

## Pembuatan Dan Pengujian Distilator Tenaga Surya Tipe Atap Dengan Pemanasan Air Laut Yang Masuk Ke Distilator

Luther Sule

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Tamalanrea, Makassar 90245

E-Mail : erwin eka [putra@yahoo.com](mailto:putra@yahoo.com)

### Abstrak

*Distilasi tenaga surya merupakan salah satu cara untuk mendapatkan air minum dengan memanfaatkan energi matahari. Sebelumnya dengan sistim distilasi surya sederhana dengan penggabungan solar kolektor plat di wilayah gersang Adrar, Algeria diperoleh peningkatan 200% dibanding bak distilator tunggal. Pada penelitian ini dilakukan pembuatan, serta pengujian dengan luas total kolektor 0,81 m<sup>2</sup> konfigurasi yang diujikan adalah 1/1, pengujian dilakukan pada semua kondisi langit yaitu: cerah, berawan dan hujan selama siang hari pada intensitas radiasi surya kisaran 350 hingga 1000 W/m<sup>2</sup>, pengujian dilakukan pada ketebalan air laut dalam bak, yakni 15 mm.*

*Hasil pengujian menunjukkan bahwa solar kolektor memiliki kontribusi 60% terhadap produksi total sistim rangkaian, dengan produksi terbesar didapatkan pada kisaran pukul 12.00 yaitu 510 mililiter tiap jam, dibanding jika dengan dioperasikan tunggal pada waktu dan kondisi yang sama serta intensitas surya yang relatif sama hanya diperoleh 330 mililiter tiap jam, efisiensi sesaat yang diperoleh juga menunjukkan perbedaan yaitu mencapai 56,04% jika dioperasikan dengan rangkaian solar kolektor.*

*Manfaat dari sistim ini adalah meningkatkan produksi distilasi tunggal dengan merubahnya menjadi distilasi dengan pemanasan air laut oleh kolektor surya sebelum masuk distilasi, manfaat lain adalah untuk menjawab kekurangan air minum para nelayan dipesisir pada waktu musim kemarau dan juga menjawab kekurangan air minum di pulau-pulau yang terpencil.*

*Kata kunci : Distilator air laut.*

### 1. Pendahuluan

Sekarang ini, sebanyak 1,4 milyar orang hidup tanpa akses yang cukup terhadap air untuk dikonsumsi sehari-hari. Angka ini dapat mencapai hingga 2,3 milyar dalam 25 tahun (CEA). Krisis air minum yang diprediksikan terjadi pada tahun 2000 – 2020 ini telah menyebabkan keterterikan yang kuat untuk secara cepat teknologi desalinasi yang lebih murah, sederhana, lebih handal serta diharapkan dengan konsumsi energi yang rendah dan lebih ramah terhadap lingkungan.

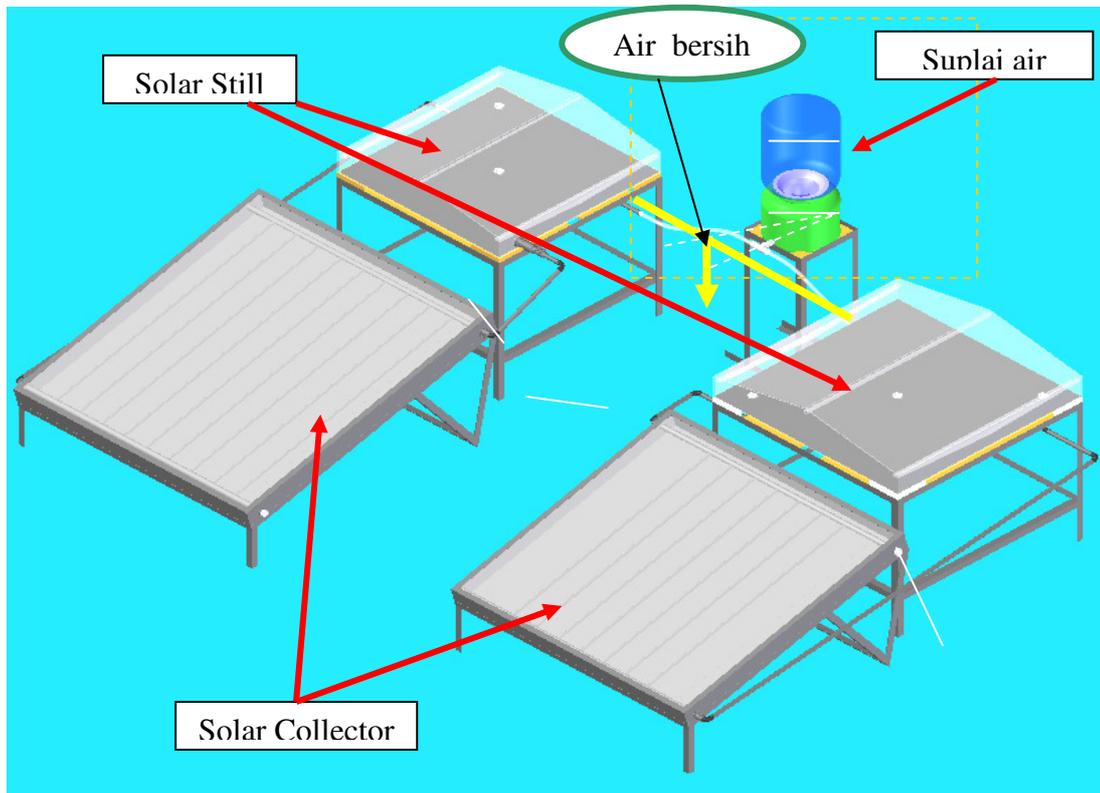
Salah satu metode desalinasi air asin atau air laut adalah distilasi surya. Hal ini sangat dimungkinkan mengingat beberapa kondisi berikut :

1. Air laut tersedia dalam jumlah yang melimpah, hampir 97% air di bumi ini tersedia dalam bentuk air asin (air laut), sehingga jika dapat dieksploitasi dengan baik untuk penyediaan air konsumsi manusia dapat memenuhi kebutuhan terhadap air bersih dan air minum .
2. Penggunaan energi surya sebagai energi yang dapat diperbaharui sangat potensial menggantikan bahan bakar fosil, karena lebih bersih dan bebas dalam jumlah yang melimpah serta lebih ramah terhadap lingkungan.

Proses distilasi surya ini mengikuti siklus hidrologi alam: evaporasi dan kondensasi. Energi surya menguapkan air yang kemudian dikondensasikan, sementara garam tertinggal dalam air laut/larutan garam yang semakin pekat. Distilator tenaga surya sudah sejak dahulu dimanfaatkan oleh manusia, pertama kali, distilator tenaga surya digunakan dalam skala besar tahun 1872 di Las Salinas, Chili. Distilator tersebut merupakan rumah kaca seluas 4800 m<sup>2</sup>, dengan produksi maksimal 23 ton/hari. Sampai pada tahun 1930, distilator tenaga surya belum menarik perhatian para peneliti. Setelah perang dunia kedua, hal tersebut menjadi obyek penelitian yang sistematis di Amerika Serikat. Sejak tahun 1950, distilator surya berkembang secara luas diberbagai negara seluruh dunia (Joko). Di India tahun 1965 membangun distilator tenaga surya seluas 350 m<sup>2</sup> dengan produksi 1000 kg/hari atau 2,86 kg/m<sup>1</sup> per hari, dengan energi matahari 486 kal/cm<sup>2</sup>/hari dan efisiensinya 34,3% dan beberapa tempat lain lagi misalnya yang terluas di Patmos yaitu 8447 m<sup>2</sup> yang dibangun pada tahun 1967 dengan produksi rata-rata 26 ton/hari, atau 3 kg/m<sup>2</sup>/hari. Selain skala besar banyak pula dibuat dalam skala kecil untuk kebutuhan individu maupun untuk penelitian.

## 2. Metode Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Makassar dengan pengawasan Laboratorium Energi Terbarukan Jurusan Teknik mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin pada pertengahan bulan Oktober 2006, kondisi kemarau puncak. Penelitian ini ditujukan pada sistem bak distilasi tipe atap tungga yang dirangkai langsung dengan solar kolektor pelat datar, karena sistem ini lebih sederhana secara teknis, tidak menggunakan tangki, tidak menggunakan tangki penyimpanan dan dengan satu aliran fluida, sehingga lebih ekonomis.



Gambar 1. Sketsa alat uji dengan 2 unit

Konfigurasi alat uji dipilih berdasarkan acuan konstruksi yang digunakan (Standar pengujian kolektor dan distilasi dari Boukar, Harmin). Dengan perbandingan:

$\frac{A_{ss}}{A_{sc}} = \frac{1,037}{1,803} \approx \frac{7}{12}$  Alat uji memiliki konfigurasi berbeda 1 : 1 olehnya diadakan penyesuaian yakni:

Solar Still (SS)	Solar Collector (SC)
Karena 1 : 1 maka dipilih $A_{ss} = 0,81 \text{ m}^2$	Luas Collector, $A_{sc} = 0,81 \text{ m}^2$

### A. Posisi benda uji :

- Menghadap kearah utara (Posisi geografis Indonesia: 5°07'49,6" LS dan 119°28'48,9"BT)
- Bak distilator di tempatkan horisontal pada statis, ketinggian 800 mm.
- Solar Colector di tempatkan pada statis dengan kemiringan 15°.
- Ketinggian air laut dalam bak diatur dan dijaga konstan, dengan prinsip bejana berhubungan, yaitu menggunakan konstruksi gallon dan penyangga (seperti pada spenser air minum).

Dimensi:

- Absorber bak distilator : 900 x 9000 mm
- Absorber solar collector : 900 x 900 mm.

## B. Spesifikasi Distilator:

Material :

- Absorber ; seng plat tebal 0,5 mm, dicat hitam dop (tidak mengkilap).
- Rangka/dinding : acrylic 5 mm.(tahan korosip).
- Tutup transparan : kaca 5 mm, kemiringan  $10^{\circ}$ .
- Sekat tutup transparan dan rangka :Karet dan silicon scalant.
- Pipa outlet, inlet, drainase :pipa PVC  $\frac{1}{2}$  inc.

Dimensi :

- Tinggi Bak ; 110 mm.
- Diameter lubang inlet, outlet, drainase ;  $\frac{1}{4}$  inc.
- Diameter lubang kondensat outlet ; 6 mm.

## C. Spesifikasi Collector pelat datar.

Material :

- Absorber ; terdiri dari : pelat aluminium 1 mm, dicat hitam dop (tidak mengkilap), pipa tembaga diameter  $\frac{1}{4}$  inc (pipa laluan) dan pipa tembaga diameter 1.2 inc (pipa pengumpul).
- Insulasi panas : ijuk 40 mm (dalam keadaan bebas).
- Tutup transparan : kaca 5 mm.
- Rangka collector : pelat aluminium 0,5 mm.
- Sekat tutup transparan dan rangka : silicon.
- Penahan tutup transparan : aluminium profil siku 1 inc.

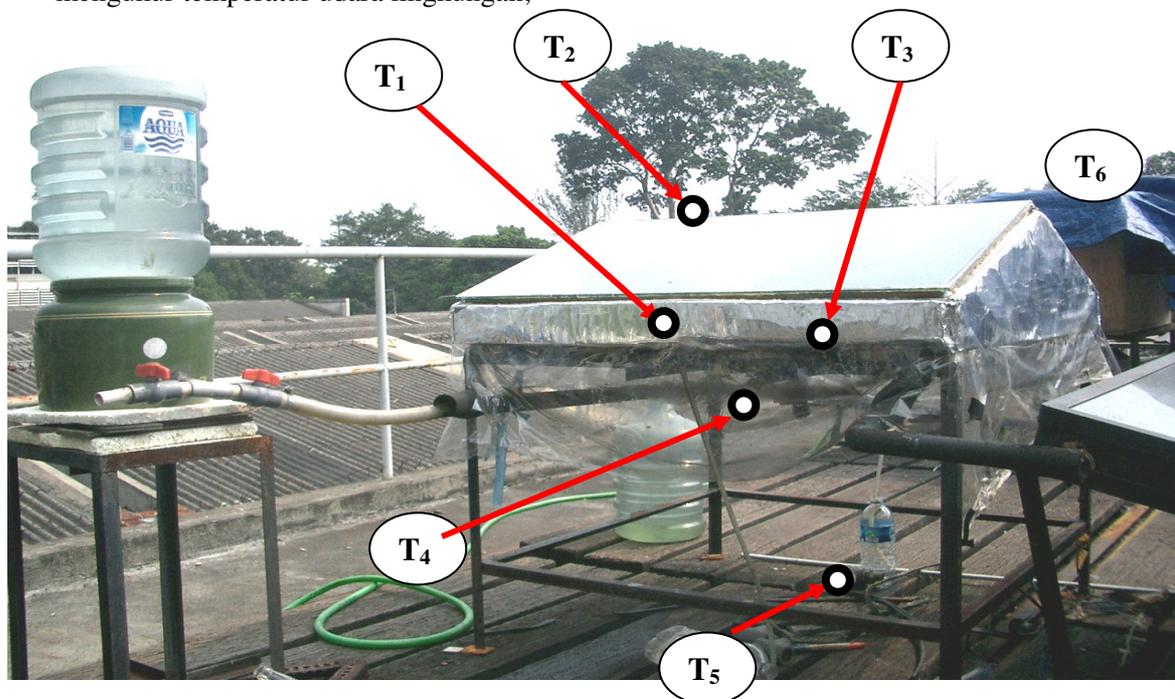
Dimensi:

- Luas absorber soler collektor :  $081 \text{ m}^2$ .
- Tinggi rangka collector ; 106 mm.
- Tebal insulasi : 40 mm.

## D. Pengujian.

Pengukuran :

- Pengukuran temperatur: dilakukan pada 6 titik, yakni 5 titik pada distilator dan satu titik mengukur temperatur udara lingkungan;



Gbr.2. Foto Konstruksi dan titik pengukuran temperatur pada distilasi.

Tabel.1. Titik Pengukuran pada distilator.

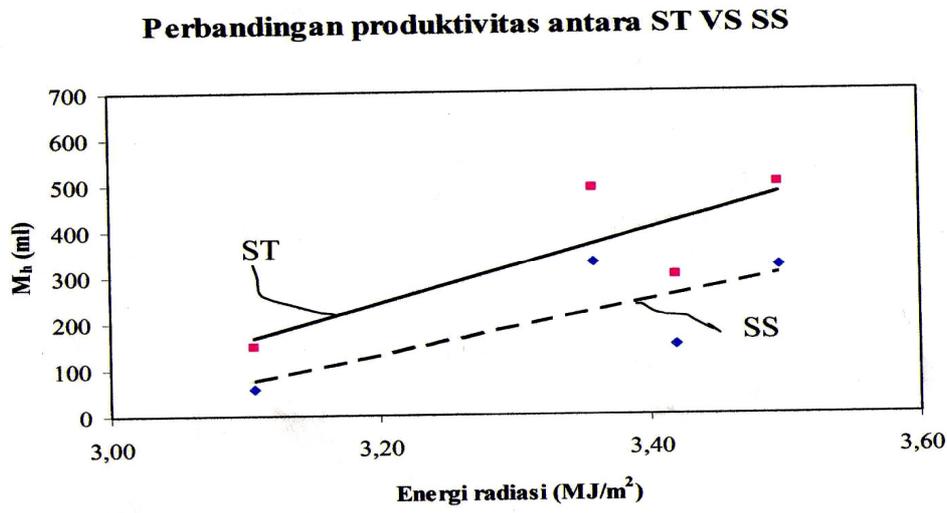
Notasi	Keterangan
T <sub>1</sub>	Temperatur permukaan dalam kaca
T <sub>2</sub>	Temperatur permukaan luar kaca
T <sub>3</sub>	Temperatur Absorber
T <sub>4</sub>	Temperatur permukaan di bagian bawah distilator
T <sub>5</sub>	Temperatur air hasil distilasi
T <sub>6</sub>	Temperatur udara lingkungan

- Alat ukur yang digunakan adalah: Datalogger Pyranometer, sensor Pyranometer, termokoppel termometer untuk ukur temperatur/kelembaman udara sekeliling distilator, Temperatur indicator, anemometer Van Probe, anemometer digital reader, gelas ukur dan temperatur probe.
- Prosedur Pengujian : Dalam pengujian ini, alat uji dioperasikan secara kontinyu pada semua kondisi langit dan cuaca dengan ketinggian air laut dalam bak diatur 15 mm. Pengujian dilakukan sesuai kondisi langit yang diinginkan dalam pertengahan oktober (musim Kemarau) sampai selesai dengan pertama operasi tunggal dan kedua dengan operasi yang dirangkai dengan solar collector, pengukuran dilakukan mulai pukul 09.00 hingga 15.30 WITA.

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### A. Pengaruh penggunaan solar collector pada bak distilator

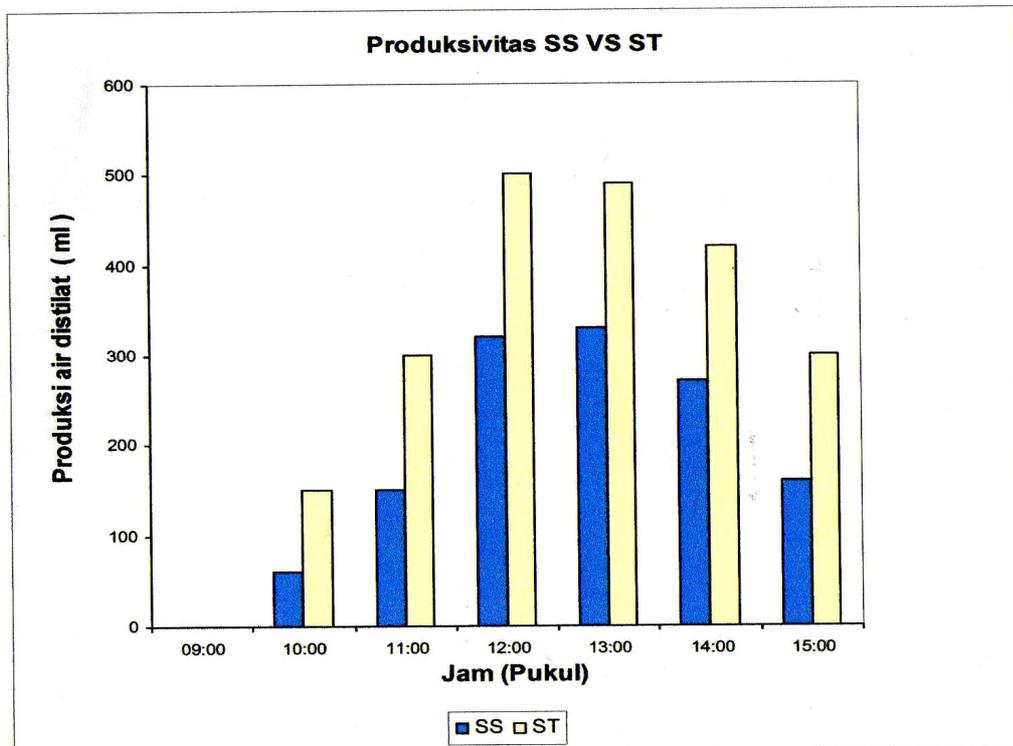
Untuk memperoleh pengaruh penggunaan solar collector pelat datar pada bak distilator (ST) terhadap produksi distilasi surya, dilakukan pengujian tambahan terhadap bak distilasi surya, dilakukan pengujian tambahan terhadap bak distilasi yang dioperasikan tunggal, tanpa menggunakan solar collector (SS) pada kondisi yang sama, dengan ketinggian air dalam bak setinggi 15 mm. Penyajian hasil pada grafik 1 dibawah ini :



Grafik 1. Perbandingan produktivitas antara ST dengan SS

Pada Grafik 1 dapat diamati bahwa, untuk input energi radiasi yang sama pemakaian solar collector pelat datar dapat meningkatkan produktivitas harian hingga 70%. Hal ini disebabkan karena temperatur air laut dalam bak dapat ditingkatkan hingga menjadi lebih besar dibanding temperatur air laut dalam bak bila dioperasikan tunggal. Grafik 2 dibawah ini menunjukkan perbandingan laju produksi distilasi dalam bak dengan dan tanpa penggunaan solar collector.

Dua data yang dapat diperbandingkan pada kondisi langit cerah tanpa berawan, dengan pengoperasian dari jam 09.00 hingga 15.30 WITA sbb:

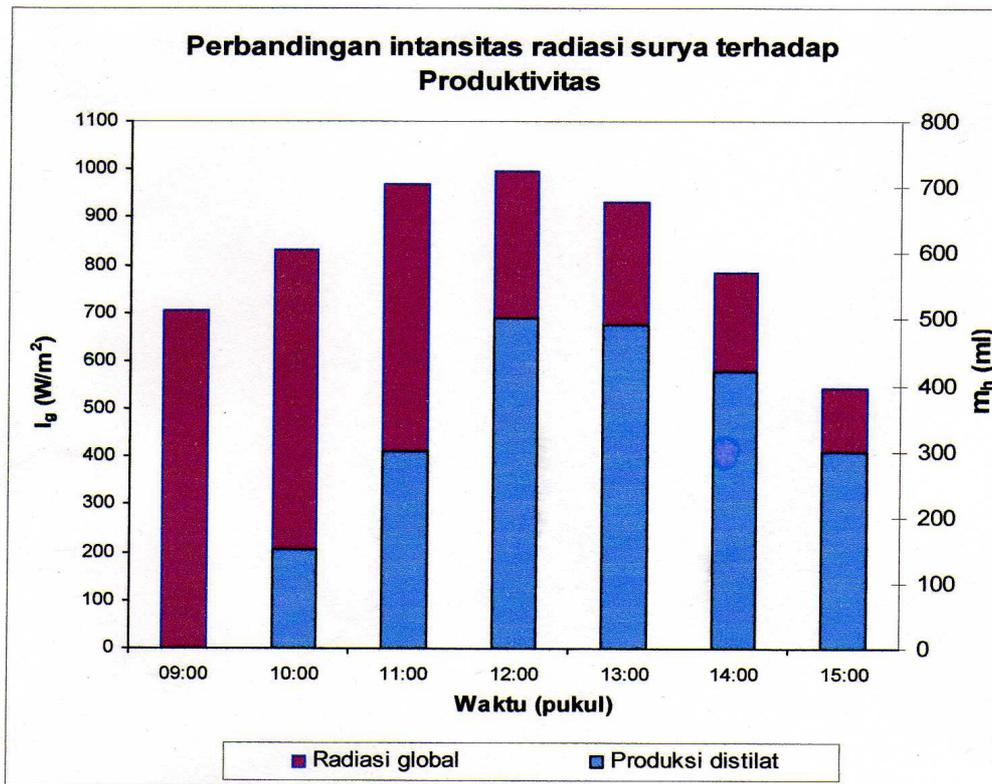


Grafik.2. Perbandingan produktivitas sesaat antara SS dengan ST.

### B. Pengaruh besarnya intensitas radiasi surya terhadap produktivitas.

Hasil pengukuran dan pencatatan data dilakukan setiap jam pada pengujian dan menunjukkan bahwa sistim distilasi surya bekerja secara transien. Intensitas radiasi surya pada mulanya meningkat, sehingga produksi distilasi juga meningkat. Namun produksi distilasi tidak langsung menurun ketika intensitas radiasi kemudian menurun, melainkan ada waktu keterlambatan. Demikian juga ketika intensitas radiasi meningkat lagi, terdapat selang waktu keterlambatan hingga produksi air distilasi turut meningkat, hal ini ditunjukkan pada Grafik.3. dibawah ini

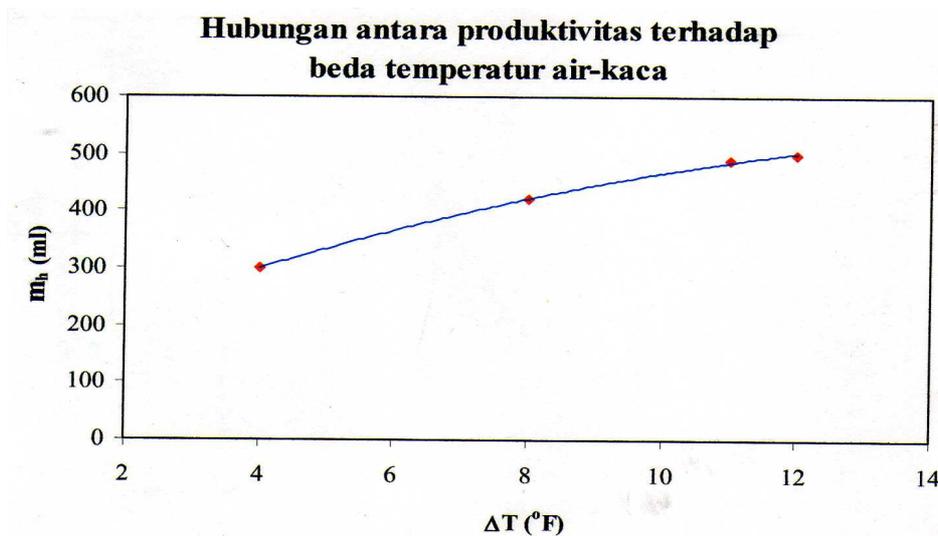
.Dari pengamatan bahwa, pada saat malam hari, walaupun sudah tidak ada input radiasi surya, masih terdapat produksi air distilat yang relatif kecil. Hal ini disebabkan karena temperatur udara lingkungan lebih rendah, sedangkan masih ada uap yang terkondensasi pada bak distilasi. Air laut juga masih mempunyai panas yang tersimpan sehingga memungkinkannya masih dapat menguap, dari percobaan yang dilakukan, produksi malam hari didapatkan berkisar 1 s.d 2% dari total produksi harian.



Grafik.3. Perbandingan antara intensitas radiasi surya terhadap produktivitas

**C. Pengaruh perbedaan temperatur air-kaca penutup ( $T_{w-g}$ ) terhadap produktivitas**

Hasil pengujian menunjukkan bahwa perbedaan temperatur antara air laut dan kaca penutup ( $T_{w-g}$ ) berbanding lurus dengan produktivitas, karena semakin besar ( $T_{w-g}$ ) maka laju perpindahan panas juga semakin besar, terlihat pada Grafik 4 dibawah ini.

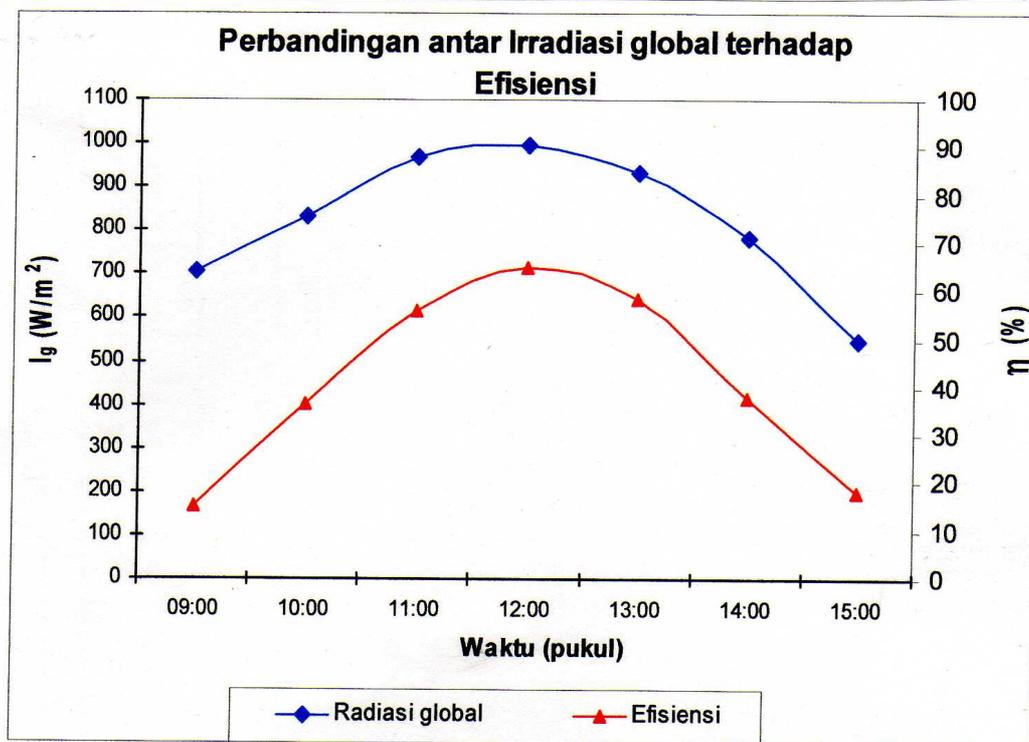


Grafik.4. Hubungan antara produktivitas terhadap beda temperatur.

**D. Efisiensi distilator**

Hasil dari pengamatan selama percobaan menunjukkan bahwa intensitas radiasi matahari sangat berpengaruh terhadap efisiensi distilator, hal ini terjadi karena semakin besar intensitas radiasi surya maka panas yang diserap oleh absorber distilator besar pula. Sehingga tekanan parsial uap air pada temperatur absorber distilator besar pula. Demikian pula selisih

temperatur antara air dan kaca penutup yang berhubungan langsung dengan efisiensi distilator semakin besar. Pengamatan pada pertengahan Oktober 2007, diperoleh irradiansi global ( $I_g$ ) tertinggi terjadi pada pukul 12.00 WITA yaitu  $998 \text{ W/m}^2$ . Sedangkan temperatur absorber mencapai  $77^\circ\text{C}$  ( $170,6^\circ\text{F}$ ). Secara keseluruhan dari hasil pengamatan pada hari tersebut, dapat dikatakan efisiensi distilator semakin meningkat hingga pada puncaknya terjadi pada pukul 12.00 WITA dan perlahan turun seiring dengan menurunnya intensitas radiasi matahari.



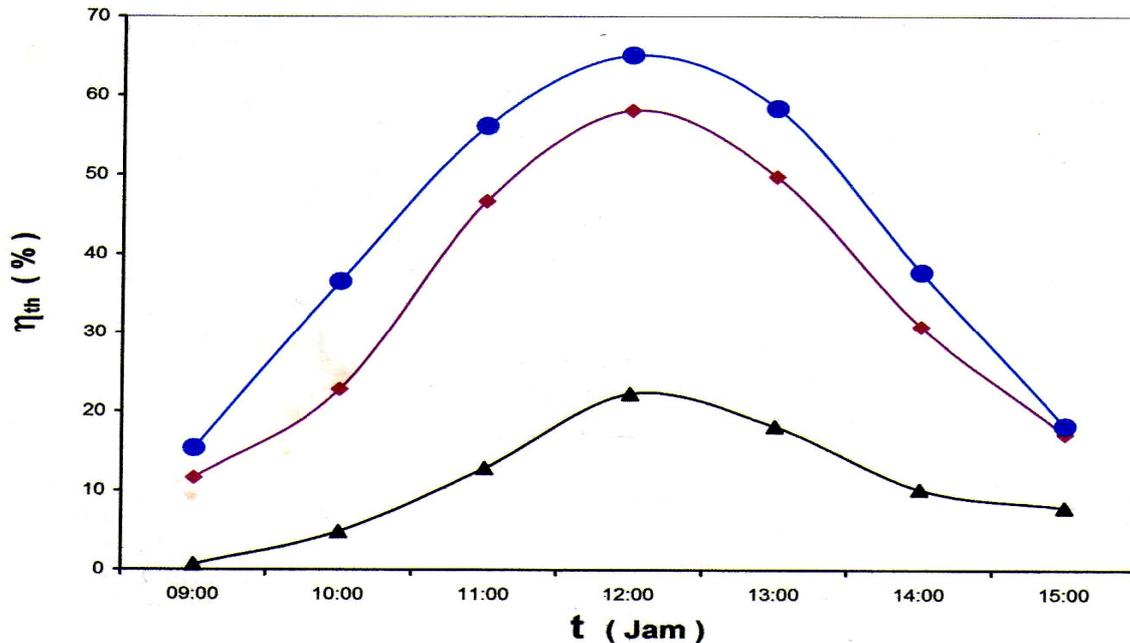
Grafik.5. perbandingan antara Irradiansi global terhadap efisiensi distilator.

#### E. Kinerja distilator.

Kinerja distilator ditentukan oleh keadaan langit dari pagi hingga siang dan sore hare hari, dari hasil dapat diperlihatkan sbb:

Tabel. 2. Kinerja distilator.

Pukul (jam)	Langit mendung		Langit berawan		Langit Cerah	
	$\eta$ (%)	$M_h$ (ml)	$\eta$ (%)	$M_h$ (ml)	$\eta$ (%)	$M_h$ (ml)
09.00	0,71	0	11,67	0	19,39	0
10.00	4,82	60	22,82	180	36,59	150
11.00	12,86	150	46,73	280	56,17	300
12.00	22,26	320	58,11	440	65,10	510
13.00	18,17	330	49,420	420	58,40	490
14.00	10,20	290	30,80	350	37,71	420
15.00	7,90	170	17,25	200	18,29	300



Keterangan: ▲ Mendung, ■ Berawan, ● Cerah

Grafik .6. Hubungan antara cuaca dengan Efisiensi Teoritis

#### 4. Kesimpulan

1. Dengan penggunaan Solar Colektor yang memanasi air laut sebelum masuk distilator terbukti dapat meningkatkan prokduktivitas total harian sebesar 70% dengan ketinggian air laut (ketebalan) 15 mm.
2. Intensitas radiasi surya berbanding lurus dengan produktivitas distilasi.
3. Produktivitas berbanding lurus pula terhadap perbedaan tempertur air laut dalam bak distilasi.
4. Koefisien perpindahan panas keseluruhan bak distilasi berbanding lurus terhadap perbedaan temperatur air laut dalam bak dengan temperatur lingkungan.

#### Saran:

1. Untuk melihat lebih lanjut pengaruh konfigurasi bak distilasi dan solar collector, sebaiknya dilakukan lebih lanjut dengan luasan yang lebih besar (Luasan divariasikan).
2. Upaya peningkatan produktivitas juga dapat dilakukan dengan mengganti Acrylic dengan material yang lebih tahan panas, seperti aluminium atau bahan tahan karat lain (stainles stel).

#### Daftar Pustaka

1. H.Syukri Himran, 2005. Energi Surya. Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin, Makassar.
2. John A. Duffi, William A, Beckman, 1991. Solar Engineering of Thermal Process, 2<sup>nd</sup> Edition, John Wiley & Sons Inc, New York.
3. J.P.Holman, Alih Bahasa, Jasjfi, 1991. Perpindahan Kalor, Erlangga.
4. Ozisik M.Necati, 1985. Heat Transfer a Basic Approach. Mc.Graw-Hill Book Company, New York.
5. T.A. Reddy and Ph..Bouix, 1986. Solar Thermal Component And System Testing, Asian Institute of Technology, Bangkok 10501 Thailand.
6. Richard E. Sonntag, 1985. Fundamentals of Classical Thermodynamics, 3<sup>rd</sup> Edition, John Wiley & Sons Inc, New York.
7. William C.Dickinson and Paul N.Cheremisinoff, 1980. Solar Energy Technology Handbook Part A and Part B, Marcel Dekker,Inc. Butterworths, New York and Basel London.