

## PENGARUH VARIASI LETAK SIRIP BERONGGA PADA ALAT DISTILASI SURYA TERHADAP HASIL AIR TAWAR

### *THE EFFECT OF VARIATIONS OF THE LOCATION OF THE HOLLOW FIN ON SOLAR DISTILLATION EQUIPMENT ON FRESH WATER PRODUCTS*

M. Mirmanto\*, I Made Adi Sayoga, Patar Dayu Guna

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mataram, Jl. Majapahit no. 62, Mataram, NTB, 83125, Indonesia

\*Corresponding author

E-mail addresses: m.mirmanto@unram.ac.id

### ABSTRACT

*For humans, clean water is a basic need in life. All life activities require water such as for bathing, cooking, washing and drinking. As time goes by and the world's population increases, the supply of clean water is decreasing. Some areas in the southern coast of Java, West Nusa Tenggara and East Nusa Tenggara often experience difficulties in obtaining clean water which is repeated every dry season arrives. The purpose of this study was to determine the effect of variations in the location of the hollow fins on the amount of fresh water produced. The data generated is the quantity of fresh water, the intensity of the sun, the speed of the wind around the distillation apparatus, the temperature of the water in the distillation apparatus. Varied are absorbers with flat plates, sleeping fins and standing fins. The research results show that standing fin absorbers produce the fresh water. On the first day, the mass of fresh water was 1.092 kg. On the second day, the fresh water obtained was 1.045 kg and on the third day, the fresh water obtained was 0.798 kg.*

**Keywords:** *Distillation, Seawater, Absorbent plate, Fresh water*

## 1. Pendahuluan

Air merupakan kebutuhan yang sangat penting bagi setiap makhluk hidup. Bagi manusia air bersih merupakan kehidupan yang tidak dapat dipisahkan karena banyak digunakan dalam setiap aktivitas kehidupan antara lain untuk keperluan mandi, memasak, mencuci dan minum. Seiring berjalannya waktu dan bertambahnya penduduk dunia pasokan air bersih menjadi semakin berkurang. Krisis air tawar untuk air minum pada umumnya dialami oleh sebagian besar masyarakat pesisir, terutama di pulau-pulau kecil dan terpencil. Beberapa daerah di selatan pantai Jawa, Nusa Tenggara Barat dan Nusa Tenggara Timur sering mengalami kesulitan penyediaan air bersih. Kesulitan air bersih yang menimpa masyarakat timur bukan baru terjadi tapi sudah turun temurun terutama pada musim kemarau. Wilayah pesisir pantai dan pulau – pulau kecil sebagian besar merupakan daerah yang rendah sumber air bersih. Sumber air yang terdapat pada daerah ini umumnya berkualitas buruk untuk di konsumsi misalnya air laut. Untuk mendapatkan air bersih masyarakat pesisir pantai harus membeli air bersih untuk dikonsumsi setiap harinya. Kekurangan air bersih tersebut merupakan hal yang sangat serius untuk dicarikan solusi yaitu dengan memanfaatkan air laut yang tersedia cukup banyak agar dapat diolah menjadi air bersih dan garam.

Puja [1] melakukan penelitian bahwa pemanfaatan arang untuk absorber Pada distilasi air energi surya mempunyai sifat yang sesuai untuk digunakan pada alat distilasi surya yaitu absorbtivitas surya yang besar dan kapasitas panas yang kecil. Arang juga dapat meningkatkan kualitas kemurnian air hasil destilasi. Temperatur air dipengaruhi ketinggian air, ketebalan lapisan arang dan besar

butiran arang. Kalor penguapan dan efisiensi alat pada penelitian ini dipengaruhi jenis air, ketinggian air, ketebalan lapisan arang dan besar butiran arang.

Mukaddim dkk. [2] melakukan penelitian analisa pengaruh variasi bentuk absorber pada alat distilasi air laut terhadap kenaikan suhu air dalam ruang pemanas dan jumlah penguapan air yang dihasilkan dengan meletakkan tiga variasi alat distilasi yaitu dengan absorber pelat datar, pelat gelombang kecil dan pelat gelombang besar maka jumlah air yang dihasilkan untuk ketiga alat distilasi surya, alat distilasi surya dengan absorber pelat gelombang besar menghasilkan rata – rata jumlah air yang lebih banyak. Akhirudin [3] menerangkan bahwa teknologi yang sudah digunakan untuk penyediaan air bersih yang berasal dari air laut yaitu membran destilasi dan reverse osmosis. Kedua jenis teknologi tersebut kurang aplikatif bila diterapkan dalam skala rumah tangga karena memiliki teknologi yang rumit dan membutuhkan investasi tinggi. Salah satu alternatif pengadaan air bersih atau air tawar dari air laut adalah dengan menggunakan teknologi distilasi. Melalui proses distilasi garam yang menyebabkan air asin dan kotoran lainnya dapat dipisahkan. Teknologi destilasi merupakan pemisahan komponen suatu bahan berdasarkan perbedaan titik didih dengan memanfaatkan energi panas. Saat ini sumber energi panas yang banyak digunakan untuk proses distilasi berasal dari energi listrik. Akan tetapi, di Indonesia energi listrik masih cukup relatif mahal dan sulit.

Mulyanef [4] meneliti tentang kaji eksperimental untuk meningkatkan performansi distilasi surya dengan alat distilasi tiga tingkat menggunakan beberapa bahan penyimpan panas. Dengan menggunakan kolektor surya dengan alat distilasi tiga tingkat ini dapat membantu masyarakat dalam mengolah air laut menjadi air bersih dan garam. Astawa dkk. [5] menyatakan pada prinsipnya distilasi merupakan cara untuk mendapatkan air bersih melalui proses penyulingan air kotor. Pada proses penyulingan terdapat proses perpindahan panas, penguapan, dan pengembunan. Perpindahan panas terjadi dari sumber panas menuju air kotor. Jika air terus-menerus dipanaskan maka akan terjadi proses penguapan. Uap ini jika bersentuhan dengan permukaan yang dingin maka akan terjadi proses kondensasi pada permukaan dingin tersebut. Pada proses destilasi yang diambil hanyalah air kondensatnya, kuman dan bakteri akan mati oleh proses pemanasan, dan kotoran akan mengendap di dasar basin. Pada destilasi air laut ini kebanyakan menggunakan bahan bakar fosil sebagai sumber panas, sedangkan ketersediaan bahan bakar tersebut semakin berkurang, maka diperlukan sumber energi yang lain. Salah satunya yang bisa digunakan yaitu energi matahari.

Pada sistem distilasi air laut tenaga surya, pelat penyerap sangat berperan penting karena berfungsi sebagai penyerap intensitas radiasi matahari dan mengkonversikannya menjadi energi panas. Penelitian sebelumnya yang dilandaskan oleh Faisal [6] mengatakan bahwa distilasi surya dengan absorber bersirip menghasilkan jumlah air tawar yang paling banyak. Oleh sebab itu penelitian ini melanjutkan penelitian Faisal [6] dengan melakukan variasi letak sirip, dimana sirip di letakkan pada posisi berdiri dan posisi tidur. Melalui gagasan tersebut, peneliti mengambil judul Pengaruh Variasi Letak Sirip berongga Pada Alat Distilasi Surya Terhadap Hasil Air Tawar. Jadi penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh letak sirip terhadap jumlah air tawar yang dihasilkan. Ada tiga buah alat distilasi yang akan di uji bersamaan yaitu tanpa sirip, letak dengan posisi sirip berdiri dan letak dengan posisi sirip tidur. Diharapkan pada penelitian ini mampu memberikan informasi mengenai bentuk alat distilasi yang lebih efisien.

Mirmanto dkk. [7] melakukan percobaan dengan pengaruh jumlah sirip terhadap massa air tawar yang dihasilkan. Mereka menggunakan tiga distilasi yang identik namun yang divariasikan adalah jumlah sirip hollow. Distilasi pertama tidak bersirip, yang kedua 10 sirip dan yang ke tiga 15 sirip. Massa air tawar yang dihasilkan meningkat dengan bertambahnya jumlah sirip.

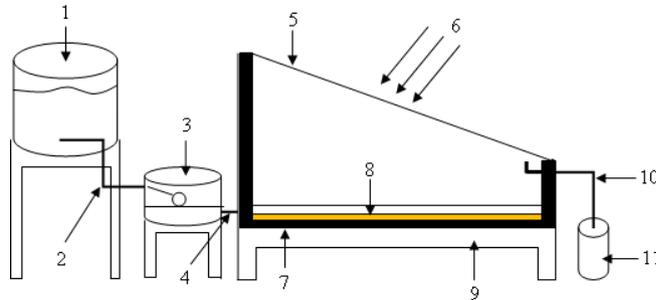
Berdasarkan paragraf di atas, penelitian sejenis yaitu posisi sirip berongga belum diteliti, untuk itulah fokus penelitian ini adalah pengaruh variasi letak sirip berongga terhadap jumlah air tawar yang dihasilkan. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh variasi letak sirip terhadap jumlah air tawar yang dihasilkan.

## 2. Bahan dan Metode

Penelitian menggunakan metode eksperimen dengan memakai alat penelitian seperti ditunjukkan pada gambar 1. Alat penelitian terbuat dari tiga alat distilasi surya dengan ukuran dan volume yang

sama namun memiliki pelat penyerap yang berbeda. Pelat penyerap distilator pertama adalah pelat rata dan datar, penyerap kedua sirip berongga posisi tidur, dan penyerap ke tiga sirip berongga posisi berdiri.

Semua suhu diukur menggunakan termokopel tipe K dengan ketidak pasrian  $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ , dan kecepatan angin disekitar alat diukur dengan anemometer digital. Intensitas radiasi matahari diukur menggunakan solar power meter Lutron, dan air tawar hasil dari produksi alat diukur menggunakan timbangan digital.



Gambar 1 Skema alat penelitian dan foto. 1. Reservoir air laut, 2. Saluran air masuk menuju pelampung, 3. Pelampung, 4. Saluran air masuk menuju alat distilasi, 5. Kaca penutup, 6. Cahaya matahari, 7. Pelat penyerap, 8. Sirip, 9. Isolasi, 10. Saluran keluar menuju wadah penampung, 11. Wadah penampung, 12. Arah penguapan, 13. Penguapan mengalir menuju wadah penampung, Faisal [6], Mirmanto dkk. [7].

Air mengalir secara grafitasi dari tangki atas ke bawah menuju alat distilasi. Ketika di dalam distilasi masih terdapat air pada ketinggian setingan, maka air dari atas tidak dapat masuk. Karena seiring dengan waktu air di dalam alat distilasi menguap, maka tinggi permukaan air menurun. Permukaan air menurun, maka katup pelampung terbuka dengan sendirinya dan air dari atas masuk. Begitu seterusnya cara kerja alat distilasi surya ini.

Beberapa persamaan digunakan untuk menganalisis data hasil percobaan sebagai berikut. Untuk menentukan efisiensi alat distilasi tenaga surya dinyatakan dengan persamaan yang disarankan oleh Mulyanef [4].

$$\eta = \frac{Q_{use}}{Q_{in}} \times 100\% \quad (1)$$

$\eta$  adalah efisiensi alat destilasi (%),  $Q_{use}$  menunjukkan panas yang berguna pada kolektor (W),  $Q_{in}$  adalah panas yang diserap / masuk (W).

Panas yang masuk kedalam alat distilasi, panas berguna, dan panas yang hilang dapat diestimasi menggunakan persamaan yang dapat diperoleh pada Arismunandar [8]. Panas yang diterima oleh ketiga alat distilasi merupakan perpindahan panas secara radiasi dari panas matahari ke pelat absorber, untuk mengetahui seberapa besar perpindahan panas yang terjadi dapat dihitung dengan persamaan berikut.

$$Q_{in} = \tau IA \quad (2)$$

$I$  adalah intensitas radiasi surya ( $\text{W}/\text{m}^2$ ),  $A$  menyatakan luasa cover/kaca penutup ( $\text{m}^2$ ), dan  $\tau$  adalah transmivitas kaca cover. Panas laten penguapan pada alat distilasi merupakan panas yang digunakan untuk meguapkan air laut menjadi air tawar. Panas tersebut dapat dihitung dengan persamaan berikut.

$$Q_l = \frac{mh_{fg}}{t} \quad (3)$$

$Q_l$  adalah panas laten (J/kg),  $m$  menyatakan massa air tawar (kg),  $h_{fg}$  adalah kalor penguapan (J/kg), dan  $t$  adalah waktu lama percobaan (s). Sementara itu, panas sensible yaitu panas yang menyebabkan terjadinya kenaikan atau penurunan temperatur tetapi wujud tidak berubah. Panas sensibel dapat dihitung dengan persamaan berikut.

$$Q_s = \frac{m_a c_p \Delta T}{t} \tag{4}$$

$Q_s$  menyatakan panas sensible (W),  $m_a$  adalah massa air laut yang dipanaskan (kg),  $c_p$  adalah kalor jenis tekanan konstan (J/kgK),  $\Delta T$  adalah perbedaan suhu air laut sebelum dan sesudah dipanaskan ( $^{\circ}C$ ). Panas yang berguna yaitu total panas yang digunakan untuk merubah air laut menjadi air tawar. Panas ini dapat dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$Q_{use} = Q_l + Q_s \tag{5}$$

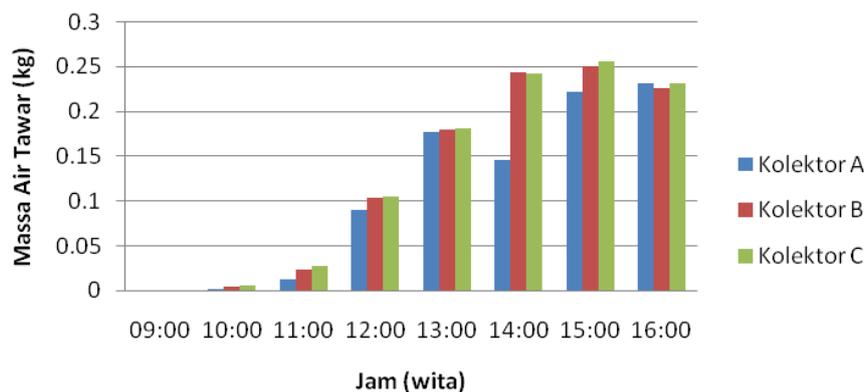
Panas yang hilang dari kolektor yaitu selisih antara panas yang masuk dan panas yang digunakan untuk merubah air laut menjadi air tawar. Dapat dihitung dengan persamaan berikut.

$$Q_{out} = Q_{in} - Q_{use} \tag{6}$$

$Q_{out}$  adalah panas yang hilang ke lingkungan (W).

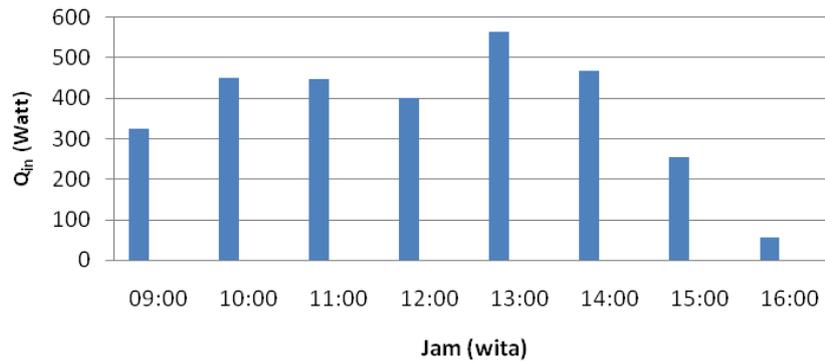
### 3. Hasil dan Pembahasan

Hasil disajikan dalam bentuk grafik untuk mempermudah membandingkannya dari tiga alat distilasi. Gambar 2 menunjukkan massa air tawar yang dihasilkan setiap jamnya. Hasil massa air setiap jamnya dari ketiga variasi absorber menunjukkan perbedaan. Yang paling rendah dihasilkan oleh distilasi dengan absorber pelat rata dan datar atau kolektor A, kemudian meningkat dengan adanya sirip berongga yaitu kolektor B dan C. Kolektor C setiap jam nya menghasilkan massa air yang lebih banyak dibandingkan dengan kolektor A dan B. Hal seperti ini dikarenakan luasan sirip yang posisi berdiri lebih besar dari pada yang posisi tidur atau tanpa sirip. Tren semacam ini juga diketemukam oleh Mirmanto dkk. [7].



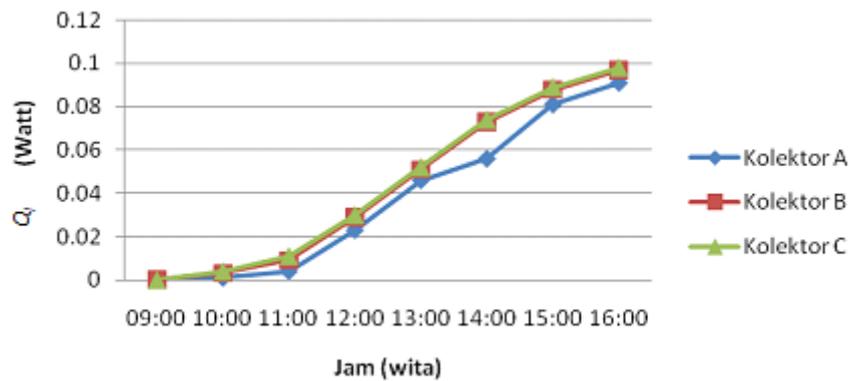
Gambar 2 Produksi massa air tawar tiap jamnya. Kolektor A adalah pelat datar dan rata, kolektor B pelat datar dengan sirip berongga posisi tidur, dan kolektor C adalah pelat datar dengan sirip berongga posisi berdiri

Pada gambar 2, distilasi dengan absorber datar menghasilkan massa air 0,977 kg, absorber sirip tidur memproduksi massa air 1,027 kg, dan absorber sirip berdiri memberikan massa air tawar 1,045 kg. Faisal [6] melakukan penelitian yang hampir sama dan menghasilkan 0,836 kg dengan absorber pelat rata-datar. Dengan demikian percobaan Faisal [6] dan percobaan ini menghasilkan massa air tawar yang hampir sama. Panas yang masuk ke alat percobaan ditunjukkan pada gambar 3.

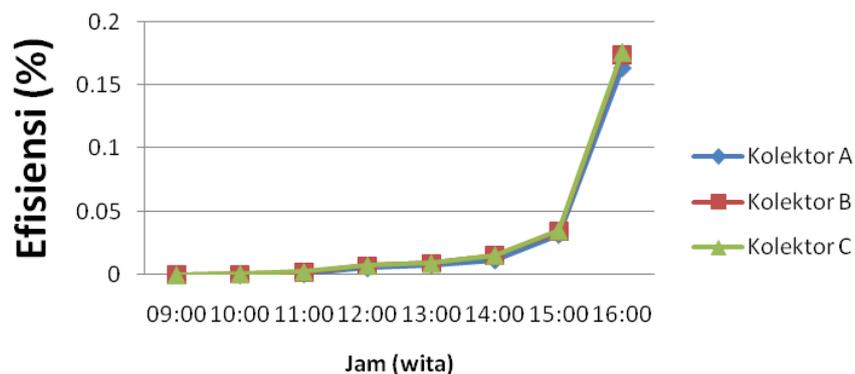


Gambar 3 Panas matahari yang sampai ke dalam alat distilasi surya tiap jamnya

Gambar 3 mendeskripsikan bahwa  $Q_{in}$  naik turun tidak konstan setiap jamnya. Hal ini disebabkan oleh cuaca langit. Ketika langit cerah maka  $Q_{in}$  tinggi dan sebaliknya.  $Q_{in}$  tertinggi dicapai pada sekitar jam 13.00 Wita. Secara umum di Indonesia tengah intensitas radiasi matahari tertinggi berada pada kisaran jam 12.30 sd 13.30 Wita. Variabel lain yang harus dihitung adalah panas laten yaitu panas yang digunakan untuk proses penguapan atau pengembunan. Panas laten di sini adalah  $Q_l$  yang grafiknya disajikan pada gambar 4.



Gambar 4 Panas laten tiap jam



Gambar 5 Efisiensi per jam dari tiga alat distilasi

Gambar 4 menunjukkan bahwa  $Q_l$  meningkat dengan meningkatnya waktu pengamatan. Hal ini dikarenakan secara umum panas radiasi matahari semakin besar yang diterima oleh alat seiring dengan meningkatnya waktu, dan maksimum kalor yang diterima terjadi pada sekitar pukul 13.00 wita seperti ditunjukkan pada gambar 3. Tren demikian juga ditemukan oleh penelitian sebelumnya yaitu Mirmanto dkk. [7], Faisal [6] dan Hidayat [9]. Namun demikian pada gambar 4 tersebut,  $Q_l$  (kalor laten) akumulasi sehingga meningkat terus hingga akhir percobaan. Kenaikan  $Q_l$  setiap jamnya setelah melewati pukul 13.00 Wita tidak setajam kenaikan  $Q_l$  sebelum pukul 13.00 Wita. Ini membuktikan

bahwa setelah melewati pukul 13.00 Wita, penguapan per jamnya semakin menurun. Yang terakhir dianalisis adalah efisiensi dari distilator tersebut. Hasil percobaan efisiensi disajikan pada gambar 5.

Gambar 5 menunjukkan bahwa efisiensi terus meningkat seiring dengan jam pengamatan dan efisiensi tertinggi terjadi pada akhir percobaan. Ini dikarenakan walaupun  $Q_{in}$  sudah menurun, namun di dalam alat masih terus terjadi penguapan hingga alat menjadi dingin. Berdasarkan persamaan (1), jika  $Q_{in}$  menurun maka efisiensi meningkat.

#### 4. Kesimpulan

Percobaan ditilasi surya dengan tiga buah alat distilasi sudah dilakukan dengan temuan beberapa hal. Intensitas radiasi matahari naik turun tergantung pada kondisi langit. Hasil air tawar meningkat seiring dengan meningkatnya jam pengamatan dan kenaikan massa air tawar yang diperoleh akan berkurang setelah melewati pukul 13.00 Wita.  $Q_{in}$  juga meningkat seiring dengan jam pengamatan dan efisiensi sama trennya dengan data yang lain yaitu meningkat terus bersamaan dengan bertambahnya jam pengamatan, namun, efisiensi justru meningkat drastis pada saat akhir percobaan. Efisiensi dari tiga alat distilasi tidak berbeda secara signifikan. Absorber pelat datar (tanpa sirip) menghasilkan massa air tawar sebanyak 0,977 kg, absorber dengan sirip tidur menghasilkan air tawar 1,027 kg, absorber dengan sirip berdiri memproduksi air tawar 1,045 kg. Dari hasil penelitian dan analisis serta pembahasan tersebut di atas, alat distilasi dengan sirip berongga dengan posisi berdiri (kolektor C) merupakan alat yang direkomendasikan untuk digunakan.

#### Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada semua orang yang telah membantu terlaksananya penelitian dan selesainya pulisan artikel ini. Penulis juga mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mataram, atas fasilitasnya.

#### Daftar Pustaka

- [1] I.G.K. Puja, M5-015 pemanfaatan arang untuk absorber pada destilasi air energi surya, Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) VIII, Universitas Diponegoro, Semarang 11-12 Agustus 2009.
- [2] A. Mukaddim, M. Wirawan, I.B. Alit, Analisa pengaruh variasi bentuk absorber pada alat destilasi air laut terhadap kenaikan suhu air dalam ruang pemanas dan jumlah penguapan air yang dihasilkan, *Dinamika Teknik Mesin*, 3 (2013) 127-135.
- [3] T. Akhirudin, Desain alat destilasi air laut dengan sumber energi tenaga surya sebagai alternatif penyediaan air bersih, *Repositori PIB*, 2008.
- [4] M. Mulyanef, Prestasi sistem desalinasi tenaga surya menggunakan berbagai tipe kaca penutup miring, *Jurnal Teknos-2k*, 7 (2007) 13-17.
- [5] K. Astawa, M. Sucipta, I.P.G.A. Negara, Analisa performansi destilasi air laut tenaga surya menggunakan penyerap radiasi surya tipe bergelombang berbahan dasar beton, *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Cakra M*, 5 (2011) 7-13.
- [6] M. Faisal, Pengaruh variasi absorber alat destilasi air laut tenaga surya terhadap produksi air tawar, *Skripsi*, Universitas Mataram, 2019.
- [7] M. Mirmanto, I.M.A. Sayoga, A.T. Wijayanta, A.P. Sasmito, M. Aziz, Enhancement of continuous-feed low-cost solar distiller: effects of various fin designs, *Energies*, 14 (2021) 4844
- [8] W. Arismunandar, *Teknologi rekayasa surya*, PT. Pradnya Paramita, Jakarta, 1995.
- [9] R. Hidayat, Rancang bangun alat pemisah garam dan air tawar menggunakan energi matahari, *Skripsi*, Departemen Ilmu dan Teknologi-IPB, Bogor, 2011.