

Pengaruh Penghambatan Kebeningan Kaca Terhadap Kemampuan Transfer Intensitas Cahaya Pada Kaca

Muhammad Sayuthi¹, Ahmad Syuhada², M. Nizar Machmud³

¹⁾Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh

Jl.Cot Tengku Nie Reuleut, Muara Batu Aceh Utara 24355, email:msayuthi@windowslive.com

^{2,3)} Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala

Jl.Tgk.Syech Abdul Rauf No.7, Darussalam Banda Aceh 23111,

email: syuhada_mech@yahoo.com

Abstract

The sun is the primary source of energy on the earth, but its light sometimes cause thermal discomfort for humans. The thermal engineering started one in the automotive sector in particular car is to install the air conditioner to lower the temperature of the cabin and use the tranfer window film to block sun light intensity. Testing the proper use of window film to determine the effect of inhibition of the ability to transfer the glass clarity of light intensity on the glass needs to be done to determine what percentage inhibition that has the intensity and the lower the cabin temperature, so the thermal comfort is achieved faster. From the results of the testing were conditioned using Solar ray Collector © PHYWE Systeme GmbH & CO.KG. Inhibition obtained with 40% glass has an intensity of 39% and a temperature of 63.2⁰ C, the glass has an intensity of 60% inhibition of 21% and a temperature of 61.9⁰ C, the glass has an intensity of 80% inhibition of 8% and a temperature of 63.8⁰ C. So the use of glass with 60% inhibition is best to accelerate the thermal comfort is achieved.

Keywords: Intensity, Inhibition, Temperature

1. Pendahuluan

Matahari adalah benda langit yang sangat besar di tata surya yang menerangi jagat raya termasuk bumi. Matahari terdiri dari gas yang sangat panas dan berpijar yang menghasilkan kobaran api 40 sampai 50 kali dari besar bumi. Energi matahari sangat dibutuhkan oleh seluruh makhluk hidup yang ada di muka bumi dan di dalam air untuk bermacam keperluan kehidupan. Pemakaian dengan jumlah yang tepat untuk setiap makhluk merupakan usaha untuk kelangsungan hidupnya. Tetapi apabila berlebihan penyerapan panas akan sangat berbahaya bagi keberlangsungan hidup makhluk khususnya manusia. Untuk itu kenyamanan *thermal* merupakan hal yang mutlak diperlukan dalam aktivitas kehidupan sehari-hari.

Matahari memindahkan energi panasnya ke jagat raya dengan modul radiasi. Perpindahan panas secara radiasi merupakan transport energi dalam bentuk gelombang elektromagnetik dengan kecepatan cahaya. Transport energi panas berlangsung antar dua permukaan lapisan yang dipisahkan oleh ruang kosong udara (vakum), yaitu permukaan matahari menuju ke permukaan bumi, dengan melewati jutaan kilometer yang akhirnya sebelum masuk ke bumi menembus pula lapisan-lapisan atmosfer bumi [1].

Sebagian intensitas matahari yang menuju bumi sebagian ada yang melewati bangunan atau ruangan yang dibatasi kaca sehingga energi yang masuk ke ruang yang dibatasi kaca terjebak dan tidak bisa keluar lagi dalam bentuk gelombang

elektromagnetik dengan panjang gelombang yang pendek, karena intensitas cahaya yang melewati kaca tersebut telah berubah panjang gelombangnya yang panjang. Energi panas yang masuk ke ruangan kaca tersebut akan meningkatkan temperatur udara di ruangan tersebut. Inilah yang disebut efek rumah kaca di karenakan sifat kaca hanya mampu mentranfer energi panas dalam bentuk radiasi, dengan modul konduksi dan konveksi perpindahan energi panas melalui kaca sangat lah kecil, hal ini karena konduktivitas termal kaca yang kecil [1].

Seperti udara di ruang mobil tertutup kaca, akan panas kalau disinari oleh intensitas panas matahari, karena energi panas yang masuk melewati kaca-kaca mobil secara radiasi ke ruangan dalam mobil. Panas setelah melewati kaca berubah dari panjang gelombang panas radiasi matahari yang panjang gelombang pendek menjadi panjang gelombang panjang sehingga tidak dapat teradiasi lagi keluar. Maka panasnya tersebut tetap terkurung di ruang mobil yang mengakibatkan temperatur ruangan di dalam mobil meningkat melebihi temperatur kenyamanan termal bagi manusia. Untuk mencapai temperatur udara dengan kenyamanan termal menurut SNI 22⁰C sampai 27⁰C maka perlu pengkondisikan temperatur udara dengan menggunakan AC. Tetapi jika energi intensitas matahari terlalu banyak yang masuk ke ruangan dalam mobil melalui dinding mobil yang terdiri dari kaca akan menyebabkan daya AC mobil terlampau besar. Hal ini akan menyebabkan penggunaan energi bahan bakar terlalu boros.

Untuk memperkecil daya AC mobil hanya dapat dilakukan dengan memperkecil masuknya energi intensitas radiasi matahari melalui kaca ke ruangan dalam mobil. Hal ini bisa dilakukan dengan cara menghambat tingkat kebeningan kaca dinding mobil. Ini sebagai latarbelakang penelitian ini dilakukan untuk mengetahui tingkat keterhambatan masuknya intensitas panas radiasi melalui kaca yang divariasikan kebeningan kaca.

Matahari berbentuk bola yang berpijar dengan senyawa penyusun utama berupa gas hidrogen (74%) dan helium (25%) terionisasi. Senyawa penyusun lainnya terdiri dari besi, Nikel, Silikon, Sulfur, Magnesium, Karbon, Neon, Kalsium, dan Kromium. Cahaya Matahari adalah campuran gelombang elektromagnetik yang terdiri dari gelombang inframerah, cahaya tampak, sinar ultraviolet. berasal dari hasil reaksi fusi hidrogen menjadi helium dengan suhu permukaan sekitar 6.000 K dan mengemisikan rata rata sebesar 6,2 kW/cm² kalori per menit. Semua gelombang elektromagnetik ini bergerak dengan kecepatan sekitar $3,0 \times 10^8$ m/s. Oleh karena itu radiasi atau cahaya memerlukan waktu 8 menit untuk sampai ke Bumi [2],[3].

Kaca adalah salah satu material produk industri kimia yang berbentuk Padatan amorf (short range order), berwujud padat tapi susunan atom-atomnya seperti pada zat cair, tidak memiliki titik lebur yang pasti (ada range tertentu), mempunyai viskositas cukup tinggi, transparan, tahan terhadap serangan kimia, kecuali hidrogen fluorida. Karena itulah kaca banyak dipakai untuk peralatan laboratorium, efektif sebagai isolator, mampu menahan vakum tetapi rapuh terhadap benturan [4].

Kaca film terbuat dari bahan *polyester* terdiri atas beberapa lapisan. Lapisan pertama lem, kemudian lapisan anti-ultraviolet, lapisan anti-inframerah, lapisan logam (bisa perak, tembaga, titanium, aluminium, *stainless steel*, sampai emas), dan terakhir lapisan anti-gores. Tebal kaca film sekitar 50 - 200 mikron [5],[6].

Kaca film digunakan untuk meminimalkan pengaruh energi dari matahari dalam bentuk cahaya yang nyata/visible light (sinar yang menyilaukan), radiasi sinar infra merah/infrared radiation (panas) dan radiasi ultraviolet (memudarnya warna dan ancaman kesehatan).

Teknologi kaca film dapat dibagi menjadi 3 bahan dasar dan proses pembuatannya. Metal sputtering (penembakan ion metal, umumnya kaca film metal sputtering memiliki tampilan reflective), multilayer Polyester dan Nano Ceramic.

Kaca film memiliki beberapa manfaat diantaranya dari segi estetika yaitu membatasi penglihatan dari luar kabin mobil, sehingga privacy dapat terjaga. Menolak panas matahari tanpa perlu berblindung di balik tirai konvensional. Menyejukkan pandangan mata ke luar kabin mobil terutama pada

siang hari, tetapi tidak merepotkan di malam hari. Membuat tampilan lebih ekspresif, manfaat kaca film dari segi keamanan yaitu menolak sinar UV dari sinar matahari yang merugikan kesehatan kulit. Menambah kekuatan kaca secara signifikan. Menahan pecahan kaca bila pecah sehingga tidak melukai orang dalam kabin mobil. Menghambat pelaku kejahatan yang akan masuk kabin mobil. Manfaat kaca film dari segi futuristik yaitu kaca film merupakan hasil olahan teknologi yang kian hari semakin membaik kemampuannya menolak panas dengan performa yang semakin tahan lama. Dengan kaca film panas dari sinar matahari dapat ditolak agar tidak masuk ruangan, sehingga membuat nyaman berada di dalamnya tanpa terganggunya pandangan ke arah luar.

Karena untuk memperkecil daya AC mobil yang diakibatkan oleh banyaknya masuk intensitas panas radiasi matahari hanya dapat dilakukan dengan memperkecil masuknya energi intensitas radiasi matahari melalui kaca ke ruangan dalam mobil. Hal ini bisa dilakukan dengan cara menghambat tingkat kebeningan kaca dinding mobil. Hal ini dilakukan untuk mengetahui tingkat keterhambatan masuknya intensitas panas radiasi melalui kaca yang divariasikan kebeningan kaca.

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui sejauh mana pengaruh penghambatan kebeningan kaca dalam menghambat masuknya intensitas panas radiasi melalui kaca yang dihambat kebeningannya ke ruangan pengkondisian.

Dengan paham nya tingkat penghambatan kebeningan kaca dalam mengatasi besar laju masuknya energi panas radiasi ke ruangan yang dibatasi oleh dinding kaca. Maka dapat dihindari panas masuk keruangan yang berlebihan.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Rekayasa Termal Universitas Syiah Kuala. Pengambilan data awal pada keadaan kolektor surya plat datar belum dimodifikasi pada tanggal 3 Oktober pukul 08.00 - 16.48 WIB. Pengambilan data akhir pada saat keadaan kolektor surya plat datar yang telah dimodifikasi.

Pada penelitian ini yang dilakukan adalah mengukur tingkat kemampuan dinding kaca dalam mentransfer intensitas cahaya melewati dinding kaca. Kebeningan yang diuji adalah:

1. Kebeningan 100 %
2. Kaca dengan hambatan 40%
3. Kaca dengan hambatan 60%
4. Kaca dengan hambatan 80%

Alat yang digunakan adalah Solar ray Collector ©PHYWE SYSTEME GMBH& Co.KG, dengan rincian [7]:

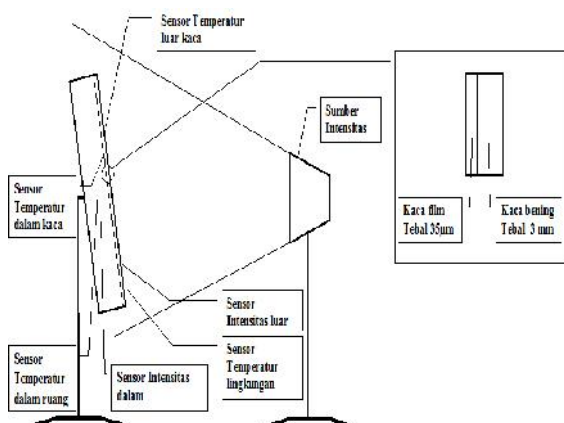


Gambar 1. Rangkaian alat - alat penelitian

Rincian alat – alat yang digunakan adalah:

1. Solar ray collector (06753.00 1)
2. Heat exchanger (06755.00 1)
3. Solar coll.stand, teaching aid (06757.00 1)
4. Halogen lamp 1000 W (08125.93 1)
5. Tripod base -PASS- (02002.55 2)
6. Support rod -PASS-, square, 1 250 mm (02025.55 2)
7. Universal clamp (37715.00 1)
8. Measuring tape, 1 = 2 m (09936.00 1)
9. Stopwatch, digital, 1/100 sec. (03071.01 1)
10. Kaca film ``Solar Optic<sup>TM</sup> USA`` (tebal 35 μ m)
11. Lux meter
12. Termokopel
13. Micrometer

Secara garis besar pelaksanaan penelitian ini akan dilaksanakan berurutan dan sistematis. Pelaksanaan penelitian dimulai dari penelusuran literatur dan penyusunan proposal penelitian, pemeriksaan ketersediaan peralatan. Semua hasil pengujian akan diolah dan didapat kesimpulan yang berupa jawaban dari tujuan penelitian.



Gambar 2. Set-up rangkaian alat - alat penelitian

Variasi intensitas dimulai 400 W/m², 500 W/m², 600 W/m², 700 W/m², 800 W/m², 900 W/m² dan 1000 W/m², masing – masing 30 menit dan pengambilan data setiap 10 menit.

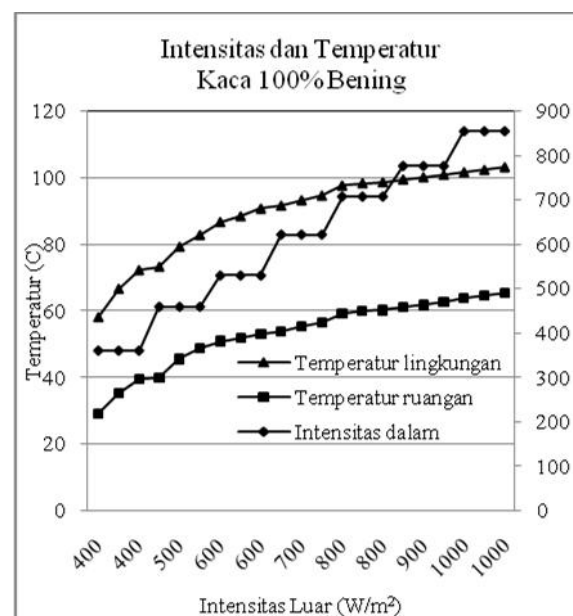
3. Hasil dan Pembahasan

Pada penelitian ini pengambilan data dilakukan adalah mengukur tingkat kemampuan dinding kaca dalam mentransfer intensitas cahaya melewati dinding kaca, yang meliputi intensitas cahaya di dalam ruangan (setelah melewati kaca) yang dikondisikan dan intensitas cahaya diluar ruangan (yang menuju kaca) yang dikondisikan. Klasifikasi kaca dengan kebeningan yang diuji adalah:

1. Kebeningan 100 %
2. Kaca dengan hambatan 40%
3. Kaca dengan hambatan 60%
4. Kaca dengan hambatan 80%

Dengan hasil seperti terdapat pada gambar 4 untuk kaca dengan kebeningan 100 %, gambar 5 kaca dengan hambatan 40%, gambar 6 untuk kaca dengan hambatan 60% dan gambar 7 untuk kaca dengan hambatan 80%.

Parameter yang diukur adalah waktu pengukuran, intensitas luar, intensitas dalam, temperatur kaca luar, temperatur kaca dalam, temperatur ruangan, dan temperatur lingkungan.



Gambar 3. Distribusi temperatur pada kolektor dengan hambatan 0 %

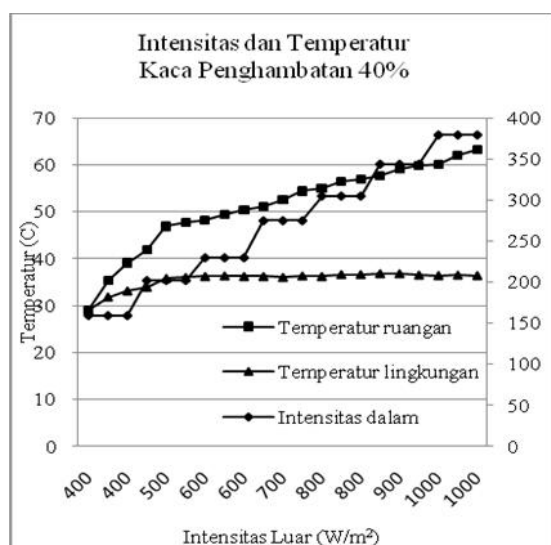
Berdasarkan data hasil penelitian dengan menggunakan kaca dengan hambatan 0 % dengan hubungan antara temperatur terhadap waktu seperti pada Gambar 3 terlihat bahwa dari waktu 0 sampai 30 menit temperatur kaca dalam mengalami peningkatan dari 30°C naik menjadi 38.4°C dan terus mengalami peningkatan hingga menit ke 200

mencapai 55.1°C. Sedangkan temperatur kaca luar setelah 30 menit naik dari 30°C menjadi 48.5°C dan setelah 200 menit temperaturnya mencapai 59.5°C. Intensitas luar setelah 30 menit dari 400 menjadi 500, dan intensitas dalam sedikit lebih rendah daripada intensitas luar yaitu dari 359.45 menjadi 458.2 setelah 30 menit mendapatkan penyinaran. Dan semakin lama penyinaran, temperatur udara ruangan menjadi semakin naik, dari 29.2°C menjadi 65.2°C setelah 200 menit penyinaran dan temperatur rata - rata yaitu 5,51% meningkat.

Perbandingan persentase kenaikan temperatur dalam ruang terhadap temperatur lingkungan, menunjukkan kenaikan temperatur ruang paling tinggi yaitu 147,09%,

Berdasarkan data hasil penelitian dengan menggunakan kaca dengan hambatan 40 % dengan hubungan antara temperatur terhadap waktu seperti pada gambar 4 terlihat bahwa dari waktu 0 sampai 30 menit temperatur kaca dalam mengalami peningkatan dari 28.9°C naik menjadi 38.5°C dan terus mengalami peningkatan hingga menit ke 200 mencapai 54.6°C. Sedangkan temperatur kaca luar setelah 30 menit naik dari 28.9°C menjadi 38.9°C dan setelah 200 menit temperaturnya mencapai 56.7°C. Intensitas luar naik dari 400 menjadi 500, dan intensitas dalam dari 159,58 menjadi 202.24 setelah 30 menit mendapatkan penyinaran. Temperatur udara ruangan dari 29.1°C menjadi 41.9°C setelah 30 menit dan naik menjadi 63.2°C setelah 200 menit penyinaran, menunjukkan angka kenaikan temperatur yang lebih rendah dibandingkan dengan kaca tanpa hambatan. Perbedaan temperatur rata - rata yang paling rendah yaitu 2,67% meningkat.

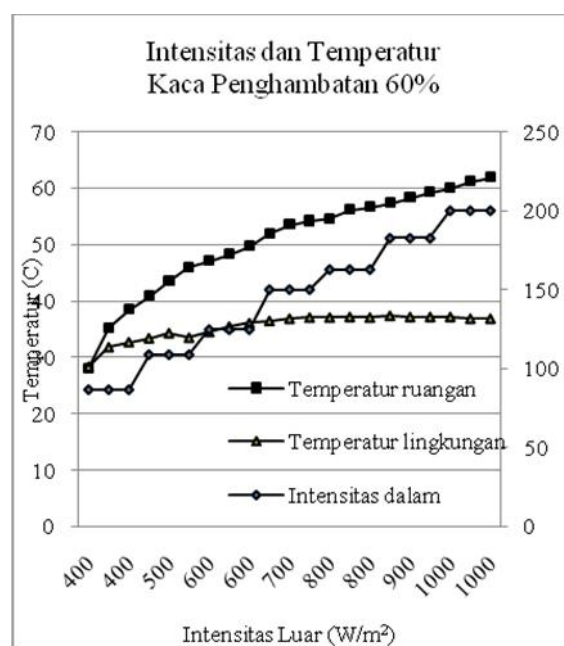
Perbandingan persentase kenaikan temperatur dalam ruang terhadap temperatur lingkungan, menunjukkan kenaikan temperatur ruang yaitu 144,38%,



Gambar 4. Distribusi temperatur pada kolektor dengan hambatan 40 %

Berdasarkan data hasil penelitian dengan menggunakan kaca dengan hambatan 60 % dengan hubungan antara temperatur terhadap waktu seperti pada Gambar 5 terlihat bahwa dari waktu 0 sampai 30 menit temperatur kaca dalam mengalami peningkatan dari 28.1°C naik menjadi 37.1°C dan setelah penyinaran 200 menit menjadi 54.1°C. Sedangkan temperatur kaca luar setelah 30 menit naik dari 28.1°C menjadi 39.1°C dan setelah 200 menit temperaturnya mencapai 58.4°C. Intensitas luar naik dari 400 menjadi 500 setelah 30 menit mendapatkan penyinaran, dan menjadi 1000 setelah 200 menit. Intensitas dalam dari 86,9 menjadi 109.2 setelah 30 menit dan menjadi 199.87 setelah 200 menit. Temperatur udara ruangan dari 28.1°C menjadi 40.9°C setelah 30 menit dan naik menjadi 61.9°C setelah 200 menit penyinaran. mempunyai perbedaan temperatur rata - rata yaitu 6,09% meningkat.

Perbandingan persentase kenaikan temperatur dalam ruang terhadap temperatur lingkungan, menunjukkan kenaikan temperatur ruang paling rendah yaitu 142,72%,

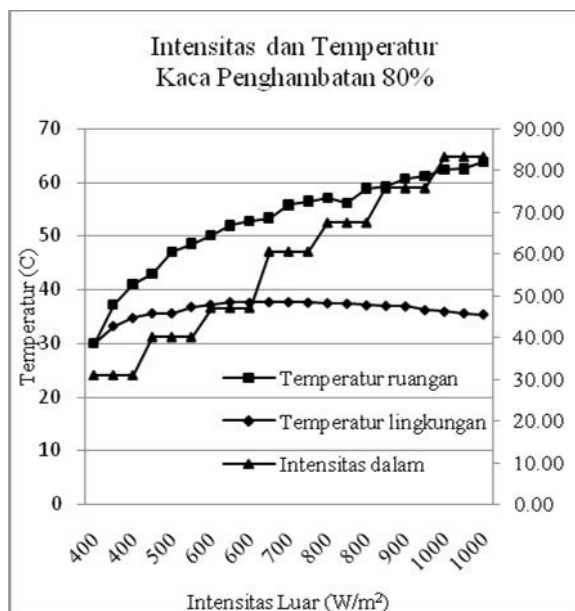


Gambar 5. Distribusi temperatur pada kolektor dengan hambatan 60 %

Berdasarkan data hasil penelitian dengan menggunakan kaca dengan hambatan 80 % dengan hubungan antara temperatur terhadap waktu seperti pada Gambar 6 terlihat bahwa dari waktu 0 sampai 30 menit temperatur kaca dalam mengalami peningkatan dari 30°C menjadi 39°C dan setelah penyinaran 200 menit menjadi 53°C. Sedangkan temperatur kaca luar setelah 30 menit naik dari 30°C menjadi 42.3°C dan setelah 200 menit temperaturnya mencapai 61.6°C. Intensitas luar naik dari 400 menjadi 500 setelah 30 menit mendapatkan penyinaran, dan menjadi 1000 setelah 200 menit.

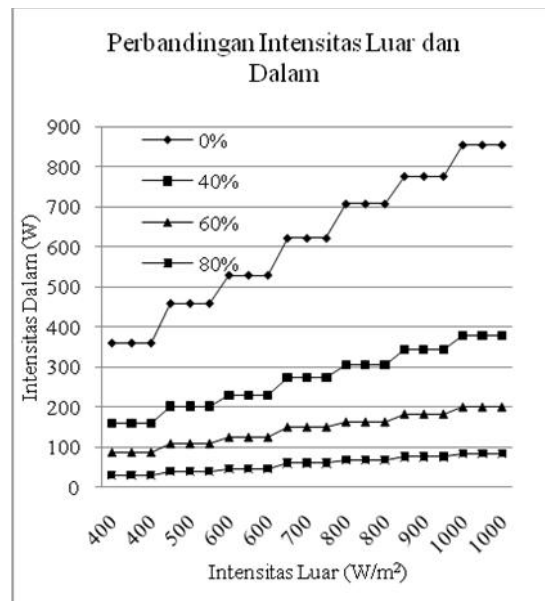
Intensitas dalam dari 30,889 menjadi 40,053 setelah 30 menit penyinaran dan menjadi 83,345 setelah 200 menit. Temperatur udara ruangan dari 30.1°C menjadi 43°C setelah 30 menit dan naik menjadi 63.8°C setelah 200 menit penyinaran. Kaca dengan hambatan 80% ini mempunyai intensitas dalam yang paling rendah tetapi temperatur udara ruangan yang lebih tinggi dibandingkan kaca dengan hambatan 40% ataupun 60%. Perbedaan temperatur rata - rata yang sangat besar yaitu 12,14% meningkat.

Perbandingan persentase kenaikan temperatur dalam ruang terhadap temperatur lingkungan, menunjukkan kenaikan temperatur ruang lebih tinggi dari kaca dengan hambatan 40% dan 60% yaitu 145,96%.

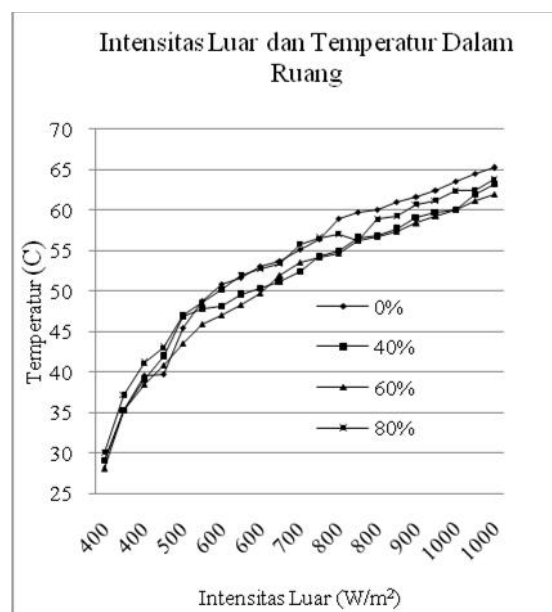


Gambar 6. Distribusi temperatur pada kolektor dengan hambatan 80 %

Dari penelitian di atas didapatkan gambaran jelas bagaimana perubahan intensitas yang terjadi pada kaca tanpa hambatan dengan kaca dengan hambatan, berbeda-beda antara satu dengan yang lain. Setelah penyinaran selama 200 menit, intensitas luar tetap sama pada ke empat sampel kaca, yang tanpa hambatan maupun kaca dengan hambatan. Intensitas dalam menunjukkan bahwa tiap kaca dengan hambatan yang berbeda memiliki intensitas dalam yang berbeda-beda juga, kaca dengan kebeningan 100% mempunyai penghambatan intensitas sedikit dengan intensitas yang diteruskan rata - rata yaitu 88%, kaca dengan hambatan 40% mempunyai intensitas yang diteruskan rata - rata yaitu 39%, kaca dengan hambatan 60% mempunyai intensitas yang diteruskan rata - rata yaitu 21%, sedangkan kaca dengan hambatan 80% mempunyai intensitas yang diteruskan rata - rata yaitu 8%.



Gambar 7. Perbandingan intensitas ruangan masing-masing kaca



Gambar 8. Perbandingan temperatur udara ruangan masing-masing kaca

Berikut adalah perbandingan intensitas dan temperatur ruang masing-masing kaca, dari gambar 8 menunjukkan temperatur udara ruangan masing-masing kaca berbeda-beda, kaca dengan hambatan 0% mempunyai temperatur udara ruangan paling tinggi yaitu 65.2°C, kaca dengan hambatan 40% memiliki temperatur udara ruangan yang lebih rendah daripada kaca tanpa hambatan yaitu 63.2°C, kaca dengan hambatan 60% mempunyai temperatur udara ruangan yang paling rendah yaitu 61.9°C, sedangkan kaca dengan hambatan 80% memiliki temperatur yang lebih tinggi daripada kaca dengan hambatan 60% maupun 40%, disebabkan karena pada kaca dengan hambatan 80% lebih besar terjadi perpindahan panas secara konduksi yang

menyebabkan temperatur udara di kaca banyak di serap hingga menyebabkan temperatur udara ruangan menjadi lebih tinggi dibandingkan kaca dengan hambatan 40% dan 60% yang panas nya lebih banyak dipantulkan

4. Kesimpulan

Pengaruh penghambatan kebeningan kaca dalam menghambat masuknya intensitas panas radiasi melalui kaca adalah sangat besar.

Kaca dengan hambatan 40% mempunyai intensitas yang diteruskan rata - rata yaitu 39%, kaca dengan hambatan 60% mempunyai intensitas yang diteruskan rata - rata yaitu 21%, sedangkan kaca dengan hambatan 80% mempunyai intensitas yang diteruskan rata - rata yaitu 8%. Kaca dengan kebeningan 100% juga terjadi penghambatan intensitas namun sedikit dengan intensitas yang diteruskan rata - rata yaitu 88%.

Efek yang timbul dari intensitas radiasi yang masuk tidak linier terhadap temperatur ruangan, dimana kaca dengan hambatan 0% sebesar 65.2°C, kaca dengan hambatan 40% sebesar 63.2°C, kaca dengan hambatan 60% sebesar 61.9°C, sedangkan kaca dengan hambatan 80% memiliki temperatur yang lebih tinggi daripada kaca dengan hambatan 60% maupun 40% yaitu 63.8°C, disebabkan karena pada kaca dengan hambatan 80% lebih besar terjadi perpindahan panas secara konduksi yang menyebabkan temperatur udara di kaca banyak di serap hingga menyebabkan temperatur udara ruangan menjadi lebih tinggi dibandingkan kaca dengan hambatan 40% dan 60% yang panas nya lebih banyak dipantulkan.

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan maka pemilihan tingkat penghambatan kaca yang terbaik adalah 60% untuk memperkecil beban kerja alat pengkondisian udara mobil sehingga kenyamanan termal lebih cepat tercapai.

Daftar Pustaka

- [1] Duffie, J.A. dan Beckman, W.A. , 1991, *Solar Engineering of Thermal Processes*, John Wiley and Sons Inc, Wisconsin.
- [2] Musunuri, R.K. Sanchez, D. Rodrigues, R, 2007, *Solar Thermal Energy*, University of Gavle, Germany.
- [3] Muharto, dkk, *Efektifitas Penyerapan Panas Sinar Matahari Oleh Air yang Mengalir Dalam Pipa*, ITS, Sukolilo, Surabaya.
- [4] Sudirham, S, *Mengenal Sifat Material*, www.buku-e.lipi.go.id
- [5] Athienitis, A, *Design of Advanced Solar Homes Aimed At Net-Zero Annual Energy Consumption in Canada*, Jurnal Solar Sel.
- [3] Brilianz, Ltd, 2006, *Innovation in the Application of Light*, England.
- [7] Anonim, *Manual Book of Solar ray Collector* ©PHYWE SYSTEME GMBH & Co.KG. Gottingen, Germany.