

## Pengaruh Penghambatan Kebeningan Kaca Terhadap Kondisi Intensitas Cahaya dan Panas Radiasi Dalam Ruang Kaca

Muhammad Sayuthi, Alchalil

Jurusan Teknik Mesin, Universitas Malikussaleh

Corresponding Author: [msayuthi@windowslive.com](mailto:msayuthi@windowslive.com)

**Abstrak** – Matahari adalah sumber energi yang utama di bumi, namun paparannya kadangkala menimbulkan ketidak nyamanan termal bagi manusia. Rekayasa termalpun dilakukan salah satunya di sektor otomotif khususnya mobil yaitu dengan memasang alat pengkondisian udara untuk menurunkan temperatur kabin dan menggunakan kaca film untuk menghambat tranfer intensitas cahaya matahari. Pengujian penggunaan kaca film yang tepat untuk mengetahui Pengaruh Penghambatan Kebeningan Kaca Terhadap Kondisi Intensitas Cahaya Dan Panas Radiasi Dalam Ruang Kaca, tranfer intensitas cahaya pada kaca perlu dilakukan untuk mengetahui penghambatan berapa persenkah yang memiliki intensitas dan temperatur kabin paling rendah, sehingga kenyamanan termal lebih cepat tercapai. Dari hasil pengujian yang dikondisikan menggunakan Solar ray Collector Hasil Rancangan. didapat kaca 40% intensitas 65% temperatur 173,66%, kaca 60% intensitas 59% temperatur 168,79%, kaca 80% intensitas 56% temperatur 179,78%. Maka penggunaan kaca 60% adalah terbaik untuk mempercepat kenyamanan termal tercapai. Copyright © 2015 Department of Mechanical Engineering. All rights reserved.

**Keywords:** Intensitas, Penghambatan, Temperatur

### 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 [3].

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 [3].

Seperti udara di ruang mobil tertutup kaca, akan panas kalau disinari oleh intensitas panasmatahari, 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 22°C sampai 27°C 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 latar belakang 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/cm<sup>2</sup> kalori per menit. Semua gelombang elektromagnetik ini bergerak dengan kecepatan sekitar 3,0 x 10<sup>8</sup> m/s. Oleh karena itu radiasi atau cahaya memerlukan waktu 8 menit untuk sampai ke Bumi [4],[5].

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 [6].

Kaca film terbuat dari bahan *polyester* terdiri atas beberapa lapisan. Lapisan pertama lem, kemudian lapisan anti-ultraviolet, lapisan anti-infra merah, lapisan logam (bisa perak, tembaga, titanium, aluminium, *stainless steel*, sampai emas), dan terakhir lapisan anti-gores. Tebal kaca film sekitar 50 - 200 mikron [1],[2].

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 berlindung 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 dihambat panas masuk keruangan yang berlebihan.

## 2 Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Malikussaleh. Pengambilan data awal pada keadaan kolektor surya plat datar belum dimodifikasi pada tanggal 21 September pukul 08.00 - 16.48 WIB.

Pengambilan data akhir pada saat keadan kolektor surya plat datar yang telah dimodifikasi.

Pada penelitian ini yang dilakukan adalah mengukur tingkat kemampuan dinding kaca dalam mentrasfer 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%

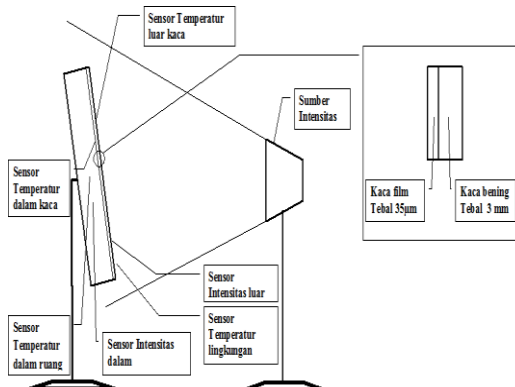
Alat yang digunakan adalah hasil rancangan, dengan rincian [1]:



Gambar 1. Rangkaian alat - alat penelitian

Rincian alat – alat yang digunakan adalah:

- ✓ Solar ray collector
- ✓ Halogen lamp 1000 W
- ✓ H-pod base
- ✓ Universal clamp
- ✓ Measuring tape,  $l = 2$  m
- ✓ Stopwatch, digital,  $1/100$  sec.
- ✓ Kaca polos (tebal 3mm)
- ✓ Kaca film ``Solar Optic<sup>(TM)</sup> USA`` (tebal  $35 \mu\text{m}$ )
- ✓ Lux meter
- ✓ Termokopel
- ✓ Micrometer



Gambar 2. Set-up rangkaian alat - alat penelitian

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.

Variasi intensitas dimulai  $400 \text{ W/m}^2$ ,  $500 \text{ W/m}^2$ ,  $600 \text{ W/m}^2$ ,  $700 \text{ W/m}^2$ ,  $800 \text{ W/m}^2$ ,  $900 \text{ W/m}^2$  dan  $1000 \text{ W/m}^2$ , masing – masing 15 menit dan pengambilan data setiap 5 menit.

### 3 Hasil dan Pembahasan

Pada penelitian ini pengambilan data dilakukan adalah mengukur tingkat kemampuan dinding kaca dalam mentrasfer 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 luar, temperatur dalam.

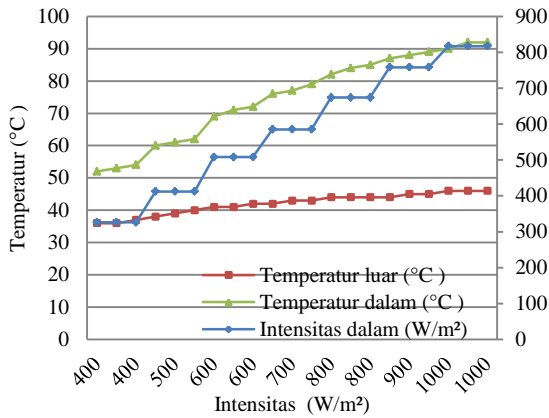
Berdasarkan data hasil penelitian dengan menggunakan kaca dengan hambatan 0 % dengan hubungan antara temperatur terhadap waktu seperti pada Gambar 3 terlihat bahwa dari waktu 0 sampai 15 menit temperatur dalam mengalami peningkatan dari  $36^\circ\text{C}$  naik menjadi  $54^\circ\text{C}$  dan terus mengalami peningkatan mencapai  $92^\circ\text{C}$  hingga menit ke 100 dan temperatur rata - rata yaitu  $8,07\%$  meningkat setiap 15 menit. Sedangkan temperatur luar setelah 15 menit naik dari  $36^\circ\text{C}$  menjadi  $37^\circ\text{C}$  dan setelah 100 menit temperaturnya mencapai  $46^\circ\text{C}$ .

Intensitas luar setelah 15 menit dari 400 menjadi 500, dan intensitas dalam sedikit lebih rendah daripada intensitas luar yaitu dari 326 menjadi 412 setelah 15 menit mendapatkan penyinaran.

Perbandingan persentase kenaikan temperatur dalam ruang terhadap temperatur lingkungan, menunjukkan kenaikan temperatur ruang paling tinggi yaitu  $178,57\%$ ,

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 15

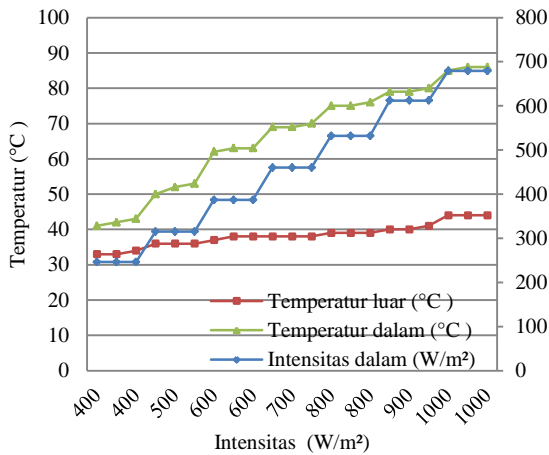
menit temperatur dalam mengalami peningkatan dari 33°C naik menjadi 43°C dan terus mengalami peningkatan mencapai 86°C hingga menit ke 100 dan temperatur rata - rata yaitu 6,81% meningkat setiap 15 menit, menunjukkan angka kenaikan temperatur yang lebih rendah dibandingkan dengan kaca tanpa hambatan. Sedangkan temperatur luar setelah 15 menit naik dari 33°C menjadi 34°C dan setelah 100 menit temperaturnya mencapai 44°C.



Gambar 3. distribusi temperatur pada kolektor dengan hambatan 0 %

Intensitas luar setelah 15 menit dari 400 menjadi 500, dan intensitas dalam sedikit lebih rendah daripada intensitas luar yaitu dari 246 menjadi 315 setelah 15 menit mendapatkan penyinaran.

Perbandingan persentase kenaikan temperatur dalam ruang terhadap temperatur lingkungan, menunjukkan kenaikan temperatur ruang yaitu 173,66%,



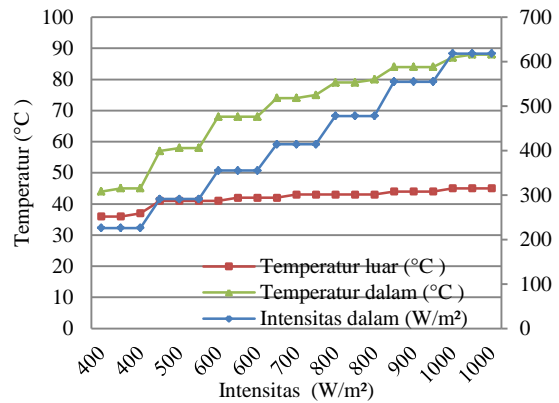
Gambar 4. distribusi temperatur pada kolektor dengan hambatan 40 %

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 15 menit temperatur dalam mengalami peningkatan dari 36°C naik menjadi 45°C dan terus mengalami peningkatan mencapai 88°C hingga menit ke 100 dan temperatur rata - rata yaitu 7,14% meningkat setiap 15

menit. Sedangkan temperatur luar setelah 15 menit naik dari 36°C menjadi 37°C dan setelah 100 menit temperaturnya mencapai 45°C.

Intensitas luar setelah 15 menit dari 400 menjadi 500, dan intensitas dalam lebih rendah daripada intensitas luar yaitu dari 226 menjadi 291 setelah 15 menit mendapatkan penyinaran dan 618 pada intensitas luar 1000.

Perbandingan persentase kenaikan temperatur dalam ruang terhadap temperatur lingkungan, menunjukkan kenaikan temperatur ruang paling rendah yaitu 168,79%,



Gambar 5. distribusi temperatur pada kolektor dengan hambatan 60 %

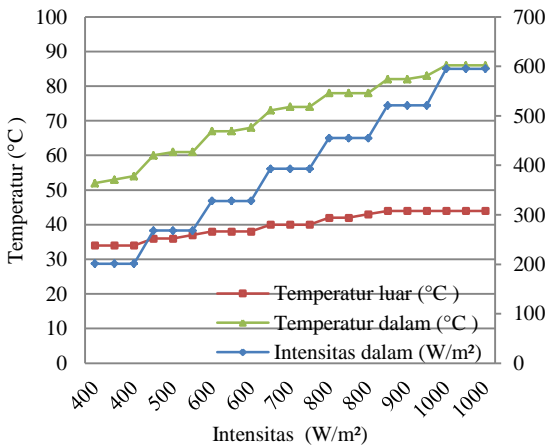
Berdasarkan data hasil penelitian dengan menggunakan kaca dengan hambatan 80 % dengan hubungan antara temperatur terhadap waktu seperti pada Gambar 6 terlihat bahwa dari waktu 0 sampai 15 menit temperatur dalam mengalami peningkatan dari 34°C naik menjadi 54°C dan terus mengalami peningkatan mencapai 86°C hingga menit ke 100. Sedangkan temperatur luar setelah 15 menit naik dari 34°C menjadi 36°C dan setelah 100 menit temperaturnya mencapai 44°C.

Intensitas luar setelah 15 menit dari 400 menjadi 500, dan intensitas dalam jauh lebih rendah daripada intensitas luar yaitu dari 201 menjadi 268 setelah 15 menit mendapatkan 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 8,64% meningkat.

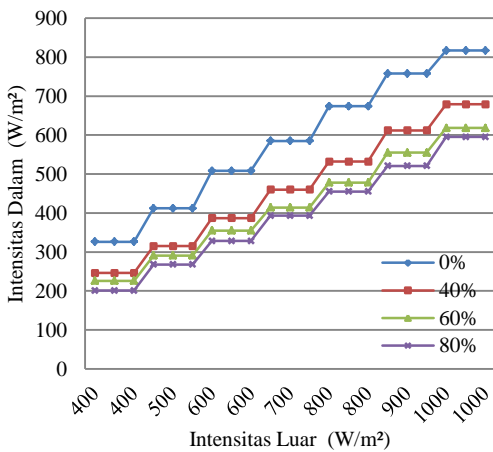
Perbandingan persentase kenaikan temperatur dalam ruang terhadap temperatur lingkungan, menunjukkan kenaikan temperatur ruang lebih tinggi dari kaca dengan hambatan 40% dan 60% yaitu 179,78%.

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 100 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 83,27%, kaca dengan hambatan 40% mempunyai intensitas yang diteruskan rata - rata yaitu 65,94%, kaca dengan hambatan 60% mempunyai intensitas yang diteruskan rata - rata yaitu 59,94%, sedangkan kaca dengan hambatan 80% mempunyai intensitas yang diteruskan rata - rata yaitu 56,35%.



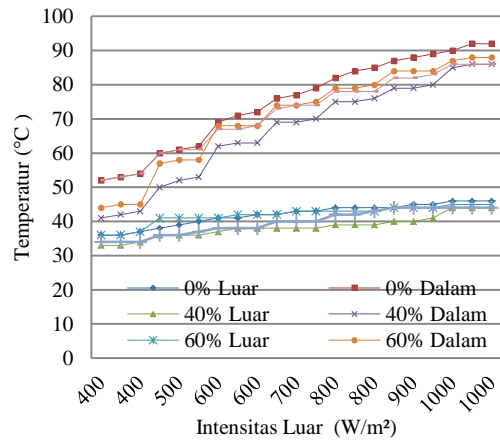
Gambar 6. distribusi temperatur pada kolektor dengan hambatan 80 %



Gambar 7. Perbandingan intensitas ruangan masing-masing kaca

Berikut adalah perbandingan intensitas luar dan temperatur luar dan dalam ruang masing-masing kaca, dari gambar 8 menunjukkan temperatur udara ruangan luar dan dalam masing-masing kaca berbeda-beda, kaca dengan hambatan 0% mempunyai peningkatan temperatur udara ruangan paling tinggi yaitu 178,57%, laju peningkatan temperatur kaca dengan hambatan 40% memiliki temperatur udara ruangan yang lebih rendah daripada kaca tanpa hambatan yaitu 173,66%, kaca dengan hambatan 60% mempunyai peningkatan temperatur udara ruangan yang lebih rendah dari

hambatan 40% yaitu 168,79%, sedangkan kaca dengan hambatan 80% memiliki peningkatan temperatur yang lebih tinggi daripada kaca dengan hambatan 60% , 40% dan tanpa hambatan yaitu 179,78%, 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 peningkatan temperatur udara ruangan menjadi lebih tinggi dibandingkan kaca dengan hambatan 40%, 60% dan tanpa hambatan yang panas nya lebih banyak dipantulkan.



Gambar 8. Perbandingan temperatur udara luar dan dalam masing-masing kaca

#### 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 65,30%, kaca dengan hambatan 60% mempunyai intensitas yang diteruskan rata - rata yaitu 59,46%, sedangkan kaca dengan hambatan 80% mempunyai intensitas yang diteruskan rata - rata yaitu 55,56%. Kaca dengan kebeningan 100% juga terjadi penghambatan intensitas namun sedikit dengan intensitas yang diteruskan rata - rata yaitu 83,19%.

Efek yang timbul dari intensitas radiasi yang masuk tidak linier terhadap temperatur ruangan, dimana kaca dengan hambatan 0% sebesar 178,57%, kaca dengan hambatan 40% sebesar 173,66%, kaca dengan hambatan 60% sebesar 168,79%, sedangkan kaca dengan hambatan 80% memiliki temperatur yang lebih tinggi daripada kaca dengan hambatan 60% maupun 40% yaitu 179,78%, 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.

### Referensi

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