

Analisis Pengaruh Variasi Massa Material Arang Terhadap Proses Desalinasi Air Laut Tenaga Surya

Alfond Fasselis Ojan ¹⁾, Ben V. Tarigan ^{1*)}, Dominggus G. H. Adoe ¹⁾
Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana
Jl. Adi Sucipto, Penfui-Kupang, NTT 85001

*Corresponding author: ben_tarigan@staf.undana.ac.id

ABSTRAK

Desalinasi merupakan proses penyulingan air laut dengan menggunakan sumber panas dari energi surya untuk mendapatkan air tawar. Oleh karena itu salah satu cara yang digunakan untuk meningkatkan hasil proses desalinasi air laut, dibuat alat dengan menggunakan energi surya dan material arang. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh penggunaan material arang pada proses desalinasi air laut. Penggunaan material arang ini diharapkan dapat meningkatkan penyerapan energi panas dan mempercepat proses penguapan air laut. Pada penelitian ini efisiensi tertinggi didapat pada basin I dengan massa arang 500 gram yaitu 5,393% dengan air yang dihasilkan sebesar 70 ml, diikuti basin IV dengan tidak menggunakan material arang dengan efisiensi 6,116% dengan air tawar yang dihasil sebesar 60 ml, kemudian diikuti pada basin II dengan massa arang 400 gram didapat efisiensi sebesar 1,585% dengan air yang dihasilkan sebesar 59 ml. Serta pada basin III efisiensi dan air tawar yang dihasilkan lebih sedikit yaitu sebesar 0,004% dan air yang dihasilkan sebesar 41 ml

ABSTRACT

Desalination is the process of distilling seawater using a heat source from solar energy to obtain fresh water. Therefore, one of the methods used to increase the results of the seawater desalination process is to make a tool using solar energy and charcoal material. This research was conducted to determine the effect of using charcoal material on the seawater desalination process. The use of charcoal material is expected to increase the absorption of heat energy and accelerate the evaporation process of seawater. In this study, the highest efficiency was obtained in basin I with a mass of 500 grams of charcoal, namely 5.393% with 70 ml of water produced, followed by basin IV without using charcoal material with an efficiency of 6.116% with fresh water produced of 60 ml, followed by basin II with a mass of 400 grams of charcoal obtained an efficiency of 1.585% with 59 ml of water produced. And in basin III the efficiency and fresh water produced is less, namely 0.004% and the water produced is 41 ml.

Keywords: *desalination, solar energy, charcoal material, variations in charcoal mass, efficiency*

PENDAHULUAN

Air merupakan salah satu kebutuhan pokok manusia, terutama air tawar yang bersih dan layak di konsumsi. Sumber air tawar ini menjadi semakin sulit didapat seiring dengan pertumbuhan penduduk yang terjadi di Indonesia, baik di daerah perkotaan maupun daerah pedesaan. Kelangkaan mendapatkan air tawar menjadi permasalahan yang sering dihadapi masyarakat di pesisir pantai. Daerah pesisir pantai sendiri memiliki air laut yang begitu melimpah, sehingga salah satu solusi yang digunakan untuk mendapatkan air tawar yang bersih dan layak di konsumsi ini adalah

dengan mengubah air laut menjadi air tawar. Ada beberapa cara yang dilakukan untuk mendapatkan air bersih, salah satunya adalah dengan cara desalinasi.

Desalinasi merupakan proses penyulingan air laut yang dilakukan untuk mendapatkan air tawar yang bersih [1]. Pada proses desalinasi terdapat proses perpindahan panas, penguapan dan pengembunan. Jika air laut terus-menerus menerima radiasi matahari maka terjadi proses penguapan. Uap yang dihasilkan jika bersentuhan dengan permukaan yang temperaturnya lebih dingin dari temperatur air yang dipanaskan di dalam basin akan menghasilkan proses kondensat

[2]. Air yang terkondensat akan menjadi air tawar yang bersih dan layak dikonsumsi. Pada proses desalinasi air laut dibutuhkan sumber panas agar dapat melakukan proses penyulingan dan salah satu sumber panas yang dapat digunakan adalah energi surya.

Telah banyak dilakukan Penelitian pada sistem desalinasi air laut. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan kinerja alat desalinasi dalam menghasilkan air tawar [3]. Ada banyak faktor yang mempengaruhi kinerja desalinasi ini, seperti keefektifan material dalam menyerap radiasi matahari, keefektifan kaca dalam mengembunkan uap air, jumlah massa air yang di destilasi, dan sebagainya [4]. Seperti penelitian yang dilakukan yaitu dengan memanfaatkan silika sekam padi sebagai bahan pembuat membran untuk desalinasi. Dengan kata lain salah satu cara untuk meningkatkan kinerja dan efisiensi desalinasi adalah dengan menambahkan material pada salah satu komponen alat desalinasi, guna melihat produksi hasil air desalinasi [5].

Pada proses sistem desalinasi air laut tenaga surya, material penyerap sangat berperan penting untuk menyerap intensitas radiasi matahari yang akan dikonversi menjadi energi panas sehingga dapat memanaskan air laut [2]. Radiasi matahari yang masuk kedalam basin akan langsung diserap oleh air yang ada didalam basin, lalu dirubah menjadi energi panas [6]. Energi panas yang ada didalam basin memanaskan air hingga menguap [6]. Dengan adanya perbedaan temperatur yang ada di dalam basin dan temperatur lingkungan maka terjadi proses kondensasi [6]. Basin berwarna hitam digunakan sebagai tempat menguapkan air laut dan mengembun pada permukaan kaca atau akrilik. Oleh karena itu salah satu cara yang digunakan untuk meningkatkan kinerja dan efisiensi proses desalinasi digunakan material tambahan berupa arang.

Arang merupakan suatu bahan padat yang berpori-pori serta merupakan pembakaran yang mengandung unsur karbon (C). Jenis kayu yang digunakan untuk pengarangan dapat mempengaruhi nilai kalor arang, kadar air pada arang, dan berat jenis

arang (berhubungan dengan nilai densitas) [7]. Adapun penelitian yang telah dilakukan didapat berat jenis kayu lamtoro adalah 0,85 lebih tinggi dari kayu jati yaitu 0,70, dimana menghasilkan nilai kalor arang kayu jati lebih tinggi yaitu 7.141 kal/g dibandingkan dengan kayu lamtoro yaitu 7.062,18 kal/g [8]. Tinggi rendahnya nilai kalor arang dipengaruhi oleh nilai densitas pada arang, yaitu semakin kecil nilai densitas arang maka semakin besar nilai kalor arang yang dihasilkan [7]. Arang yang digunakan pada desalinasi ini dibuat mengapung diatas air laut, bertujuan untuk menyerap radiasi matahari agar mempercepat pemanasan air laut yang berada di basin. Oleh karena itu material arang yang digunakan yaitu variasi massa arang 300 gram, 400 gram dan 500 gram.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut:

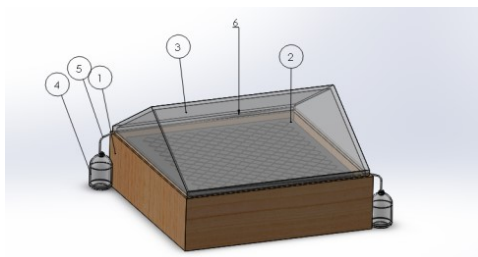
1. *Arduino Mega*
Dalam penelitian ini, digunakan *Arduino Mega* sebagai data logger. *Data logger* adalah sebuah alat elektronik yang terintegrasi dengan sensor-sensor dan melakukan perekaman data dari waktu ke waktu.
2. *Modul MAX 6675*
Dalam Penelitian ini, *Modul MAX 6675* berperan sebagai *cold* dan *hot junction compensation* dan penguat tegangan output *Thermocouple* tipe K.
3. *Thermocouple* tipe K
Sensor *Thermocouple* tipe K pada penelitian ini berperan sebagai pembaca sensor suhu yang diubah menjadi tegangan listrik.
4. *Breadboard*
Breadboard digunakan sebagai media untuk membuat rangkaian elektronik sementara tanpa harus menyolder sensor yang digunakan.

5. *Solar power meter SM206*
Solar power meter SM206 adalah sebuah alat untuk mengukur intensitas energi matahari dan dinyatakan dalam W/m^2 .
6. *Stopwatch* digunakan untuk menghitung lamanya pengujian berlangsung.
7. Laptop
 Laptop digunakan untuk mencatat data suhu pada microsoft excel.

Sedangkan bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Kaca penutup.
 Kaca penutup yang digunakan adalah kaca transparan dengan ketebalan 5 mm.
2. Plastik hitam
 Plastik hitam digunakan sebagai penampung air laut didalam basin.
3. *Stryfoam*
Stryfoam digunakan sebagai pelampung bingkai tempat arang.
4. Gelas ukur
 Gelas ukur digunakan untuk mengukur volume air yang dihasilkan.
5. Galon air
 Digunakan untuk menampung air laut
6. Arang
 Digunakan sebagai material untuk menyerap radiasi matahari

Desain Alat dan Penempatan Alat Ukur

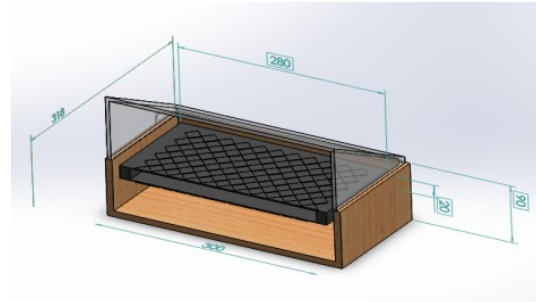


Gambar 2 Gambar Desain dan Keterangan Alat Desalinasi Air Laut

Keterangan Gambar :

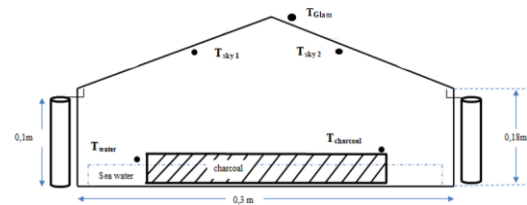
1. Basin
2. Arang
3. Kaca Penutup
4. Botol Penampung Air Hasil Desalinasi

5. Pipa Penyalur Air Hasil Desalinasi ke Botol Penampungan
6. Saluran Air Hasil Desalinasi



Gambar 3 Sketsa Alat alat desalinasi air laut

Penempatan alat ukur pada titik pada titik – titik yang telah ditentukan bisa dilihat pada Gambar dibawah.



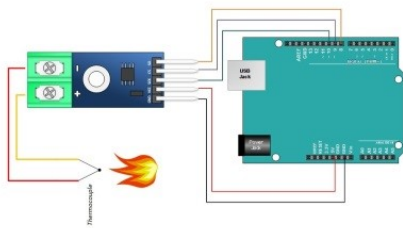
Gambar 4 Sketsa Alat dan Penempatan alat ukur pada alat desalinasi air laut

Keterangan Gambar :

1. T_{Glass} = Temperatur Kaca
2. T_{sky} = Temperatur ruang dalam basin
3. T_{water} = Temperatur air
4. $T_{charcoal}$ = Temperatur arang



Gambar 5 Model Arang dan bingkai arang yang digunakan



Gambar 6 Rangkaian arduino

Pengambilan Data

Pengambilan data pada penelitian yang diambil adalah data temperatur dalam basin dan arang serta kaca penutup, data intensitas matahari dan volume produktivitas air yang dihasilkan, maka prosedur pengambilan data sebagai berikut:

- Menyiapkan alat tulis serta lembaran seperti tabel untuk mencatat Intensitas matahari yang diperoleh dan volume air yang dihasilkan.
- Melakukan penempatan alat ukur temperatur pada pada basin, sesuai dengan posisinya masing-masing, Serta pengukuran menggunakan arduino.
- Hidupkan laptop dan menyiapkan microsoft excel untuk menginput data. Serta saat pengujian dimulai suhu temperatur akan terbaca dan tercatat pada laptop.
- Hidupkan *stopwatch* untuk memulai pengujian.
- Melakukan Pengambilan data selama 8 jam, dari jam 08.00-16.00 WITA dengan durasi waktu setiap 1 menit.

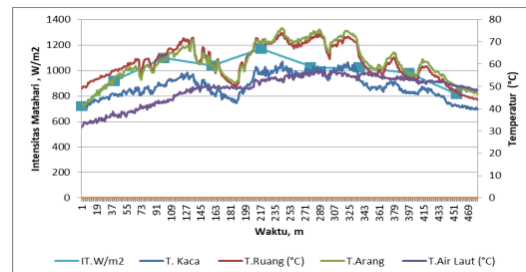
Pengambilan data setiap masing-masing variabel dilakukan selama 3 hari berturut-turut

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hubungan Antara Temperatur dan Intensitas Matahari

Dapat dilihat pola temperatur ruang pada awal pengujian sudah mulai sama dengan pola temperatur arang variasi massa 500 gram. Sehingga dapat diasumsikan bahwa telah tercapainya proses evaporasi secara maksimum pada ruang basin. Dengan telah

tercapainya proses evaporasi ini mengakibatkan sudah mulai ada uap air yang menempel pada permukaan kaca bagian dalam. Hal ini dapat dilihat pada Gambar pengkabutan yang terjadi pada permukaan kaca dibawah ini.

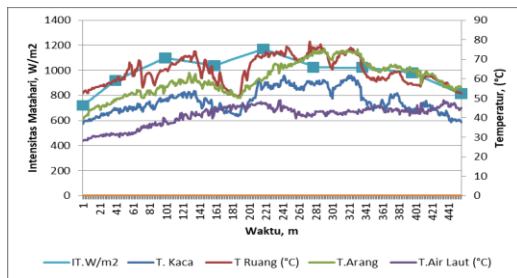


Gambar 7 Grafik hubungan antara intensitas matahari, temperatur kaca, temperatur ruangan, temperatur arang dan temperatur air laut pada basin I dengan menggunakan material arang 500 gram



Gambar 8 Pengkabutan uap air pada permukaan kaca basin I

Dalam hal ini juga dapat dilihat bahwa densitas yang terjadi pada air laut akan semakin menurun, seiring dengan peningkatan suhu pada material massa arang 500gram yang digunakan untuk memanaskan permukaan air laut. Sehingga dengan pemuain air laut yang ada didalam basin ini akan mengembang seiring dengan volume pada ruang basin dan menempel pada permukaan kaca bagian dalam. Uap air yang sudah menempel di permukaan kaca ini dihasilkan ini akan mempengaruhi produktivitas air tawar yang dihasilkan.



Gambar 9 Grafik hubungan antara intensitas matahari, temperatur kaca, temperatur ruangan, temperatur arang dan temperatur air laut pada basin II dengan menggunakan material arang 400 gram

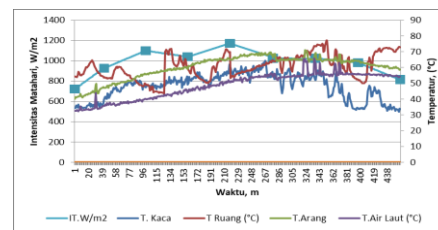


Gambar 10 Pengkabutan Uap air pada permukaan kaca basin II

Melihat Gambar 9 dapat diperoleh bahwa temperatur air laut pelan-pelan semakin meningkat dari awal penelitian hingga pukul 12.20, lalu mengalami pola turun lalu naik kembali hingga pukul 16.00 WITA. Hal ini disebabkan karena faktor massa arang yang digunakan sudah berkurang yaitu sebesar 400 gram, sehingga mempengaruhi pemanasan yang terjadi pada air laut.

Dapat dilihat pada Gambar 10 bahwa sudah terjadi pengkabutan pada awal penelitian. Hal ini disebabkan karena faktor penggunaan massa arang 400 gram yang mempengaruhi proses pemanasan pada air laut. Pemanasan pada air laut ini mempengaruhi densitas air laut pada proses penguapan yang terjadi. Cepat lambatnya proses pemaian yang terjadi pada ruang basin akan mempengaruhi produktifitas air tawar yang dihasilkan.

Pada kasus basin II ini pemanasan yang terjadi kurang maksimal dari pemanasan yang terjadi pada basin I. Hal itu disebabkan karena massa arang yang digunakan sudah berkurang dan ukuran bingkai untuk menempatkan arang digunakan dengan ukuran yang sama. Akibatnya kerapatan material arang yang digunakan sudah berkurang. Sehingga dapat diasumsikan bahwa pemanasan yang terjadi bukan lagi pada material arang, akan tetapi air laut akan dipanaskan melalui celah - celah dari material arang pada bingkai arang.



Gambar 11 Grafik hubungan antara intensitas matahari, temperatur kaca, temperatur ruangan, temperatur arang dan temperatur air laut pada basin III dengan menggunakan material arang 300 gram

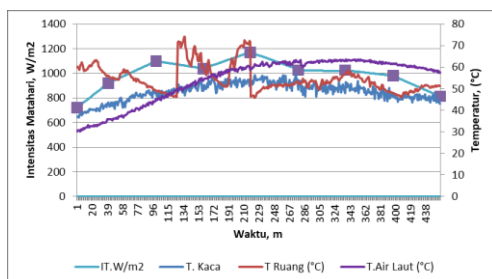
Pada basin III dapat dilihat bahwa temperatur air laut naik dari awal penelitian lalu sebelum penelitian berakhir temperatur air laut mengalami pola naik turun yang tidak stabil, kemudian kembali stabil hingga penelitian berakhir. Hal itu disebabkan karena variasi massa arang yang digunakan sudah berkurang menjadi 300 gram, sehingga mempengaruhi proses pemanasan yang terjadi pada air laut.



Gambar 12 Pengkabutan uap air pada permukaan kaca basin III

Dapat dilihat pada Gambar 12 bahwa penguapan sudah terjadi dan tidak membutuhkan waktu lama untuk menguap dari awal penelitian. Hal ini disebabkan karena faktor massa arang yang digunakan mempengaruhi pemanasan pada air laut. Pemanasan ini mempengaruhi densitas air laut untuk menguap dan akan menempel pada permukaan kaca.

Pada Gambar 12 ini dapat dilihat bahwa uap air yang menempel pada permukaan kaca terlihat bulir air jauh lebih besar dari pada basin I dan II. Hal itu disebabkan karena massa arang yang digunakan sudah berkurang yaitu sebesar 300 gram. Hal ini mengakibatkan adanya celah untuk air laut keluar dari sisi material arang, mengingat ukuran bingkai arang yang digunakan berukuran sama pada semua basin. Sehingga pemanasan yang terjadi bukan seutuhnya pada material arang, tetapi air juga sudah ikut dipanaskan melalui celah-celah material arang. Sehingga dapat diasumsikan besarnya bulir air pada permukaan kaca basin III ini diakibatkan karena sulitnya densitas air laut untuk turun sehingga mempengaruhi pemuain yang terjadi pada ruang basin.



Gambar 13 Grafik hubungan antara intensitas matahari, temperatur kaca, temperatur ruangan dan temperatur air laut pada basin IV serta tidak menggunakan material arang

Pada basin IV ini dapat dilihat bahwa temperatur air laut naik dari awal penelitian hingga penelitian berakhir, sedangkan temperatur ruang basin tidak stabil dari awal penelitian sampai berakhirnya penelitian. Hal ini disebabkan karena intensitas matahari yang ditransfer kepermukaan kaca langsung

ditransfer ke air laut yang berada didalam basin, sehingga mempengaruhi proses evaporasi pada air laut. Tetapi yang membedakannya adalah pada basin III temperatur ruang masih lebih tinggi dari pada basin IV. Hal itu disebabkan karena pada basin III diberikannya material arang sebesar 300 gram, sehingga dapat mempengaruhi proses evaporasi pada air laut



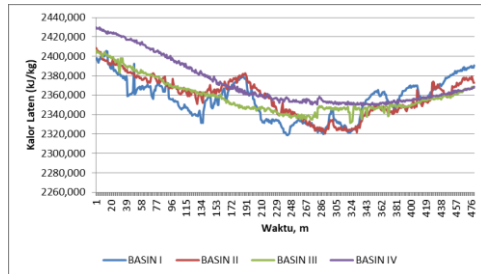
Gambar 14 Pengkabutan pada permukaan kaca basin IV

Dapat dilihat pada Gambar 14 bahwa pada awal penelitian belum ada uap air yang menempel pada permukaan kaca. Hal itu disebabkan karena tidak adanya diberikan penambahan material arang pada basin IV ini, sehingga mempengaruhi densitas air laut untuk turun dan dapat memaksimalkan proses penguapan.

Dapat disimpulkan bahwa massa arang dapat mempengaruhi kestabilan temperatur ruang pada basin alat desalinasi air laut. Dimana temperatur ruang pada basin I jauh lebih stabil, diikuti temperatur ruang pada basin II. Serta pola temperatur ruang pada basin III memiliki pola temperatur ruang yang hampir sama dengan temperatur ruang pada basin IV. Tetapi untuk temperatur ruang pada basin IV, hal itu disebabkan karena ada material arang yang digunakan pada basin III walaupun massa arangnya lebih kecil dari pada massa arang pada basin I dan II, sehingga material arang

mempengaruhi kestabilan temperatur ruang yang dihasilkan.

Perbandingan Kalor Laten Pada Basin I, II, III dan IV

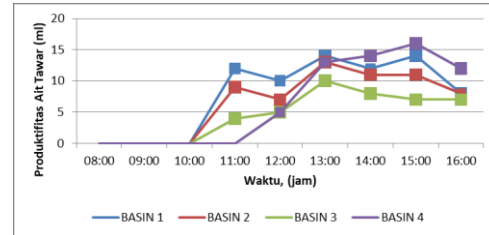


Gambar 15 Grafik perbandingan kalor laten antara basin I, II, III dan IV

Pada Gambar 15 dapat dilihat bahwa pola grafik pada basin I, II, dan III yang dihasilkan semakin kecil, itu disebabkan karena pengaruh penggunaan massa arang yang menyebabkan temperatur air pada setiap basin meningkat. Atau dapat diartikan bahwa semakin cepat dan tinggi temperatur air laut disebabkan karena pengaruh arang mentransfer kalor ke permukaan air laut, lalu air laut akan mencapai titik didih lalu terjadi proses perubahan fasa dari cair menjadi uap. Penguapan yang terjadi secara terus menerus didalam basin akan menempel pada permukaan kaca bagian dalam, lalu terjadi perubahan nilai kalor laten yang semakin rendah guna merubah fasa menjadi cair kembali (proses produktifitas air tawar). Berbeda pada basin IV, dimana nilai kalor yang dihasilkan cenderung masih lebih tinggi dari pada basin I, II dan III. Hal itu disebabkan karena penelitian pada basin IV tidak menggunakan massa arang.

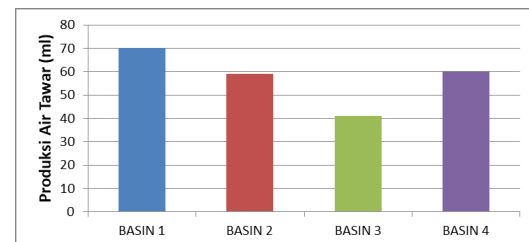
Nilai kalor laten terendah didapat pada basin II pada pukul 13.00 sebesar 2323,1 kJ/kg dan 2367,7 kJ/kg. Kemudian nilai kalor pada basin I diperoleh sebesar 2323,8 kJ/kg pukul 13.00 diperoleh pada pukul 13.00 sebesar 2323,1 kJ/kg, Lalu nilai kalor pada basin III diperoleh pada pukul 13.00 sebesar 2342,5 kJ/kg. Serta pada basin IV ini diperoleh nilai kalor terendah pada pukul 15.00 sebesar 2354,2 kJ/kg.

Perbandingan Produktifitas Air Tawar antara Basin I, II, III, dan IV



Gambar 16 Grafik Produktifitas Air Tawar Setiap Jam Pada Basin I, II, III dan IV

Dapat dilihat pada Gambar 16 bahwa pada basin I, II dan III saat pukul 11.00 sudah mulai terjadi produktifitas air tawar. Tetapi pada basin IV produktifitas air tawar terjadi pada pukul 12.00. Hal itu disebabkan karena kalor laten pada basin setiap basin akan mempengaruhi produktifitas air tawar yang dihasilkan. Hal itu dapat dijelaskan dengan adanya terjadi perubahan wujud air laut menjadi uap (evaporasi). Perubahan wujud air menjadi uap ini terjadi karena air laut dipanaskan terus menerus, sehingga suhu pada air laut sudah mencapai titik didih, lalu akan terjadi perubahan wujud uap. Evaporasi yang terjadi secara terus menerus didalam basin tertutup ini akan menghasilkan air tawar yang disebabkan dari pemisahan wujud uap menjadi cair (teori kondensasi).

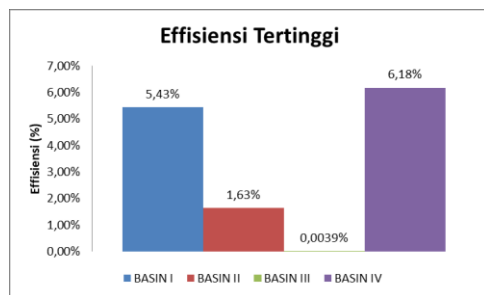


Gambar 17 Grafik total produktifitas air tawar pada basin I, II, III dan IV

Hasil perbandingan produktifitas air tawar antara basin I, II, III dan basin IV disajikan pada Gambar grafik 17 Terlihat hasil produktifitas air tawar maksimal diperoleh pada basin I sebanyak 70 ml, diikuti basin IV sebesar 60 ml, basin II sebesar 59 ml dan basin III sebesar 41 ml.

Dengan perbedaan hasil yang diperoleh pada setiap basin ini dapat dijelaskan bahwa pada basin I, II dan III diberikan material arang dengan perbedaan massa arang akan mempengaruhi temperatur dan kalor laten pada air laut dalam menghasilkan air tawar. Sedangkan pada basin IV tanpa menggunakan arang dapat dijelaskan bahwa, pengaruh tekanan pada ruang basin yang berada pada posisi setimbang maka proses kondensasi akan lebih baik dan produktifitas air tawar akan lebih baik juga, walau temperatur permukaan air laut tidak semaksimal dengan menggunakan material arang.

Perbandingan Efisiensi Desalinasi Basin I, II, III, dan IV



Gambar 18 Grafik perbandingan efisiensi desalinasi

Hasil perbandingan efisiensi desalinasi antara basin I, II, III dan basin IV disajikan pada Gambar grafik 4.12, dimana efisiensi maksimum diperoleh pada variasi massa arang 500 gram pada basin I, variasi massa arang 400 gram pada basin II, dan variasi massa arang 300 gram pada basin III yaitu sebesar 5,393%, 1,585%, dan 0,004%. Sedangkan pada basin IV dengan tanpa penggunaan arang diperoleh efisiensi sebesar 6,116%.

Hasil efisiensi desalinasi maksimum ini dipengaruhi oleh produktifitas air tawar yang dihasilkan dimana dipengaruhi dari hfg pada ruang basin, Semakin banyak produktifitas air tawar yang dihasilkan maka efisiensi akan semakin meningkat. Efisiensi desalinasi ini dipengaruhi juga oleh intensitas matahari, luasan basin, tinggi basin dan plat penyerap (arang)

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat di tarik beberapa kesimpulan diantaranya yaitu :

- Dalam proses desalinasi air laut menjadi air tawar, Intensitas matahari berpengaruh terhadap temperatur yang akan di transfer ke arang dan mempengaruhi kalor laten dalam ruangan.
- Kalor laten pada ruangan akan mempengaruhi produktifitas air tawar dan tekanan pada ruang basin mendekati tekanan pada lingkungan akan berpengaruh terhadap jumlah air tawar yang dihasilkan.
- Produktifitas air tawar yang dihasilkan mempengaruhi efisiensi performa proses desalinasi.

Penggunaan material arang ini mempercepat proses pemanasan pada air laut dengan produktifitas yang paling besar 70 ml dengan efisiensi 5,393% pada massa arang 500 gram dan produktifitas air tawar paling sedikit pada massa arang 300 gram sebesar 41 ml dengan efisiensi 0,004%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Muhammad Syafwansyah Effendi, Ahmad Hendrawan, Noor Rahman, "Basin *Solar Still* Dengan Tutup Kaca Berpendingin Untuk Meningkatkan Efisiensi," Politeknik Negeri Banjarmasin, Teknik Mesin, 2018.
- [2]. Doddy Purwadianto, F.A Rusdi Sambada, "Unjuk Kerja Destilasi Air Energi Surya Menggunakan Kondensor Pasif," Univeritas Sanata Dharma, Jurusan Teknik Mesin, 2013.
- [3]. FA.Rusdi Sambada, "Pemanfaatan Energi Panas Pengembunan Pada Distilasi Air Energi Matahari Jenis Kain," Universitas Sanata Dharma, Jurusan Teknik Mesin, 2019.
- [4]. Nova Risdiyanto Ismail, Andi Hardianto, "Studi Eksperimen Bentuk Kaca Penutup Untuk Meningkatkan Produktifitas Dan Efisiensi *Solar Still*,"

- Universitas Widyagama Malang, Jurusan Teknik Mesin, 2016.
- [5]. Septiani Rosiyana Fatmasari, Alia Damayanti, Endah Yuswarini, "Pemanfaatan Silika Sekan Padi Sebagai Bahan Baku Pembuatan Membran Untuk Desalinasi Air Laut," Jurusan Teknik Lingkungan ITS, 2012.
- [6]. Khilfatin Nabawiyah, "Penentuan Nilai Kalor Dengan Bahan bakar Kayu Sesudah Pengarangan Serta Hubungannya Dengan Nilai Porositas Zat Padat," Jurnal Neutrino Vol.3, 2010.
- [7]. Rais Salim, "Karakteristik Dan Mutu Kayu jati (*Tectona Grandis*) Dengan Sistem Pengarangan Campuran Pada Metode Tungku Drum," Banjarbaru: Balai Riset dan Standardisasi Industri Banjarbaru, 2016.
- [8]. I Gede Y Dewantara, Budhi M Suyitni, I Gede E Lesmana, "Desalinasi Air Laut Berbasis Energi Surya Sebagai Alternatif Penyediaan Air Bersih," Universitas Pancasila, Program Studi Teknik Mesin, 2018.
- [9]. Alfonsius Reynolds Sitepu, "Efek Kain Pengapung Terhadap Efisiensi Distilasi Air Energi Surya Jenis Bak," Universitas Sanata Dharma, Prodi Teknik Mesin 2019.
- [10]. Sekar Widhi Hayuningtyas, "Efek Kolektor Terhadap Unjuk Kerja Distilasi Air Energi Surya Jenis *Absorber* Kain," Universitas Sanata Dharma, Prodi Teknik Mesin, 2018.
- [11]. Shuang-Fei Li, Zhen-Hua Liu, Zhi-Xiong Shao, Hong-shen Xiao, Ning Xia, *Performance Study On A Passive Solar Seawater Desalination System Using Multi-Effect Heat Recovery*, China: Elsevier, 2018.
- [12]. Nikolay Voutchkov, *Energy Use For Membrane Seawater Desalination – Current Status And Trends*, USA: Elsevier, 2017.
- [13]. A.A. El-Sebaei, E. El-Bialy, *Advanced Designs Of Solar Desalination Systems: A Review*, Kingdom Of Saudi Arabia: Elsevier, 2015.
- [14]. Landiana Etnis Laos, Masturi, Ian Yulianti, "Pengaruh Suhu Aktivasi Terhadap Daya Serap Karbon Aktif Kulit Kemiri," Sekolah Tinggi Keguruan dan Ilmu Pendidikan SoE, Prodi Pendidikan Fisika PPs Unnes (2016),.
- [15]. Vassilis Belessiotis, Soteris Kalogirou, Emmy Delyannis, "*Thermal Solar Desalination Methods and System*," India: Elsevier, 2016, hlm 66-133.
- [16]. Soteris A. Kalogirou, *Solar Energy Engineering Processes and System*, 2nd ed. Amsterdam: Elsevier, 2014, hlm 439.
- [17]. Hongfei Zheng, *Solar Energy Desalination Technology*, Beijing: Elsevier, 2017, hlm 256-257.