

M8-022 Analisis Performasi Kolektor Surya Pelat Datar Pemanas Air dengan Variasi Ketebalan Kaca Penutup

Ketut Astawa

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Udayana
Phone/Fax:(0361)703321. Email:ketut.astawa@me.unud.ac.id

ABSTRAK

Banyak cara dalam pemanfaatan energi surya , salah satunya adalah pengembangan alat pemanas air tenaga surya atau yang sering disebut kolektor surya..Alat pemanas air tenaga surya adalah suatu alat yang dipergunakan untuk memanaskan air dengan memanfaatkan energi panas dari sinar radiasi matahari. Secara umum sistem alat pemanas air tenaga surya terdiri dari tangki penampung air dan kolektor yang berfungsi mengumpulkan radiasi matahari untuk kemudian diubah menjadi energi panas. Energi panas ini dimanfaatkan secara langsung untuk memanaskan air ataupun disimpan pada unit penyimpan panas. Prinsip kerja dari alat pemanas air tenaga surya adalah radiasi matahari yang menimpa permukaan kolektor yang kemudian ditransmisikan melalui penutup transparan dan kemudian akan diubah menjadi energi panas oleh plat penyerap (yang biasanya terdiri dari sirip penyerap dan pipa-pipa alur). Selanjutnya akan terjadi perpindahan panas dari plat penyerap menuju air. Pada akhirnya temperatur air menjadi meningkat. Dalam kasus ini terjadi tiga fenomena perpindahan panas yaitu secara konduksi, yang terjadi pada sirip-sirip penyerap dengan pipa-pipa alur. Setelah itu terjadi perpindahan panas konveksi antara permukaan bagian dalam pipa-pipa alur dengan fluida yang mengalir didalamnya. Kemudian perpindahan panas radiasi terjadi pada pipa alur bagian atas dengan pipa alur bagian bawah, diatas cover, dan antara cover dengan plat penyerap.

Mengingat pentingnya kaca pada kolektor surya yaitu untuk mengurangi kerugian panas dari plat penyerap ke lingkungan, sehingga dilakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh tebal kaca terhadap efisiensi kolektor. Kaca yang digunakan adalah kaca bening dengan variasi tebal 2 mm, 3 mm, 5mm, 6mm, 8mm, 10mm.

Berdasarkan pengujian yang dilakukan untuk semua jenis ketebalan kaca, dapat ditarik kesimpulan bahwa semakin besar tebal kaca cover kolektor, efisiensi kolektor surya akan mengalami penurunan ini disebabkan dari kaca cover itu sendiri yang menerima panas radiasi dari matahari akan mengalami beberapa fenomena, diantaranya refleksifitas (ρ), absorsifitas (σ), dan transmisifitas (τ).

Kata kunci : kolektor surya pelat datar, tebal kaca penutup, efisiensi termal kolektor

1. Pendahuluan

Ketersediaan energi surya di daerah katulistiwa seperti di Indonesia yang mempunyai iklim tropis cukup berlimpah, sehingga pemanfaatan energi surya perlu mendapat perhatian yang lebih serius. Banyak cara dalam pemanfaatan energi surya ini, salah satunya adalah pengembangan alat pemanas air tenaga surya. Pada alat pemanas air tenaga surya ini, plat datar tembaga digunakan sebagai

kolektor untuk menyerap radiasi matahari dan pipa alur dari tembaga yang berfungsi sebagai tempat aliran air yang akan dipanaskan.

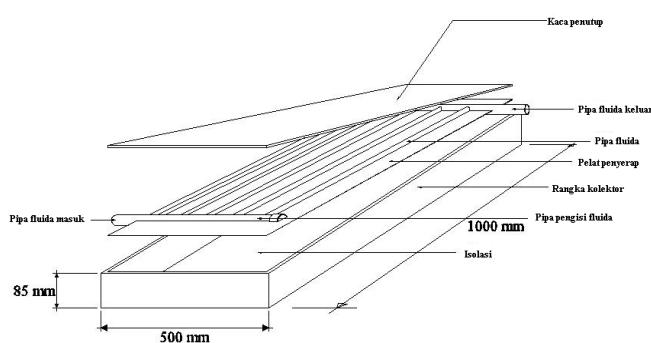
Banyak cara modifikasi yang telah dilakukan untuk meningkatkan efisiensi alat tersebut, salah satunya adalah penelitian yang dilakukan oleh *Eka Maniarta* [2004] dimana dalam penelitian yang dilakukannya yaitu dengan memvariasikan cover penutup kolektor untuk mengetahui efisiensi dari alat pemanas air tenaga surya tersebut. Dari penelitian yang dilakukan dengan cara memvariasikan cover dengan menggunakan kaca ganda, tabung yang diisi air, dan tabung vakum, diperoleh temperatur keluaran fluida tertinggi pada laju aliran massa 0,5 Kg/menit yaitu sebesar 324,5 K pada kolektor tabung vakum, sebesar 323,5 K pada kolektor dengan kaca ganda, dan 322,5 K pada kolektor tabung yang diisi air.

Ekadewi Anggraini Handoyo [2002] juga melakukan penelitian tentang bagaimana pengaruh jarak kaca ke pelat penyerap terhadap panas yang diterima kolektor surya pelat datar. Dari hasil penelitian yang dilakukannya dengan cara memvariasikan jarak kaca ke pelat penyerap sejauh 15mm, 20mm, 25mm,dan 30mm, didapatkan temperatur pelat tertinggi saat jarak kaca ke pelat penyerap sejauh 20mm, hal ini dimungkinkan karena semakin lebar jarak kaca ke pelat, temperatur pelat semakin rendah.

Prinsip kerja dari alat pemanas air tenaga surya adalah radiasi matahari yang menimpa permukaan kolektor yang kemudian ditransmisikan melalui penutup transparan dan kemudian akan diubah menjadi energi panas oleh plat penyerap (yang biasanya terdiri dari sirip penyerap dan pipa-pipa alur). Selanjutnya akan terjadi perpindahan panas dari pelat penyerap menuju air. Pada akhirnya temperatur air menjadi meningkat. Dalam kasus ini terjadi tiga fenomena perpindahan panas yaitu secara konduksi, yang terjadi pada sirip-sirip penyerap dengan pipa-pipa alur. Setelah itu terjadi perpindahan panas konveksi antara permukaan bagian dalam pipa-pipa alur dengan fluida yang mengalir didalamnya. Kemudian perpindahan panas radiasi terjadi pada pipa alur bagian atas dengan pipa alur bagian bawah, diatas cover, dan antara cover dengan pelat penyerap.

Modifikasi proses penyerapan radiasi matahari dapat juga dilakukan dengan cara memvariasikan tebal kaca cover yang bertujuan untuk mengurangi kehilangan panas ke lingkungan disamping itu juga untuk memaksimalkan penyerapan radiasi matahari.

Sebuah skema bagian dari rancangan kolektor pelat datar diperlihatkan dalam Gambar 1.



Gambar 1. Kolektor surya pelat datar pemanas air.

Dari beberapa rancangan dan penelitian alat pemanas air tenaga surya yang telah banyak dilakukan, diusulkan untuk mengurangi panas yang terbuang ke lingkungan akibat dari radiasi pantulan dari pelat

penyerap ke permukaan kaca, memberikan dasar pemikiran kepada penulis untuk mengadakan penelitian yang lebih lanjut guna menganalisa performasi kolektor surya pelat datar pemanas air dengan variasi ketebalan kaca penutup.

2. Dasar Teori

Prinsip dasar untuk menghitung efisiensi kolektor ini adalah dengan membandingkan besar kenaikan temperatur fluida yang mengalir di dalam kolektor dengan intensitas cahaya matahari yang diterima kolektor.

Energi dari matahari yang bisa diserap oleh kolektor adalah:

$$S = \tau \cdot \alpha \cdot I_T \quad (\text{Watt/m}^2) \quad (1)$$

di mana:

τ = transmisivitas

α = absorbsivitas

I_T = radiasi total matahari (Wtt/m^2)

Energi berguna yang diberikan kolektor ke air sebesar:

$$\dot{Q}_U = \dot{m} \cdot C_p (T_{fo} - T_{fi}) \quad (\text{Watt}) \quad (2)$$

di mana:

\dot{m} = laju aliran massa fluida (kg/det)

C_p = panas jenis ($\text{J/kg}^{\circ}\text{C}$)

T_{fo} = temperatur fluida keluar (K)

T_{fi} = tempertur fluida masuk (K)

Efisiensi dari kolektor dapat didefinisikan sebagai perbandingan antara panas berguna dari kolektor dengan intensitas radiasi surya.

$$\eta = \frac{\dot{Q}_U}{A_C \cdot I_T}$$

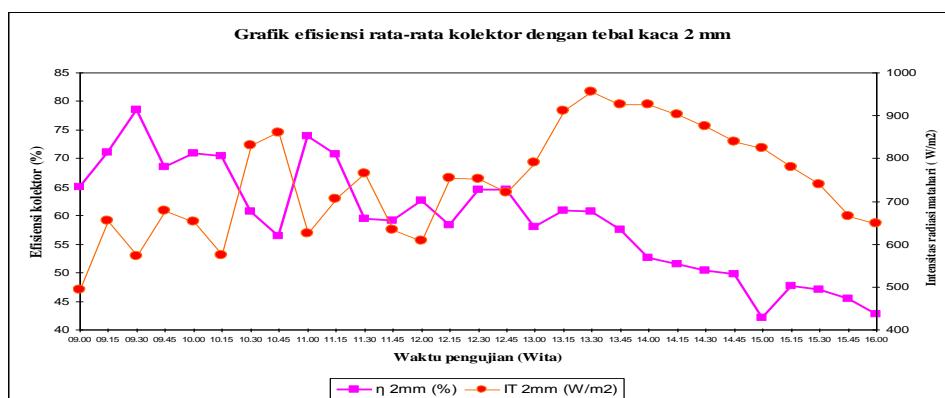
$$\eta = \frac{\dot{m} \cdot C_p (T_{fo} - T_{fi})}{A_C \cdot I_T} \quad (3)$$

3. Metode Penelitian

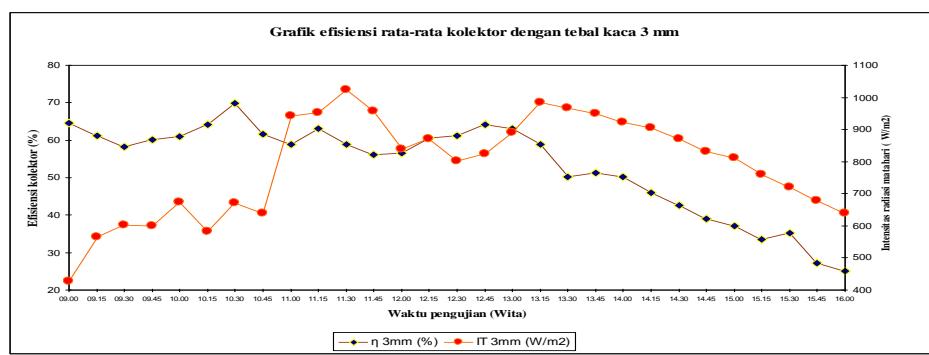
Pengujian kolektor dengan konstruksi kolektor seperti pada gambar 1 di atas, dilakukan dengan kemiringan kolektor 30^0 sedangkan variasi ketebalan kaca penutup adalah 2cm, 3cm, 5cm, 6cm, 8cm, dan 10cm. Pengambilan data dilakukan setiap 15 menit dari pukul 09.00 sampai dengan pukul 16.00 Wita. Tempat pengujian adalah di kampus Universitas Udayana, Bukit Jimbaran.

4. Hasil Percobaan dan Analisa

Dalam pengujian ini perbedaan temperatur antara temperatur fluida keluar dan temperatur fluida masuk didapatkan pada tebal kaca cover 2mm dengan beda temperatur tertinggi yaitu 9^0 dengan laju aliran massa 0,5 liter/menit. Jadi efisiensi tertinggi di dapatkan pada tebal kaca 2mm, dan efisiensi terendah didapatkan pada tebal kaca 10mm. Untuk lebih jelasnya mengenai karakteristik efisiensi kolektor terhadap waktu pengujian ditunjukkan seperti dalam grafik sebagai berikut:



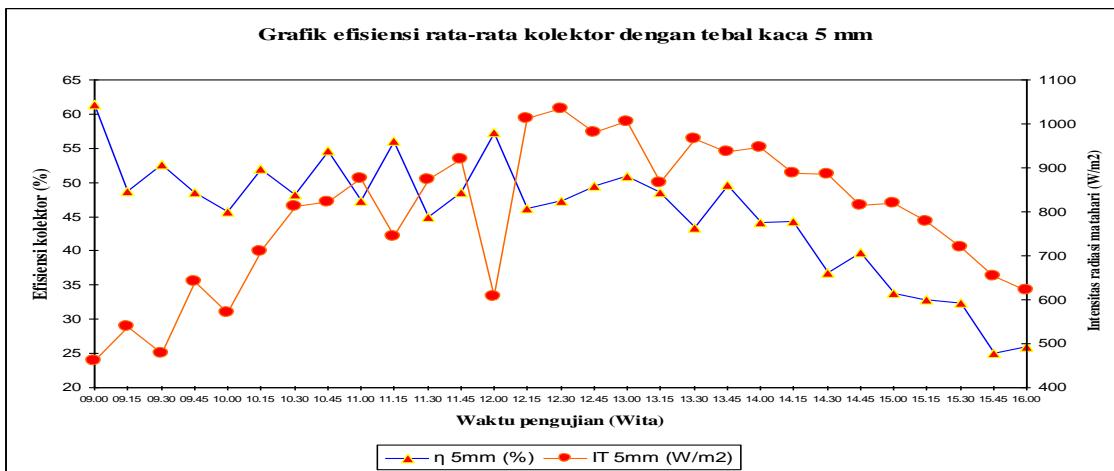
Gambar 2. Grafik Efisiensi kolektor-waktu rata-rata dengan tebal kaca 2 mm.



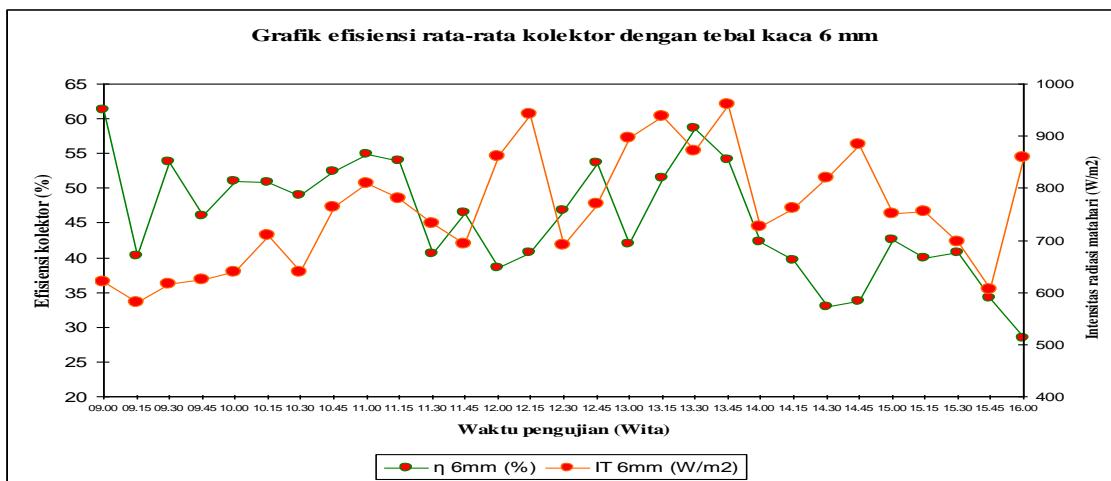
Gambar 3. Grafik Efisiensi kolektor-waktu rata-rata dengan tebal kaca 3 mm

SEMINAR NASIONAL TAHUNAN TEKNIK MESIN (SNTTM) - VIII

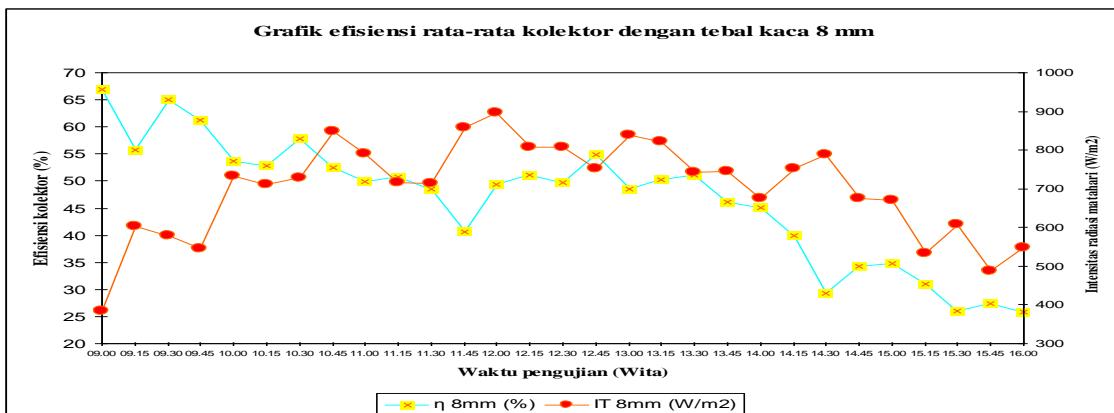
Universitas Diponegoro, Semarang 11-14 Agustus 2009



Gambar 4. Grafik Efisiensi kolektor-waktu rata-rata dengan tebal kaca 5 mm.



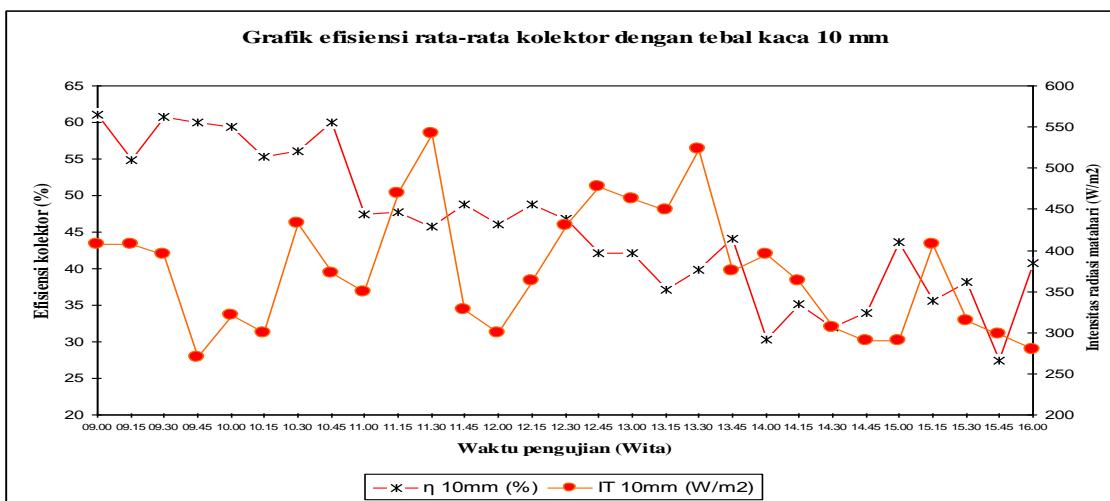
Gambar 5. Grafik Efisiensi kolektor-waktu rata-rata dengan tebal kaca 6 mm



Gambar 6. Grafik Efisiensi kolektor-waktu rata-rata dengan tebal kaca 8 mm

SEMINAR NASIONAL TAHUNAN TEKNIK MESIN (SNTTM) - VIII

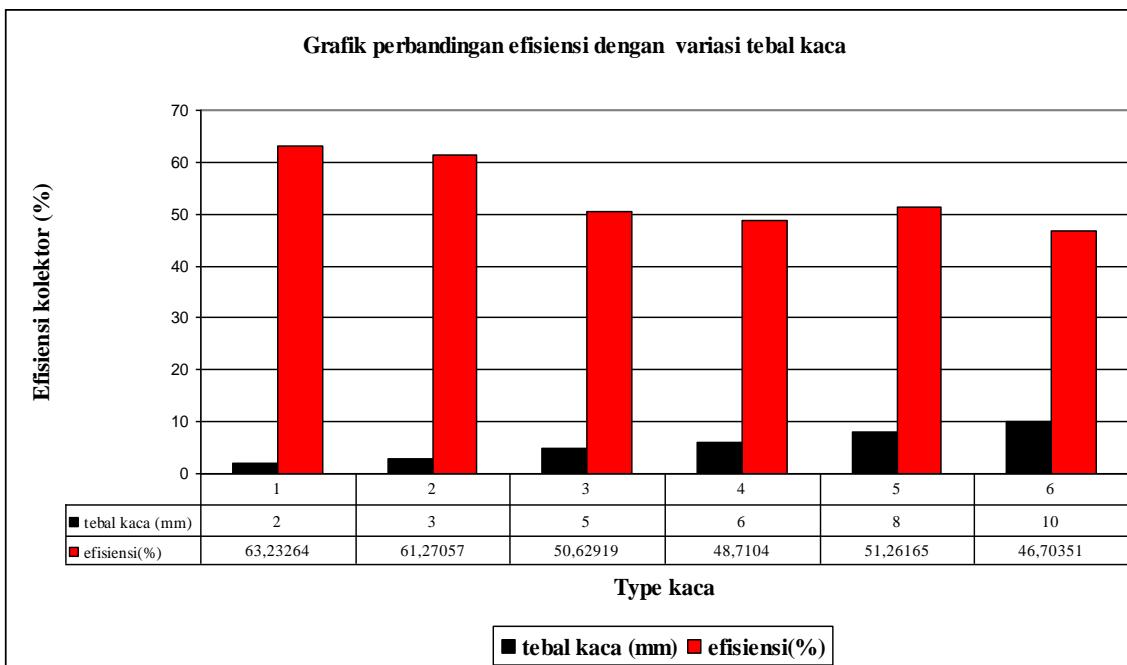
Universitas Diponegoro, Semarang 11-14 Agustus 2009



Gambar 7. Grafik Efisiensi kolektor-waktu rata-rata dengan tebal kaca 10 mm.

Dari keenam grafik tersebut diatas terlihat bahwa efisiensi rata-rata tertinggi didapat pada tebal kaca 2mm yaitu mencapai 78,463 % pada pukul 09.30, kemudian disusul tebal kaca 3mm, 5mm, 6mm, 8mm, dan 10mm, efisiensi tertingginya juga pada pagi hari, ini dikarenakan pada waktu pagi hari pelat penyerap masih dalam keadaan dingin, sehingga pelat penyerap lebih banyak menyerap panas dari radiasi matahari, disamping itu juga dipengaruhi oleh temperatur fluida masuk dan keluar kolektor, dan intensitas radiasi matahari.

Analisis ini dilakukan adalah untuk mengetahui tebal kaca cover mana yang menghasilkan efisiensi paling baik, untuk mempermudah menganalisisnya, maka dicari efisiensi rata-rata harian untuk masing-masing tebal kaca, yang selanjutnya akan ditampilkan pada grafik dibawah ini:



Gambar 8. Grafik Efisiensi kolektor untuk masing-masing tebal kaca cover.

Jadi semakin tebal kaca cover kolektor efisiensinya akan semakin menurun, ini disebabkan pada kaca yang tebal, panas radiasi matahari yang menimpa kolektor akan mengalami beberapa fenomena diantaranya pembiasan cahaya matahari yang menimpa kolektor oleh partikel struktur pembentuk kaca itu sendiri, kemudian panas matahari yang menimpa kolektor akan disimpan terlebih dahulu oleh besarnya volume dari kaca itu sendiri. Disamping itu, pada kaca yang tebal, warna kaca akan terlihat buram, sehingga akan menghalangi panas dari sinar matahari yang akan masuk ke kolektor. Pada grafik pengujian diatas terlihat bahwa tebal kaca yang menghasilkan efisiensi yang paling tinggi adalah kaca dengan ketebalan 2 mm, ini dikarenakan pada tebal kaca 2 mm panas matahari dapat langsung menembus tebal kaca, sedangkan pada tebal kaca berikutnya 3mm, 5mm, 6mm, 8mm, 10mm, panas radiasi matahari akan terlebih dahulu diserap oleh tebal kaca yang kemudian baru akan ditransmisikan ke pelat penyerap.

5. Kesimpulan

Dari pengujian, perhitungan dan analisis data yang telah dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Semakin besar tebal kaca cover kolektor, Efisiensi kolektor surya akan mengalami penurunan, ini disebabkan dari kaca cover itu sendiri, panas radiasi dari matahari yang menimpa permukaan kolektor akan mengalami beberapa fenomena, diantaranya refleksifitas (ρ), absorsifitas (α), dan transmisifitas (τ).
2. Kaca yang tipis warnanya akan terlihat lebih bening dari pada kaca yang tebal, sehingga panas radiasi dari matahari akan lebih mudah menembus kaca cover, berbeda dengan kaca tebal, warnanya akan tampak lebih pucat (gelap), sehingga panas akan susah menembus kaca cover.

Daftar Pustaka

- [1] Arismunandar , W. Teknologi Rekayasa Surya, PT. Pradnya Paramitha Jakarta (1995).
- [2] Beckman, W. A. and Duffie, J. A. *Solar Engineering of Thermal Processes*, Wiley, New York (1996).
- [3] Handoyo, Ekadewi Anggraini. Pengaruh Jarak Kaca Ke Plat terhadap Panas Yang Diterima Suatu Kolektor Surya Plat Datar, Jurnal Teknik Mesin Universitas Kristen Petra (2002).
- [4] Holman, J. P. and Jasjfi. E. Perpindahan Kalor. Erlangga Jakarta (1998).
- [5] I G.N. Eka Maniartha, pengaruh penggunaan kaca ganda, tabung yang diisi air, dan tabung vakum sebagai penutup kolektor terhadap efisiensi alat pemanas air tenaga surya, Tugas Akhir (2004).