

OSEATEK



MAJALAH ILMIAH BIDANG :

KELAUTAN, PERIKANAN, MATEMATIKA DAN TEKNOLOGI

ISSN : 1858 - 4519



EDISI 08 / APRIL 2011

Penerbit : Lembaga Penelitian Universitas Pancasakti Tegal

Optimasi Sistem Pemanasan pada *Single Basin Solar Still* Terhadap Kemiringan Kaca Penutup

Irfan Santosa

Abstrak

Sistem distilator surya merupakan alat alternatif ditengah krisisnya air bersih dibumi ini khususnya didaerah pantai. Alat distilator surya tipe basin merupakan alat yang berfungsi sebagai pengubah air laut menjadi air tawar dengan tenaga matahari. Tujuan penelitian ini adalah untuk menghitung dan menganalisa optimasi sistem pemanasan pada alat distilator surya jenis single basin solar still terhadap kemiringan kaca penutup sehingga didapatkan panas yang optimal sampai pada plat absorber.

Hasil analisa perhitungan optimasi adalah bahwa kemiringan kaca dengan sudut 0° mempunyai nilai $\alpha = 4.7152\%$, $\rho = 0\%$, $\tau = 95.2848\%$ dan energi yang diserap plat absorber (S) = 369.0070 W/m^2 . Tetapi alat distilator surya jenis single basin solar still ini membutuhkan kemiringan kaca penutup supaya laju distilasi air laut bisa mengalir, maka disarankan dalam membuat alat distilator surya jenis ini adalah dengan kemiringan kaca penutup 5° , karena nilai $\alpha = 4.7227\%$, $\rho = 7.9195\%$, $\tau = 87.3578\%$ dan energi yang diserap plat absorber (S) = 338.3083 W/m^2 .

Kata kunci : Absorptivitas, Reflektivitas, Transmittivitas, Energi Panas, Distilator Surya

PENDAHULUAN

Latar Belakang Masalah

Kota Tegal Jawa Tengah yang notabene merupakan daerah pesisir, mempunyai masalah ketersediaan air bersih dan merupakan barang langka. Penopang ketersediaan air bersih didaerah pesisir kota ini adalah dengan air dari PDAM dan *Reverse Osmosis* yang sekarang sudah menjamur di tepi-tepi jalan. Setidaknya untuk mendapatkan air bersih masyarakat harus mengeluarkan biaya sekitar Rp.500,00 per liter air bersih untuk keperluan hidupnya baik untuk memasak, minum dan mandi. Oleh karena itu diperlukan upaya pengembangan teknologi yang murah dan bertujuan meningkatkan kesejahteraan masyarakat khususnya masyarakat wilayah pantai.

Sistem distilator surya merupakan alat yang murah serta ramah lingkungan, karena alat ini tidak membutuhkan peralatan seperti listrik, generator ataupun bahan bakar lainnya. Alat distilator surya type *single basin* merupakan alat yang hanya mengandalkan pasokan energi dari matahari, karena kita tahu bahwa posisi

kita di daerah katulistiwa pancaran sinar matahari begitu bagus dibandingkan dengan posisi di daerah kutub. Karena di daerah khatulistiwa hanya terdapat musim hujan dan musim kemarau saja.

Sistem distilator surya merupakan alat alternatif ditengah krisisnya energi dibumi ini. Alat distilator surya type *basin* merupakan alat yang berfungsi sebagai pengubah air laut menjadi air tawar dengan tenaga matahari.

Berdasarkan permasalahan diatas sebelum alat *single basin solar still* dibuat hendaknya ada sebuah penelitian tentang optimasi sistem pemanasan terhadap kemiringan kaca penutup pada *single basin solar still* sehingga bisa didapatkan data tentang kemiringan kaca yang paling optimum untuk menyerap panas.

Perumusan Masalah

Perumusan pada penelitian ini adalah : Bagaimanakah menganalisa optimasi sistem pemanasan (*absorptivitas*, *reflektivitas* dan *transmittivitas*) sampai ke plat absorber pada *single basin solar still*.

Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

- Memahami sistem pemanasan (*absorptivitas, reflektivitas dan transmitivitas*).
- Memahami energi panas yang dapat terserap oleh plat absorber.

Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah :

- Dengan memahami dan mampu menjelaskan sistem pemanasan maka kita bisa memperoleh data tentang pemanasan yang menembus kaca sampai ke plat *absorber* sehingga kedepan kita bisa membuat rancangan penutup kaca basin solar still yang paling efektif dan efisien.

METODE PENELITIAN

Langkah penelitian ini akan dilaksanakan dalam 3 (tiga) tahap :

1. Menganalisa sistem pemanasan (*absorptivitas, reflektivitas dan transmitivitas*) terhadap kemiringan kaca penutup.
2. Menganalisa energi panas yang dapat terserap oleh plat absorber (tembaga).
3. Membuat desain gambar perencanaan *single basin solar still*.

Adapun parameter-parameter yang dianggap berpengaruh terhadap optimasi sistem pemanasan pada alat ini antara lain :

θ = Sudut kemiringan kaca

n = indeks bias kaca

L = Ketebalan kaca

K = *Extinction coefficient*

Fraksi yang dipantulkan dinamakan *reflektivitas* (ρ), fraksi yang diserap dinamakan *absorpsivitas* (α) dan fraksi yang diteruskan *transmisivitas* (τ). Hubungan dari ketiga fraksi ini dapat ditulis dalam persamaan sebagai berikut :

$\rho + \alpha + \tau = 1$ (untuk permukaan tembus cahaya). Transmittansi, reflektansi dan absorptansi merupakan fungsi dari panjang gelombang (λ), sudut datang radiasi (θ), indeks bias kaca (n), dan koefisien *extinction kaca* (K) dari material. Hubungan antara sudut datang (θ) dan sudut bias (θ') dinyatakan oleh hukum Snell's sebagai :

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{\sin \theta'}{\sin \theta} \dots\dots\dots(1)$$

1)

Jika sinar melalui udara ($n=1$) yang menembus medium dengan indeks bias n , maka :

$$\frac{1}{n} = \frac{\sin \theta'}{\sin \theta}, \text{ atau } n = \frac{\sin \theta}{\sin \theta'} \dots\dots\dots(2)$$

Pemantulan radiasi yang tak terpolarisasi dapat diasumsikan terdiri dari dua komponen getar, satu bergetar pada normal bidang dan yang lain bergetar sejajar bidang. Jika cahaya tak terpolarisasi tersebut berjalan dari medium 1 dengan indeks bias n_1 ke medium 2 dengan indeks bias n_2 maka dinyatakan suatu hubungan menurut Duffie, sebagai berikut :

$$\rho = \frac{1}{2} \left[\frac{\sin^2(\theta' - \theta)}{\sin^2(\theta' + \theta)} + \frac{\tan^2(\theta' - \theta)}{\tan^2(\theta' + \theta)} \right] \dots\dots\dots(3)$$

Suku pertama dalam tanda kurung di ruas kanan persamaan menyatakan komponen normal (ρ_n) sedangkan suku kedua menyatakan komponen sejajar (ρ_s). Sedangkan transmittansi untuk tutup (cover) tunggal dengan m tutup atau transmittansi refleksi dengan mengabaikan absorpsi dapat dituliskan :

$$\tau_1 = \frac{1}{2} \left[\frac{1 - \rho_n}{1 + (2m - 1)\rho_n} + \frac{1 - \rho_s}{1 + (2m - 1)\rho_s} \right] \dots\dots\dots(4)$$

Dimana (ρ_n) dan (ρ_s) masing-masing komponen normal dan sejajar dari reflektansi.

Absorpsi radiasi pada media yang sebagian tembus cahaya dengan tebal (L) diuraikan oleh hukum Bouger's, dimana didasarkan pada asumsi bahwa radiasi yang diserap adalah sebanding dengan intensitas radiasi yang datang (I_0) dan panjang lintasan radiasi yang dibiaskan (L') gambar 2.4.

$$dL = -K I dL'$$

$$\dots\dots\dots(5)$$

Integrasi kedua ruas dengan batas-batas integrasi pada $L'=0, I=I_0$ dan $L'=L'$.

$I=I_L$ adalah :

$$\int_{I_0}^I \frac{dI}{I} = -K \int_0^{L'} dL' \text{ maka } \frac{I_L}{I_0} = e^{-KL'} \dots\dots\dots(6)$$

Dimana K adalah *koefisien extinction*, diasumsikan konstan dalam spektrum matahari sedangkan L' ditentukan berdasarkan hubungan :

$$\cos \theta' = \frac{L}{L'} \text{ atau } L' = \frac{L}{\cos \theta'} \dots\dots\dots(7)$$

Transmitansi berkaitan dengan absorpsi

$$\tau_{\alpha} = \frac{I_t}{I_0} = e^{-KL'}$$

.....(8)

Transmitansi total = transmitansi pemantulan (τ_1) x transmitansi absorpsi (τ_{α}):

$$\tau_{total} = \tau_{\alpha} \times \tau_1$$

.....(9)

Dengan (τ_{α}) adalah *transmittance - absorptance product*. Dari hasil suatu penelitian, harga (τ_{α}) mendekati 1.01 τ_{α} . Harga ini merupakan perkiraan yang memadai untuk banyak absorber tenaga surya. Sehingga persamaan menjadi :

$$(\tau_{\alpha}) = 1.01 \tau_{\alpha}$$

.....(10)

Perkalian antara *transmittance - absorptance product* rata-rata (τ_{α})_{ave} dengan radiasi matahari total yang menimpa absorber (IT) akan mendapatkan radiasi matahari yang diserap per satuan luas (S), yang dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$S = (\tau_{\alpha})_{ave} \cdot IT$$

.....(11)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Menghitung *absorptivitas*, *reflektivitas* dan *transmitivitas* serta energi penyerapan panas yang diterima plat absorber terhadap kemiringan kaca penutup adalah $\theta =$ Sudut kemiringan kaca terhadap bidang horisontal dan $n =$ indeks bias

kaca = 1.526, dengan persamaan (2)

$$\text{maka } \theta' = \arcsin \left[\frac{\sin \theta}{n} \right]$$

Kemudian substitusikan ke dalam persamaan (3) maka didapat nilai komponen normal (ρ_n) dan komponen sejajar (ρ_s). Kemudian dihitung nilai transmitansi (τ) dimana hanya 1 tutup kaca atau $m = 1$ dengan menggunakan persamaan (4)

$$\tau = \frac{1}{2} \left[\frac{1 - \rho_n}{1 + (2m-1)\rho_n} + \frac{1 - \rho_s}{1 + (2m-1)\rho_s} \right]$$

Menghitung nilai *transmitivitas* total dimana : $L =$ Ketebalan kaca , $K =$ *Extinction coefficient* = 0.161, $n =$ Indeks bias = 1.526, $\theta =$ Sudut kemiringan, θ' , maka dihitung nilai $L' = \frac{L}{\cos \theta'}$ kemudian dihitung nilai

KL' untuk mencari nilai *transmitivitas* $\tau_{\alpha} = e^{-KL'}$, sehingga nilai *transmitivitas* total didapat dengan persamaan : $\tau_{total} = \tau_{\alpha} \times \tau_1$.

Jadi nilai *absorptivitas* kaca adalah $\alpha = 1 - \tau_{\alpha}$ dan nilai *reflektivitas* pada kaca adalah $\rho = \tau_{\alpha} - \tau_{total}$ dan energi panas yang dapat diserap oleh plat absorber adalah

$$S = (\tau_{total} \times \alpha_{transmisi}) IT, \text{ dimana}$$

IT adalah intensitas matahari = 407.65 W/m² $\alpha_{transmisi} = 0.95$. Nilai

perhitungan sistem pemanasan pada beberapa kemiringan kaca penutup kami tabelkan dibawah ini

n = indeks bias kaca = 1.526,
 m = penutup kaca atau = 1,

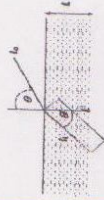
L = Ketebalan kaca = 0.3 cm,
 K = Extinction coefficient = 0.161,

$\alpha_{\text{transmisi}} = 0.95$ dan $IT = 407.65 \text{ W/m}^2$

S = Energi panas yang diserap oleh absorber (W/m^2)

Kemiringan Kaca	Komponen Normal ρ_n	Komponen Sejajar ρ_s	Perhitungan Transmittansi total	Perhitungan $\alpha = 1 - \tau_n$	Perhitungan $\rho = \tau_n - \tau_s$	S W/m^2	Faktor Absorptivitas $\alpha\%$	Faktor Reflektivitas $\rho\%$	Faktor Transmittivitas $\tau\%$
0°	0	0	0.9528	0.0472	0	369.0070	4.7152	0	95.2848
5	0.0438	0.0429	0.8736	0.0472	0.0792	338.3083	4.7227	7.9195	87.3578
10	0.0451	0.0416	0.8733	0.0475	0.0792	338.2198	4.7453	7.9198	87.3349
15	0.0474	0.0394	0.8729	0.0478	0.0793	338.0490	4.7828	7.9263	87.2908
20	0.0509	0.0364	0.8722	0.0484	0.0795	337.7565	4.8353	7.9494	87.2153
25	0.0557	0.0324	0.8709	0.0490	0.0801	337.2778	4.9024	8.0059	87.0917
30	0.0622	0.0276	0.8689	0.0498	0.0812	336.5119	4.9837	8.1223	86.8939
35	0.0710	0.0221	0.8658	0.0508	0.0834	335.3022	5.0787	8.3398	86.5815
40	0.0826	0.0159	0.8609	0.0519	0.0872	333.4064	5.1862	8.7218	86.0920
45	0.0981	0.0096	0.8533	0.0530	0.0937	330.4492	5.3046	9.3670	85.3284
50	0.1190	0.0040	0.8414	0.0543	0.1043	325.8458	5.4316	10.4287	84.1397
55	0.1472	0.0003	0.8229	0.0556	0.1215	318.6827	5.5639	12.1460	82.2901
60	0.1855	0.0014	0.7941	0.0570	0.1489	307.5362	5.6974	14.8907	79.4118
65	0.2380	0.0121	0.7494	0.0583	0.1923	290.2232	5.8268	19.2319	74.9413
70	0.3103	0.0412	0.6805	0.0595	0.2600	263.5498	5.9460	26.0003	68.0537
75	0.4103	0.1052	0.5767	0.0605	0.3628	223.3484	6.0483	36.2788	57.6729
80	0.5486	0.2351	0.4275	0.0613	0.5113	165.5434	6.1272	51.1263	42.7465
85	0.7392	0.4918	0.2301	0.0618	0.7081	89.1260	6.1771	70.8089	23.0141
90	1	1	0	0.0619	0.9381	0	6.1941	93.8059	0

Nilai transmittivitas air dianggap sama dengan kaca karena air merupakan permukaan tembus cahaya, $\rho + \alpha + \tau = 1$ (untuk permukaan tembus cahaya) sehingga $S = (\tau_{\text{total}} \times \sigma_{\text{transmisi}}) IT$.



Gambar. Radiasi Yang Melalui Media Tembus Cahaya

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil perhitungan diatas bisa didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Alat distilator surya tipe *single basin solar still* sebelum dibuat hendaknya dianalisa sistem pemanasannya supaya didapatkan desain alat yang paling optimum dalam sistem pemanasan.
2. Dari hasil perhitungan sistem pemanasan (*absorptivitas, reflektivitas dan transmitivitas*) pada beberapa kemiringan kaca penutup didapat nilai yang paling optimum yaitu pada kemiringan kaca penutup dengan sudut 0° dengan nilai $\alpha = 4,7152\%$, $\rho = 0\%$, τ

$= 95,2848\%$ dan energi yang diserap plat absorber (S) = $369,0070 \text{ W/m}^2$.

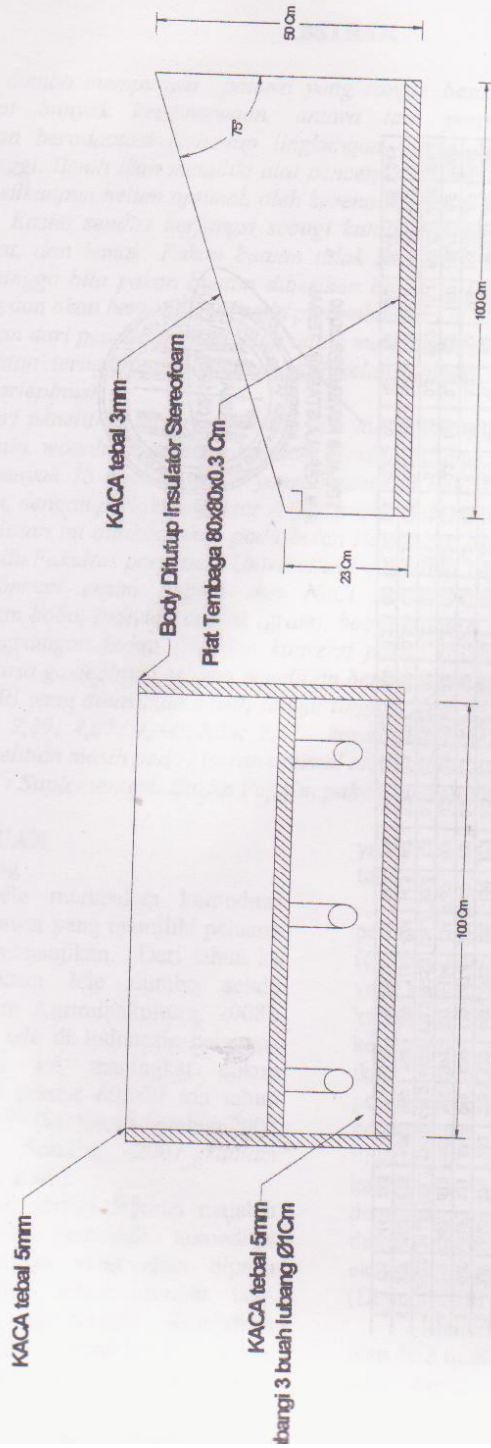
Adapun saran dalam analisa ini adalah :

1. Hasil perhitungan sistem pemanasan memang nilai yang paling besar adalah pada kemiringan kaca dengan sudut 0° , tetapi untuk membuat sebuah alat distilator surya jenis *single basin solar still* membutuhkan kemiringan kaca penutup supaya laju kondensasi air bisa mengalir. Maka disarankan membuat alat distilator surya dengan sudut kemiringan kaca penutup 5° .
2. Perlunya penelitian lanjutan tentang pengaruh kemiringan kaca penutup yang optimal terhadap laju distilasi air.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus Mulyono, 2006, *Karakteristik Basin Still Dengan Penurunan Tekanan Ruang Basin Pada Destilasi Air Laut Tenaga Matahari*, Thesis, Universitas Brawijaya
- Astu Pudjanarsa & Djati Nursuhud, Prof., 2006, *Mesin Konversi Energi*, Penerbit : Andi Yogyakarta.
- Arismunandar, W., 1995, *Teknologi Rekayasa Surya*, PT. Pradnya Paramitha Jakarta.
- Duffie, John. A, 1991, *Solar Engineering of Thermal Process*, John Willey & Sons, Singapore
- J.P. Holman & E.Jasjfi, 1997, *Perpindahan Kalor*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Jurnal Ilmiah Teknik Mesin CAKRAM Vol.2 No.2 Desember 2008, *Pengaruh Massa Air Baku Terhadap Performansi Sistem Distilasi*.
- Tiwari, G.N & Tiwari, A.K. DR., 2008, *Solar Distillation Practice For Water Desalination Systems*, ISBN: 978 1905740 888, Indian Institute of Technology, New Delhi, India.

LAMPIRAN :
1. Desain Alat Distilator Surya



Basin Solar Still

2. Data Intensitas Matahari dari Badan Meteorologi dan Geofisika Kota Tegal

INTENSITAS MATAHARI : IT (W/m^2)

TGL	JAM (GMT)												AVE	Mdn	Max													
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11				12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
1	468	623	890	980	832	640	534	245	132	62,6	0,6	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	230	236,99	17,2	880
2	327	560	476	232	209	379	468	322	168	130	11,1	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	3,5	70,3	130,80	3,5	560	
3	403	610	651	881	948	650	115	47,4	204	69	5,9	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	26,6	166	190,06	3,9	948	
4	312	560	618	465	374	372	377	194	124	57	0,9	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	4,9	102	148,43	4,9	560	
5	293,0	341,5	528,7	876,1	640,0	667,9	379,7	205,0	131,5	53,4	1,4	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	23,2	116,1	177,48	23,2	876,1	
6	377	502	608	888	888	969	794	279	116	49,4	14,5	0,7	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	29,7	192,86	14,5	969	
7	105	144	245	210	88,9	168	196	224	231	58,7	3,8	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	2,5	13,2	76,44	3,8	245	

TEGAL 8 NOVEMBER 2010
A.N.KEFA STASIN TEGAL

