

PENERUSAN PANAS PADA DINDING GLAS BLOK LOKAL

Frans Soehartono¹, Anik Juniwati², Agus Dwi Hariyanto³

Jurusan Arsitektur, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Kristen Petra

Jl. Siwalankerto 121-131 Surabaya

Email: adwi@peter.petra.ac.id

Abstrak

Glas blok, terutama glas blok lokal merupakan bahan bangunan yang banyak dipakai masyarakat sebagai dinding yang bersifat semi transparan, dengan berbagai motif dan warna. Alasan pemakaian yang paling umum adalah kemampuan glas blok untuk meneruskan cahaya. Pemilihan motif dan warna lebih didasarkan pada estetika. Pertimbangan pemakaian glas blok dari segi termal bangunan tidak dapat dilakukan karena produsen glas blok lokal tidak memberikan data spesifikasi teknis untuk keperluan desain termal bangunan, sehingga masyarakat yang membutuhkan tidak mendapatkan informasi yang akurat. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kinerja termal dinding glas blok lokal dibanding dengan dinding kaca standar (kaca bening 3 mm). Besaran termal yang diukur adalah temperatur ruang dan temperatur permukaan dinding transparan, pada model Stevenson Screen 1 m x 1 m yang salah satu sisinya berdinding transparan. Tiga type glas blok yang diukur adalah type A: motif garis horisontal-vertikal, type B: motif garis lengkung dan gelembung, dan type C: motif garis diagonal. Pengukuran temperatur dilakukan dengan menggunakan HOBO data logger U 12. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa dibanding ruang berdinding kaca standar maka pada ruang dengan ventilasi (ventilated) temperatur udara dalam ruang berdinding glas blok lebih rendah 0,5-1 K. Sedang, pada ruang tanpa ventilasi (unventilated), pemakaian glas blok mampu menghasilkan temperatur udara dalam ruang lebih rendah 3-4 K. Tidak ada perbedaan kualitas termal yang signifikan akibat motif glas blok.

Kata kunci: *glas blok; panas; termal*

Pendahuluan

Glas blok lokal yang selanjutnya disebut glas blok saja diproduksi dengan berbagai motif dan warna. Dasar pemilihan motif dan atau warna yang paling umum oleh masyarakat penggunaannya adalah pada kepentingan estetika, serta efek suasana ruang akibat motif dan atau warnanya. Kadang pemakaian glas blok juga didasarkan pada kepentingan-kepentingan untuk mereduksi cahaya alami, untuk membuat dinding tembus cahaya namun diharapkan mempunyai nilai insulasi panas yang lebih tinggi dari pada kaca biasa. Namun produsen glas blok, terutama glas blok lokal, tidak menyediakan data spesifikasi teknik yang dibutuhkan untuk kepentingan-kepentingan di atas. Salah satu contoh adalah pemakaian glas blok untuk kepentingan desain termal bangunan, dimana dibutuhkan spesifikasi teknik mengenai nilai penerusan panas pada glas blok. Oleh karena itu, diperlukan pengukuran terhadap kemampuan penerusan panas pada beberapa tipe glas blok untuk pemanfaatan glas blok dalam desain termal bangunan.

Dinding eksterior sebagai elemen selubung bangunan, atau disebut juga kulit bangunan merupakan alat kontrol udara, temperatur, angin, suara, sebagaimana disebut oleh Olgyay (1963:63). Secara lebih spesifik, Watson (1979:33) menyampaikan bahwa selubung bangunan adalah alat kontrol perpindahan panas antara interior dan eksterior bangunan. Selubung bangunan akan mengubah iklim eksternal (*external climate*) menjadi iklim internal (*indoor climate*). Kontrol terjadi dengan cara: *admitting* atau *excluding* sumber energi dari luar ruang, *containing* atau *rejecting* energi panas ke dalam ruang dalam. Demikian pula Evan (1980:76) menyatakan bahwa atap dan dinding akan memodifikasi temperatur eksternal menjadi temperatur ruang internal. Pemilihan elemen atap dan dinding berdasarkan properti termal yang tepat dibutuhkan untuk mendapatkan atau memelihara kenyamanan temperatur ruang internal. Apabila kondisi eksternal tidak memungkinkan untuk mendapatkan kondisi nyaman, maka atap dan dinding diharapkan akan membantu mengurangi kondisi tidak nyaman tersebut, atau mengurangi konsumsi energi bila harus menggunakan pemanas atau pendingin ruang. Pemilihan jenis kaca sering kali didasarkan pada properti khusus yang menyatakan kemampuan glas/kaca menyeleksi spektrum radiasi gelombang pendek dan gelombang panjang, karena jenis kaca yang berbeda mentransmisikan spektrum dengan fraksi yang berbeda. Properti material transparan (kaca) yang berhubungan dengan penerusan panas dan cahaya (Givoni 1998:58), yaitu *Shading coefficient* (SC) yaitu rasio antara jumlah radisai solar yang diteruskan oleh suatu jenis kaca terhadap jumlah yang dapat diteruskan oleh kaca standart (kaca bening tunggal 3 atau 4 mm).

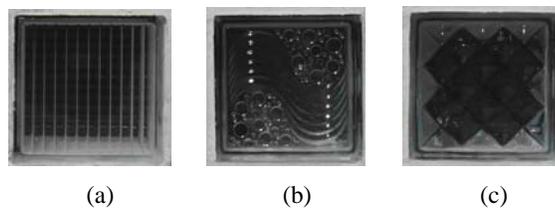
Dugaan awal untuk karakter termal dinding glasblok adalah bahwa penerusan panas pada dinding glasblok lebih kecil dari dinding kaca standart. Untuk mendapatkan karakter termal dinding glas blok yang lebih rinci, maka rumusan masalahnya yang pertama adalah berapa besar perbedaan antara temperatur udara luar terlindung dan temperatur udara dalam ruang, pada ruang berdinding glasblok dibandingkan dengan ruang yang berdinding kaca standart pada kondisi: dengan ventilasi (*ventilated*) dan tanpa ventilasi (*unventilated*). Permasalahan yang kedua adalah berapa besar perbedaan antara temperatur permukaan luar dengan temperatur permukaan dalam, pada dinding glas blok berbeda motif dan pada kaca standart dan yang terakhir adalah pengaruh motif glas blok terhadap nilai penerusan panas. Parameter penerusan panas pada glas blok, adalah perbedaan antara temperatur udara luar (*outdoor temperature*) dengan temperatur udara dalam ruang (*indoor temperature*) serta perbedaan antara temperatur permukaan luar (*external surface temperature*) dan temperatur permukaan dalam (*internal surface temperature*). Parameter yang dipakai untuk menentukan besar nilai penerusan panas adalah:

- Temperatur ruang dalam dengan temperatur ruang luar dalam satuan °C
- Temperatur permukaan luar dengan temperatur permukaan dalam, dinyatakan dalam satuan °C
- Perbedaan temperatur permukaan luar dengan temperatur permukaan dalam, dinyatakan dalam satuan K.

Metode Penelitian

Berdasarkan permasalahan dan tujuan yang telah dirumuskan, maka dipilih tiga motif glasblok yang banyak digunakan oleh masyarakat (Gambar 1), yaitu:

1. Glas blok jenis A: bermotif garis-garis vertikal di satu sisi dan garis-garis horisontal di sisi baliknya. Jarak garis 14 mm. Berat 2.670 gram.
2. Glas blok jenis B: bermotif garis-garis sejajar melengkung dan gelembung buih 2.620 gram.
3. Glas blok jenis C: bermotif garis-garis diagonal. Jarak garis 40 mm. Berat 2.530 gram.



Gambar 1. Tiga jenis Glas blok yang dipakai pada penelitian

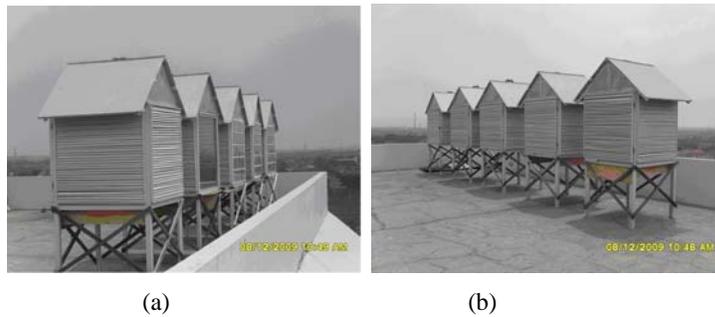
Pengukuran temperatur ruang dan temperatur permukaan dinding dilakukan pada model ruang *stevenson screen* 1 m x 1 m x 1 m. Pada penelitian ini digunakan 5 unit *Stevenson screen* dengan rincian sebagai berikut:

1. Satu unit *Stevenson screen* dengan kisi-kisi pada empat sisi dinding, untuk mengukur temperatur udara luar terlindung (*under shade outdoor temperature*), Selanjutnya disebut "*under shade*"
2. Satu unit *Stevenson screen* dengan kaca bening 3 mm (kaca standart). pada salah satu sisi dindingnya. Selanjutnya disebut "*kaca standart*"
3. Tiga unit *Stevenson screen* dengan glas blok jenis A, jenis B, jenis C pada salah satu sisi dindingnya. Selanjutnya disebut "*Glas blok A*", "*Glas blok B*", "*Glas blok C*"

Alat ukur yang dipakai untuk mengukur temperatur ruang dan temperatur permukaan adalah HOBO data logger U-12 dengan rincian sebagai berikut:

1. Pada *stevenson screen* pertama: *undershade*, sensor diletakkan pada bagian tengah ruang untuk mengukur temperatur udara luar terlindung (*undershade outdoor temperature*).
2. Pada *Stevenson screen* kaca standart, glas blok A, glas blok B, dan glas blok c, sensor ditempatkan untuk mengukur:
 - a. Temperatur ruang berdinding kaca standart.
 - b. Temperatur permukaan dalam dinding kaca standart
 - c. Temperatur permukaan luar dinding kaca standart.

Semua model *Stevenson screen* diletakkan berjajar pada area terbuka dengan kondisi yang sama, atau hampir sama, yaitu tidak ada pembayangan atau pantulan dari benda lain, atau apapun yang menyebabkan kondisi termal pada masing-masing *Stevenson screen* berbeda (Gambar 2). Berdasarkan pertimbangan di atas maka tempat yang dipilih adalah dek atap yang sejajar dengan lantai 7 gedung P Universitas Kristen Petra. Kelima model diletakkan berjajar dengan bidang-bidang transparan menghadap ke selatan dimana tidak ada penghalang ataupun pemantul yang akan mempengaruhi masing-masing glas blok. Rentang waktu pengukuran adalah 3 kali 24 jam. Pengukuran dilakukan dua kali yaitu: pengukuran pertama dilakukan pada pada Bulan Desember. Pengukuran temperatur ruang dalam kondisi tanpa ventilasi (*unventilated*) dilakukan pada bulan Juni, yaitu bersamaan dengan penelitian tentang penerusan cahaya pada glas blok.



Gambar 2. Penempatan model *Stevenson screen*

Pengukuran temperatur ruang dengan kondisi berventilasi (*ventilated*) diambil pada titik tengah ruang. Sedang pengukuran temperatur permukaan diambil pada tengah bidang transparan bagian luar dan bagian dalam (Gambar 3).



Gambar 3. Titik ukur pada kelima model, diambil dari bagian dalam model

Pengukuran temperatur ruang dengan kondisi tanpa ventilasi (*unventilated*) diambil pada dua titik pengukuran cahaya, yaitu pada titik setinggi 50 cm (setengah tinggi ruang) jarak 30 dari perimeter (bidang transparan) dan pada jarak 60 dari perimeter.

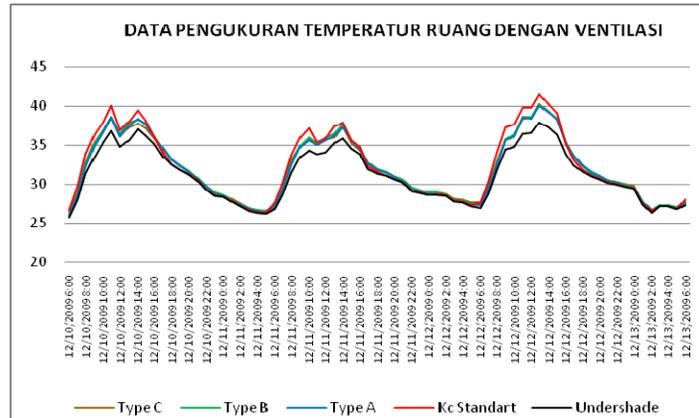
Hasil dan Pembahasan

Temperatur Ruang Dengan Ventilasi (*ventilated*)

Gambar 4 memperlihatkan grafik fluktuasi temperatur ruang hasil pengukuran. Temperatur minimum terjadi pada pukul 05.00. Mulai pukul 06.00 temperatur dalam ruang kelima model bertambah tinggi dengan cepat hingga mencapai temperatur tertinggi pada pukul 13.00, kemudian berangsur-angsur turun kembali sampai pada pagi hari berikutnya. Pada saat temperatur mulai naik, terlihat adanya perbedaan temperatur udara dalam ruang antara ruang yang berdinding glas blok, ruang berdinding kaca standart dan ruang *undershade*. Perbedaan temperatur antar model tersebut terjadi hingga pukul 20.00. Setelah itu kembali temperatur ruang semua model hampir sama hingga pada pagi hari berikutnya.

Temperatur udara dalam ruang pada tiga model yang berdinding glas blok A, B dan C hampir sama. Temperatur udara dalam ruang berdinding glas blok lebih tinggi dibanding dengan temperatur udara dalam ruang *undershade* tapi masih lebih rendah dibanding dengan temperatur udara dalam ruang yang berdinding kaca standart.

Sejak jam 06.00, temperatur udara dalam ruang berdinding glas blok akan menjadi lebih tinggi 0.5-1 K atau 2-4% dibanding temperatur udara *undershade*. Tapi akan menjadi lebih dingin 0.5-1 K atau 2-4% dibanding ruang berdinding kaca standart. Perbedaan itu akan terus bertambah hingga pada tengah hari. Pada saat mencapai temperatur tertinggi pada jam 13.00, perbedaan temperatur udara dalam ruang-ruang juga mencapai rentang paling besar. Pada ruang-ruang berdinding yang berdinding glas blok, temperatur udara dalam ruang akan menjadi 1.1-1.3 K atau 3% lebih rendah dibanding dengan temperatur udara dalam ruang yang berdinding kaca standart, namun 2-2.5 K atau 6% lebih tinggi dibanding dengan temperatur udara dalam ruang *undershade*.



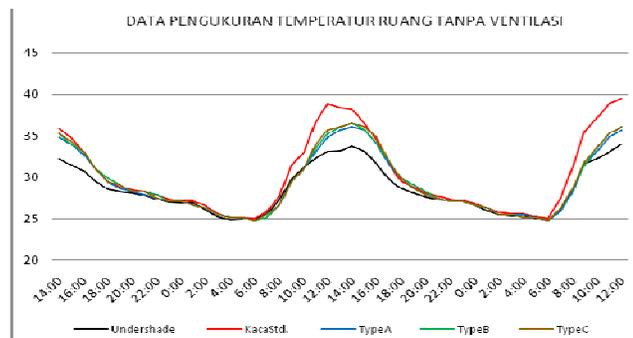
Gambar 4. Grafik hasil pengukuran temperatur ruang dengan kondisi *ventilated* Pada lima model pada bulan Desember

Temperatur Ruang Tanpa ventilasi (*Unventilaed*)

Fluktuasi temperatur udara dalam ruang pada ruang tanpa ventilasi tidak jauh berbeda dengan ruang dengan ventilasi (Gambar 5). Temperatur udara mencapai titik minimum pada jam 06.00. Temperatur udara dalam ruang mulai meningkat sejak pukul 07.00. Temperatur udara maksimum terjadi pada pukul 14.00, kecuali pada ruang berdinding kaca standart, temperatur udara maksimum terjadi pada pukul 12.00. Hal ini terjadi karena kaca standart dengan ketebalan hanya 3 mm tidak ada penyimpanan panas dalam tubuh kaca. Setelah mencapai temperatur tertinggi, temperatur udara dalam ruang berangsur-angsur turun kembali hingga pada pukul 06.00 esok harinya.

Pada saat temperatur udara dalam ruang bertambah tinggi, terlihat perbedaan temperatur udara dalam ruang tanpa ventilasi yang lebih mencolok dibanding pada ruang dengan ventilasi. Perbedaan temperatur tersebut semakin besar dan mencapai selisih terbesar pada pukul 12.00. Kemudian perbedaan temperatur berangsur-angsur mengecil hingga pukul 20.00. Sedang sejak pukul 20.00 sampai pukul 6.00 pagi, temperatur ruang pada kelima model cenderung sama.

Temperatur udara dalam ruang-ruang berdinding glas blok tanpa ventilasi lebih rendah 3-4 K atau 9-12% dibanding dengan ruang yang berdinding kaca standart, namun lebih tinggi 3-4 K atau 8-11% dibanding dengan ruang *under shade*. Diantara ruang-ruang berdinding glas blok, dinding glas blok A menghasilkan temperatur udara dalam ruang yang paling rendah dengan selisih rata-rata 1 K atau hampir 2% dibanding temperatur udara dalam ruang berdinding glas blok B dan C.



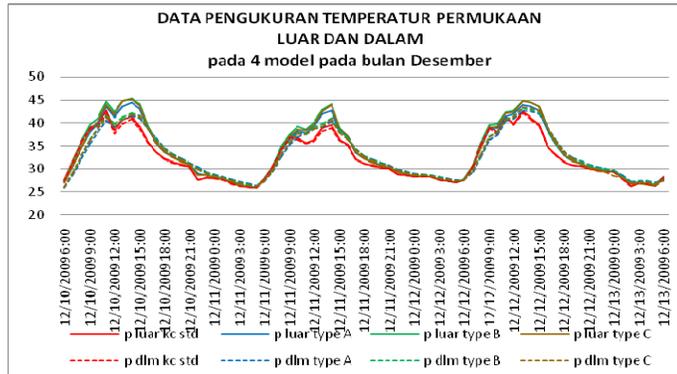
Gambar 5. Grafik hasil pengukuran temperatur ruang dengan kondisi *unventilated*

Temperatur Permukaan

Pada pagi hari, seiring dengan meningkatnya temperatur udara luar, panas mulai masuk melalui permukaan luar dinding kaca standart maupun dinding glas blok. Setiap partikel dalam dinding kaca standart maupun glas blok

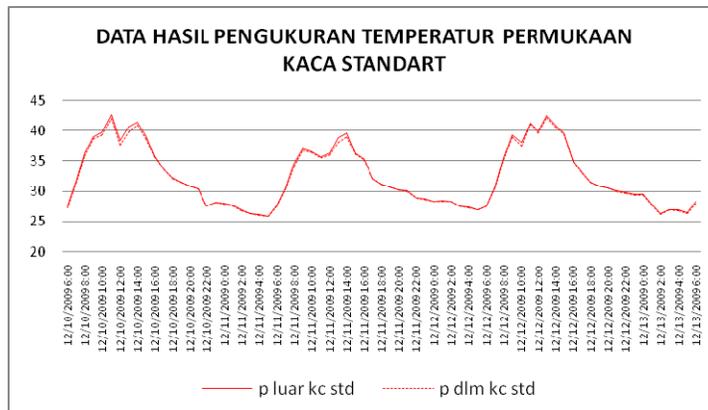
mulai menyerap panas yang besarnya tergantung pada nilai panas spesifik masing-masing elemen. Setelah temperatur partikel sebelah luar meningkat, panas akan diteruskan ke partikel di sebelah dalamnya, demikian seterusnya selama temperatur di luar lebih tinggi daripada temperatur sebelah dalam. Dengan kondisi tersebut maka kenaikan temperatur permukaan dalam pada elemen yang lebih tebal akan menjadi lebih lambat.

Gambar 6 adalah grafik hasil pengukuran temperatur permukaan luar dan temperatur permukaan dalam semua model. Temperatur permukaan minimum, baik permukaan luar maupun permukaan dalam terjadi pada pukul 05.00. Temperatur permukaan akan mulai meningkat dengan cepat sejak pukul 6.00 pagi dan mencapai puncaknya pada pukul 14.00. Kemudian temperatur permukaan akan mulai turun hingga pagi hari berikutnya.



Gambar 6. Grafik hasil pengukuran temperatur permukaan Pada empat model pada bulan Desember

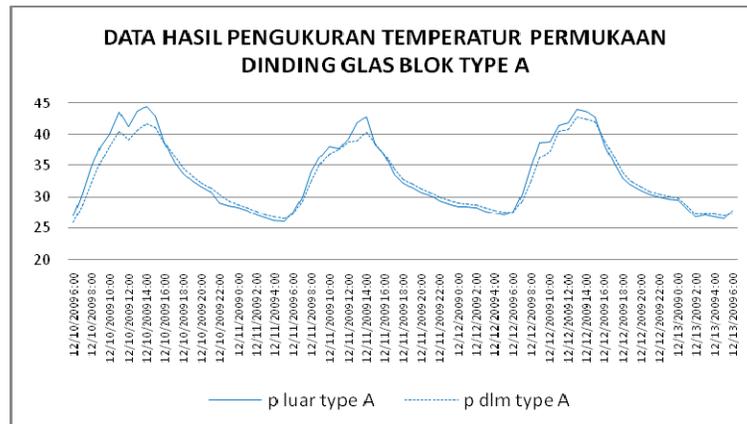
Temperatur permukaan gelas blok hampir selalu lebih tinggi dari kaca standart. Temperatur permukaan luar kaca standart lebih tinggi dari gelas blok, hanya pada saat temperatur udara luar mulai meningkat, yaitu pada jam 06.00-09.00. Setelah itu temperatur permukaan luar gelas blok meningkat lebih cepat, bahkan antar pukul 14.00 – 15.00, temperatur permukaan luar gelas blok lebih tinggi 3-5 K atau 9,5-12 % dibanding kaca standart. Diantara ketiga jenis gelas blok yang diteliti, Gelas blok B memperlihatkan kemampuan peningkatan temperatur permukaan luar yang paling cepat dan temperatur permukaannya selalu paling tinggi. Sementara Gelas blok C pada awalnya memperlihatkan peningkatan temperatur permukaan luar yang sangat lambat, namun setelah berselang 3 jam temperatur permukaan gelas blok C meningkat dengan cepat hingga pada tengah hari temperatur permukaannya menjadi hampir sama dengan gelas blok B. Sedang gelas blok A, memperlihatkan peningkatan temperatur permukaan yang lambat dan temperatur permukaannya selalu paling rendah. Fluktuasi temperatur permukaan luar dan temperatur permukaan dalam pada masing-masing model didapati bahwa terdapat perbedaan perilaku. Pada kaca standart (Gambar 7) temperatur permukaan luar dan dalam pada saat bersamaan hampir sama disepanjang hari. Penerusan panas pada kaca standart tidak mengalami keterlambatan waktu karena ketebalan kaca standart hanya 3 mm. Elemen dengan karakteristik termal seperti kaca standart ini lebih sesuai dipakai untuk ruang dengan temperatur yang sama atau sangat dekat dengan temperatur udara luar.



Gambar 7. Grafik Temperatur Permukaan Luar-Dalam Kaca Standart

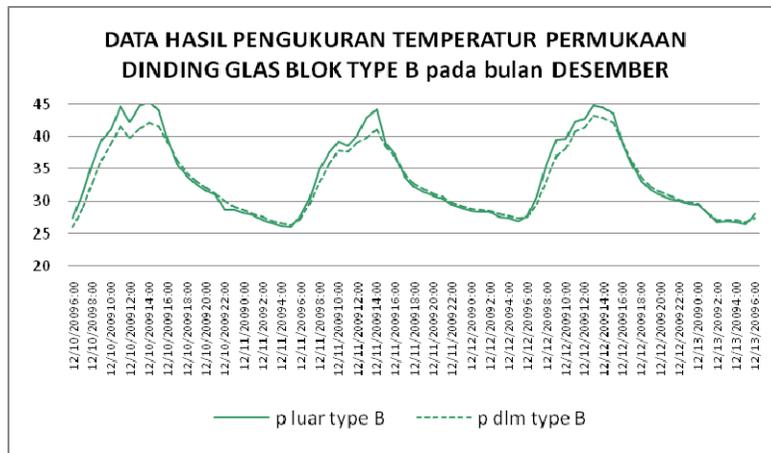
Pada gelas blok terlihat bahwa mulai pukul 06.00 pagi hingga 16.00 temperatur permukaan dalam masih lebih rendah dibanding temperatur permukaan luar yang menerima panas dari matahari baik secara radiasi maupun secara konveksi serta dari udara luar yang bertemperatur tinggi. Setelah pukul 16.00, saat temperatur udara luar

mulai turun, masih ada panas yang tersimpan ditubuh glas blok dan dilepas ke ruang dalam kemudian tersimpan hingga pukul 06.00 pagi berikutnya. Semua glas blok menunjukkan gejala yang sama hanya berbeda besaran. Glas blok A memperlihatkan perbedaan temperatur permukaan luar dan dalam yang cukup signifikan, yaitu 7% dari temperatur permukaan dalam menjelang mencapai titik maksimal (gambar 8). Setelah pukul 16.00 temperatur permukaan luar menjadi sama dengan temperatur permukaan dalam. Meskipun tidak terlalu besar, panas tersimpan pada permukaan dalam mulai dari 2.5 % pada sore hari dan kemudian turun hingga 1.7 % di malam hari dan tetap konstan tersimpan hingga pukul 05.00 esok harinya.



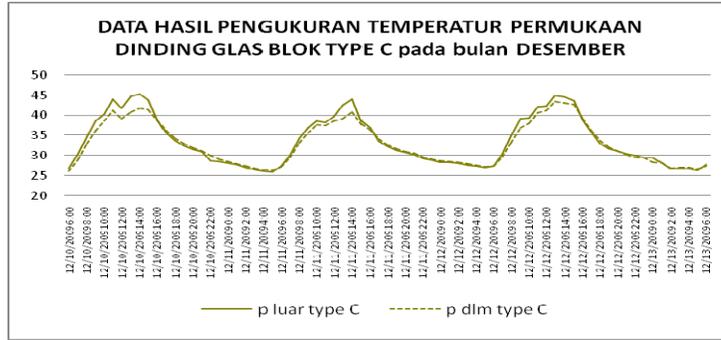
Gambar 8. Grafik Temperatur Permukaan Luar-Dalam Glas Blok A

Pada siang hari, menjelang saat mencapai temperatur maksimal, perbedaan temperatur permukaan luar dan dalam pada glas blok B lebih besar dari glas blok A yaitu 7.8 % (Gambar 9). Namun setelah permukaan luar mendingin, panas yang tersimpan pada permukaan dalam tidak besar hanya 1.5 % pada sore hari dan kemudian turun hingga 1 % di malam hari dan tetap konstan tersimpan hingga pukul 05.00 esok harinya.



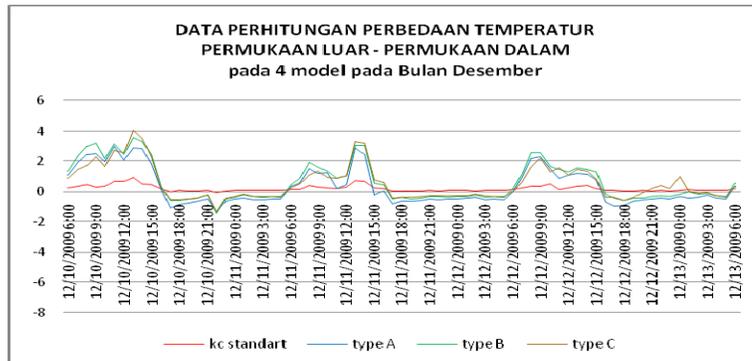
Gambar 9. Grafik Temperatur Permukaan Luar-Dalam Glas Blok Type B

Pada siang hari, perbedaan temperatur permukaan luar dan dalam pada glas blok C lebih besar dari glas blok A maupun B, bisa mencapai 8.4% (gambar 10). Namun setelah permukaan luar mendingin, panas yang tersimpan pada permukaan dalam justru lebih kecil dari glas blok A maupun B, hanya 1.3 % pada sore hari dan kemudian turun hingga 0.9 % di malam hari dan tetap konstan tersimpan hingga pukul 05.00 esok harinya. Karena glas blok relatif tipis, keterlambatan waktu (*time lag*) tidak signifikan. Namun dibanding kaca standart, temperatur permukaan dalam glas blok pada siang hari masih lebih rendah dibanding kaca standart yang selalu sama dengan temperatur luarnya. Dan pada malam harinya, glas blok masih menyimpan panas walau tidak terlalu besar.



Gambar 10. Grafik Temperatur Permukaan Luar-Dalam Glas Blok C

Perbedaan temperatur keempat model secara lebih jelas dapat dilihat pada grafik selisih temperatur permukaan luar dengan temperatur permukaan dalam yang terlihat pada Gambar 11. Nilai positif pada grafik menunjukkan temperatur permukaan luar lebih besar dari permukaan dalam, sebaliknya nilai negatif menunjukkan temperatur permukaan dalam lebih tinggi dari temperatur permukaan luar. Mulai pukul 6.00, temperatur permukaan luar selalu lebih tinggi dan mencapai perbedaan tertinggi pada sekitar pukul 13.00, kemudian turun. Pada pukul 16.00 temperatur luar menjadi sama dengan dalam dan kemudian temperatur permukaan dalam akan menjadi lebih tinggi karena panas yang tersimpan. Pola perbedaan temperatur luar dan dalam pada glas blok type B dan C relatif sama, temperatur permukaan luar dan dalam di siang hari cukup besar namun dimalam hari tidak besar. Sedang glas blok type A memiliki perbedaan yang lebih kecil disiang hari, namun di malam hari lebih besar. Sementara kaca standar hampir-hampir tidak ada perbedaan antara temperatur permukaan luar dan dalam.



Gambar 11. Grafik hasil perhitungan perbedaan temperatur permukaan luar-dalam Pada empat model pada bulan Desember

Kesimpulan dan Saran

Pemakaian glas blok sebagai dinding eksternal dapat menghasilkan temperatur udara dalam ruang di siang hari yang lebih rendah dibanding dengan ruang berdinding kaca standart. Pada ruang dengan ventilasi (*ventilated*) temperatur udara dalam ruang berdinding glas blok lebih rendah 0,5-1 K. Sedang, pada ruang tanpa ventilasi (*unventilated*), pemakaian glas blok mampu menghasilkan temperatur udara dalam ruang lebih rendah 3-4 K. Oleh karena itu, pemakaian glas blok lebih bermanfaat untuk ruang tanpa ventilasi yang digunakan di siang hari. Mengenai pemanfaatan dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Kaca standart tidak menyimpan panas sehingga panas langsung masuk kedalam ruang lebih sesuai untuk tempat yang mempunyai temperatur udara luar yang sudah cukup nyaman.
- Diantara ketiga jenis glas blok, pada glas blok A mempunyai *specific heat* yang paling besar, sehingga temperatur permukaan di siang hari tidak cepat menjadi panas dan pada malam harinya masih menyimpan sedikit panas. Sebaliknya permukaan luar Glas blok B dan C lebih cepat menjadi panas dan mempunyai selisih temperatur dengan permukaan dalam yang lebih besar, namun temperaturnya masih lebih tinggi dibanding dengan glasblok A. Selain itu glas blok B dan C lebih cepat pula menjadi dingin di malam hari. Oleh karena itu untuk keuntungan termal di daerah panas, glas blok A lebih menguntungkan. Pemakaian di siang hari dapat mengurangi panas walau hanya sedikit, sementara di malam harinya masih menyimpan panas walaupun hanya sedikit pula.

Dari nilai-nilai di atas, maka bila dipandang dari segi termal, material glas blok memang kurang bermanfaat untuk dipakai sebagai penghambat panas yang melaluinya, khususnya bagi daerah yang beriklim tropis lembab dengan temperatur udara yang jauh di atas nyaman. Sementara untuk di daerah yang dingin, seperti di pegunungan, glas blok dapat digunakan pada ruang-ruang keluarga atau ruang-ruang tidur atau ruang-ruang yang dipergunakan di malam hari yang dingin untuk menghambat panas cepat keluar

Daftar Pustaka

Evan, Martin (1980), *Housing, Climate and Comfort*.

Givoni, Baruch (1998), *Climate Considerations in Building and Urban Design*. Van Nostrand Reinhold, New York.

Olgay, Victor (1963), *Design With Climate*. Van Nostrand Reinhold, New York.

Watson (1979), *Climatic Design*, New York.