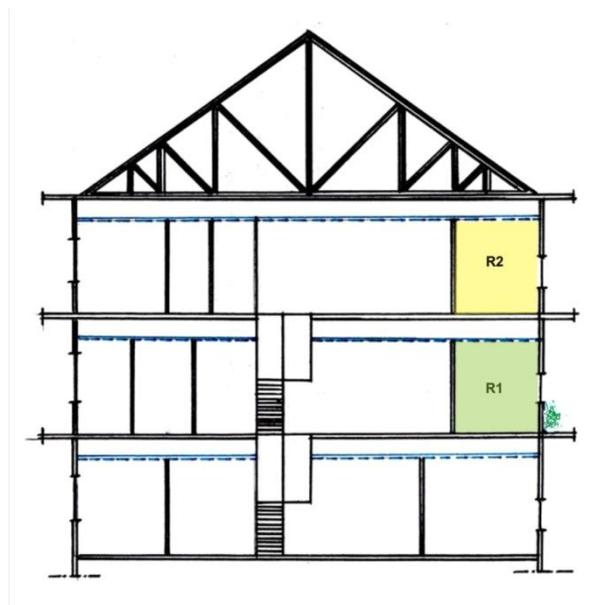
Deskripsi fisik R1

Nama ruangan	:	Gudang Alat Musik
Letak ruangan	:	Lantai 2
Luas ruangan	:	4.00 m x 3.30 m = 13.2 m ²
Tebal dinding	:	15 cm
Jenis material dinding	:	Bata plester + lapisan vertical garden
Luas bukaan dinding	:	5.2 m ²
Bukaan dinding	:	Jendela dan pintu kaca
Letak dinding ukur	:	Dinding sisi timur material bata + vertical garden
Ruangan tanpa AC		

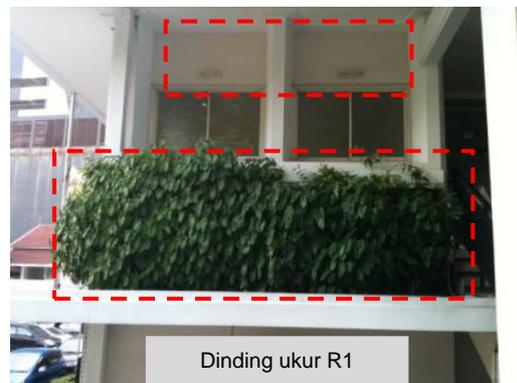
Tabel 3
Deskripsi fisik R2

Nama ruangan	:	Ruang Peralatan
Letak ruangan	:	Lantai 3
Luas ruangan	:	4.7 m x 7.0 m = 32.9 m ²
Tebal dinding	:	15 cm
Jenis material dinding	:	Bata plester
Luas bukaan dinding	:	10.12 m ²
Bukaan dinding	:	Jendela dan pintu kaca
Letak dinding ukur	:	Dinding sisi timur material bata
Ruangan tanpa AC		

Gb. 7 adalah ilustrasi R1 dan R2. Gb. 8. adalah R1 dengan dinding ukurnya. Gb. 9 adalah R2 dengan dinding ukurnya.



Gambar 7. Ilustrasi R1 dan R2



Gambar 8. Gambaran R1 dan dinding ukurnya



Gambar 9. Gambaran R2 dan dinding ukurnya

3.4. Tahap persiapan dan pengukuran objek studi

Sebelum dilakukan pengukuran maka dilakukan terlebih dahulu persiapan bidang ukur dan penentuan titik ukur. R1 bidang ukurnya dinding bata plester yang terdapat *vertical garden* dan non *vertical garden*, R2 bidang ukurnya dinding bata plester. R1 terbagi kedalam 11 titik ukur dan R2 terbagi menjadi 9 titik ukur. Namun pada pelaksanaannya pada R1 hanya 9 titik ukur yang dapat digunakan.

Gb. 10 dan Gb. 11 adalah posisi masing-masing dari titik ukur R1 dan R2.

Pada R1 titik ukur C1 dan B1 tidak dapat digunakan karena terkendala tertutup alat musik yang tidak dapat dipindahkan.

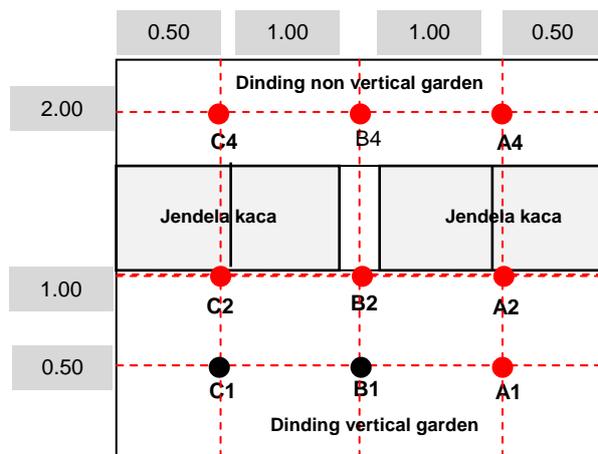
Waktu pengambilan data dilakukan pada minggu ke dua bulan Oktober 2013. Pengukuran dilakukan selama tiga belas jam dari pukul 06.00-18.00 WIB dengan interval pengambilan data adalah setiap satu jam sekali. Lama waktu yang dibutuhkan untuk satu kali pengambilan data adalah ± 10 menit untuk setiap ruang ukur. Sehingga antara R1 dan R2 terdapat selisih waktu ± 10 menit.

Teknis pengambilan data dimulai dengan pengambilan data untuk *variabel control* (suhu dan kelembaban eksterior, kecepatan angin, intensitas radiasi matahari). Kemudian pengukuran pada R1 dan R2 dilakukan setelah pengambilan data variabel kontrol.

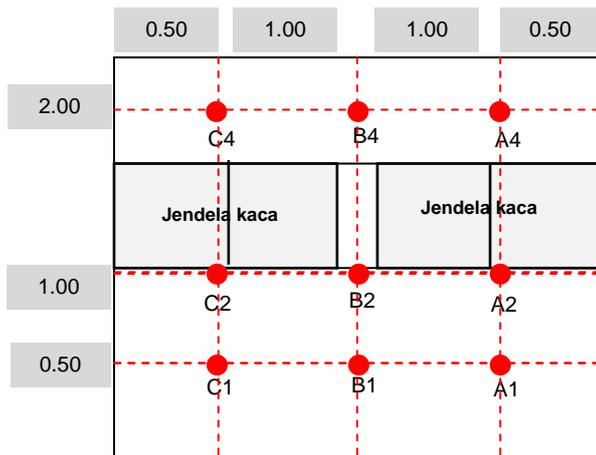
3.5. Instrumen pengukuran

Didalam proses pengambilan data digunakan instrumen-instrumen sebagai berikut ini, Gb. 12.

- Infra red thermo meter untuk pengukuran profil suhu permukaan dinding interior.
- Digital thermo-hygrometer untuk pengukuran profil suhu kering dan kelembaban interior.
- Lux meter untuk mengukur intensitas radiasi matahari
- 4 in 1 environment tester LM-8000 untuk mengukur suhu dan kelembaban eksterior serta kecepatan angin.



Gambar 10. Ilustrasi titik ukur R1



Gambar 11. Ilustrasi titik ukur R2



Gambar 12. Instrumen pengukuran, (a). Infra red thermo meter, (b). digital thermo-hygro meter, (c). lux meter, (d). 4 in 1 environment tester

4. Metode Analisa

Data dan pola kecenderungan yang tersusun secara sistematis pada tabulasi kemudian dibuat grafik untuk mempermudah proses analisa data kuantitatif.

Analisa profil penurunan suhu dinding interior dengan membandingkan data pengukuran R1 dan R2 untuk membuktikan hipotesa penelitian bahwa ruangan di Kantor PT. Pertamina yang dindingnya menggunakan *vertical garden*, profil suhu permukaan dinding interiornya lebih rendah bila dibandingkan dengan ruangan yang tidak terdapat *vertical garden*.

5. DATA DAN ANALISA

Terdapat tiga kajian analisa data yaitu kajian profil suhu permukaan dinding interior dengan ketinggian 1 m dan 2 m. Kemudian kajian dari kedua titik ukur.

Berikut ini adalah ulasan analisa kajiannya :

5.1. Kajian pertama

Profil suhu dinding interior R1 dan R2 titik A2, B2, C2 (ketinggian 1m)

atau lebih kecil bila dibandingkan dengan dinding *non vertical garden*.

Hasil pengukuran terlihat pada Gb. 13.

Titik ukur A2, B2 dan C2 berada pada ketinggian 1 m. Dari profil keduanya (R1 dan R2), menunjukkan bahwa profil suhu rata-rata permukaan dinding interior R1 lebih rendah 1.4°C bila dibandingkan dengan suhu rata-rata dinding interior R2. Atau selisih suhunya adalah 2.4% (R1 28.5°C, R2 29.9°C).

Dari mulai pengukuran pertama sampai terakhir (06.00-18.00), suhu permukaan pada dinding interior R1 lebih rendah dari pada suhu permukaan dinding interior R3. Rentang selisih antara R1 dan R2 mengalami Selisih minimum (0.02°C) terjadi pada pukul 08.00 WIB, dimana mulai pukul 09.00 WIB rentang atau selisih antara R1 dan R2 mengalami kenaikan. Puncaknya adalah pada pukul 18.00 WIB diakhir pengukuran dengan selisih maksimum (4.4°C).

Berdasarkan kajian pertama maka dapat disimpulkan bahwa pada saat siang hari dinding dengan *vertical garden* juga mengalami kenaikan suhu namun intensitas atau besarnya kenaikan suhu masih dibawah

5.2. Kajian kedua

Profil suhu dinding interior R1 dan R2 titik A4, B4, C4 (ketinggian 2m)

Titik ukur A4, B4 dan C4 berada pada ketinggian 2m dimana pada posisi ini baik R1 maupun R2 sama-sama berupa dinding *non*

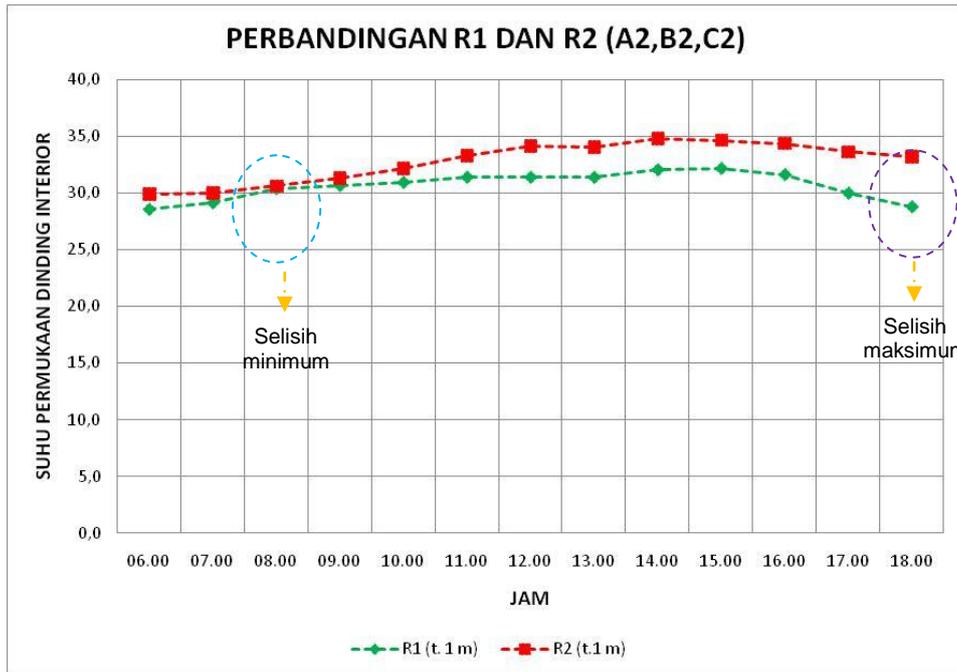
vertical garden. Dari profil keduanya (R1 dan R2), menunjukkan bahwa profil suhu rata-rata permukaan dinding interior R1 lebih rendah 2.1°C bila dibandingkan dengan suhu rata-rata dinding interior R2. Atau selisih suhunya adalah 2.03% (R1 30.9°C, R2 33.0°C).

Dari mulai pengukuran pertama sampai terakhir (06.00 WIB-18.00 WIB), suhu permukaan pada dinding interior R1 lebih rendah dari pada suhu permukaan dinding interior R2. Selisih minimum (0.6°C) terjadi pada pukul 07.00 WIB. Sedangkan selisih

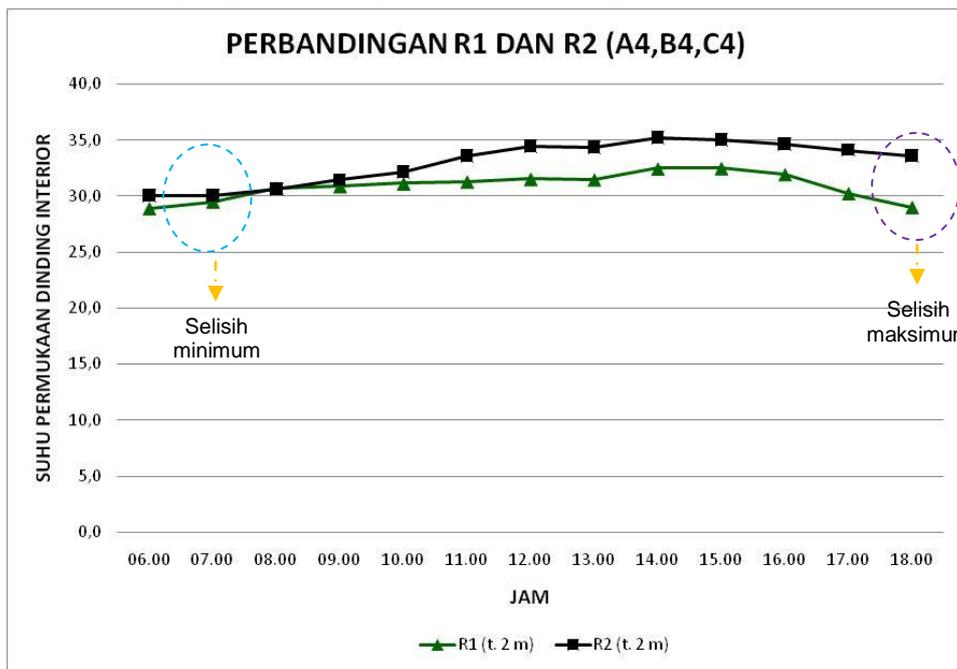
maksimum (4.6°C) terjadi pada pukul 18.00 WIB, yaitu pada akhir pengukuran. Kemudian pada pukul 08.00 WIB, posisi profil suhu dinding interior R1 dan R2 berada pada angka yang sama yaitu 30.7°C.

Berdasarkan kajian ke dua dapat disimpulkan bahwa pada R1 titik ukur A4, B4 dan C4 profil suhu permukaan dindingnya tetap lebih rendah bila dibandingkan dengan R2.

Hasil pengukuran terlihat pada Gb. 14.



Gambar 13. Perbandingan profil suhu permukaan dinding interior R1 dan R2 (titik A2, B2, C2)



Gambar 14. Perbandingan profil suhu permukaan dinding interior R1 dan R2 (titik A4, B4, C4)

5.3. Kajian ketiga

Perbandingan profil suhu permukaan dinding interior R1 dan R2 berdasarkan ketinggian titik ukur.

Tabel 5

Rata-rata profil suhu dinding interior R1 dan R2 berdasarkan ketinggian titik ukur.

R1-dinding verga	Ketinggian titik ukur		Suhu	R2-dinding non verga	Ketinggian titik ukur		Suhu
	Titik	Ketinggian	°C		Titik	Ketinggian	°C
	A1	0.40	30.0		A1	0.40	32.2
	A2	1.00	30.8		A2	1.00	32.8
	A4	2.00	31.0		A4	2.00	33.1
	B2	1.00	30.4		B2	1.00	32.6
	B4	2.00	30.6		B4	2.00	32.9
	C2	1.00	30.7		C2	1.00	32.8
	C3	2.00	30.9		C3	2.00	33.0

Berdasarkan tabel di atas, dapat dipaparkan bahwa :

- Profil suhu permukaan dinding interior R1 dan R2 menunjukkan bahwa suhu terpanas berada pada ketinggian 2 m dan profil suhu terendah berada pada ketinggian 0.40 m.
- Pada R1, bagian dinding tanpa *vertical garden* (titik A4, B4, C4) profil suhunya lebih rendah bila dibandingkan dengan profil suhu permukaan dinding R3 (titik A4, B4, C4).
- Sebaran profil suhu permukaan dinding pada R1 dan R3 relatif sama yang artinya profil suhu akan semakin panas seiring dengan tingginya posisi titik ukur.
- Pada R1 selisih tertinggi terdapat pada titik A1 dan A2 yaitu sebesar 0.8°C. Untuk selisih selanjutnya adalah konstan (0.2°C). Sedangkan pada R2 selisih tertinggi juga terdapat pada titik A1 dan A2 yaitu sebesar 0.6°C. Namun berbeda dengan R1, pada R2 selisih selanjutnya mengalami penurunan yaitu dari 0.3°C menjadi 0.2°C
- Secara keseluruhan rata-rata selisih profil suhu R1 dan R2 berdasarkan ketinggiannya adalah 2.1°C.

6. KESIMPULAN

6.1. Profil suhu permukaan dinding

- Ruang yang menggunakan *vertical garden* pada dinding eksteriornya, profil suhu permukaan dinding interiornya lebih rendah bila dibandingkan dengan ruangan-ruangan *non vertical garden*. Sehingga hipotesa penelitian yang menyatakan bahwa *vertical garden* mampu menurunkan profil suhu permukaan dinding interior pada ruangan di Kantor PT. Pertamina Persero terbukti kebenarannya.

6.2. Profil suhu permukaan dinding berdasarkan ketinggian titik ukur

- Faktor ketinggian juga berpengaruh terhadap efektifitas *vertical garden*. Semakin tinggi posisi *vertical garden* pada permukaan dinding maka profil suhu permukaan dindingnya akan lebih tinggi bila dibandingkan dengan profil suhu pada permukaan dinding di bawahnya.
- Keberadaan *vertical garden* juga mampu menurunkan profil suhu permukaan dinding pada bagian lain dalam satu area yang *non vertical garden*.

7. DAFTAR REFERENSI

- Bass B., Baskaran B., Evaluating Rooftop And Vertical Gardens As An Adaptation Strategy For Urban Areas. Institute for Research and Construction. NRCC-46737, Project number A020, CCAF report B1046, National Research Council, Ottawa, Canada, 2003.
- Laopanitchakul, Vichai et al, Climbing-Plant on solid wall for Reducing Energy in Tropical Climate, Sustainable Building Conference 08, Soul, Korea, 2008.
- Papadakis G., Tsamis P., Kyritsis S., An Experimental Investigation Of The Effect Of Shading With Plants For Solar Control Of Buildings. Energy and Buildings 33 (2001) 831–6.
- Peck S.W., Callaghan C., Bass B., Kuhn M.E., Research Report: Greenbacks From Green Roofs: Forging A New Industry In Canada, Canadian Mortgage and Housing

- Corporation (CMHC), Ottawa, Canada, 1999.
- Prianto, E., Aplikasi Green Wall Pada Gedung Pemerintah Dalam Menciptakan Kenyamanan Di Kota Semarang : Sebuah Studi Awal, Jurnal Pembangunan Kota Semarang Berbasis Sains & Teknologi RIPTEK, Vol.7, No.1, Semarang Hal 1-14, 2013.
- Rashid, R. et al, Natural Green Application Technology On Building In Dense Dhaka City Is Provide A Sustainable, Energy Saving, Comfortable And Healthy Environment, Research Journal, University Technology Malaysia.
- Takakura, T. et al, Cooling Effect Of Greenery Cover Over A Building, Energy and Buildings 31 (2000), pp. 1-6.
- Stec W.J., Paassen A.H.C., Maziar A., Modelling The Double Skin Facade With Plants, Energy and Buildings, 37 (2005) 419–27.
- Wong N.H., Tan A.Y.K, Chen Y, Sekar K, Tan P.Y, Chan D, Chiang K, Wong N.C., Thermal Evaluation Of Vertical Greenery Systems For Building Walls. Building and Environment, 45 (2010) 663-672.
- <http://www.greencsreen.com>, diakses pada 2 Agustus 2013.