

Analisa Teknis dan Ekonomis Terhadap Metode *Direct System* pada *Solar Energy Distillation* di Pulau Tabuhan untuk Kapasitas 100 Liter/Hari

Galih Irvandi, Taufik Fajar Nugroho, Hari Prastowo

Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia

e-mail: tfnugroho@gmail.com

Abstrak—Air bersih merupakan kebutuhan pokok bagi manusia. Ketersediaan air bersih semakin berkurang, terutama di daerah pesisir Indonesia. Di daerah pesisir Jawa Timur misalnya, masyarakat harus membeli air bersih untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari atau mengonsumsi air dengan kondisi yang kurang layak. Hal ini akan berdampak pada kesehatan dan juga perekonomian masyarakat setempat. Solusi alternatif untuk mengatasi krisis air ini adalah pemurnian air laut menjadi air bersih dengan cara destilasi. Destilasi diketahui sebagai proses perubahan air laut menjadi air tawar dengan metode dipanaskan untuk menguapkan air laut dan kemudian uap air yang dihasilkan dikondensasi untuk memperoleh air tawar. Pada penelitian ini pemurnian air laut menggunakan destilasi tenaga matahari sebagai sumber panas untuk memenuhi kebutuhan air bersih di Pulau Tabuhan, Banyuwangi. Dimana dilakukan pembuatan prototype alat destilasi menggunakan bahan kaca yang memiliki konduktivitas termal terbesar. Pada sistem ini, air laut diuapkan dengan menggunakan panas dari matahari, kemudian uap air yang dihasilkan keluar dari ruang basin yang kemudian dialirkan menuju keluar sistem.

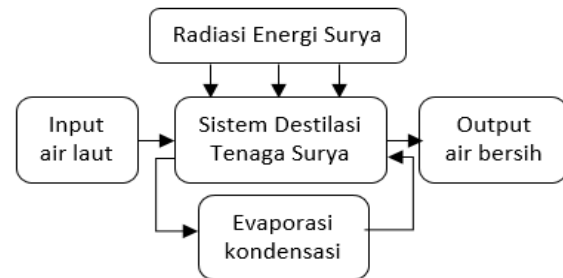
Kata Kunci—Destilasi, Tenaga Matahari, Penguapan, Pulau Tabuhan.

I. PENDAHULUAN

Pulau Tabuhan yang terletak di Banyuwangi memiliki luas 5 ha. Pulau Tabuhan merupakan pulau wisata yang setiap hari dikunjungi wisatawan. Lebih dari 50 pengunjung datang ke Pulau Tabuhan untuk menikmati keindahan alamnya (Pudjo Hartanto, Nasional Tempo, 11 Januari 2012).

Dari tahun ketahun semakin banyak orang berkunjung ke Pulau Tabuhan, namun kebutuhan air bersih masih dipasok dari Kota Banyuwangi yang berjarak 20 km menggunakan perahu. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian tentang penyediaan air bersih untuk keperluan di Pulau Tabuhan. Dalam tugas akhir ini akan meneliti tentang sistem destilasi surya metode *direct distillation* dimana radiasi cahaya matahari secara langsung mengkondensasikan air laut sehingga didapatkan air tawar yang dapat dikonsumsi.

Dalam penelitian ini juga akan dilakukan desain alat destilasi yang mampu memenuhi kebutuhan air bersih di Pulau Tabuhan pada titik puncak



Gambar 1.1 Proses Kerja Sistem Destilasi Tenaga Surya.

II. DASAR TEORI

A. Alat Destilasi

Distilasi atau penyulingan adalah suatu metode pemisahan bahan kimia berdasarkan perbedaan kecepatan atau kemudahan menguap (*volatilitas*) bahan. Alat distilasi air menggunakan konsep perbedaan titik didih atau titik cair dari zat kimia penyusun air tersebut. Pada sistem ini terjadi 2 proses yaitu proses penguapan (*evaporation*) dan dilanjutkan dengan proses pengembunan (*condensation*) kembali dari uap yang dihasilkan menjadi cairan. Zat yang memiliki titik didih lebih rendah akan menguap lebih dulu. Berbagai macam teknik destilasi air telah dikembangkan, antara lain *reverse osmosis* (RO), elektrodialisis, destilasi *transfer membrane*, *ion exchange*, dan lain-lain

B. Energi Matahari

Energi matahari merupakan sumber energi yang bersifat *sustainable*. Dalam 1 jam bumi menerima 173×10^{12} kWh energi dari matahari (Ramadhani, 2012). Sehingga, selama setahun bisa mencapai 5160 Q ($1Q = 2,93 \times 10^{12}$ kWh) energi yang diterima bumi atau setara dengan 12000 kali energi yang dibutuhkan manusia (Ramadhani, 2012). Untuk mengkaji tentang aspek fisika cahaya ada beberapa hal yang harus diperhatikan diantaranya: porsi serapan cahaya (*absorbitivity*), porsi pantulan (*reflectivity*), porsi terusan (*transmissivity*), daya pancar (*emisivity*), aliran energy cahaya (*radian flux*), kerapatan aliran energi cahaya (*radiant flux density*), intensitas terpaan (*irradiance*), dan intensitas pancaran cahaya (*emittance*) Lakitan (2002).

C. Tinjauan Thermal

1) Konduksi

Panas mengalir secara konduksi dari daerah yang memiliki temperatur tinggi ke temperatur rendah. Laju perpindahan panas konduksi dapat dinyatakan dalam Hukum Fourier:

$$Q = -k A \frac{dT}{dx} \tag{1}$$

Keterangan :

- Q : Laju perpindahan panas
- k : konduktivitas termal (W/m⁰K)
- A : Luas penampang tegak lurus terhadap arah aliran panas (m²)
- $\frac{dT}{dx}$: Gradient temperature dalam arah aliran panas (°K/m)

2) *Konveksi*

Udara yang mengalir di atas suatu permukaan logam panas, misalnya dalam saluran baja sebuah alat pemanas udara surya, dipanasi secara konveksi. Apabila aliran udara disebabkan oleh sebuah blower, disebut konveksi paksa, sedangkan jika disebabkan gradient massa jenis disebut konveksi alamiah. Perpindahan konveksi dapat dinyatakan dengan Hukum Pendinginan Newton.

$$Q = h A (T_w - T) W \tag{2}$$

Keterangan :

- Q : Laju perpindahan panas
- h : koefisien konveksi (W/m⁰K)
- A : Luas penampang tegak lurus terhadap arah aliran panas (m²)
- T_w : Temperatur dinding (°K)
- T : Temperatur fluida (°K)

3) *Radiasi*

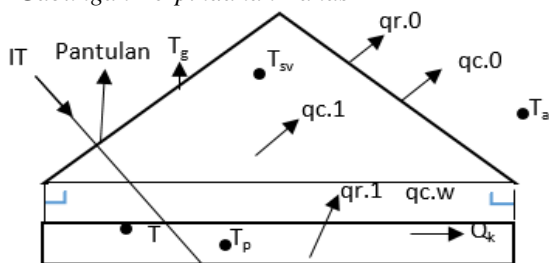
Penukaran panas netto secara radiasi thermal antara 2 badan ideal (hitam) adalah sebagai berikut :

$$Q = \sigma A (T_1^4 - T_2^4) W \tag{3}$$

Keterangan :

- Q : Laju perpindahan panas
- σ : Konstanta Stefan-Boltzman = 5,67 x 10⁻⁸ (W/m⁰K)
- A : Luas bidang (m²)
- T_w : Temperatur dinding (°K)
- T : Temperatur fluida (°K)

4) *Gabungan Perpindahan Panas*



Gambar 2.1: Perpindahan panas gabungan

Keterangan :

- IT : Intensitas matahari (W/m²)
- $qr.1$: Laju perpindahan panas radiasi dari kolektor ke permukaan dalam kaca (watt)
- $qc.1$: Laju perpindahan panas konveksi dari uap air ke permukaan dalam kaca (watt)
- $qc.w$: Laju perpindahan panas konveksi dari air ke uap air (watt)
- qk : Laju perpindahan panas konveksi dari kolektor ke dinding luar (watt)
- $qr.0$: Laju perpindahan panas radiasi dari kaca ke lingkungan (watt)
- $qc.0$: Laju perpindahan panas konveksi dari kaca ke lingkungan (watt)

- T_a : Temperatur lingkungan
- T_w : Temperatur air
- T_c : Temperatur penampang kaca
- T_{sv} : Temperatur uap air
- T_p : Temperatur plat penyerap

5) *Konduktivitas Termal*

Termal konduktivitas adalah sifat material mampu menerima, serta menyerap dan memantulkan panas. Tabel 1. dibawah ini merupakan jenis-jenis material dan nilai thermal konduktivitasnya.

TABEL 2.1. KONDUKTIVITAS TERMAL

Material	Thermal konduktivitas (W/ m K)
Tembaga	386
Aluminium	204
Baja Karbon	54
Kaca	0,75
Plastik	0,2-0,3
Air	0,6
Engine Oil	0,15
Freon	0,07
Hydrogen	0,18
Udara	0,026

D. *Efisiensi Alat Destilasi*

Merupakan perbandingan energi panas untuk menguapkan air laut yang menjadi produk air bersih terhadap besar radiasi matahari yang diterima oleh alat destilasi melalui plat penyerap radiasi matahari dalam selang waktu tertentu. Untuk perhitungan efisiensi alat destilasi air laut tenaga surya (Duffie, 1980)

$$\eta_d = \frac{m_k \times h_{fg}}{A_c \times I_T \times t} \times 100\% \tag{4}$$

Keterangan :

- m_k : Total massa air kondensat
- h_{fg} : Panas laten penguapan (kJ/kg)
- A_c : Luas bidang (m²)
- I_T : Intensitas radiasi matahari (W/m²)
- t : Lama waktu pengujian (s)

E. *Intensitas Matahari*

Untuk menghitung intensitas matahari tergantung pada tanggal dari waktu pengujian. Persamaan untuk mengetahui intensitas matahari ialah :

$$IT = G_R \left[1 + 0.333 \cos \left(\frac{360n}{365.25} \right) \right] \tag{5}$$

Keterangan :

- GR : Konstanta radiasi surya (W/m²)
- n : Urutan hari percobaan

III. METODOLOGI

A. *Identifikasi dan Perumusan Masalah*

Awal tahapan dalam pengerjaan skripsi ini adalah dengan mengidentifikasi permasalahan yang ada. Perlu juga perumusan masalah yang nantinya akan diselesaikan selama pengerjaan skripsi ini. Permasalahan dapat diketahui melalui observasi, menggali informasi yang ada saat ini ataupun melalui data statistik yang ada dan kecenderungannya di waktu yang akan datang.. Pada tugas akhir ini, permasalahan yang akan dibahas mengenai analisa kinerja alat destilasi tenaga surya dari segi teknis dan ekonomis.

B. Studi Literatur

Langkah selanjutnya adalah mencari studi literatur. Pada tahap ini, segala hal yang berkaitan dengan permasalahan dicari tahu dan dipelajari, sehingga dapat memberi gambaran apa yang harus dilakukan untuk memecahkan permasalahan tersebut. Studi literatur dapat dilakukan dengan cara membaca buku, *paper*, internet maupun jurnal yang berhubungan dengan analisa teknis dan ekonomis alat destilasi tenaga surya. Studi literatur dilakukan dengan cara mengumpulkan berbagai referensi guna menunjang penulisan skripsi ini. Untuk pencarian berbagai referensi dan literatur dilakukan di beberapa tempat, antara lain: Berbagai referensi dan literatur guna mendukung dalam pengerjaan skripsi ini. Utamanya berkaitan dengan *solar still*, radiasi, mekanika fluida, *thermal analysis*, *heat and mass transfer*

C. Pengumpulan Data

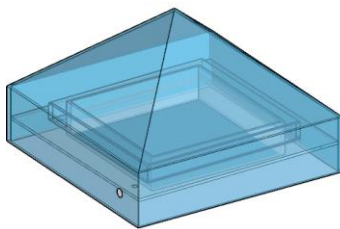
Tahap selanjutnya adalah pengumpulan data dimana pada tahap ini, data-data pendukung tentang permasalahan yang sesuai dengan metode yang digunakan, dikumpulkan untuk dilakukan analisa lebih lanjut. Pengumpulan data yang akan penulis lakukan adalah dengan studi lapangan di Pulau Tabuhan dan dasar-dasar teori yang relevan guna merancang *solar distillator*.

D. Perancangan Solar Distillator

Pada tahapan ini, dilakukan sebuah perancangan *Solar Distillator* tipe *direct* atau biasa disebut *solar still*. Adapun rancangan desain yang akan dibuat adalah seperti dibawah ini dengan bentuk atap penutup berbentuk limas segiempat atau pyramid dan alas berbentuk kubus.

1) Desain alat destilasi

Merujuk pada paper-paper sebelumnya bahwa desain umum sebuah *solar distiller* yang sering dipakai adalah berbentuk atap rumah atau memiliki kemiringan tertentu. Dalam penelitian ini dikembangkan desain terbaru berbentuk limas segiempat (piramida) dengan variasi sudut 30°, 40° dan 50°.



Gambar 3.1. Desain alat destilasi

2) Perancangan alat

Spesifikasi alat destilasi yang dibuat adalah sebagai berikut:

Data Desain	Dimensi
Massa jenis kaca (ρ_{kaca})	2579 Kg/m ³
Kalor jenis kaca (C_{kaca})	670 J/kg°C
Panjang kaca (p_{kaca})	400 mm
Lebar kaca (l_{kaca})	400 mm
Tebal kaca (t_{kaca})	5 mm
Koef. Transmisivitas kaca (τ)	1
Koef. Absorptivitas kaca (α)	0,96

3) Uji coba

Percobaan dilakukan di Pulau Tabuhan dan Laboratorium Mesin Fluida dimana tiap sudut dilakukan selama 3x percobaan. Pelaksanaan percobaan di laboratorium mesin fluida dilakukan selama 8 jam lama penyinaran matahari (09.00 s.d. 16.00WIB) dengan pelaksanaan percobaan dilakukan selama 9 hari, dengan setiap 1 jam dilakukan pengamatan. Dimana spesifikasi alat percobaan dilengkapi dengan *thermometer* yang digunakan untuk mengukur distribusi suhu pada beberapa titik di dalam sistem, higrometer untuk mengukur tingkat RH (kelembaban), solar power meter untuk mengukur intensitas matahari dan juga digunakan gelas ukur untuk mengetahui jumlah air yang dihasilkan

IV. ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Percobaan

Pada studi experimental tentang sistem desalinasi menggunakan tenaga matahari ini, terdapat beberapa data percobaan yang diambil dengan variasi derajat kemiringan kaca penutup. Dengan durasi percobaan (pengambilan data) selama 8 jam per hari. Berikut ini hasil dari experiment di Laboratorium Mesin Fluida yang dilakukan selama 9 kali pengujian dengan masing-masing sudut 3 kali pengujian.

TABEL 4.1 SUDUT 30° PENGUJIAN KE-1

No	Waktu	Ta (C)	Tw (C)	Tg (C)	Tsv (C)	Tp (C)	RH (%)	IT (W/m2)	Flowrate
1	9:00 AM	30.3	38	31.5	37.5	31.5	70	577	0
2	10:00 AM	32.1	50	33	48.2	40.1	65	892	4.2
3	11:00 AM	33.4	56	36	54	49	59	1088	0.3
4	12:00 PM	35	60	37	58	54	56	1176	8
5	1:00 PM	35	62	38	60	56.5	55	1084	39.5
6	2:00 PM	35.8	59	39	58.5	55	51	1017	34
7	3:00 PM	33.9	54	35	54.7	53	57	808	42
8	4:00 PM	31.8	48.5	33	48	48.2	65	509	77
Rata-rata		33.4	53.4	35.3	52.4	48.4	59.75	893.9	25.625
TOTAL									205 ml

TABEL 4.2 SUDUT 40° PERCOBAAN KE-1

No	Waktu	Ta (C)	Tw (C)	Tg (C)	Tsv (C)	Tp (C)	RH (%)	IT (W/m2)	Flowrate
1	9:00 AM	31.5	38	32	39.5	34	76	537	0
2	10:00 AM	33	44	33	43	39	65	756	2
3	11:00 AM	32	47	33	49	43.5	60	991.7	2
4	12:00 PM	33	50	33.5	49.5	48.5	57	904	3
5	1:00 PM	32	48	33	50	48	55	716	29
6	2:00 PM	31	47	32	47	46	54	540	22
7	3:00 PM	30	46	31	44.5	41	57	241	26
8	4:00 PM	29		30	39	37	68	96.9	28
Rata-rata		31.4	45.7	32.2	45.2	42.1	61.5	597.8	14
TOTAL									112 ml

TABEL 4.3 SUDUT 50° PERCOBAAN KE-1

No	Waktu	Ta (C)	Tw (C)	Tg (C)	Tsv (C)	Tp (C)	RH (%)	IT (W/m2)	Flowrate
1	9:00 AM	31	34	32	37	35	68	569	0
2	10:00 AM	32	38	34	40	40	66	802	2
3	11:00 AM	33.5	44	35	47	42	58	1022	2
4	12:00 PM	34	49	37	54	43	56	1141	17
5	1:00 PM	34	52	37	48	45	55	1065	20
6	2:00 PM	33	47	36	45	43	55	1002	24
7	3:00 PM	32	46	34	42	40	60	796	22
8	4:00 PM	31	44	34	40	36	68	448	28
Rata-rata		32.6	44.3	34.9	44.1	40.5	60.8	855.6	14.375
TOTAL									115 ml

B. Analisa Perpindahan Panas

Analisa perpindahan panas ini bertujuan untuk mengetahui serapan panas yang terjadi selama proses destilasi di dalam sistem solar distillation.

TABEL 4.4 NILAI PERPINDAHAN PANAS

Perhitungan Perpindahan Panas	Kemiringan Sudut Atap Penutup		
	30°	40°	50°
qr.1	4,909	3,230	4,094
qc.1	0,8208	1,56	1,104
qc.w	163,2	110,976	124,03
qk	1,5	1,02	1,14
qr.0	2,108	0,822	2,409
qc.0	2,228	0,096	0,276

Keterangan :

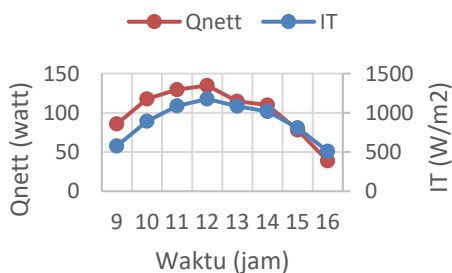
- qr.1 : radiasi dari kolektor ke permukaan dalam kaca
- qc.1 : konveksi dari uap air ke permukaan dalam kaca
- qc.w : konveksi dari air ke uap air
- qk : konveksi dari kolektor ke dinding luar
- qr.0 : radiasi dari kaca ke lingkungan
- qc.0 : konveksi dari kaca ke lingkungan

Dari tabel diatas menunjukkan bahwa perpindahan kalor yang paling besar yakni pada sudut 30° dikarenakan sudut tersebut mampu menerima kalor secara maksimal sehingga akan berpengaruh kepada output air

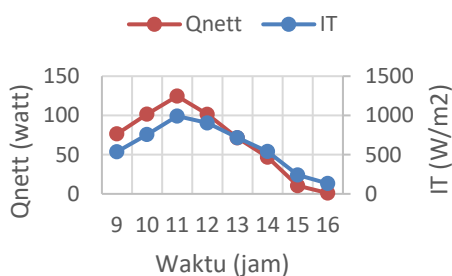
C. Perhitungan Qnett

$$Q_{nett} = (\alpha \times IT \times A_{kaca} \times \tau) - (h_{wind} \times A_{kaca} \times \Delta T_1) \quad (6)$$

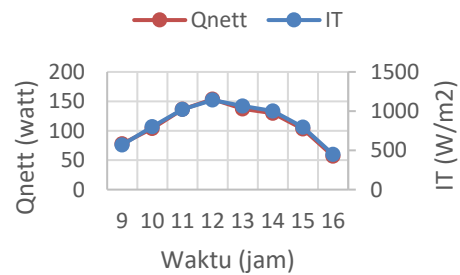
Qnett merupakan daya matahari yang diserap panel apparatus pada permukaan kaca. Qnett dihitung dengan mengurangi jumlah kalor yang dipancarkan matahari dengan losses yang terdapat di lingkungan. Losses yang terjadi di lingkungan disebabkan karena adanya faktor angin, yang dikenal dengan hambatan angin (h_{wind}).



Gambar 4.1 Hubungan Qnett dengan IT (sudut 30)



Gambar 4.2 Hubungan Qnett dengan IT (sudut 40)



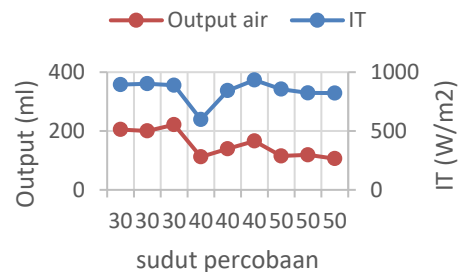
Gambar 4.3 Hubungan Qnett dengan IT (sudut 50)

Dari grafik diatas menunjukkan bahwa nilai intensitas matahari yang diukur dengan alat *solar power meter* menunjukkan nilai yang fluktuatif tiap waktu sehingga hasilnya tidak konstan. Sedangkan daya yang dihasilkan (*Qnett*) cenderung mengalami peningkatan seiring meningkatnya IT (intensitas matahari)

D. Intensitas Matahari dengan Output

TABEL 4.5 HUBUNGAN IT DENGAN OUTPUT AIR

Sudut	IT (W.m2)	Output (ml)
30	893.9	205
30	901.9	200.2
30	888.8	221.5
40	597.8	112
40	843.1	139.5
40	933.4	166
50	855.6	115
50	823.6	119
50	822.4	106



Gambar 4.4. Hubungan Output dengan IT

Dari grafik diatas dapat disimpulkan bahwa besar IT mempengaruhi jumlah *output* air yang dihasilkan. Saat IT mencapai nilai yang besar maka output air yang dihasilkan juga akan naik, demikian juga sebaliknya.

E. Hubungan antar Parameter

1) Hubungan Suhu dengan Flowrate

Pada sudut 30, temperatur mencapai nilai 60°C dimana puncak terjadi pada pukul 13.00. Sedangkan pada sudut 40, temperatur puncak berkisar 50°C pada pukul 13.00. Dan pada sudut 50, temperatur puncak sebesar 54°C pada pukul 12.00. Dari hasil produk air yang dihasilkan, terlihat bahwa rata-rata produksi air per satuan waktu (*flowrate*) sudut 30 lebih besar dibandingkan rata-rata produksi sudut 40 dan 50. Hal ini bisa disimpulkan bahwa semakin tinggi temperatur yang diterima maka semakin besar *flowrate* air yang dihasilkan.

2) Hubungan RH dengan Flowrate

Pada sudut 30 besar RH maksimum 70% sedangkan RH maksimum sudut 40 mencapai 76% dan sudut 50 sebesar 68%. Namun dilihat dari *flowrate* yang dihasilkan, dimana rata-rata *flowrate* sudut 30 sejumlah

25,6 ml/jam dan rata-rata *flowrate* sudut 40 dan 50 sejumlah 14 ml/jam. Hal ini bisa disimpulkan bahwa besar RH tidak mempengaruhi secara langsung dalam kenaikan *output*. Namun saat RH rendah, maka temperatur tinggi, sehingga menyebabkan *flowrate* naik.

3) Hubungan IT dengan Flowrate

Pada sudut 30 besar IT maksimum 1176 W/m² sedangkan IT maksimum sudut 40 hanya 991,7 W/m² dan IT maksimum sudut 50 sebesar 1022 W/m². Rata-rata IT sudut 30 sejumlah 893,8 W/m², rata-rata IT sudut 40 sejumlah 597,8 W/m², rata-rata IT sudut 50 sejumlah 855 W/m². Bila dilihat dari *flowrate* yang dihasilkan maka sudut 30 memiliki *flowrate* rata-rata lebih besar dibandingkn sudut 40 dan 50. Maka kesimpulannya adalah besar IT berbanding lurus dengan *flowrate*.

F. Efisiensi Alat Destilasi

1) Sudut 30°

$$\begin{aligned}\eta_d &= \frac{mk \times hfg}{Ac \times IT \times t} \times 100\% \\ &= \frac{0,205 \times 2377,4}{0,16 \times 893,9 \times 8} \times 100\% \\ &= 42,59 \%\end{aligned}$$

2) Sudut 40°

$$\begin{aligned}\eta_d &= \frac{mk \times hfg}{Ac \times IT \times t} \times 100\% \\ &= \frac{0,112 \times 2394,3}{0,16 \times 597,8 \times 8} \times 100\% \\ &= 35 \%\end{aligned}$$

3) Sudut 50°

$$\begin{aligned}\eta_d &= \frac{mk \times hfg}{Ac \times IT \times t} \times 100\% \\ &= \frac{0,115 \times 2396,9}{0,16 \times 855,6 \times 8} \times 100\% \\ &= 25,1 \%\end{aligned}$$

G. Kebutuhan Air Bersih

Kebutuhan air di akhir pekan/hari libur:

$$\begin{aligned}&= 50 \text{ orang} \times 2 \text{ liter/hari} \\ &= 100 \text{ liter/hari}\end{aligned}$$

Kebutuhan air hari rata-rata atau hari biasa:

$$\begin{aligned}&= 20 \text{ orang} \times 2 \text{ liter/hari} \\ &= 40 \text{ liter/hari}\end{aligned}$$

H. Analisa Lokasi Instalasi Pulau Tabuhan



Gambar 4.5 Lokasi instalasi sistem destilasi

Rencana penempatan proyek sistem destilasi di Pulau Tabuhan difokuskan pada lahan yang masih kosong namun masih dekat dengan pantai. Pemilihan lokasi terkait pada kemudahan akses dan tidak mengganggu aktivitas wisata di pesisir pantai Pulau Tabuhan.

I. Analisa Ekonomis

Analisa ekonomis mencakup *capital expenditure* dan *operasional expenditure*. Kemudian membandingkan apabila air langsung disuplai dari Kota Banyuwangi. Dari sini bisa disimpulkan lebih ekonomis mana antara penyediaan alat destilasi atau suplai air langsung.

- Investasi Awal (CAPEX)
Termasuk biaya pembangunan alat destilasi, biaya instalasi, desain dan biaya kontruksi. Total investasi sebesar Rp 1,288,175,000.00
- Biaya Operasional (OPEX)
Biaya operasional meliputi kru dan *maintenance cost* sebesar Rp 705,257,842. Sehingga total payment bank (diambil dari 10% bunga) ditambah opex menjadi sebesar Rp 2,801,703,332
- Revenue
Pendapatan didapatkan dari penjualan air minum hasil destilasi yang dipatok harga Rp 15,351 dari penetapan payback period di tahun ke-5

V. KESIMPULAN

- Kebutuhan air bersih yang harus di Pulau Tabuhan sebesar 100 L/hari dengan estimasi pengunjung 50 orang.
- Desain perancangan alat destilasi Penentuan dimensi berdasarkan volume air laut yang akan didestilasi sehingga didapatkan dimensi alat 40cm x 40cm. Desain bentuk limas segiempat untuk mendapatkan radiasi matahari se optimal mungkin
- Volume air yang dihasilkan oleh alat destilasi paling maksimal diproduksi oleh sudut kemiringan 30 dengan 221,5 ml dengan *flowrate* 27,6 ml/jam Efisiensi alat destilasi terbesar adalah pada sudut 30 yakni sebesar 46,1%, Hubungan antar parameter adalah Intensitas matahari dan suhu berbanding lurus dengan *output*, sedangkan RH tidak langsung berhubungan dengan *output* melainkan dengan naiknya RH maka temperature akan cenderung turun. Dari perhitungan ekonomi diatas dapat disimpulkan bahwa biaya pembangunan sistem alat destilasi di Pulau Tabuhan ini tidak ekonomis. Untuk mendapatkan *payback period* di tahun ke-5 maka harga air minum yang dipatok adalah Rp 15.352.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Dr. G N Tiwari, Solar Distillation Practice For Water Desalination Systems, Indian Institute of Technology, India, 2008 Anshan Publishing,
- [2] Duffie J.A. dan Beckman W.A. (1980). Solar Engineering of Thermal Processes. New York: John Wiley & Sons.
- [3] Fath, H.E.S., 2008. PV and Thermally Driven Small Scale, Stand Alone Solar Desalination Systems with Very Low Maintenance Needs. *Desalination* 225 (2008) 58-69.