

## Pengaruh Sudut Kaca Penutup dan Jenis Kaca terhadap Efisiensi Kolektor Surya pada Proses Destilasi Air Laut

Ankira E. N. Saputro<sup>1)</sup>, Ben V. Tarigan<sup>1)</sup>, Muhamad Jafri<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana

Jl. AdiSucipto, Penfui-Kupang, NTT 85001, Tlp: (0380)881597

Email: ankirasaputro@gmail.com

### ABSTRAK

Sistem destilasi air laut tenaga surya, penyerap radiasi sangat berperan penting karena berfungsi sebagai penyerap intensitas radiasi matahari dan mengkonversikan menjadi energi panas. Kaca penutup yang akan digunakan pada kolektor surya yaitu kaca transparan dan *frosted glass*. Dalam penelitian ini penulis akan menganalisa pengaruh sudut kaca penutup dan jenis kaca terhadap efisiensi kolektor surya pada proses destilasi air laut, dengan variasi sudut 25°, 35° dan 55°. Hasilnya menunjukkan bahwa variasi sudut dan jenis kaca penutup didapatkan efisiensi tertinggi pada kaca penutup jenis transparan pada sudut kaca 55° dengan nilai rata-rata sebesar 46,78 % dan efisiensi terendah terjadi pada kaca penutup jenis *frosted glass* pada sudut kaca 25° dengan nilai rata-rata sebesar 42,60 %. Sedangkan jumlah air destilasi terbesar pada jenis kaca transparan pada sudut kaca 25° dengan nilai rata-rata sebesar 92,20 mL dan jumlah air terkecil pada jenis kaca *frosted glass* pada sudut kaca 55° dengan nilai rata-rata sebesar 32,13 mL. Oleh karena itu, pada proses destilasi air laut menjadi air tawar sebaiknya menggunakan kolektor dengan jenis kaca penutup transparan dengan sudut kemiringan 25°. Namun, jarak antara pelat absorber dan kaca penutup harus tinggi sehingga volume ruang *basin* besar agar kerugian panas total yang terbuang dari kolektor surya ke lingkungan kecil.

*Kata Kunci: air bersih, destilasi, kolektor surya, sudut kaca, jenis kaca, efisiensi.*

### ABSTRACT

*Distillation system in terms of filtering sea water using solar power, the absorption of radiation plays important role for it functions is as solar radiation absorber and is to convert the radiation into heat energy. Glass cover that will be used on the solar collector is transparent glass and frosted glass. Have ben research, the writer would like to analyze the effects of angles of the glass cover and of the glass types toward the efficiency of the heat collector during the process of sea water distillations with the variant angel of 25°, 35° and 55°. The result shown that the variation on angel and the types of the glass covers, both transparent glass and frosted glass is different each other. The obtained result is that the highest efficiency is on the transparent glass cover with the glass angle declivity of 55° and the average value is of 46,78 % and the lowest is on the frosted glass cover with the angle glass declivity of 25° and the average value is of 42,60 %. While the highest amount of water distillations is on the transparent glass with the angle glass declivity of 25° and the average value is of 92,20 mL and the lowest of water amount is on the frosted glass with angle glass declivity of 55° and the average value is of 32,13 mL. Therefore, in the process of sea water distillations, it is better to use transparent glass cover as the collector with the angle glass declivity of 25°. However, the distance of plate absorber and the glass cover should be high so that the volume of heat room is large and the total amount of heat loss thrown from the solar collector is little to the surroundings.*

*Key word: Fresh water, distillations, solar collector, angle of glass, types of glass, Efficiency*

### PENDAHULUAN

Air merupakan sumber kehidupan. Salah satu kebutuhan paling penting dalam kehidupan manusia adalah air tawar yang bersih dan sehat. Kelangkaan dan kesulitan untuk mendapatkan air bersih yang layak pakai menjadi permasalahan yang mulai muncul dibanyak

tempat termasuk diantaranya yang dialami masyarakat pesisir pantai oesapa. Berdasarkan hasil wawancara dengan masyarakat di daerah tersebut, air bersih yang digunakan sebagian besar berasal dari sumur dan sebagiannya membeli. Namun, ada beberapa kendala yang dihadapi oleh masyarakat pesisir pantai antara lain rasa air sumur yang tidak menentu,

misalnya pada saat air laut pasang air terasa asin dan pada saat air laut surut air terasa tawar. Dan yang kedua adalah pada saat musim kemarau debit air berkurang sehingga air menjadi keruh dan air terasa asin.

Melihat permasalahan di atas, untuk mendapatkan air bersih perlu adanya usaha untuk mendapatkan sumber air yang lain. Ada berbagai cara yang sering dilakukan untuk mendapatkan air bersih yaitu : perebusan, penyaringan, destilasi dan lain-lainnya.

Cara destilasi merupakan cara yang efektif digunakan untuk menghasilkan air bersih yang bebas dari kuman, bakteri, dan kotoran yang berupa padatan kecil. Untuk daerah pesisir pantai yang memiliki sumber air laut yang dapat diubah menjadi air tawar yaitu melalui proses destilasi. Menurut (Mulyanef, 2012) destilasi adalah proses pemisahan garam dan mineral lainnya dari air laut dan air payau dengan cara pemanasan guna mendapatkan air tawar

## LANDASAN TEORI

### Air Asin

Air laut merupakan air yang berasal dari laut, memiliki rasa asin, dan memiliki kadar garam (salinitas) yang tinggi. Rata-rata air laut di lautan dunia memiliki salinitas sebesar 35, hal ini berarti untuk setiap satu liter air laut terdapat 35 gram garam yang terlarut di dalamnya. Kandungan garam-garaman utama yang terdapat dalam air laut antara lain klorida (55%), natrium (31%), sulfat (8%), magnesium (4%), kalsium (1%), potasium (1%), dan sisanya (kurang dari 1%) terdiri dari bikarbonat, bromida, asam borak, strontium, dan florida. Keberadaan garam-garaman ini mempengaruhi sifat fisis air laut seperti densitas, kompresibilitas, dan titik beku (Homig, 1978). Air dengan salinitas tersebut tentunya tidak dapat dikonsumsi

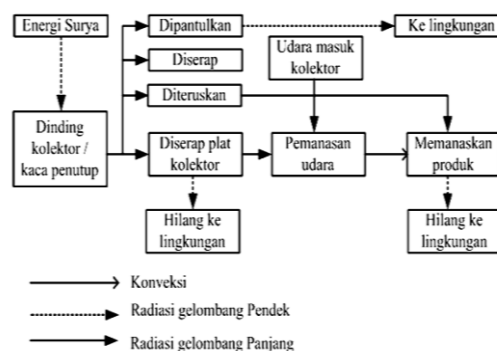
### Kolektor Energi Surya

Kolektor surya dapat didefinisikan sebagai sistem perpindahan panas yang menghasilkan energi panas dengan memanfaatkan radiasi sinar matahari sebagai sumber energi utama. Ketika

cahaya matahari menimpa absorber pada kolektor surya, sebagian cahaya akan dipantulkan kembali ke lingkungan, sedangkan sebagian besarnya akan diserap dan dikonversi menjadi energi panas, yang bersirkulasi di dalam kolektor surya untuk kemudian dimanfaatkan guna berbagai aplikasi, (Wiranto,2001). Kolektor surya yang pada umumnya memiliki komponen-komponen utama, yaitu;

- Cover berfungsi untuk mengurangi rugi panas secara konveksi menuju lingkungan.
- *Absorber* berfungsi untuk menyerap panas dari radiasi cahaya matahari.
- Isolator berfungsi meminimalisasi kehilangan panas secara konduksi dari absorber menuju lingkungan.
- Frame berfungsi sebagai struktur pembentuk dan penahan beban kolektor.

Perubahan suhu udara yang terjadi di ruang pemanas udara (kolektor) dihitung berdasarkan pindah panas dan keseimbangan energi dan panas yang masuk dari energi surya, panas yang hilang melalui atap kolektor (polikarbonat), panas yang hilang melalui pelat hitam, dan perubahan energi panas didalam ruang pemanas udara seperti ditunjukkan pada Gambar 1. dibawah ini, (Surachman, 2002).



Gambar 1. Diagram sistem kerja pindah panas yang diserap dan terbuang dari kolektor.

Sumber: (Erlina, 2009)

Prinsip kerja kolektor adalah pelat *absorber* menyerap radiasi surya yang jatuh ke permukaan dan dikonveksikan dalam bentuk panas, sehingga temperatur pelat tersebut menjadi naik. Panas dipindahkan ke fluida kerja

yang mengalir pada pelat absorber. Perpindahan panas akan terjadi secara konduksi, konveksi dan radiasi (Rosa, 2005).

### Proses Destilasi

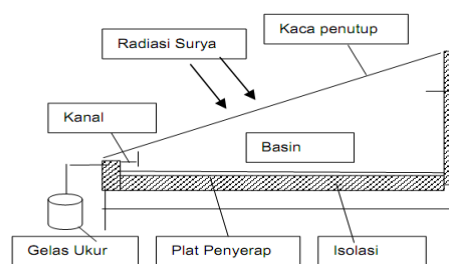
Destilasi adalah proses pemisahan garam dan mineral lainnya dari air laut dan air payau dengan cara pemanasan guna mendapatkan air murni (air bersih). Pada proses destilasi tenaga surya, air laut dipanaskan dengan tenaga surya di dalam kolektor kemudian uap air yang dihasilkan dikondensasikan untuk memperoleh air tawar. Proses ini menghasilkan air tawar yang sangat tinggi kemurniannya dibandingkan dengan proses lain, (Mulyanef, 2010).

Pada prinsipnya destilasi merupakan cara untuk mendapatkan air bersih melalui proses penyulingan air kotor. Pada proses penyulingan terdapat proses perpindahan panas, penguapan, dan pengembunan. Perpindahan panas terjadi dari sumber panas menuju air kotor. Jika air terus-menerus dipanaskan maka akan terjadi proses penguapan. Uap ini jika bersentuhan dengan permukaan yang dingin maka akan terjadi proses kondensasi pada permukaan dingin tersebut. Pada proses destilasi yang diambil hanyalah air kondensatnya, kuman dan bakteri akan mati oleh proses pemanasan, dan kotoran akan mengendap di dasar basin. Pada destilasi air laut ini kebanyakan menggunakan bahan bakar fosil sebagai sumber panas, sedangkan ketersediaan bahan bakar tersebut semakin berkurang, maka diperlukan sumber energi yang lain. Salah satunya yang bisa digunakan yaitu energi matahari. (Astawa, 2011).

Pemanfaatan energi thermal surya untuk destilasi air laut telah dilaksanakan di Chili, Amerika Latin pada tahun 1972. Suatu kolam ikan laut seluas 4600 m<sup>2</sup> dibuat di dalam suatu rumah beratap kaca di mana dari energi panas surya dapat diperoleh penguapan dan pengembunan yang akhirnya menghasilkan air murni sebagai air distilasi. Bila cuaca terang benderang, matahari terik rumah itu dapat menghasilkan air murni sebanyak 23000 liter setiap harinya.

Gambar 2. di bawah ini menunjukkan suatu proses destilasi air laut secara skematis di

dan terjadi proses destilasi air laut melalui energi panas matahari.



Gambar 2. proses destilasi air laut

Sumber : (Eibling dkk, 1971)

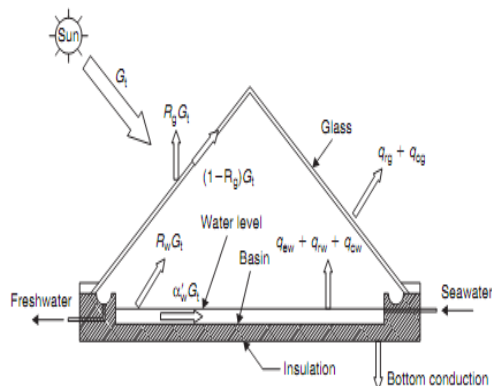
### Sistem Pengumpulan Langsung Destilasi Surya

Menghilangkan kadar garam antara metode non-konvensional air payau atau air laut adalah destilasi surya. Metode ini memerlukan teknologi yang relatif sederhana dan dapat dioperasikan oleh pekerja yang tidak terampil. Karena kebutuhan proses pemeliharaan yang rendah, dapat digunakan dengan sejumlah masalah kecil yang ada di mana-mana.

Sebuah contoh awal dari sistem pengumpulan matahari langsung, penggunaan rumah kaca untuk menguapkan air asin. Di mana tangki air laut dalam jumlah konstan dengan posisi terbalik dan ditutup kaca amplop berbentuk -V (lihat Gambar 3). bagaimana sinar matahari melewati kaca penutup dan diserap oleh pelat absorber berwarna hitam lalu dipanaskan dengan tekanan uap yang meningkat. Uap air yang dihasilkan kemudian dikondensasikan di bagian bawah atap dan uap berjalan menuju ke dalam palung, kemudian terjadinya perilaku penyulingan air di waduk. Tindakan ini masih dianggap sebagai proses awal.

Gambar 3. menunjukkan berbagai komponen keseimbangan energi dan energi panas yang hilang dalam simetris lereng ganda unit destilasi surya konvensional, cekungan kedap udara, biasanya dibangun dari beton, galvanis lembaran besi (GI), atau plastik (GRP) yang diperkuat serat, dengan penutup atas yang terbuat dari bahan transparan, seperti Kaca atau plastik. Permukaan bagian dalam dasar, yang

dikenal sebagai tangki hitam, lebih efisien sebagai penyerap radiasi matahari. Ada juga ketentuan yang Keluaran distilat proses pengumpulan kondensat diujung bawah dari penutup atas.



Gambar 3. Sistem pengumpulan langsung

Sumber : (Eibling dkk, 1971)

Beberapa upaya telah dilakukan untuk menggunakan bahan yang lebih murah seperti plastik. Namun bahan ini cepat rapuh dan lebih ringan pada saat diangkat dan mudah untuk diatur atau dirancang. Kerugian utama dengan menggunakan bahan tersebut adalah penggunaan dengan jangka waktu yang pendek. banyak variasi yang dikembangkan dalam Gambar 3, menunjukkan bahwa bentuk dasar untuk meningkatkan tingkat produksi energi surya (Eibling, 1971, Tleimat, 1978, Kreider dan Kreith, 1981). Beberapa yang paling populer adalah sebagian besar dari desain ini juga sebagai ketentuan untuk koleksi curah hujan.

### Kinerja dari Energi Surya.

Energi surya adalah sistem yang paling banyak dianalisis dalam proses desalinasi, kinerja sistem penyulingan surya konvensional dapat di prediksi oleh berbagai metode, seperti simulasi komputer, periodik dan analisis sementara, metode iterasi, metode numerik. Sebagian besar metode ini berhubungan dengan perpindahan panas dan massa internal dasar yang digunakan sesuai prosedur, dunkle, 1961. dalam (Soteris, 2009).

$$q_{ew} = 0,0163h_{cw} (p_w - p_g) \quad (1)$$

di mana :

$P_w$  = tekanan uap persial pada suhu air (N/m<sup>2</sup>)

$P_g$  = tekanan uap persial pada suhu gelas (N/m<sup>2</sup>)

$h_{cw}$  = konvektif koefisien perpindahan panas dari permukaan air ke kaca (W/m<sup>2</sup>.<sup>0</sup>C)

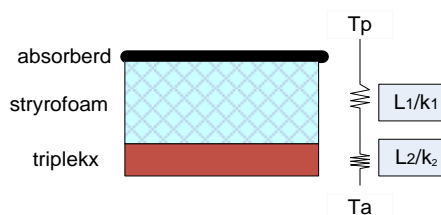
### Efisiensi Termal Kolektor Surya

Ukuran tingkat *performace collector* disebut juga efisiensi kolektor. Efisiensi kolektor didefinisikan sebagai perbandingan antara energi panas yang digunakan untuk menaikkan temperatur udara terhadap energi radiasi yang diterima oleh kolektor dalam waktu tertentu. Jika ditinjau dari laju aliran massa udara, banyaknya kalor yang dibutuhkan untuk menaikkan temperatur udara.

Besar tahanan termal yang terjadi antara *absorber* dengan kaca pada kolektor terjadi secara konduksi dan radiasi. Perhitungan tahanan termal antara absorber dengan kaca dilakukan secara konduksi karena tidak ada aliran udara yang terjadi di dalam kolektor.

### Efisien perpindahan panas bagian bawah

Maka nilai koefisien rugi-rugi kalor bagian atas secara teori dapat didekati dengan persamaan berikut;



Gambar 4. Perpindahan panas bagian bawah kolektor

Sumber: (Ardiansyah, 2010)

$$U_B = \frac{I}{\frac{L_{sty}}{k_{sty}} + \frac{L_{tri}}{k_{tri}} + \frac{1}{h}} \quad (2)$$

### Overall Heat Transfer Coefficients

Proses perpindahan panas tidak semuanya

dapat diubah menjadi energi lain, dan pada kolektor surya terjadi kerugian panas. Kerugian panas ini terjadi pada bagian atas, dan bagian bawah. Pada umumnya kerugian panas bagian samping diabaikan karena luasan kontak perpindahan panas dari pelat penyerap ke samping sangat kecil dibandingkan dengan luasan pelat penyerap pada bagian atas/bawah. Untuk koefisien kerugian panas total dapat ditulis sebagai berikut :

$$U_L = U_T + U_B \quad (3)$$

di mana:

$U_T$  = Koefisien kerugian kalor bagian atas (W/m<sup>2</sup>.K)

$U_B$  = Koefisien kerugian panas bagian bawah (W/m<sup>2</sup>.K)

$U_L$  = Koefisien kerugian panas total (W/m<sup>2</sup>.K)

#### Faktor efisiensi kolektor ( $F_R$ )

Namun peningkatan energi panas yang dapat dimanfaatkan tidak otomatis akan meningkatkan efisiensi, apabila tambahan energi yang diberikan jauh lebih besar daripada kenaikan energi yang didapatkan, maka efisiensi sistem justru akan menurun. Kemampuan sistem untuk memindahkan kalor ke fluida dapat dilihat dari *heat removal factor*, yaitu hasil kali antara faktor efisiensi dan faktor aliran fluida, di mana efisiensi faktor sendiri dipengaruhi oleh kolektor sehingga dengan laju alir yang sama, maka desain kolektor akan memegang peranan yang dominan dalam meningkatkan harga *heat removal factor*, (William, 1986).

Maka faktor efisiensi dapat dihitung pada persamaan di bawah ini, (Duffie & Beckman, 1991).

$$F_R = \frac{I}{I + \frac{U_L}{h_{c,cg-abs} + \frac{1}{\frac{1}{h_{c,cg-abs}} + \frac{1}{h_{r,cg-abs}}}}}$$

#### Faktor Energi Kalor Yang Dihasilkan

Berdasarkan analisa tersebut dapat disimpulkan bahwa titik puncak dari  $Q_U$  ataupun intensitas belum tentu merupakan titik puncak dari efisiensi, karena titik puncak efisiensi

sendiri adalah kondisi di mana terjadi peningkatan  $Q_U$  yang sebesar-besarnya dengan peningkatan intensitas matahari. Analisa perhitungan efisiensi berdasar pada kondisi permukaan, serta mengasumsikan bahwa kondisi fluida adalah sama dengan permukaan sistem.

$$Q_U = A_C F_R [S - U_L (T_{sv} - T_{amb})]$$

#### Efisiensi Kolektor

Energi radiasi yang mengenai bahan mengalami beberapa proses di mana sebagian energinya dipantulkan, sebagian lagi diserap dan sebagian lagi diteruskan di mana yang dipantulkan disebut fraksi refleksifitas ( $\rho$ ), dan fraksi yang diserap disebut fraksi absorpsi ( $\alpha$ ), dan fraksi yang diteruskan disebut fraksi transmisifitas ( $\tau$ ) perbandingan antara fluks yang diserap oleh pelat penyerap dengan fluks yang mengenai kaca penutup merupakan hasil kali transmisifitas dengan absorptivitas. Berkas radiasi matahari yang mengenai kolektor panas ditunjukkan oleh faktor ( $\tau\alpha$ ). Faktor ini merupakan hasil kali transmisifitas dan absorptivitas. Diasumsikan bahwa kaca penutup tidak menyerap radiasi matahari sehingga semua radiasi matahari diteruskan ke pelat penyerap. Apabila menghitung reduksi laju panas yang hilang karena penyerapan radiasi oleh kaca penutup sangat kecil dibandingkan yang diserap pelat penyerap, maka efisiensi kolektor surya dapat dinyatakan (Duffie & Beckman, 1991).

$$\eta = \frac{Q_u}{A_C I_T} \times 100 \% \quad (6)$$

di mana:

$Q_u$  = Energi yang dihasilkan (W/m<sup>2</sup>)

$A_c$  = Luasan absorber (m<sup>2</sup>)

$I_T$  = Intensitas cahaya (W/m<sup>2</sup>)

#### Efisiensi Destilasi

Untuk menghitung efisiensi destilasi maka persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut, (Tiwari, 2002), dalam (Soteris, 2009):

$$\eta_d = \frac{m \times h_{fg}}{A_c \times I_T \times t} \times 100 \% \quad (2.23)$$

Dimana:

$\eta_d$	= Efisiensi destilasi (%)
$h_{fg}$	= Temperatur air (K)
$A_c$	= Tempertur kaca (K)
$I_T$	= Intensitas cahaya ( $W/m^2$ )
$t$	= waktu pengambilan data

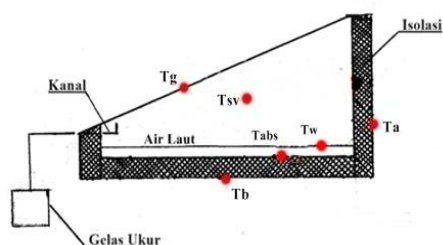
## METODE

### Prosedur pengambilan data

Pengambilan data dalam penelitian ini adalah, membaca dan mencatat temperatur yang terbaca pada *selector* serta volume air bersih dari proses detilasi, maka prosedur pengambilan data adalah sebagai berikut;

- Mempersiapkan alat tulis dan lembaran pengambilan data berupa tabel.
- Menempatkan alat ukur pada posisi yang sudah ditentukan dan dipastikan dalam keadaan baik.
- Hidupkan *stopwacth* sambil melihat suhu awal dari semua titik yang telah ditentukan oleh alat ukur dan catat suhu awal yang terbaca pada alat ukur tersebut.
- Pengambilan data dilakukan selama 8 jam terhitung dari pukul 09.00-16.00 WITA dengan interval waktu setiap 60 menit sekali, dan data-data yang diperlukan adalah sebagai berikut;
- Pengambilan data dilakukan berulang selama 5 hari.

### Penempatan Alat Ukur pada Kolektor



Gambar 5. Penempatan Alat Ukur Pada Kolektor surya

Sumber : Pribadi

Penempatan alat ukur perlu diperhatikan, oleh karena itu penempatan alat ukur dapat

dilihat pada Gambar 5. Alat-alat ukur dipasang pada titik yang telah ditentukan untuk mengukur.

- Temperatur kaca, ( $T_g$ ).
- Temperatur ruang *basin*, ( $T_{sv}$ ).
- Temperatur Air, ( $T_w$ ).
- Temperatur pelat *absorber*, ( $T_{abs}$ ).
- Temperatur bagian bawah kolektor, ( $T_b$ )
- Temperatur lingkungan, ( $T_a$ ).
- Intensitas matahari, ( $I_T$ ).

### Variabel Penelitian

Dalam penelitian ini variabel yang akan digunakan antara lain variabel bebas (*independent variable*) dan variabel terikat (*dependent variable*). Variabel bebas dalam penelitian ini adalah pengaruh sudut kaca dan kolektor yaitu  $25^\circ$ ,  $35^\circ$ ,  $55^\circ$ , dengan jenis kaca penutup *transparan* dan *frosted glass*, sedangkan variabel terikat yaitu efisiensi kolektor dan kapasitas air bersih yang dihasilkan pada proses destilasi.

## PEMBAHASAN

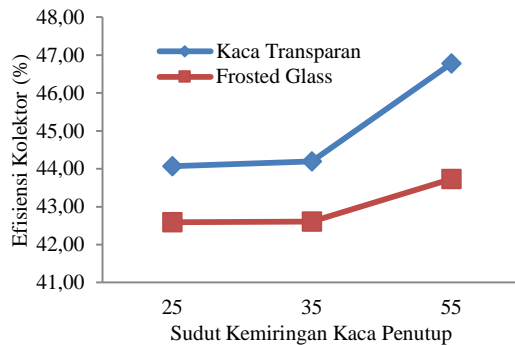
Analisa data yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis matematis yakni semua data yang diperoleh pada saat penelitian dianalisis berdasarkan rumus-rumus perhitungan yang ada. Dengan menyelidiki pengaruh kemiringan sudut kaca penutup dan volume air dalam *basin* terhadap efisiensi kolektor. berdasarkan data yang telah diperoleh, maka analisa data yang dilakukan dalam penelitian ini sebagai berikut;

- Menghitung koefisien perpindahan panas untuk mendapatkan nilai efisiensi pada kolektor surya dengan sudut kaca penutup  $25^\circ$ ,  $35^\circ$  dan  $55^\circ$ .

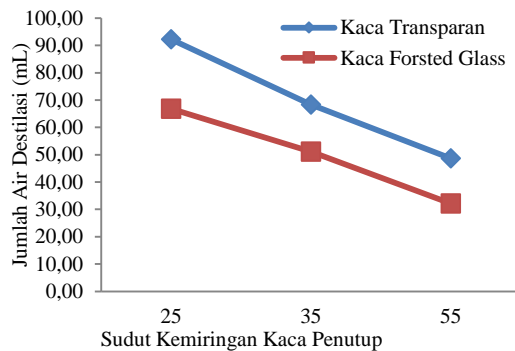
- Mengukur volume air bersih hasil destilasi

Berdasarkan Gambar 6, terlihat bahwa efisiensi kolektor dari kedua jenis kaca penutup mengalami kenaikan yang sama. Efisiensi kolektor terkecil terjadi pada sudut  $25^\circ$ , sedangkan efisiensi terbesar terjadi sudut  $55^\circ$ . Dari grafik terlihat bahwa semakin besar sudut kaca penutup maka efisiensi kolektor semakin meningkat. Hal ini terjadi karena semakin besar sudut kaca penutup maka jarak antara pelat

*absorber* ke kaca penutup semakin jauh, yang mengakibatkan volume ruang *basin* semakin besar. Dengan bertambah besarnya volume ruang *basin* akibat dari jarak pelat *absorber* ke kaca penutup semakin jauh, maka kerugian panas total yang terbuang ke lingkungan ( $U_L$ ) juga semakin kecil sehingga efisiensi kolektor juga meningkat.



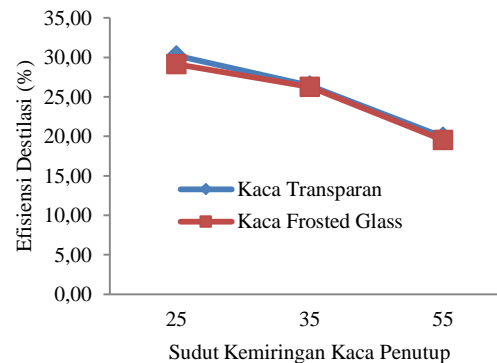
Gambar 6. Grafik hubungan antara sudut kaca penutup terhadap efisiensi kolektor



Gambar 7. Grafik hubungan antara sudut kaca penutup terhadap jumlah air destilasi

Berdasarkan Gambar 7 dan Gambar 8, terlihat bahwa kedua jenis kaca penutup mengalami penurunan yang sama. Pada grafik hubungan sudut kaca penutup terhadap jumlah air destilasi, sudut kemiringan kaca penutup 25° lebih besar menghasilkan air tawar hasil destilasi dibanding sudut kemiringan kaca penutup 35° dan 55°. Hal ini disebabkan karena jarak antara pelat *absorber* ke kaca penutup pada sudut kemiringan kaca penutup 25° lebih dekat sehingga proses penguapan lebih cepat dan air hasil destilasi yang dihasilkan juga

cenderung lebih banyak dari sudut kaca penutup 35° dan 55°. Akibat dari faktor ini, maka sangat mempengaruhi efisiensi destilasi. Hal ini terbukti pada grafik hubungan antara sudut kaca penutup terhadap efisiensi destilasi di atas. Di mana jenis kaca penutup transparan menghasilkan jumlah air tawar lebih banyak dari jenis kaca *frosted glass*. Penyebabnya adalah radiasi matahari yang masuk melalui kaca transparan lebih cepat, sehingga proses penyerapan panas oleh pelat *absorber* juga cepat akibatnya proses destilasi air laut yang dihasilkan lebih banyak dibanding jenis kaca *frosted glass*. Namun jenis kaca penutup yang digunakan juga sangat mempengaruhi proses perpindahan panas. Di mana, kolektor surya yang menggunakan kaca penutup jenis *transparan* menghasilkan temperatur air keluar yang tinggi disebabkan karena kaca bening memiliki transmisivitas tinggi dan absorbtivitas rendah sehingga ketika radiasi matahari mengenai kaca maka radiasi tersebut akan lebih banyak diteruskan menuju absorber untuk kemudian digunakan dalam proses pemanasan air. Sedangkan kolektor surya yang menggunakan kaca penutup jenis *frosted glass* memiliki transmisivitas rendah dan absorbtivitas tinggi sehingga radiasi matahari yang mengenai kolektor surya akan lebih banyak diserap oleh kaca sehingga kaca jenis *frosted glass* akan lebih panas dibanding kaca jenis *transparan* dan radiasi yang diteruskan ke absorber juga lebih sedikit sehingga pemanasan airnya juga akan semakin kecil.



Gambar 8. Grafik hubungan antara sudut kaca penutup terhadap efisiensi destilasi

## KESIMPULAN

Dari hasil pengujian dan analisa data yang telah dilaksanakan, maka dapat disimpulkan bahwa :

- Variasi sudut dan jenis kaca penutup mempengaruhi efisiensi kolektor dan jumlah air destilasi yang dihasilkan. Dari hasil penelitian terlihat bahwa efisiensi kolektor dan jumlah air destilasi yang dihasilkan berbanding terbalik. Jika sudut kaca penutup semakin besar maka efisiensi kolektor semakin meningkat. Sedangkan untuk air destilasi, semakin besar sudut kaca penutup maka jumlah air destilasi yang dihasilkan semakin menurun. Fenomena ini terjadi pada kedua jenis kaca penutup yang digunakan.
- Variasi sudut dan jenis kaca penutup didapatkan efisiensi kolektor tertinggi pada kaca penutup jenis transparan pada sudut kaca 55° dengan nilai rata-rata sebesar 46,78 % dan efisiensi terendah terjadi pada kaca penutup jenis *frosted glass* pada sudut kaca 25° dengan nilai rata-rata 42,60 %. Sedangkan jumlah air destilasi terbesar pada jenis kaca transparan pada sudut kaca 25° dengan nilai rata-rata sebesar 92,20 mL dan jumlah air terkecil pada jenis kaca *frosted glass* pada sudut kaca 55° dengan nilai rata-rata sebesar 32,13 mL. Akibatnya efisiensi rata-rata destilasi terbesar terjadi pada sudut 25° sebesar 3,15 % pada jenis kaca transparan, sedangkan efisiensi rata-rata destilasi terendah terjadi pada sudut 55° sebesar 1,20 % pada jenis kaca *frosted glass*.
- kolektor surya yang menggunakan kaca penutup jenis *transparan* menghasilkan temperatur air keluar yang tinggi disebabkan karena kaca bening memiliki transmisivitas tinggi dan absorbtivitas rendah sehingga ketika radiasi matahari mengenai kaca maka radiasi tersebut akan lebih banyak diteruskan menuju absorber untuk kemudian digunakan dalam proses pemanasan air. Sedangkan kolektor surya yang menggunakan kaca penutup jenis *frosted glass* memiliki transmisivitas rendah dan absorbtivitas tinggi sehingga radiasi matahari yang mengenai kolektor surya akan lebih banyak diserap oleh kaca sehingga kaca jenis *frosted glass* akan

lebih panas dibanding kaca jenis *transparan* dan radiasi yang diteruskan ke absorber juga lebih sedikit sehingga pemanasan airnya juga akan semakin kecil.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Astawa, K., 2011. Analisa Performansi Destilasi Air Laut Tenaga surya Menggunakan Penyerap Radiasi Surya Tipe Bergelombang Berbahan Dasar Alumunium. Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Udayana. Bali
- [2] Duffie, J.A. and Beckman, W.A. "Solar Engineering of Thermal Processes", Toronto, John Wiley & Sons, 1991.
- [3] Diah Mufti Erlina, Uji Model Alat Pengereng Tipe Rak Dengan Kolektor Surya. Tugas Akhir Jurusan Fisika Fakultas Sains Dan Teknologi, Universitas Islam Negeri (UIN), Maliki, Malang Oktober 2009.
- [4] Etika, S., 2011. Pengaruh Tekanan Reverse Osmosis Pada Pengolahan Air Payau Menjadi Air Bersih, Universitas Pembangua Nasional. Jawa Timur
- [5] Frank, K., 1996. Prinsip-prinsip Perpindahan Panas, Alih bahasa Arko Prijono, Edisi ketiga, Cetakan keempat, Erlangga, Jakarta
- [6] Homig, H. E. 1978. Seawater and Seawater Distillation, Vulkan-Verlag. University of California.
- [7] Holman, J. P., 1997. Perpindahan Kalor, Alih bahasa E. Jasjfi, Edisi kelima, Cetakan kelima, Erlangga. Jakarta
- [8] Hadi Surachman, "Analisis Perpindahan Panas Alat Pengereng Surya Hibrida" Program Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor, 2002.
- [9] Kalogirou, A. S., 2009. Solar Energy Engineering, Academic Press is an Imprint of Elsevier. USA
- [10] Mark W. Zemansky & R. H. Dittman, Terbitan ke 6 "Kalor Dan Termodinamika", Diterjemahkan Oleh Suroso, Penerbit ITB, Bandung, 1986.



- [11] Mulyanef, 2010, Kaji Eksperimental Untuk Meningkatkan Performansi Destilasi Surya Basin Tiga Tingkat Menggunakan Beberapa Bahan Penyimpanan Panas. Jurusan Teknik Mesin, Universitas Bung Hatta. Padang
- [12] Raldi Artono Koestoer. "Perpindahan Kalor" Edisi I, Salemba Teknika, Jakarta, 2002.
- [13] Santosa, I., 2010, Sistem Perpindahan Panas Single Basin Solar Still Dengan Memvariasi Sudut Kemiringan Kaca Penutup, jurnal teknik mesin, di Laboratorium Fakultas Teknik, Universitas Pancasakti Tegal.
- [14] Sudiyanto, N. A., 2011, Studi Experimental Unjuk Kerja Kolektor Surya V-Groove Terhadap Perubahan Aspek Ratio Pada Honeycom, Jurnal Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya
- [15] Y. A. Çengel and M. A. Boles, "Thermodynamics: An Engineering Approach", 5<sup>th</sup> ed, McGraw-Hill, 2006. (Last update: Dec. 29, 2005).
- [16] Yasrendra Rosa " Rancang Bangun Kolektor Pelat Datar Energi Surya Untuk System Pengeringan Pasca Panen", Jurnal Teknik Mesin, Politeknik Negeri Padang, 2005.

