

MODIFIKASI DISTILATOR SURYA DENGAN PENAMBAHAN *PHASE CHANGE MATERIAL* SEBAGAI MATERIAL PENYIMPAN PANAS PADA ALAS BASIN

MODIFICATION OF SOLAR DISTILLATOR WITH THE ADDITION OF PHASE CHANGE MATERIAL AS HEAT STORAGE MATERIAL AT BASIN

Anjas Aji Budiartma¹, Mamat Rokhmat², Edy Wibowo³

^{1,2,3}Prodi S1 Teknik Fisika, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

anjas.aji.budiatma@gmail.com¹, mamatrokhmat76@gmail.com², edyw.phys@gmail.com³

Abstrak

Pada distilasi surya, tidak adanya sumber panas menyebabkan distilator tidak dapat menghasilkan air. Oleh karena itu, distilator perlu dimodifikasi agar panas tetap terjaga sehingga distilator tetap menghasilkan air. Pada penelitian ini, distilator dengan atap dua sisi miring telah dimodifikasi dengan menambahkan material penyimpan panas atau *Phase Change Material (PCM)* berupa parafin pada bagian alasnya. Pada prinsipnya, adanya parafin akan menjadi sumber panas ketika matahari tenggelam. Dalam penelitian ini, pengujian dilakukan pada skala laboratorium menggunakan dua bohlam yang pancaran energinya dianggap konstan. Air yang dipakai adalah sampel air garam 33 ppt yang dibuat dengan mencampurkan air minum kemasan dengan sejumlah garam. Pengujian dilakukan dengan membandingkan produksi air distilator tanpa parafin dan distilator dengan parafin. Penggunaan parafin membuat produksi air distilator meningkat 19,03 %. Pada penelitian ini juga telah dilakukan pemberian massa parafin yang berbeda untuk mengamati pengaruhnya terhadap produksi air. Penambahan massa parafin cenderung menurunkan produksi air pada pengujian dengan volume air garam yang sama. Selain itu, penelitian ini juga telah diamati bahwa parafin dapat digunakan beberapa kali pada distilator walaupun produksi air yang cenderung menurun.

Kata kunci : Desalinasi surya, material penyimpan panas, *Phase Change Material*, PCM, parafin, skala laboratorium, lampu bohlam, sampel air garam

Abstract

In solar distillation, the absence of heat source causes the distillator not to produce water. Therefore, distillator need to be modified in order to maintain the heat so that the distillator still produces water. In this study, double slope distillator has been modified by adding a heat storage material or Phase Change Material (PCM) in the form of paraffin at the base. In principle, the presence of paraffins will be a source of heat when the sun sets. Distillator has been tested on a laboratory scale using two bulbs whose energy emission was considered constant. The water used is a 33 ppt brine sample which is made by mixing bottled water with some salt. The test has been done by comparing the water production of distillator without paraffin and distillator with paraffin. The addition of paraffin increases water production of distillator by 19.03%. The distillator has also been given different paraffin masses to observe its effect on its productivity. The addition of paraffin mass tends to decrease water production in tests with the same volume of brine. This study has also been observed that paraffin can be used several times in distillators even though water production tends to decrease.

Keyword : *Solar desalination, heat storage material, Phase Change Material, PCM, paraffin, laboratorium scale, bulb, brine sample*

1. Pendahuluan

Hampir 95 juta penduduk di Indonesia masih belum memiliki akses terhadap air bersih [1]. Sebenarnya, Indonesia memiliki potensi sumber air baku yang sangat besar, yaitu sekitar 694 milyar meter kubik tiap tahunnya. Namun, hanya 20% dari potensi tersebut yang dimanfaatkan dalam pemenuhan kebutuhan sehari-hari [2]. Umumnya air tersebut hanya digunakan untuk irigasi, bukan untuk keperluan sehari-hari seperti mandi, masak dan minum. Kurangnya pengetahuan mengenai pengolahan air menjadi penyebab utama potensi air baku tidak termanfaatkan secara maksimal.

Desalinasi adalah prosedur pemisahan garam berlebih yang terlarut pada air, air payau, air laut atau larutan air garam lainnya agar diperoleh air yang berkadar garam lebih rendah [3]. Meninjau potensi serta keadaan yang

ada di desa, maka teknologi yang diperlukan haruslah yang murah serta mudah. Distilasi adalah salah satu teknik desalinasi yang sederhana. Sistemnya hanya memerlukan wadah serta penutup transparan sehingga tidak banyak memakan biaya serta mudah dalam instalasi dan penggunaan. Pada teknik distilasi, air berkadar garam rendah diperoleh dari pemanasan air garam dengan menggunakan matahari secara langsung. Pada temperatur tertentu, pemanasan ini memicu terjadinya evaporasi air garam menjadi uap air. Selanjutnya, uap tersebut mengembun di permukaan dalam kaca penutup lalu mengalir ke bak penampung [4]. Perubahan fasa air garam dipicu oleh adanya perubahan keadaan termal sistem. Evaporasi dan kondensasi terjadi apabila keadaan termal sistem dalam keadaan optimal. Keadaan termal yang optimal akan berdampak pada peningkatan jumlah distilat.

Banyak riset dilakukan untuk mengembangkan distilator agar produktivitasnya meningkat. Pada riset yang dilakukan oleh Ali dkk (2014) disebutkan bahwa radiasi matahari dan desain distilator adalah faktor yang dapat mempengaruhi produktivitas distilator [5]. Modifikasi distilator juga dikembangkan oleh Tanaka dkk (2009) dengan memodifikasi dinding basin dengan menggunakan cermin yang berhasil meningkatkan produktivitas distilator berhasil hingga 70-100 % [6].

Teknik lain yang digunakan untuk meningkatkan produktivitas adalah dengan menambahkan material penyimpanan panas pada distilator. Pada tahun 2012, Kantesh melakukan penelitian mengenai pengaruh pemberian material penyimpanan panas pada distilator. Desain distilator yang digunakan atap dua sisi miring dengan satu kolam air garam. Material penyimpanan panas yang digunakan bitumen. Hasil penelitian tersebut menyebutkan bahwa penggunaan bitumen dapat meningkatkan produktivitas distilator secara keseluruhan sebesar 2% [10]. Pada tahun 2015, Shashikanth dkk juga melakukan penelitian mengenai pengaruh penambahan material penyimpanan panas pada distilator. Desain distilator yang digunakan atap satu sisi miring dengan satu kolam air garam. Material penyimpanan panas yang digunakan Sodium Sulfat. Hasil penelitian tersebut juga menyebutkan bahwa penambahan PCM meningkatkan produksi distilator harian [11]. Pada tahun 2016, Mousa dan Ashish mengembangkan model mengenai kinerja distilator dengan beberapa kondisi. Pada penelitiannya menyebutkan bahwa pada massa air yang tetap dan lama penyinaran yang sama, penambahan jumlah parafin cenderung menurunkan produksi air distilator [12]. Pada tahun 2011, Al Hamadani juga menyebutkan dalam penelitiannya bahwa penambahan parafin cenderung menurunkan produksi distilator apabila volume air garam yang digunakan sama dan lama penyinaran distilator juga sama [13].

Pada penelitian ini distilator dimodifikasi dengan menambahkan material penyimpan panas atau *Phase Change Material* (PCM) berupa parafin pada bagian alas. Parafin dipilih karena memiliki panas laten yang cukup besar ketika mengalami perubahan fasa serta karakter termal yang juga sesuai untuk diterapkan pada sistem distilasi. Selain itu, parafin juga mudah didapatkan serta harganya terjangkau [7]. Hasil distilator dengan PCM dibandingkan dengan distilator tanpa PCM untuk diamati peningkatan produktivitasnya. Selain itu, pengaruh massa parafin dan penggunaan parafin yang berulang juga diamati.

2. Prosedur Eksperimen

Pengujian pada penelitian ini dilakukan pada skala laboratorium menggunakan dua lampu bohlam yang pancaran energinya dianggap konstan. Pengujian dilakukan pada bulan Januari hingga bulan Juli di Laboratorium Biomassa Teknik Fisika Telkom University.

Pada penelitian ini, metode desalinasi yang digunakan adalah metode distilasi surya secara langsung. Metode ini membutuhkan distilator yang tersusun atas dua bagian penting, yaitu atap dan kolam air garam. Desain distilator yang telah dibuat ditunjukkan oleh Gambar 1.



Gambar 1. Desain distilator (a) tampak atas samping dan (b) tampak samping

Atap dibuat dengan dua sisi miring yang terbuat dari kaca dengan ketebalan 0,5 cm dengan tinggi 7 cm dan lebar 25 cm. Kolam air garam terbuat dari dua bahan yang berbeda dengan ukuran 25 cm x 34 cm x 10 cm. Dindingnya terbuat dari cermin setebal 0,5 cm yang berfungsi sebagai reflektor panas internal. Sedangkan alasnya terbuat dari kaca transparan setebal 0,5 cm yang dapat meneruskan panas ke kolam parafin yang terletak di bawahnya. Adapun kolam parafin dibuat dengan dari *stainless stell* berdimensi 24 cm x 32 cm. Agar panas pada sistem terinsulasi dengan baik, maka pada sekeliling distilator (kecuali atap) dipasang *styrofoam* setebal 1,3 cm.

Air laut yang digunakan adalah air garam buatan dengan mencampur air mineral kemasan dengan garam dapur sehingga didapatkan air bersalinitas 35 ppt. Pengujian dilakukan pada 1 liter larutan garam di bawah

pemanasan lampu halogen. Total durasi pengujian selama 30 jam yang meliputi dua kondisi, yaitu lampu dinyalakan selama 9 jam dan lampu dimatikan selama 21 jam. Ilustrasi pengujian ditunjukkan oleh Gambar 2.



Gambar 2. Ilustrasi pengujian

Pengujian distilator dilakukan untuk mengevaluasi produktivitas distilator berparafin dengan membandingkannya dengan distilator tanpa parafin. Selain itu, pengujian juga dilakukan untuk mengetahui efek massa parafin yang berbeda dan penggunaan yang berulang terhadap produktivitasnya. Jumlah parafin sebanyak 2000 gram digunakan untuk acuan dalam penelitian ini.

Pengujian dilakukan untuk memperoleh data pengukuran berupa temperatur dan produksi air distilator. Pengukuran temperatur menggunakan termokopel tipe K yang direkam tiap 30 detik pada merk Huato dan tipe HE804. Termokopel diletakkan pada tiga titik pengujian, yaitu udara antara atap distilator dan permukaan air, air garam, dan parafin. Sedangkan data produksi distilator diperoleh dengan mengukur air yang dihasilkan tiap jamnya menggunakan gelas ukur. Gelas ukur yang digunakan memiliki rentang pengukuran 2,5 – 25 ml dengan skala terkecil 0,5 ml.

3. Prinsip Kerja Distilasi Surya

Menurut KBBI, distilasi merupakan proses memanaskan benda cair atau padat hingga berubah menjadi uap yang disalurkan ke dalam bejana yang terpisah, kemudian dikondensasikan dengan pendingin. Pada teknik desalinasi, yang dimaksud dengan distilasi adalah prosedur pemisahan air berkadar garam rendah dengan cara mengambil embun dari larutan garam yang telah diuapkan.

Teknik distilasi dibagi menjadi beberapa metode, salah satu di antaranya adalah distilasi surya yang dapat dilakukan setidaknya dengan adanya dua komponen penyusun, yaitu kolam penampungan air garam dan penutup yang transparan. Kolam yang berisi air garam ditutup oleh penutup yang transparan, dapat berupa kaca, plastik atau akrilik. Kemudian, larutan garam tersebut diletakkan di bawah sinar matahari. Temperatur larutan garam akan terus meningkat karena menerima panas dari matahari hingga pada temperatur tertentu larutan garam mengalami evaporasi. Selanjutnya, uap tersebut berinteraksi dengan permukaan dalam distilator yang lebih dingin sehingga terjadi peristiwa kondensasi. Hasil dari kondensasi adalah air embun yang memiliki kadar garam lebih rendah dari larutan garam sebelumnya [8].

4. Prinsip penyimpanan energi panas

Sistem penyimpanan energi panas adalah sistem yang memungkinkan menyimpan panas atau dingin agar dapat dipakai pada waktu yang berbeda dan dalam kondisi tertentu seperti temperatur dan tempat. Pada penyimpanan panas, sistem akan melalui tiga proses, yaitu pengisian, penyimpanan dan pelepasan.

Penyimpanan panas sensibel bekerja berdasarkan kenaikan temperatur. Pengisian panas terjadi ketika temperaturnya naik, sedangkan pelepasan panas terjadi ketika temperaturnya turun. Pada konsep penyimpanan panas, kapasitas panas dapat menunjukkan sejumlah panas yang dapat ditampung oleh material tersebut tiap massa dan temperaturnya [9].

$$Q = m \cdot c_p \cdot \Delta T \dots\dots\dots 2.2$$

Q menunjukkan jumlah panas yang disimpan oleh material (J), m menunjukkan massa penyimpanan (kg), c_p menunjukkan besarnya kapasitas spesifik panas yang dimiliki material yang digunakan (J/kg.K), dan ΔT menunjukkan perubahan temperatur (K).

Penyimpanan panas laten bekerja pada saat fasa material berubah (padat-cair atau cair-gas). Oleh karena itu penyimpanan panas laten disebut dengan *Phase Change Material (PCM)* atau material berubah fasa. Pengisian panas terjadi ketika material mengalami perubahan fasa dari padat ke cair atau cair ke gas, sedangkan pelepasan panas terjadi ketika material berubah dari cair ke padat atau gas ke cair. Oleh karena itu, material yang dipilih harus memperhatikan kalor lebur atau kalor uapnya agar memperoleh panas yang optimal. Selain itu, titik lebur material juga harus disesuaikan dengan temperatur kerja pada sistem yang diterapkan [9]. Pada penerapannya, material berubah fasa juga mengalami penyimpanan panas sensibel selain penyimpanan panas laten. Penyimpanan

panas sensibel terjadi ketika material menerima panas di bawah titik lelehnya. Penyimpanan panas laten baru terjadi ketika temperaturnya sudah berada di titik lelehnya.

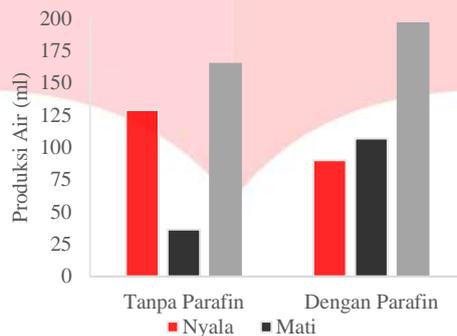
$$Q = m \cdot \Delta H_{lebur} \dots \dots \dots 2.3$$

Q menunjukkan panas laten yang tersimpan oleh material (J), m adalah massa material (kg), dan ΔH_{lebur} menunjukkan kalor lebur yang dimiliki material.

5. Hasil dan Pembahasan

5.1. Pengaruh parafin terhadap kerja distilator

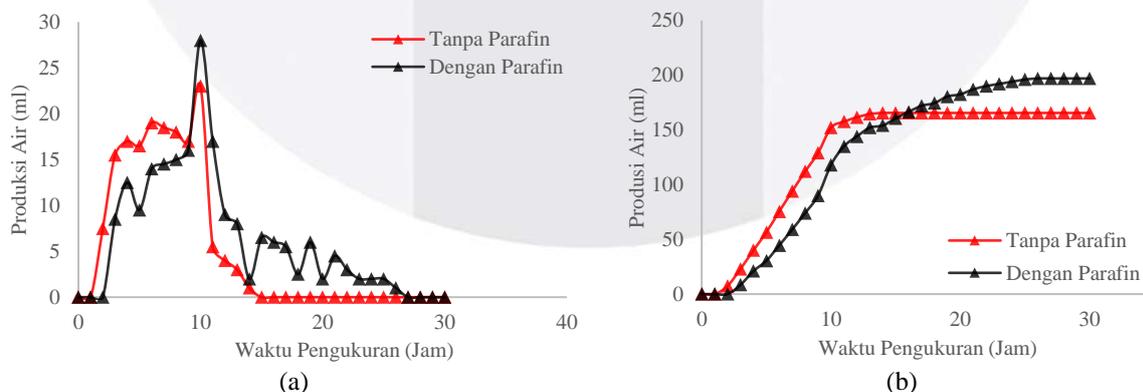
Gambar 3 menunjukkan distilator tanpa parafin menghasilkan produksi air yang lebih sedikit dibandingkan dengan distilator berparafin. Distilator tanpa parafin hanya menghasilkan air sebanyak 165 ml. Sedangkan distilator berparafin menghasilkan air sebanyak 197 ml. Pada kondisi lampu menyala, total air yang dihasilkan distilator tanpa parafin dan distilator berparafin yaitu 129 ml dan 90 ml. Pada kondisi lampu mati, total air yang dihasilkan masing-masing 35,5 ml dan 107 ml.



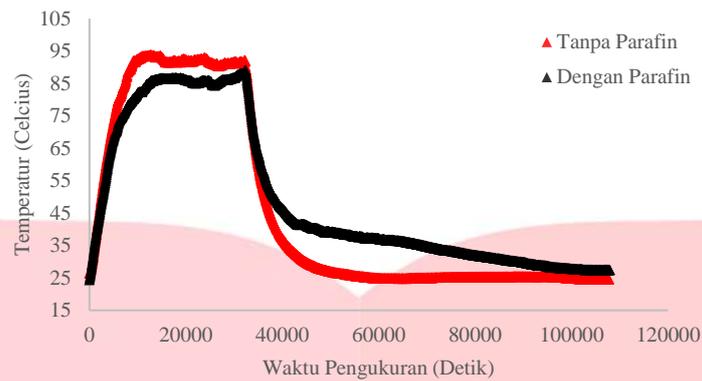
Gambar 3. Grafik produksi air distilator tanpa parafin dan distilator berparafin selama 30 jam pengujian

Pada pengujian di bawah lampu yang menyala, distilator tanpa parafin lebih cepat menghasilkan air karena panas yang masuk ke dalam distilator diterima seluruhnya oleh air tanpa ada transfer energi lagi ke bagian distilator lain. Sedangkan pada distilator berparafin, ada proses transfer panas dari air ke kolam parafin yang terletak di bagian bawah distilator. Panas tersebut ditransmisikan melewati alas distilator kemudian diterima oleh parafin sehingga parafin akan mencair. Kondisi ini menyebabkan temperatur air distilator tanpa parafin cenderung lebih tinggi dibandingkan distilator berparafin pada saat lampu menyala seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5.

Pada kondisi lampu dimatikan, distilator berparafin menghasilkan air dengan durasi yang lebih lama. Berdasarkan Gambar 4, distilator berparafin mulai berhenti menghasilkan air setelah 27 jam pengujian. Sedangkan distilator tanpa parafin sudah berhenti menghasilkan air setelah 15 jam pengujian. Kondisi ini disebabkan adanya parafin pada distilator berparafin yang berfungsi sebagai sumber panas lain ketika sumber panas dari lampu tidak tersedia. Pada kondisi lampu menyala, panas yang diterima disimpan dalam parafin bersamaan dengan perubahan fasanya dari padat menjadi cair. Sedangkan pada kondisi lampu dimatikan, parafin akan melepas panas seiring perubahannya dari cair menjadi padat. Panas yang dilepas membuat penurunan temperatur air pada distilator berparafin cenderung lebih lambat dibandingkan penurunan temperatur yang terjadi pada distilator tanpa parafin seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5. Kondisi ini serupa dengan yang disebutkan oleh Shashikanth dkk (2015) pada penelitiannya bahwa penurunan temperatur air pada distilator berparafin cenderung lebih lambat dibanding distilator tanpa parafin [11]. Lambatnya penurunan air ini menyebabkan penguapan tetap terjadi pada beberapa jam setelah lampu dimatikan.



Gambar 4. Grafik produksi air tiap jam (a) dan akumulatif tiap jam (b) terhadap waktu pengujian



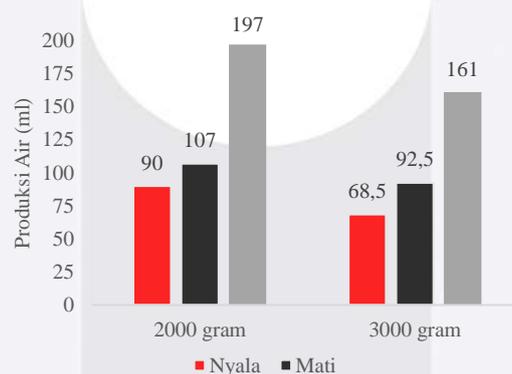
Gambar 5. Grafik temperatur air pada pengujian distilator berparafin dan distilator tanpa parafin terhadap waktu pengujian

Adanya parafin memberikan pengaruh terhadap produksi distilator dengan meningkatkan hasil air sebesar 19,03%. Pada kondisi lampu dinyalakan, produksi distilator berparafin 30,23% lebih sedikit dibandingkan dengan yang dihasilkan distilator tanpa parafin. Sedangkan pada kondisi lampu dimatikan, produksi distilator berparafin sebesar 193,15% dibandingkan dengan distilator berparafin. Hasil yang didapat sesuai dengan yang didapat oleh Kantesh (2012) yang menyebutkan bahwa penggunaan parafin akan meningkatkan produktivitas secara keseluruhan dengan konsekuensi hasil yang minimal ketika ada panas dari matahari dan hasil yang maksimal ketika sudah tidak ada panas dari matahari [10].

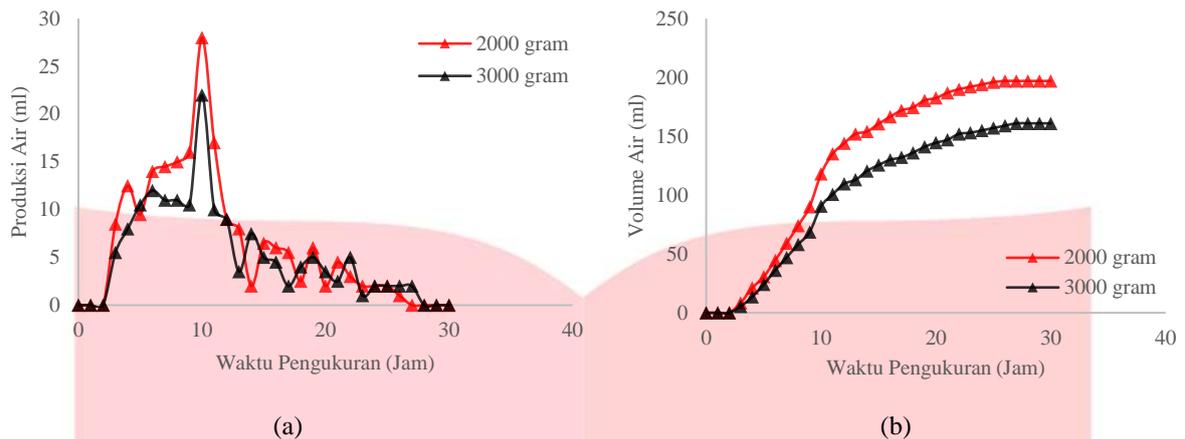
5.2. Pengaruh massa parafin terhadap kerja distilator

Gambar 6 menunjukkan produksi distilator dengan pemberian massa 2000 gram lebih tinggi dibandingkan dengan distilator dengan pemberian massa 3000 gram. Distilator berparafin 2000 gram menghasilkan air sebanyak 197 ml. Sedangkan distilator berparafin 3000 gram menghasilkan air sebanyak 161 ml. selain itu, distilator dengan parafin 2000 gram lebih banyak menghasilkan air di berbagai kondisi, baik saat lampu dinyalakan maupun saat lampu dimatikan. Pada saat lampu menyala, distilator menghasilkan 90 ml. Pada saat lampu dimatikan menghasilkan air sebanyak 107 ml, Sedangkan distilator berparafin 3000 gram menghasilkan 68,5 ml saat lampu dinyalakan dan 92,5 ml saat lampu dimatikan. Kedua pengujian menunjukkan produksi maksimal terjadi ketika lampu dimatikan.

Gambar 7 menunjukkan kedua parafin menghasilkan air sejak 3 jam pengujian pada kondisi pengujian lampu menyala. Produksi tiap jam distilator berparafin 2000 gram hampir selalu lebih besar dibandingkan dengan distilator berparafin 3000 gram. Kondisi ini disebabkan, panas yang diterima air pada distilator berparafin 2000 gram lebih banyak dibandingkan dengan air yang diterima distilator berparafin 3000 gram. Kondisi ini menyebabkan distilator dengan parafin 2000 gram memiliki temperatur air yang lebih tinggi dibandingkan dengan distilator berparafin 3000 gram seperti yang ditunjukkan Gambar 8 sehingga penguapan lebih mudah terjadi.

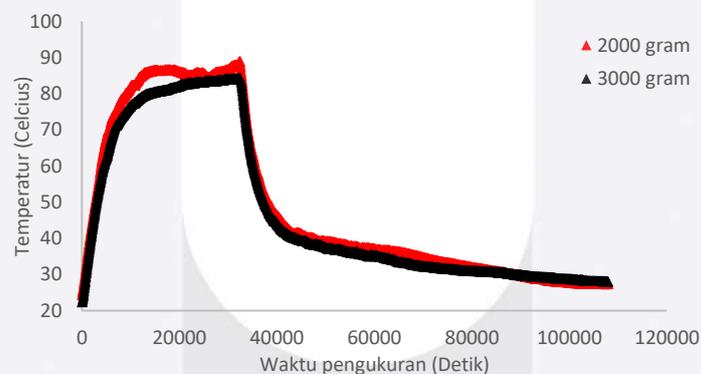


Gambar 6 Grafik total produksi air pada pengujian distilator berparafin 2000 gram dan distilator berparafin 3000 gram



Gambar 7. Grafik produksi air tiap jam (a) dan akumulatif tiap jam (b) distilator berparafin 2000 gram dan 3000 gram terhadap waktu pengukuran

Distilator berparafin 2000 gram berhenti menghasilkan air setelah 27 jam pengujian, berselang 1 jam distilator berparafin 3000 gram juga berhenti menghasilkan air. Secara keseluruhan, air yang dihasilkan distilator berparafin 2000 gram lebih banyak dibandingkan distilator berparafin 3000 gram. Padahal semakin banyak jumlah parafin yang digunakan, seharusnya memungkinkan distilator menghasilkan air lebih banyak karena panas yang bersumber dari parafin juga lebih banyak ketika lampu dimatikan. Semakin banyak sumber panas dari parafin, maka seharusnya temperatur air mengalami penurunan lebih lambat yang menyebabkan penguapan berlangsung lebih lama. Berdasarkan pengamatan selama pengujian, parafin pada distilator berparafin 3000 gram belum mencair seluruhnya ketika lampu akan dimatikan. Hal ini disebabkan panas yang dihasilkan lampu selama 9 jam belum cukup untuk mencairkan 3000 gram parafin secara keseluruhan sehingga panas belum tersimpan secara maksimal pada parafin. Kondisi ini berbeda dengan distilator berparafin 2000 gram. Sejumlah energi panas yang diterima distilator mampu mencairkan 2000 gram parafin sehingga panas tersimpan secara maksimal pada parafin. Kondisi ini menyebabkan air pada distilator berparafin 3000 gram lebih cepat mengalami penurunan temperatur dibandingkan air pada distilator berparafin 2000 gram.



Gambar 8. Grafik perbandingan temperatur air pada distilator berparafin 2000 gram dan 3000 gram terhadap waktu pengujian

Penambahan parafin menjadi 3000 gram membuat produksi distilator berkurang 18,27% dibandingkan distilator berparafin 2000 gram. Pada kondisi lampu dinyalakan, produksi air menurun sebesar 23,88%. Pada kondisi lampu dimatikan, produksi air menurun sebesar 13,55%. Hasil ini sesuai dengan model yang telah dibangun oleh Mousa dkk (2016) yang mengatakan bahwa semakin banyak parafin yang digunakan, maka hasil air yang didapatkan cenderung menurun [12]. Selain itu, Al Hamadani (2012) melalui eksperimen juga menyimpulkan semakin banyak material penyimpan panas yang digunakan, maka air yang didapatkan akan lebih rendah [13].

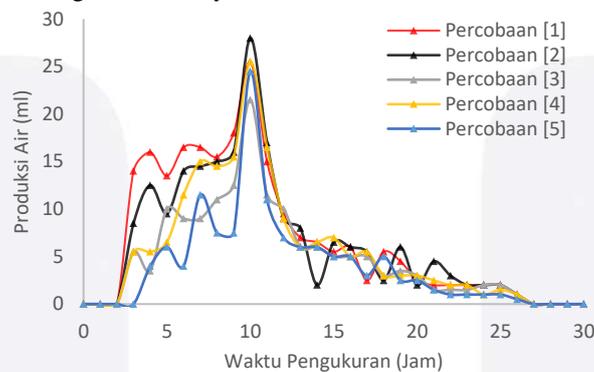
5.3. Pengaruh penggunaan parafin yang berulang terhadap kerja distilator

Gambar 9 menunjukkan produksi air cenderung turun dari seiring bertambahnya jumlah pengujian yang dilakukan. Hanya pada percobaan ke-4 hasil yang didapatkan lebih besar dari hasil pengujian sebelumnya. Hasil maksimal didapatkan pada pengujian ke-1 sebanyak 211 ml. Sedangkan hasil minimal didapatkan pada pengujian ke-5 dengan air sebanyak 124 ml.



Gambar 9. Grafik produksi pada pengujian distilator dengan parafin yang sama secara berulang

Pada kondisi lampu menyala, hasil yang didapatkan cenderung fluktuatif dari percobaan satu ke pengujian selanjutnya. Namun hasil yang didapat cenderung menurun dengan semakin banyaknya pengulangan yang dilakukan. Terlihat perbedaan yang signifikan antara pengujian pertama dan ke-5, yaitu sebanyak 69,5. Pada kondisi lampu dinyalakan, produksi maksimal didapatkan pada pengujian pertama dengan air sebanyak 110 ml. Sedangkan hasil minimal didapatkan pada pengujian ke-5 dengan air sebanyak 40,5 ml. Pada kondisi lampu dimatikan, hasil yang didapatkan juga cenderung menurun. Namun penurunan produksi distilator dari pengujian satu ke pengujian selanjutnya tidak signifikan, tercatat perbedaan pengujian ke-1 dengan pengujian ke-5 hanya 26,5 ml. Produksi maksimal terjadi pada pengujian pertama dengan air sebanyak 110 ml dan produksi minimal terjadi pada pengujian terakhir dengan air sebanyak 83,5 ml.



Gambar 10. Grafik produksi air tiap jam pada pengulangan pengujian distilator dengan parafin yang sama

Gambar 11 menunjukkan perubahan warna parafin akibat penggunaan parafin yang berulang. Secara visual, pengulangan percobaan menyebabkan warna parafin semakin kekuningan seiring bertambahnya pemakaian. Secara fisik, parafin cenderung berminyak pada bagian bawahnya. Selain itu, tekstur parafin lebih keras seiring bertambahnya penggunaan parafin yang berulang.



Gambar 11. Perubahan warna tiap pengulangan percobaan

Penurunan produksi air ini disebabkan berkurangnya *lifetime* parafin akibat pengujian yang berulang. Pada pengujian ini, penurunan kualitas untuk pemakaian ke-2 sebesar 6,63%. Untuk penggunaan ke-3, penurunan produksi air yang dihasilkan sebesar 29,15%. Pada pengujian ke-4, produksi air menurun sebesar 17,56%. Sedangkan untuk penggunaan ke-5, produksi air menurun sebesar 41,23%.

6. Simpulan

Melalui penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

- a. Penggunaan 2000 gram parafin pada distilator dapat meningkatkan hasil produksi air sebesar 19,03 % dibandingkan dengan distilator tanpa parafin.
- b. Penambahan 3000 gram massa parafin pada distilator justru mengurangi produksi air distilator sebesar 18,27% dibandingkan pada distilator dengan parafin 2000 gram.
- c. Parafin dapat digunakan lebih dari sekali pada distilator, namun produksi air yang dihasilkan cenderung turun dari waktu ke waktu.

Referensi

- [1] Setyadi, Agus. 2016. *Menko Puan: 95 Juta Warga Tanpa Akses Air Bersih Jadi Tanggung Jawab Kita*. Diambil dari: <https://news.detik.com/berita/d-3354112/menko-puan-95-juta-warga-tanpa-akses-air-bersih-jadi-tanggung-jawab-kita> . Diakses: Senin, 2 Oktober 2017, 23.12
- [2] Samekto, Candra dan Ewin Sofian Winata. 2010. *Potensi Sumber Daya Air di Indonesia*. Makalah dipresentasikan pada Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Penyediaan Air Bersih untuk Kabupaten/ Kota di Indonesia, Juni 16, Jakarta.
- [3] Belessiotis, Vassilis., Kalogirou, Soteris. dan Emmy Delyannis. 2016. *Thermal Solar Desalination*. London: Elsevier
- [4] Manju, S dan Netramani Sagar. 2017. *Renewable energy intergrated desalination : A sustainable solution to overcome future fresh-water scarcity in India*. Renewable and Sustainable Energy Reviews: Hal. 594-609. Elsevier.
- [5] Muftah, Ali F., Alghoul, M. A., Fudholi, Ahmad., Abdul-Majeed, M. M., dan K. Sopian. 2014. *Factor affecting basin type solar still productivity: A detailed review*. Renewable and Sustainable Energy Reviews vol. 32: Hal. 430-447. Elsevier.
- [6] Tanaka, Hiroshi. 2009. *Experimental study of a basin type solar still with internal and external reflectors in winter*. Desalination vol. 249: Hal. 130-134. Elsevier.
- [7] Sari, Ahmet dan Ali Karaipekli. 2016. *Thermal conductivity and latent heat thermal energy storage characteristics of paraffin/ expanded graphite composite as phase change material*. Applied Thermal Engineering vol. 27: Hal. 1271-1277. Elsevier.
- [8] Belessiotis, Vassilis., Kalogirou, Soteris. dan Emmy Delyannis. 2016. *Thermal Solar Desalination*. London: Elsevier
- [9] Dincer, Ibrahim., Rosen, Marc A., *Thermal energy storage: System and applications*. 2011. West Sussex: John Wiley and Sons.
- [10] D. C, Kantesh. 2012. *Design of solar still using phase changing material as a storage medium*, International Journal of Scientific & Engineering Research vol. 3, Issue 12.
- [11] Shasikanth, M., Khadka, Binod., Lekhana, Yennam., Kiran, P. Mohan Sai., Alaparathi, Nikhila., Veeramneni, Sonika., 2015. *Solar water distillation using energy storage material*, Procedia Earth and Planetary Science vol. 11: Hal. 368-375.
- [12] Mousa, Hasan., Gujarathi, Ashish M., 2016. *Modeling and analysis the productivity of solar desalination units with phase change materials*, Renewable Energy vol. 95: Hal. 225-232.
- [13] Al Hamadani, A. A. F., Shukla, S. K., 2011. *Water distillation using solar energy system with lauric acid as storage medium*, International Journal of Energy Engineering vol. 1: Hal. 1-8.