

Pengaruh Penambahan Batu kerikil Sebagai Absorber Pada Peralatan Pemurnian Air Laut Dengan Menggunakan Tenaga Matahari

Kennie A. Lempoy, dan Nita C.V. Monintja

Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi

Jln. Kampus Unsrat Bahu Manado, 95115, Telepon: (0431-827574)

Email: kennielempoy@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini dilakukan pada peralatan untuk memurnikan air laut dengan memanfaatkan energi matahari berdasarkan kebutuhan akan ketersediaan air bersih yang semakin meningkat terutama pada saat musim kemarau panjang. Tujuan penelitian adalah untuk mendapatkan cara yang terbaik agar didapat suatu sistem penyerapan energi matahari semaksimal mungkin untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas yang dihasilkan oleh solar still dalam menghasilkan air bersih.

Peralatan penelitian ini dibuat dari kaca dengan luasan total 0,64 m². Kaca penutup terbuat dari kaca bening dengan ketebalan 3 mm yang membentuk sudut 17^o dari dasar basin. Pengambilan data dilakukan pada temperatur pelat penyerap, kaca penutup, air dalam basin, dan udara luar; radiasi matahari serta produksi air bersih. Pengamatan dilakukan mulai pukul 07:00 sampai dengan pukul 17:00. Pencatatan data menggunakan software Data Acquisition Instrumentation, pencatatan data pada komputer dilakukan setiap 10 menit, jumlah produksi air bersih yang dihasilkan oleh peralatan dicatat pada jam 20:30.

Hasil penelitian menunjukkan produksi air kondensat dengan menggunakan pelat penyerap yang terbuat dari coran beton dengan tambahan batu kerikil diameter 1 cm pada pelat penyerap lebih besar dibandingkan pelat penyerap tanpa batu kerikil.

Kata kunci: solar still, matahari, absorber, batu kerikil

PENDAHULUAN

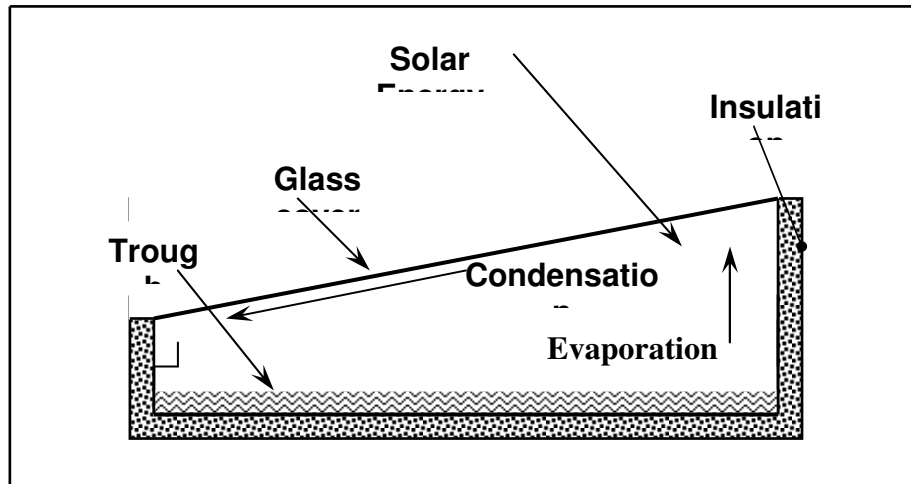
Kebutuhan akan air bersih saat ini semakin meningkat, terutama untuk masyarakat yang tinggal didaerah pantai, dimana hampir sebagian besar sumber air tanah yang didapat adalah air payau. Penyaluran air bersih pada daerah ini belum dapat memenuhi kebutuhan akan air bersih untuk seluruh penduduk, akibat dari ini masyarakat merasakan kesulitan akan ketersediaan air bersih khususnya untuk keperluan rumah tangga, terutama pada saat musim kemarau yang panjang. Penyulingan air laut merupakan suatu proses pemurnian air laut dari kandungan yang ada, yaitu garam. Proses yang digunakan merupakan suatu proses pemisahan fisis antara air dengan kandungan garam dengan cara menguapkan air laut, yang kemudian uap tersebut didinginkan sehingga uap akan berubah bentuk menjadi air tawar.

Proses penyulingan air laut dengan memakai peralatan distilasi tenaga surya, adalah proses perpindahan panas yang terjadi pada bagian dasar dari *solar still* yang menerima energi dalam bentuk sinar matahari.

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan suatu sistem penyerapan energi matahari semaksimal mungkin untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas yang dihasilkan oleh suatu peralatan pemurnian air laut dengan menggunakan tenaga matahari dalam menghasilkan air bersih.

Disain peralatan pemurnian air laut dengan menggunakan tenaga matahari ditunjukkan pada Gambar 1. Penerimaan energi panas matahari akan menyebabkan naiknya temperatur air laut yang berada didalam wadah. Air laut dalam wadah akan mengalami proses penguapan dan uap air yang terbentuk akan menempel pada permukaan kaca penutup bagian bawah. Udara luar yang mengalir

pada bagian luar peralatan akan mendinginkan kaca penutup, uap air yang menempel pada kaca penutup akan mengalami kondensasi yang kemudian akan berubah menjadi air kondensat. Air hasil kondensasi akan mengalir turun melewati permukaan bagian dalam kaca penutup, yang kemudian mengalir menuju bak penampungan melewati suatu saluran yang telah disediakan.



Gambar 1. Skema peralatan pemurnian air laut dengan menggunakan tenaga matahari

Efisiensi peralatan pemurnian air laut dengan menggunakan tenaga matahari dapat didefinisikan sebagai perbandingan antara perpindahan panas pada alat peralatan dengan evaporasi kondensasi terhadap besarnya radiasi matahari, dinyatakan dengan persamaan (1) dari Duffie dan Beckman (1991) sebagai berikut:

$$\eta_i = \frac{\dot{m}_p h_{fg}}{G \cdot A \cdot t} \quad (1)$$

dimana:

\dot{m}_p = laju aliran massa produk distilasi perluasn luas ($\text{kg}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$)

h_{fg} = panas laten penguapan (J/kg)

G = radiasi matahari (W/m^2)

A = luasan dari *basin* (m^2)

q_e = panas yang dibutuhkan untuk evaporasi (J)

t = interval waktu pengambilan data (s)

Dengan mengalikan waktu operasi dari peralatan pemurnian air laut dengan menggunakan tenaga matahari, kapasitas produksi air bersih dapat dihitung dengan persamaan (2) dari Duffie dan Beckman (1991) sebagai berikut:

$$m_D = \frac{Q_e}{h_{f.g}} \cdot t \quad (2)$$

dimana:

- m_D = massa air kondensat yang dihasilkan (Kg)
 Q_e = panas yang digunakan untuk evaporasi (W/m²)
 $h_{f.g}$ = panas laten penguapan (J/Kg)

Banyak usaha yang dilakukan untuk memperbaiki kinerja peralatan pemurnian air laut dengan menggunakan tenaga matahari dalam pengoperasian maupun bentuk. Jackson dan Van Bavel (1965), merancang suatu peralatan *solar* sederhana, dimana permukaan tanah merupakan dasar dari peralatan. Dengan demikian peralatan ini dapat digunakan untuk menghasilkan air bersih dari tanah yang basah akibat dari hujan dan air buangan. Hasil maksimum yang didapat dari peralatan ini hanya sekitar 1.5 liter/m² setiap hari. Minasian, dkk. (1992), membuat tiga peralatan penyulingan air tanah dengan ukuran yang sama, ke-tiga peralatan diletakkan diatas setiap lubang dengan kedalaman 1,2 m. Hasil yang didapat menunjukkan kontribusi rata-rata dinding dalam menyuplai air bersih sebanyak 56%, dimana kontribusi sebelumnya adalah 31%. Elkader dkk. (2001), mempelajari dampak dari berbagai parameter, seperti ketebalan karet dan gravel pada operasi dan keadaan yang sama. Percobaan ini menunjukkan bahwa, karet hitam dengan ketebalan 10 mm dapat meningkatkan produktivitas sebesar 20% dengan volume air asin 60 liter/m² dan kemiringan kaca 15°. Dengan menggunakan gravel hitam ketebalan 20-30 mm, produktivitas dapat ditingkatkan sebesar 19% dengan volume air asin 20 liter/m² dan kemiringan kaca 15°.

Inovasi dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan pelat penyerap yang terbuat dari coran beton dengan tambahan batu kerikil diameter 1, 2, dan 3 cm yang akan dibandingkan dengan tanpa tambahan batu kerikil seperti ditunjukkan pada gambar 2 (a) dan (b). Dengan penambahan batu kerikil pada permukaan pelat penyerap, diharapkan dapat memperbesar laju penguapan



(a) (b)
 Gambar 2. Pelat penyerap tanpa tambahan batu kerikil (a), dan Pelat penyerap dengan tambahan batu kerikil (b)

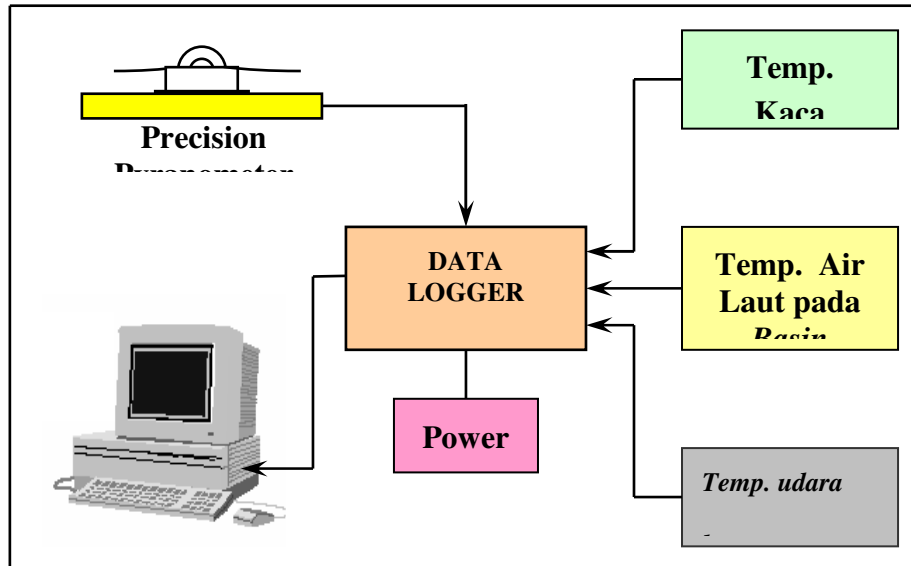
Metode Penelitian

Pengujian kinerja efisiensi peralatan pemurnian air laut dilakukan dengan metode eksperimen, dimana kedua peralatan dengan dan tanpa tambahan batu kerikil diletakkan berdampingan dan diuji secara bersamaan. Batu kerikil yang digunakan mempunyai diameter rata-rata yang sama, yaitu diameter 1, 2, dan 3 cm,. Pelat penyerap pada pengujian ini yang pertama terbuat dari cor-an beton kasar tanpa plester dengan ketebalan 2 cm, yang kedua terbuat dari pelat tembaga dengan ketebalan 2 mm, kedua pelat penyerap dibuat dengan ukuran yang sama, yaitu 0,80 x 0,80 m. Pada bagian atas permukaan pelat penyerap di cat warna hitam kabur. Kaca penutup pada ke-dua peralatan ini dibuat

dari kaca bening dengan ukuran 0,8 x 0,45 m dan ketebalan kaca 3 mm. Kaca penutup ini membentuk sudut 17^o dari dasar peralatan.

Pengukuran intensitas radiasi matahari menggunakan *Eppley Precision Pyranometer*, dan pengukuran temperatur menggunakan termokopel IC LM-35. Pengambilan data dilakukan menggunakan *datalogger*, dengan interval pengiriman data ke komputer setiap 10 menit. Pengambilan data dilakukan selama tiga hari pada bulan Oktober 2007, antara jam 07.00 sampai jam 17.00. Pengambilan data produk air bersih dilakukan pada jam 21.⁰⁰

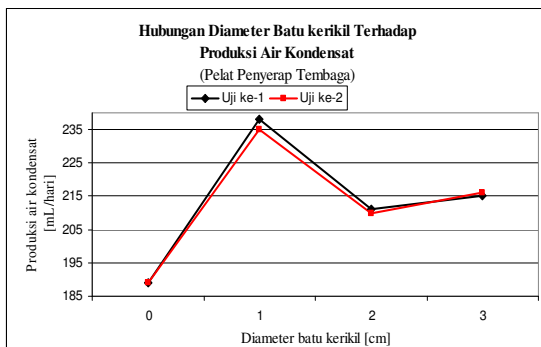
Instalasi peralatan untuk pengambilan data dalam penelitian ini, seperti pada Gambar 3.



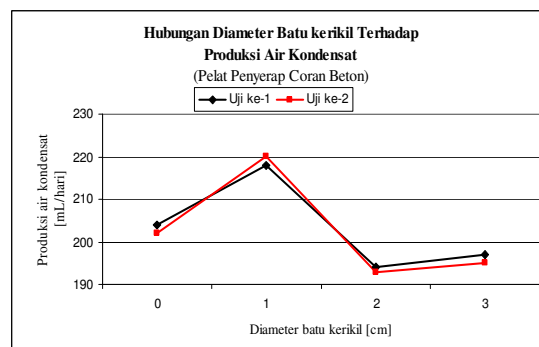
Gambar 3. Diagram instalasi pengambilan data

Hasil dan Pembahasan

Data hasil pengamatan tentang pengaruh penambahan batu kerikil sebagai absorber pada peralatan pemurnian air laut disajikan dalam bentuk grafik pada Gambar 4 dan 5. Cuaca selama pengamatan cerah, sehingga intensitas radiasi matahari tertinggi pada saat pengamatan didapat cukup tinggi berkisar antara 870 sampai 990 Watt/m².

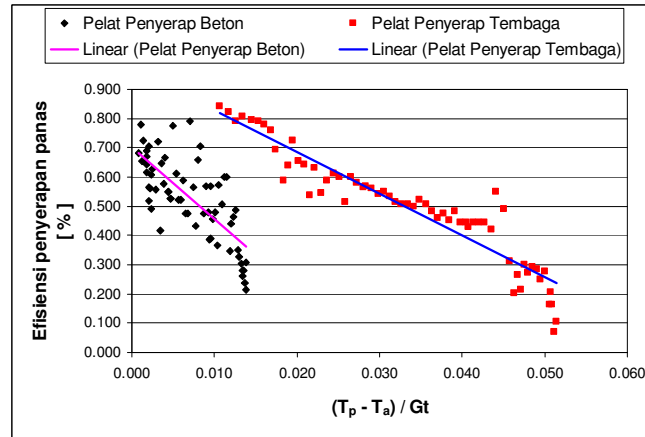


Gambar 4. Hubungan diameter batu kerikil terhadap produksi air kondensat pada pelat penyerap tembaga



Gambar 5. Hubungan diameter batu kerikil terhadap produksi air kondensat pada pelat penyerap coran beton

Hubungan antara efisiensi penyerapan panas (η_s) dan $\frac{(T_p - T_a)}{G_t}$ untuk bahan pelat penyerap coran beton dan pelat tembaga hasil pengujian disajikan pada Gambar 6



Gambar 6. Grafik hubungan antara efisiensi penyerapan panas (η_s) dan $\frac{(T_p - T_a)}{G_t}$ untuk bahan pelat penyerap coran beton dan pelat tembaga hasil pengujian.

Dari hasil pengukuran temperatur pada pelat penyerap (gambar 6) dengan menggunakan analisa regresi didapat suatu persamaan garis lurus sebagai berikut:

- persamaan garis untuk bahan coran beton; $Y = -24,495 X + 0,6993$
- persamaan garis untuk bahan tembaga; $Y = -14,227 X + 0,9692$

Dari persamaan diatas didapatkan hubungan antara nilai efisiensi absorber $\eta_s = \alpha_s - U_L \cdot \frac{(T_p - T_a)}{G_t}$ dengan $\frac{(T_p - T_a)}{G_t}$, dan α_s serta U_L adalah konstanta. Dengan kesebangunan persamaan, didapat nilai koefisien penyerapan (α_s) dan koefisien kehilangan panas total (U_L) seperti ditabelkan pada tabel 1.

Tabel 1. Nilai absorbtivitas (α_s) dan koefisien kehilangan panas total (U_L) untuk bahan coran beton dan tembaga.

Bahan	Absorbktivitas (α_s)	Koefisien kehilangan panas (U_L)
Coran beton	0,699	24,49
Tembaga	0,969	14,23

Warna hitam pekat adalah warna yang sangat besar dalam menyerap panas, dimana nilai koefisien penyerapannya adalah 1. Dari tabel 1, dapat dilihat bahan pelat penyerap yang terbuat dari coran beton mempunyai nilai koefisien penyerapan (α_s) sebesar 0,699. Nilai koefisien ini dimungkinkan karena pada coran beton yang mempunyai warna gelap dan buram permukaannya dilapisi dengan cat hitam buram. Sedangkan pada bahan pelat penyerap tembaga mempunyai nilai koefisien penyerapan (α_s) sebesar 0,969. Hal ini disebabkan karena warna dasar tembaga yang lebih terang dari pada coran beton mempunyai sifat lebih besar memantulkan panas.

Nilai koefisien kehilangan panas (U_L) pada pelat penyerap dengan bahan tembaga lebih besar dibandingkan dengan pelat penyerap beton, hal ini disebabkan karena nilai konduktivitas termal masing-masing bahan berbeda. Konduktivitas termal suatu bahan menunjukkan seberapa cepat panas dapat mengalir pada bahan tersebut, karena konduktivitas termal pada beton lebih kecil dibandingkan dengan tembaga, maka koefisien kehilangan panas pada bahan beton lebih kecil dibandingkan dengan bahan tembaga. Selain itu material dengan konduktivitas panas yang besar, mengakibatkan temperatur material akan lebih cepat naik apabila menerima panas dan sebaliknya akan lebih cepat turun apabila melepaskan panas.

Kesimpulan.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Perubahan intensitas radiasi matahari sangat berpengaruh terhadap kenaikan temperatur pada komponen peralatan pemurnian air laut dengan menggunakan tenaga matahari. Naiknya temperatur air laut akan meningkatkan laju penguapan yang sekaligus akan meningkatkan produksi uap didalam *basin*. Semakin besar radiasi rata-rata harian, maka efisiensi harian peralatan akan meningkat, adanya efisiensi yang menurun pada *solar still* disebabkan karena adanya kerugian yang terjadi pada *solar still* yang disebabkan karena kebocoran pada sambungan kaca penutup dan dudukan kaca penutup, serta kebocoran air kondensat pada saluran penampung.
2. Produktivitas *solar still* dalam menghasilkan air kondensat dengan tambahan batu kerikil diameter 1 cm pada pelat penyerap lebih besar dibandingkan pelat penyerap tanpa batu kerikil, ini disebabkan karena bertambahnya luas permukaan penguapan yang terjadi pada permukaan batu kerikil.
3. Produksi air kondensat dengan menggunakan pelat penyerap yang terbuat dari bahan coran beton lebih banyak dibandingkan dengan pelat penyerap yang terbuat dari bahan tembaga, ini disebabkan karena bahan coran beton lebih lambat dalam melepaskan panas dibandingkan dengan pelat penyerap yang terbuat dari bahan tembaga.
4. Penggunaan pelat penyerap dengan bahan coran beton lebih murah dibandingkan dengan pelat penyerap yang terbuat dari pelat tembaga. Selain harga yang dapat dijangkau, bahan untuk pembuatan coran beton mudah didapat

Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, peneliti menyarankan agar dilakukan suatu penelitian lanjut mengenai sebab-sebab produktivitas air kondensat pada peralatan dengan menggunakan pelat penyerap beton lebih besar dari pada produktivitas air kondensat yang dihasilkan oleh peralatan dengan menggunakan pelat penyerap tembaga yang mempunyai nilai koefisien penyerapan panas yang lebih besar.

DAFTAR PUSTAKA

- Abd Elkader M., Abd Elmotalip A., Safwat Nafey A. and Mabrouk A., Solar still productivity enhancement, *International Journal of Renewable Energy Engineering*, Vol. 3, No. 1, April 2001.
- Bhide V. G., Vaishya J. S., Nagar V. K. and Sharma S. K., Choice of selective coating for flat plate collectors, *Solar Energy*, Vol. 29, No. 6, pp. 463-465, 1982.
- CADDET, 2001. "A simple, low-cost solar desalination still".
<http://www.cadet.co.uk/html/contjapa.htm>
- Duffie, John A. Beckman, and William A. (1980). *Solar Engineering of Thermal Processes*, New York: John Wiley & Sons.
- Frank Kreith, and Jan F. Kreider. (1978). *Principles of Solar Engineering*, Hemisphere Publishing, Co.
- Frank P. Incropera, and David P. De Witt. (1981). *Fundamentals of Heat Transfer*, New York: John Wiley & Sons.
- Jackson R. D and Van Bavel C. H. M., Solar distillation of water from soil and plant materials, a simple desert survival technique, *Science*, **149**, 1377-1379, 1965.
- Minasian A. N., Al-Karaghoul A. A., Hasan M., and Shakir A., Utilization of solar earth-water stills for desalination of groundwater, *Solar Energy*, Vol. 49, No. 2, pp. 107-110, 1992.
- Sudjito, (2002). "Metode dan Peralatan untuk Mengukur Nilai Penyerapan Pelat Penyerap Panas". *Deskripsi Paten*. Malang: Fakultas Teknik Unibraw.
- Solar Water Purification Project (2000). "Solar Water Distillation – Still".
<http://www.epsea.org/still.html>