

PENGARUH MASSA *PHASE CHANGE MATERIAL* (PCM) TERHADAP PRODUKTIVITAS DAN EFISIENSI ALAT DESTILASI TENAGA SURYA MENGGUNAKAN PCM JENIS *LAURIC ACID* SEBAGAI PENYIMPAN PANAS

Ehsan Tri Saputra*, Ni Ketut Caturwati, dan Imron Rosyadi

Jurusan Teknik Mesin, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Cilegon

Abstrak

Manusia membutuhkan air untuk minum, makan, mandi dan sebagai penunjang kegiatan manusia dalam kehidupan sehari-hari. Alat destilasi surya merupakan alat yang mampu menghasilkan air bersih melalui proses destilasi dengan menggunakan energi matahari. Salah satu cara untuk meningkatkan produktivitas alat destilasi surya yaitu dengan menambahkan PCM (*Phase Change Material*) sebagai penyimpan panas. Pada penelitian ini menggunakan PCM jenis *Lauric acid* karena memiliki temperatur perubahan fasa yang relatif rendah (40 - 43.9 °C). Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh massa PCM terhadap produksi destilat dan efisiensi alat destilasi surya. Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental yaitu melakukan pengamatan untuk mengetahui sebab akibat dalam suatu proses dengan membandingkan antara pengujian alat destilasi surya dengan penambahan PCM dan NON PCM. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh kesimpulan bahwa penambahan massa PCM dapat meningkatkan produksi destilat dan efisiensi alat destilasi. Pada pengujian massa 6 kg, 7 kg, 8 kg, 9 kg dan 10 kg terjadi kenaikan efisiensi rata-rata pada masing-masing pengujian sebesar 4,49 %, 6,62 %, 8,00 %, 8,38 % dan 1,38 %. Berdasarkan hasil perhitungan efisiensi dan produktivitas pada alat destilasi, penggunaan massa 9 kg dengan volume air baku 51,13 liter dapat meningkatkan unjuk kerja alat secara optimal dengan spesifikasi dan ukuran alat destilasi yang digunakan dalam penelitian.

Kata Kunci: *Destilasi, PCM, Lauric acid, Surya, Efisiensi*

PENDAHULUAN

Air merupakan kebutuhan yang sangat penting bagi kehidupan manusia terutama air tawar yang bersih dan sehat. Kelangkaan dan kesulitan mendapatkan air tawar bersih dan layak pakai menjadi permasalahan yang mulai muncul pada banyak tempat di pesisir pantai. Sebagian besar sumber air yang didapat merupakan air laut. Sehingga untuk mendapatkan air bersih perlu adanya pengolahan tidak layak konsumsi menjadi air tawar air bersih dan layak konsumsi.

Terdapat beberapa metode yang dapat dilakukan untuk mendapatkan air bersih yaitu dengan proses perebusan, penyaringan, destilasi dan lainnya. Cara perebusan dilakukan

hanya untuk mematikan kuman dan bakteri yang merugikan, namun kotoran berupa padatan – padatan kecil tidak dapat terpisah dengan air. Pada metode penyaringan digunakan hanya untuk menyaring kotoran – kotoran berupa padatan kecil, namun tidak dapat menghilangkan kuman dan bakteri yang merugikan dari air. Pada proses destilasi menghasilkan air kondensat, sehingga kuman dan bakteri akan mati karena proses pemanasan, dan kotoran akan mengendap di dasar basin atau penampung, sehingga dapat dihasilkan air bersih yang bebas dari kuman, bakteri, dan kotoran [1].

Terdapat beberapa cara penjernihan air dengan menggunakan proses destilasi, salah satunya menggunakan radiasi matahari sebagai sumber energi utama. Proses destilasi dengan menggunakan energi surya memanfaatkan panas yang dipancarkan oleh matahari untuk memanaskan air tidak layak konsumsi untuk selanjutnya menghasilkan uap air yang akan terkumpul pada permukaan penutup kaca sehingga dihasilkan air bersih layak konsumsi.

Perangkat dan unit destilasi tenaga surya dapat dirancang dari berbagai bahan yang berlimpah, mudah didapat dan murah. Namun Penggunaan destilasi tenaga surya masih belum populer karena produktivitasnya yang rendah. Ada beberapa cara untuk meningkatkan produktivitasnya yaitu dengan memperhitungkan lokasi, intensitas matahari, suhu sekitar, bahan penutup kaca dan ketebalannya, kedalaman air dan kecepatan angin.

Adapun cara lain yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kinerja dari destilasi tenaga surya yaitu dengan menambahkan PCM (phase change material) sebagai penyimpan energi panas matahari pada siang hari dan melepaskan energi panas pada malam hari. Dengan demikian proses destilasi berlangsung terus menerus selama 24 jam dan tidak terbatas pada lamanya pancaran sinar matahari [2].

Berdasarkan penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya oleh [3] Dilakukan penelitian pada alat destilasi tenaga surya menggunakan PCM (phase change material) jenis *Lauric acid* menghasilkan produktivitas destilasi air pada malam hari sebesar 127% dan 30-35% pada siang hari dibandingkan dengan alat destilasi tenaga surya tanpa menggunakan PCM.

1. Destilasi

Destilasi adalah teknologi pengolahan air untuk mendapatkan air tawar yang diperoleh dari air kotor atau air laut, dengan menguapkan air baku dengan cara pemanasan,

kemudian uap air tersebut diembunkan sehingga diperoleh air tawar. Sumber panas yang digunakan berasal dari sumber energi yang beragam seperti minyak, gas, kayu bakar, matahari dan sumber energi lainnya. Distilasi terdiri dari serangkaian proses yaitu penguapan cairan, pendinginan uap yang dihasilkan dan pengumpulan kondensat pada suatu tempat atau wadah. Metode distilasi ini sangat efektif untuk memisahkan suatu campuran yang terdiri dari senyawa atau zat dengan titik didih yang berbeda atau salah satu komponen yang tidak dapat diuapkan (Budiana dan Neolaka, 2008).

2. Alat Destilasi Surya

Alat destilasi menggunakan tenaga surya berisi tiga bagian utama, yaitu: solar basin, *double glass cover*, dan *tubes* yang berisi PCM jenis *Lauric acid*. Prinsip kerja distilasi surya tipe ini yaitu, radiasi surya akan menembus kaca penutup (*glass cover*) dan mengenai permukaan plat penyerap, sehingga temperatur plat akan meningkat, dan energi panas dari plat penyerap akan memanasi air payau yang ada didalam bak penampung (basin). Air di dalam bak penampung akan menguap dan berkumpul dibawah permukaan kaca penutup (*glass cover*). Oleh karena temperatur udara di dalam basin lebih tinggi dari pada temperatur lingkungan, maka terjadi kondensasi yaitu uap berubah menjadi cair dan melekat pada kaca penutup bagian dalam. Air yang menguap kemudian akan mengalir mengikuti kemiringan kaca penutup dan masuk kedalam kanal, yang selanjutnya mengalir ke tempat penampungan air bersih. Sedangkan sisa kotoran akan mengendap pada plat penyerap karena adanya perbedaan massa jenis antara air dan kotoran.



Gambar 1. Alat Destilasi Surya
Sumber: Dokumentasi Penulis, 2021

3. *Lauric acid*

Lauric acid (C₁₂H₂₄O₂) juga dikenal sebagai asam dodekanoat, adalah asam lemak jenuh dengan rantai atom 12-karbon. Asam kristal putih berbentuk bubuk yang muncul secara alami dalam berbagai lemak dan minyak tumbuhan dan hewan. *Lauric acid* merupakan komponen utama minyak kelapa dan minyak inti sawit.



Gambar 2. *Lauric acid*

Sumber: Dokumentasi Penulis, 2021

Lauric acid memiliki ikatan yang unggul seperti kongruensi leleh, stabilitas kimia yang baik, non-toksitas, keandalan termal yang baik, ketersediaan dan biaya yang relatif lebih rendah jika dibandingkan dengan material PCM lain. *Thermo-physical properties* dari *Lauric acid* ditunjukkan pada tabel berikut ini :

Tabel 1. *Thermo-Physical Properties* dari *Lauric acid*

No	Properties	Value
1	<i>Melting point</i>	40 - 43,9 °C
2	<i>Latent heat of fusion</i>	180 kJ/kg
3	<i>Thermal conductivity</i>	0.16 Wm ⁻¹ °C ⁻¹
4	<i>Specific heat :</i>	
	<i>Solid at 25°C</i>	2.1 kJkg ⁻¹ °C ⁻¹
	<i>Liquid at 43,9°C</i>	3 kJkg ⁻¹ °C ⁻¹
5	<i>Density solid liquid</i>	1007 kg/m ³ 862 kg/m ³

Sumber: Netzsch Technologies India Pvt Ltd. 2007

4. Efisiensi Alat Destilasi Surya

Untuk mendapatkan hasil yang efektif pada pengujian alat destilasi, diperlukan pendekatan efisiensi untuk mengetahui pengaruh massa PCM terhadap alat destilasi. Menurut [1] "Efisiensi alat destilasi adalah perbandingan energi panas untuk menguapkan air keruh menjadi air bersih terhadap besar radiasi matahari yang diterima oleh alat

destilasi melalui plat penyerap dalam selang waktu tertentu”. Untuk menghitung besarnya nilai efisiensi alat destilasi dapat menggunakan persamaan berikut :

$$\eta_d = \frac{m_k \times h_{fg}}{A_c \times I_r \times t} \times 100 \%$$

Keterangan :

M_k : Total massa air destilat (kg)

h_{fg} : Panas laten penguapan (kJ/kg)

A_c : Luas pelat penyerap (m²)

I_r : Intensitas radiasi matahari (W/m²)

t : Lama waktu pengujian (s)

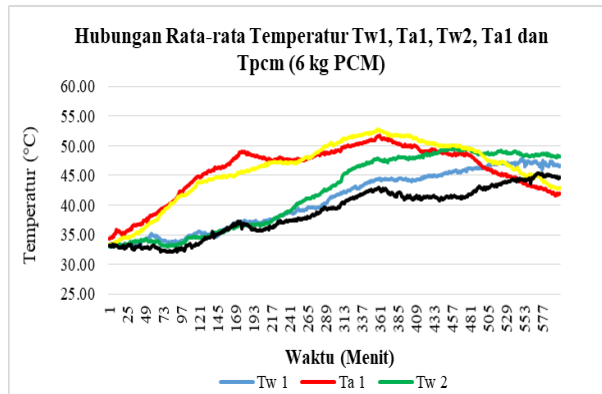
METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini menggunakan metode eksperimental untuk menguji alat destilasi tenaga surya dengan PCM jenis *Lauric acid* dengan variasi masa 6 kg, 7 kg, 8 kg, 9 kg dan 10 kg yang kemudian hasilnya dibandingkan dengan alat destilasi surya NON PCM dalam kondisi pengujian yang sama. Proses pengambilan data dilakukan menggunakan sensor (setiap menit) serta pengambilan data secara manual (setiap jam) yang dilaksanakan mulai dari pukul 07.00-17.00 WIB. Sedangkan air hasil destilasi yang terukur merupakan total air destilasi yang dihasilkan pada pukul 07.00 hingga pukul 07.00 keesokan harinya.

Pada pengujian alat destilasi tenaga surya, dilakukan pengukuran pada beberapa parameter yaitu perubahan temperatur air di dalam basin, perubahan temperatur udara di dalam basin, perubahan temperatur lingkungan, perubahan temperatur PCM, hasil destilasi dan intensitas cahaya matahari.

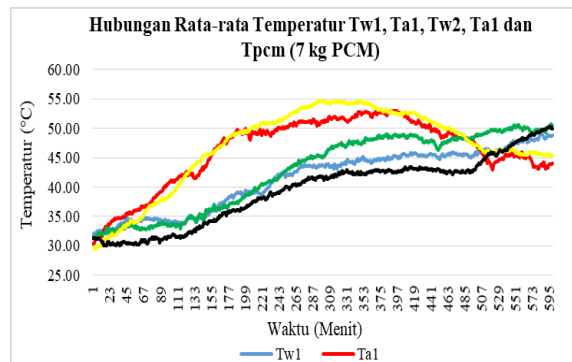
HASIL DAN PEMBAHASAN

Grafik hubungan antar temperatur udara, air, PCM pada pengujian alat destilasi surya dengan PCM dan NON PCM.



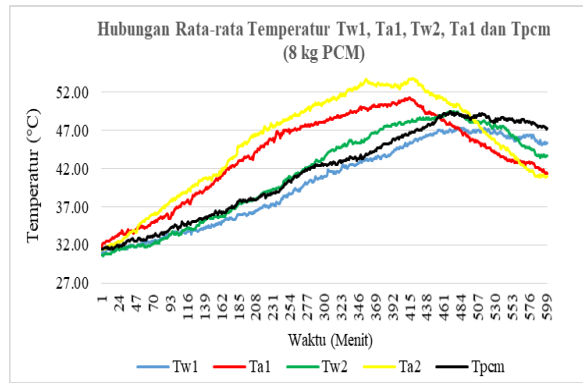
Gambar 3. Grafik Hubungan Temperatur Air, Udara dan PCM (6 kg PCM)
 Sumber: Data primer yang diolah, 2021

Pada pengujian massa 6 kg PCM Temperatur maksimum air mencapai ($Tw1 = 47,75$ °C ; $Tw2 = 49,67$ °C) dan temperatur udara maksimum mencapai ($Ta1 = 51,67$ °C ; $Ta2 = 52,75$ °C). Temperatur maksimum PCM pada massa 6 kg PCM mencapai ($T_{pcm} = 46,58$ °C), karena mencapai titik perubahan fasa PCM *Lauric acid* yaitu 40 - 43.9 °C, sehingga terjadi proses penyimpanan panas pada PCM.



Gambar 4. Grafik hubungan temperatur air, udara dan PCM (7 kg PCM)
 Sumber: Data primer yang diolah, 2021

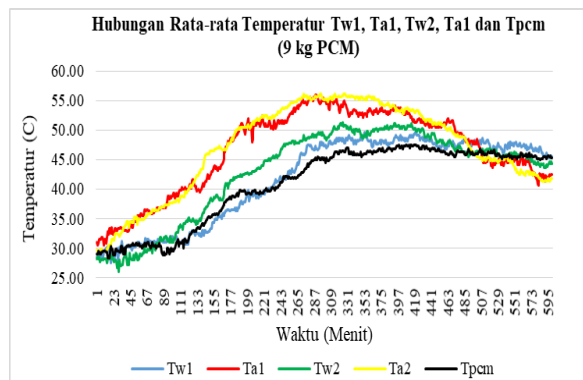
Pada pengujian massa 7 kg PCM Temperatur maksimum air mencapai ($Tw1 = 49,33$ °C ; $Tw2 = 50,67$ °C) dan temperatur udara maksimum mencapai ($Ta1 = 53$ °C ; $Ta2 = 54,75$ °C). Temperatur maksimum PCM pada pengujian massa 7 kg PCM mencapai ($T_{pcm} = 50,33$ °C), karena mencapai titik perubahan fasa PCM *Lauric acid* yaitu 40 - 43.9 °C, sehingga pada pengujian massa PCM 7 kg terjadi proses penyimpanan panas pada PCM.



Gambar 5. Grafik hubungan temperatur air, udara dan PCM (8 kg PCM)

Sumber: Data primer yang diolah, 2021

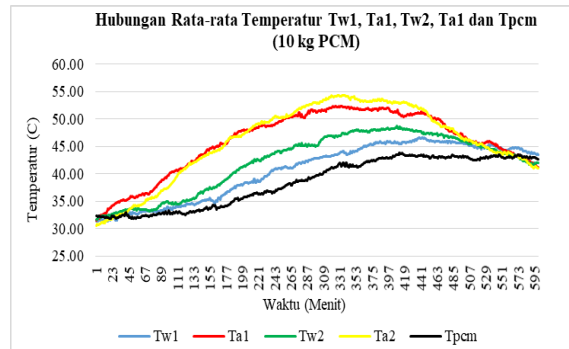
Pada pengujian massa 8 kg PCM Temperatur maksimum air mencapai ($Tw1 = 47,33$ °C ; $Tw2 = 49,33$ °C) dan temperatur udara maksimum mencapai ($Ta1 = 51,25$ °C ; $Ta2 = 53,83$ °C). Temperatur maksimum PCM pada pengujian massa 8 kg PCM mencapai ($Tpcm = 49,50$ °C), karena temperatur PCM mencapai titik perubahan fasa PCM *Lauric acid* yaitu 40 - 43.9 °C, sehingga pada pengujian massa PCM 8 kg terjadi proses penyimpanan panas pada PCM.



Gambar 6. Grafik hubungan temperatur air, udara dan PCM (9 kg PCM)

Sumber: Data primer yang diolah, 2021

Pada pengujian massa 9 kg PCM Temperatur maksimum air mencapai ($Tw1 = 49,58$ °C ; $Tw2 = 51,33$ °C) dan temperatur udara maksimum mencapai ($Ta1 = 55,92$ °C ; $Ta2 = 56,08$ °C). Temperatur maksimum PCM pada pengujian massa 9 kg PCM mencapai ($Tpcm = 47,50$ °C), karena temperatur PCM mencapai titik perubahan fasa PCM *Lauric acid* yaitu 40 - 43.9 °C, sehingga terjadi proses penyimpanan panas pada PCM.

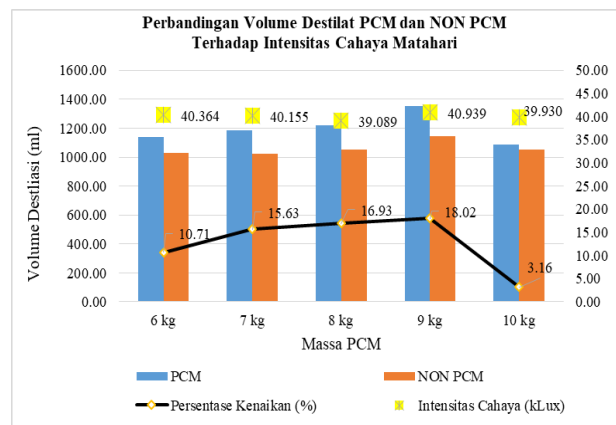


Gambar 7. Grafik hubungan temperatur air, udara dan PCM (10 kg PCM)

Sumber: Data primer yang diolah, 2021

Pada pengujian massa 8 kg PCM Temperatur maksimum air mencapai ($Tw1 = 46,58$ °C ; $Tw2 = 48,67$ °C) dan temperatur udara maksimum mencapai ($Ta1 = 52,33$ °C ; $Ta2 = 54,33$ °C). Temperatur maksimum PCM pada pengujian ini mencapai ($Tpcm = 43,75$ °C). Pada pengujian massa 10 kg PCM temperatur PCM cenderung lebih rendah dan tidak mencapai titik perubahan fasa PCM *Lauric acid* yang optimal yaitu 40 - 43.9 °C, sehingga berdasarkan nilai temperatur maksimum pada pengujian massa PCM 10 kg tidak terjadi proses penyimpanan panas oleh PCM secara optimal.

Berikut ini merupakan grafik perbandingan hasil destilasi pada masing-masing pengujian dengan PCM dan NON PCM



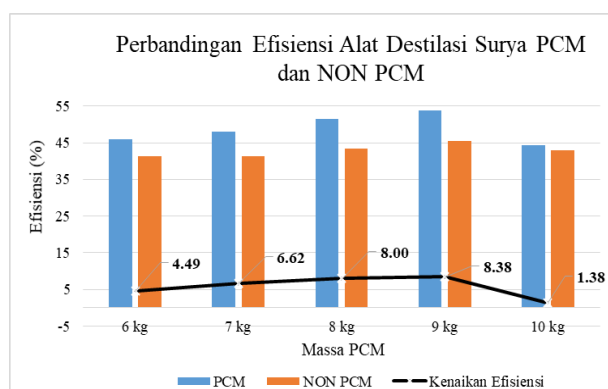
Gambar 8. Perbandingan Volume Destilat dengan PCM dan NON PCM

Sumber: Data primer yang diolah, 2021

Berdasarkan grafik tersebut terlihat bahwa penambahan massa PCM berpengaruh terhadap peningkatan produktivitas alat destilasi surya jika dibandingkan dengan pengujian alat destilasi surya NON PCM. Pada pengujian PCM 6 kg, 7 kg, 8 kg, 9 kg dan 10 kg

terjadi peningkatan produktivitas alat destilasi surya pada masing-masing pengujian sebesar 10,71 %, 15,63 %, 16,93 %, 18,02 % dan 3,16 %. Berdasarkan hasil grafik tersebut terlihat bahwa perbedaan massa PCM berpengaruh terhadap peningkatan produktivitas alat destilasi surya dengan PCM, seperti terlihat pada variasi massa 6 kg, 7 kg, 8 kg dan 9 kg. Sedangkan pada pengujian massa PCM 10 kg cenderung mengalami penurunan produktivitas, yaitu sebesar 3,16 % dibandingkan dengan pengujian NON PCM. Penurunan produktivitas destilat tersebut dipengaruhi oleh penambahan massa PCM yang berlebih, sehingga membutuhkan jumlah energi panas yang lebih besar untuk menaikkan temperatur air dan temperatur PCM hingga mencapai titik perubahan fasa PCM *Lauric acid* yang secara langsung berpengaruh terhadap proses pemanasan air di dalam basin yang kurang optimal akibat panas pada air yang terbagi untuk menaikkan temperatur PCM.

Berikut ini merupakan perbandingan nilai efisiensi alat destilasi surya pada masing-masing pengujian dengan PCM dan NON PCM.



Gambar 10. Perbandingan Efisiensi Alat Destilasi Surya dengan PCM dan NON PCM
 Sumber: Data primer yang diolah, 2021

Berdasarkan grafik tersebut terlihat bahwa pada pengujian massa PCM 6 kg, 7 kg, 8 kg dan 9 kg terjadi kenaikan nilai efisiensi pada pengujian alat destilasi dengan penambahan PCM, sedangkan pada pengujian 10 kg PCM terjadi penurunan nilai efisiensi dibandingkan pengujian sebelumnya. Dalam 5 hari pengujian tersebut diperoleh kenaikan nilai efisiensi rata-rata pada masing-masing pengujian sebesar 4,49 %, 6,62 %, 8,00 %, 8,38 % dan 1,38 %.

Pengujian baku mutu air dilakukan untuk mengetahui kandungan zat dan kontaminan yang terdapat di dalam air tersebut serta batas aman kontaminan yang terkandung di dalam

air. Adapun pengujian baku mutu air dilakukan oleh Unit Pelaksana Teknis Laboratorium Lingkungan, Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan Provinsi Banten.

Terdapat 2 sampel dalam pengujian baku mutu air yaitu air sungai (air baku) dan air hasil destilasi (destilat). Kriteria mutu air berdasarkan PP No. 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air

Tabel 2. Hasil Pengujian Baku Mutu Air Hasil Destilasi

Parameter	Satuan	Hasil Uji	Baku Mutu
*Fisika			
Temperatur	°C	29.6	Deviasi 3
Total Dissolved Solid	mg/L	26.5	1000
Kekeruhan	NTU	1.13	-
*Kimia			
pH	-	3.47	6-9
Klorida	mg/L	2.014	-
Nitrit (NO ₂ -N)	mg/L	< 0.003	0.06
Kesadahan Total (CaCO ₃)	mg/L	16	-
Besi (Fe) Terlarut	mg/L	< 0.1	-
Mangan (Mn) Terlarut	mg/L	< 0.05	-
Tembaga (Cu) Terlarut	mg/L	< 0.0054	0.02
Seng (Zn) Terlarut	mg/L	< 0.0056	0.05
Sulfat (SO ₄)	mg/L	11.48	-
Aluminium (Al) Terlarut	mg/L	< 0.46	-
Timbal (Pb) Terlarut	mg/L	< 0.03	0.03
Kadmium Terlarut	mg/L	0.007	0.01
Krom Total (Cr)	mg/L	< 0.076	-
NH ₃ -N	mg/L	0.121	-
Nitrat (NO ₃ -N)	mg/L	0.6	10
*Mikrobiologi			
Total Koliform	Jml/100ml	< 20	5000
Fecal Coli	Jml/100ml	<20	1000

Sumber : Unit Pelaksana Teknis Laboratorium Lingkungan, Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan Provinsi Banten.

Tabel 3. Hasil Pengujian Baku Mutu Air Baku

Parameter	Satuan	Hasil Uji	Baku Mutu
*Fisika			
Temperatur	°C	31	Deviasi 3
Total Dissolved Solid	mg/L	263	1000
Kekeruhan	NTU	816	-
*Kimia			
pH	-	7.06	6-9
Klorida	mg/L	30.96	-
Nitrit (NO ₂ -N)	mg/L	0.11	0.06
Kesadahan Total (CaCO ₃)	mg/L	78	-
Besi (Fe) Terlarut	mg/L	< 0.1	-
Mangan (Mn) Terlarut	mg/L	< 0.05	-
Tembaga (Cu) Terlarut	mg/L	< 0.0054	0.02
Seng (Zn) Terlarut	mg/L	< 0.0056	0.05
Sulfat (SO ₄)	mg/L	310.5	-
Aluminium (Al) Terlarut	mg/L	< 0.46	-

Timbal (Pb) Terlarut	mg/L	< 0.03	0.03
Kadmium Terlarut	mg/L	< 0.005	0.01
Krom Total (Cr)	mg/L	< 0.076	-
NH ₃ -N	mg/L	3.521	-
Nitrat (NO ₃ -N)	mg/L	14.3	10
*Mikrobiologi			
Total Koliform	Jml/100ml	> 16000	5000
Fecal Coli	Jml/100ml	< 20	1000

Sumber : Unit Pelaksana Teknis Laboratorium Lingkungan, Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan Provinsi Banten.

SIMPULAN

Setelah dilakukan pengujian pada alat destilasi surya dengan variasi massa PCM masing-masing 6 kg, 7 kg, 8 kg, 9 kg dan 10 kg. Berdasarkan data hasil pengujian dan analisis pengaruh massa PCM *Lauric acid* pada alat destilasi, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada masing-masing pengujian massa PCM 6 kg, 7 kg, 8 kg, 9 kg dan 10 kg terjadi proses penyimpanan panas pada PCM jenis *Lauric acid* karena pada siang hari temperatur PCM mencapai titik perubahan fasa (40-43,9 °C) sehingga terjadi proses panas laten pada PCM tersebut. Selain itu alat destilasi surya mengalami proses pemanasan pada malam hari akibat pelepasan panas yang tersimpan di dalam PCM sehingga terlihat bahwa total hasil destilat pada pengujian PCM lebih banyak menghasilkan destilat dibandingkan dengan pengujian NON PCM.
2. Peningkatan produktivitas alat destilasi surya dengan penambahan PCM berbanding lurus terhadap peningkatan nilai efisiensi alat destilasi dengan peningkatan nilai efisiensi pada masing-masing pengujian sebesar 4,49 %, 6,62 %, 8,00 %, 8,38 % dan 1,38 %. Berdasarkan hasil perhitungan efisiensi dan produktivitas pada alat destilasi, penggunaan massa 9 kg PCM *Lauric acid* dengan volume air baku 51,13 liter dapat meningkatkan unjuk kerja alat secara optimal dengan spesifikasi dan ukuran alat destilasi yang digunakan dalam penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ketut Astawa, Made Sucipta, I Putu Gede Artha Negara. 2011. Analisa Performansi Destilasi Air Laut Tenaga Surya Menggunakan Penyerap Radiasi Surya Tipe Bergelombang Berbahan Dasar Beton. Fakultas Teknik Universitas Udayana. Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Vol. 5 No.1. April 2011 (7-13).

- [2] Al-harahsheh, Mohammad, Mousa Abu-Arabi, Hasan Mousa, Zobaidah Alzghoul. 2017. Solar desalination using solar still enhanced by external solar collector and PCM. Reasearch Paper, S1359-4311 (17) 31000-1
- [3] A. A. F. Al-Hamadani, S. K. Shukla. 2011. Water Distillation Using Solar Energy System with *Lauric acid* as Storage Medium. Department of Mechanical Engineering, I.T. B.H.U ,Varanasi.
- [4] A.E. Kabeel, Mohamed A. Teamah, Mohamed Abdelgaied, Gmal B. Abdel Aziz. 2017. Modified Pyramid Solar Still with V-corrugated Absorber Plate and PCM as a Thermal. (2017), doi: 10.1016/j.jclepro.2017.05.195.
- [5] Fikri,Arfan, Mulyanef dan Edi Septe. 2016. Rancang Bangun Alat Destilasi Surya Air Kotor dengan Penambahan Solar Heater. Tugas Akhir Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung hatta.
- [6] I Gede Yogi Dewantara, Budhi Muliawan Suyitno, I Gede Eka Lesmana. 2018. Desalinasi Air Laut Berbasis Energi Surya Sebagai Alternatif Penyediaan Air Bersih. Universitas Pancasila. Jurnal Teknik Mesin (JTM): Vol. 07, No. 1, Februari 2018.
- [7] R. S. Cahyani, D. Mugisidi, Rifky, O. Heriyani. 2018. Pengaruh Overall Heat Loss Coefficient Terhadap Hasil Output solar still. Seminar Nasional TEKNOKA ke - 3, Vol. 3, 2018 ISSN No. 2502-8782.
- [8] Rosaris, Titis, Wahyuno Hadi dan Ali Masduqi. 2014. Desalinasi Air Payau Menggunakan Energi Solar dengan Parabolic Trough. Jurnal Purifikasi, Vol. 14, No. 1, Juli 2014: 55-64.
- [9] Sagar Suresh Agrawal. 2018. Distillation of Water- Using Solar Energy with Phase Change Materials. ISSN: 2248-9622.
- [10] Sri Rahayu A , Widya A Putri , I M Sutjahja, D Kurnia dan S Wonorahardjo. 2016. The effectiveness of organic PCM based on *Lauric acid* from coconut oil and inorganic PCM based on salt hydrate $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ as latent heat energy storage system in Indonesia. FMIPA ITB. J. Phys.: Conf. Ser. 739 012119.
- [11] Wijaya, Anthony. 2016. Rancang Bangun Sistem Distilasi Air dalam Proses Pengolahan Air Bersih.