

STUDI EKSPERIMEN DESTILASI AIR LAUT MENGGUNAKAN SIMULATOR SURYA UNTUK MENGHASILKAN AIR TAWAR DAN GARAM

Rio Saputra¹⁾, Mulyanef²⁾

¹Mahasiswa Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Bung Hatta
Jl. Gajah Mada No.19, Gn. Pangilun, Kec. Padang Utara, Kota Padang, Sumatera Barat 25173
Email: rio508523@gmail.com

²Dosen Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Bung Hatta
Jl. Gajah Mada No.19, Gn. Pangilun, Kec. Padang Utara, Kota Padang, Sumatera Barat 25173
Email: mulyanef@gmail.com

ABSTRAK

Dalam dunia ini, sekitar 97% dari seluruh air di permukaan bumi adalah air asin, sedangkan hanya sekitar 3% sisanya yang merupakan air tawar. Air merupakan sumber daya alam yang sangat esensial bagi kelangsungan hidup semua makhluk di planet ini. Air memiliki peran yang fundamental dalam berbagai aktivitas sehari-hari, seperti mandi, memasak, minum, mencuci, serta kebutuhan dalam perdagangan, industri, pertanian, peternakan, dan sebagainya. Di daerah pesisir pantai, salah satu masalah yang sering dihadapi adalah sulitnya akses terhadap air tawar. Salah satu solusi untuk mengatasi masalah kekurangan air bersih ini adalah dengan mengolah air laut menjadi air tawar. Terdapat beberapa metode yang dapat digunakan untuk memisahkan air laut atau air kotor menjadi air tawar, salah satunya adalah melalui proses destilasi. Destilasi yaitu cara memperoleh air murni (bersih) dengan memanaskan air laut dan air payau untuk memisahkan garam dan mineral lainnya dari air laut. Pada proses destilasi ini menggunakan sumber panas buatan yaitu simulator surya dengan type lampu yang digunakan yaitu Philips halogen 150 watt sebanyak 6 buah. Waktu dan tempat pengujian alat destilasi simulator surya dilakukan pada lantai 3 dalam ruangan Labor Fenomena Dasar Mesin gedung C kampus 3 Universitas Bung Hatta, Pengujian menggunakan kolektor plat datar dengan variasi volume air laut 3000 ml, 2000 ml, dan 1000 ml. Pengujian dilakukan pagi dan malam hari guna mencari perbandingan hasil produktivitas air tawar dan garam yang dihasilkan. Hasil pengujian menunjukkan Pada variasi 2000 ml air laut lebih banyak menghasilkan air tawar sebesar 350 ml, dan pada variasi 1000 ml lebih cepat menghasilkan garam dalam waktu 2 jam 30 menit, selain itu pengujian pada malam hari lebih efisiensi dari pada siang hari diakibatkan perbedaan temperature sehingga kondensasi lebih cepat.

Kata Kunci: Destilasi, Simulator Surya, Temperature, Air Laut.

ABSTRACT

In this world, about 97% of all the water on the surface of the earth is salt water, while only about 3% is fresh water. Water is a natural resource that is essential for the survival of all creatures on this planet. Water has a fundamental role in various daily activities, such as bathing, cooking, drinking, washing, as well as needs in trade, industry, agriculture, animal husbandry, and so on. In coastal areas, one of the problems that is often faced is the difficulty of access to fresh water. One of the solutions to overcome the problem of this shortage of clean water is to process sea water into fresh water. There are several methods that can be used to separate seawater or dirty water into fresh water, one of which is through the distillation process. Distillation is a method of obtaining pure (clean) water by heating seawater and brackish water to separate salts and other minerals from seawater. In this distillation process, an artificial heat source is used, namely a solar simulator with the type of lamp used, namely Philips halogen 150 watts of 6 pieces. The time and place for testing the solar distillation simulator was carried out on the 3rd floor in the Basic Phenomena Machine Laboratory room, building C, campus 3, Bung Hatta University. The test used a flat plate collector with variations in seawater volume of 3000 ml, 2000 ml and 1000 ml. Tests were carried out in the morning and at night to find a comparison of the productivity results of the fresh and salt water produced. The test results show that the 2000 ml seawater variation produces 350 ml more fresh water, and the 1000 ml variation produces salt faster within 2 hours 30 minutes. faster condensation.

Keywords: Distillation, Solar Simulator, Temperature, Seawater.

PENDAHULUAN

Dalam dunia ini, sekitar 97% dari seluruh air di permukaan bumi adalah air asin, sedangkan hanya sekitar 3% sisanya yang merupakan air tawar. Lebih dari dua per tiga dari persentase air tawar tersebut terperangkap dalam bentuk es di glasier dan es kutub. Sebagian kecil air tawar yang tidak membeku dapat ditemukan di dalam tanah sebagai air tanah, sementara hanya sedikit yang tersedia di permukaan tanah dan di udara.(Fera Lestari dkk. 2021). [2]

Air merupakan sumber daya alam yang sangat esensial bagi kelangsungan hidup semua makhluk di planet ini. Air memiliki peran yang fundamental dalam berbagai aktivitas sehari-hari, seperti mandi, memasak, minum, mencuci, serta kebutuhan dalam perdagangan, industri, pertanian, peternakan, dan sebagainya.(Ahmad Fikri Ramadhan, dkk. 2022). [3]

Di daerah pesisir pantai, salah satu masalah yang sering dihadapi adalah sulitnya akses terhadap air tawar. Salah satu solusi untuk mengatasi masalah kekurangan air bersih ini adalah dengan mengolah air laut menjadi air tawar.(Ahmad Fikri Ramadhan, dkk. 2022). [3]

Desalinasi adalah metode yang digunakan untuk

menghasilkan air bersih dan jernih melalui proses penyulingan air kotor atau air garam. Proses desalinasi melibatkan perpindahan panas, kondensasi, dan penguapan. Dalam proses ini, diperlukan sumber panas untuk menjalankan penyulingan, dan salah satu sumber panas yang dapat digunakan adalah energi surya. . Desalinasi ialah proses pemisahan yang dapat dilakukan untuk mengurangi kandungan garam yang terlarut dan air garam hingga ke level tertentu sehingga air bisa digunakan. Dibandingkan dengan proses lainnya, air tawar yang dihasilkan dari proses ini sangat bersih.(Jumarny Ely, 2019). [1]

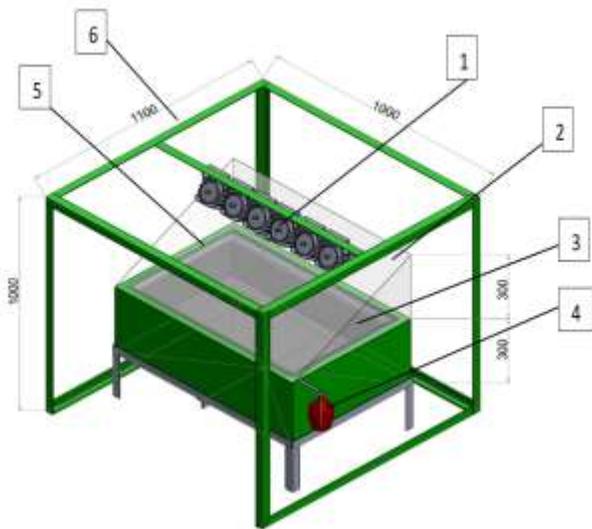
Dalam penelitian ini, Alat destilasi surya mempunyai beberapa komponen yang sangat penting, proses destilasi yaitu cover atau penutup kaca, plat penyerap dan isolasi. Cover dapat digunakan untuk menghambat uapan dari air laut yang berubah menjadi gas agar uapan dari air laut tersebut tidak dapat keluar dari kaca destilator surya.

Kolektor plat penyerap dapat digunakan sebagai penyerap atau sebagai tempat pengumpulan panas. Isolasi yang dapat digunakan sebagai penghambat atau penghalang agar panas yang dikumpulkan tidak dapat keluar dari ruangan kaca destilator.

Studi ini bertujuan untuk mengembangkan alat destilasi yang efisien dan terjangkau secara ekonomi yang menggunakan energi matahari, terutama untuk daerah-daerah pesisir yang mengalami kekurangan pasokan air bersih. Adapun tujuan dari penulisan tugas sarjana ini dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Untuk menentukan performansi dari sistem destilasi menggunakan simulator surya.
2. Untuk menentukan produktivitas air tawar yang dihasilkan.
3. Untuk menentukan produktivitas garam yang dihasilkan.
4. Untuk menentukan waktu dalam menghasilkan garam.

ALAT UJI

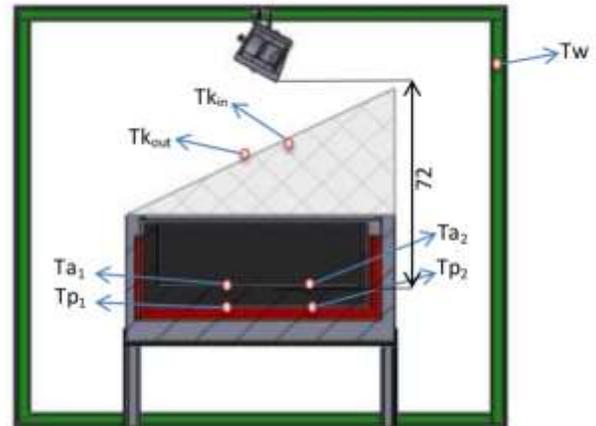


Gambar 1. Alat Uji Destilasi Simulator Surya

Keterangan:

1. Lampu Sorot
2. Isolasi
3. Plat Penyerap
4. Penampung Kondensat
5. Kaca Penutup
6. Kerangka

SKEMA ALAT UJI



Gambar 2. Skema Alat Uji

Keterangan:

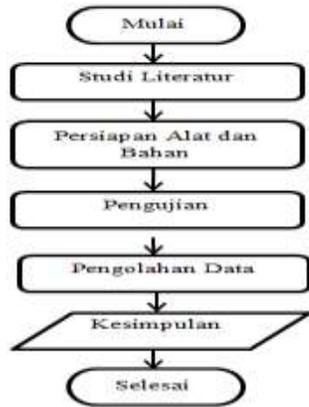
- $T_{k_{in}}$ = Temperatur Kaca Dalam ($^{\circ}C$)
- $T_{k_{out}}$ = Temperatur Kaca Luar ($^{\circ}C$)
- T_w = Temperatur Lingkungan ($^{\circ}C$)
- T_{a_1} = Temperatur Air Dalam Basin 1 ($^{\circ}C$)
- T_{a_2} = Temperatur Air Dalam Basin 2 ($^{\circ}C$)
- T_{p_1} = Temperatur Plat Penyerap 1 ($^{\circ}C$)
- T_{p_2} = Temperatur Plat Penyerap 2 ($^{\circ}C$)

PRINSIP KERJA

Radiasi cahaya dari Lampu Sorot akan disimpan dalam bentuk energi panas oleh plat penyerap. Dengan adanya plat penyerap panas akan membantu pemanasan air laut pada basin sehingga pada temperatur tertentu air laut pada basin akan menguap.

Air laut pada basin akan menguap dan naik ke atas dan uap air akan menempel pada kaca penutup. Pada kaca penutup uap air laut yang menempel akan berbentuk butiran air. Kondensasi ini bersifat film, karena kemiringan dari kaca penutup, butiran-butiran kondensasi akan mengalir jatuh ke dalam kanal yang kemudian dialirkan menuju tempat penampungan kondensat.

METODOLOGI PENELITIAN



Gambar 3. Flow Chart Destilasi Simulator Surya

Untuk menentukan nilai dari energi yang berguna, energi yang hilang dan efisiensi dapat digunakan persamaan berikut:

1. Energi radiasi matahari yang sampai ke plat penyerap (Q_{in})

$$Q_{in} = \alpha \cdot I_T \cdot Ac \quad (2.5)$$

Dimana : α = Absorpsivitas plat penyerap dengan cat hitam (0,66)
 I_T = Intensitas radiasi matahari (W/m^2)
 Ac = Luas plat penyerap (m^2)

2. Energi yang hilang dari kolektor (Q_{Losses})

$$Q_{Losses} = U_L \cdot Ac \cdot (T_p - T_a)$$

Dimana: U_{Losses} = Koefisien perpindahan panas total ($W / m^2 \cdot ^\circ C$)
 T_p = Temperatur plat penyerap ($^\circ C$)
 T_a = Temperatur lingkungan ($^\circ C$)

3. Energi yang berguna pada destilasi air laut (Q_U)

$$Q_U = Ac (I_T \cdot \alpha) - U_{Losses} (T_p - T_a)$$

Dimana : Q_{in} = Energi radiasi yang sampai ke plat penyerap (Watt)
 Q_{Losses} = Energi yang hilang dari kolektor (Watt)

4. Efisiensi kolektor (τ_k)

$$\eta_k = \frac{Q_U}{Q_{in}} \times 100\% \quad (\%)$$

Dimana: Q_U = Energi yang berguna pada destilasi air laut (Watt)

Q_{in} = Energi radiasi yang sampai ke plat penyerap (Watt)

5. Efisiensi Destilator

$$\eta_d = \frac{m \cdot h_{fg}}{Ac \cdot I_T \cdot t}$$

Dimana: h_{fg} = Panas laten untuk penguapan (kj/kg)
 M = Massa total air suling (kg)
 t = Lama waktu pengujian (dtk)
 I_T = Intensitas radiasi matahari (W / m^2)
 Ac = Luas plat penyerap (m^2)

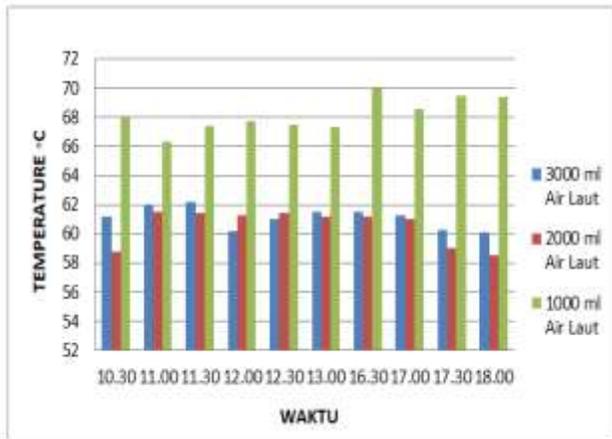
HASIL DAN PEMBAHASAN

Jumlah Simulator surya yang digunakan adalah 6 buah lampu sorot dengan type lampu yang digunakan Philips halogen 150 watt, dengan variasi:

- Pengujian dilakukan pada waktu 08.00 WIB – 18.00 WIB dan 19.00 - 05.00 WIB.
- Volume air laut 1000 ml air laut dengan simulator surya 6 buah lampu Philips halogen 150 watt.
- Volume air laut 2000 ml air laut dengan simulator surya 6 buah lampu Philips halogen 150 watt.
- Volume air laut 3000 ml air laut dengan simulator surya 6 buah lampu Philips halogen 150 watt.

Tabel 1. Hubungan antara waktu dan temperature plat pada variasi volume air laut 3000 ml, 2000 ml, 1000 ml menggunakan simulator surya 900 watt.

waktu	3000 ml Air Laut	2000 ml Air Laut	1000 ml Air Laut
10.30	61,2	58,8	68
11.00	62	61,5	66,3
11.30	62,2	61,4	67,4
12.00	60,2	61,3	67,7
12.30	61	61,4	67,5
13.00	61,5	61,2	67,3
16.30	61,5	61,2	70
17.00	61,3	61	68,6
17.30	60,3	59	69,5
18.00	60,1	58,5	69,4

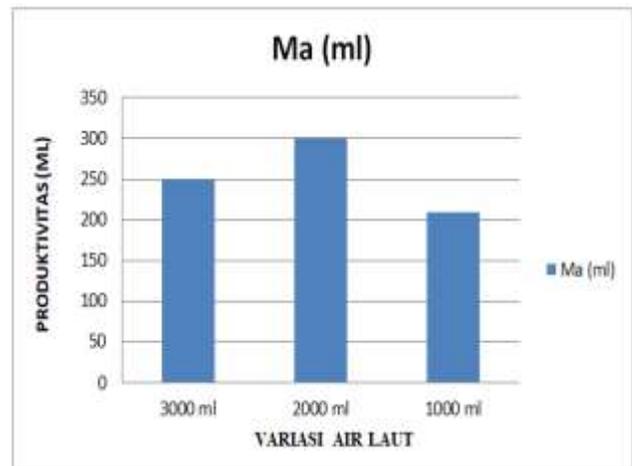


Grafik 1. Hubungan antara waktu dan temperature plat pada variasi volume air laut 3000 ml, 2000 ml, dan 1000 ml menggunakan simulator surya daya 900 watt

Pada grafik 1. dapat dilihat hubungan antara waktu dan plat penyerap dengan tiga variasi. Pada variasi 3000 ml jam 10.30 dengan temperature plat penyerap 61,2 °C dan pada jam 11.00 diperoleh temperatur 62 °C, kemudian pada variasi 2000 ml pada jam 10.30 temperatur plat 58,8 °C, pada jam 11.00 diperoleh temperature plat 61,5 °C dan pada variasi 1000 ml pada jam 10.30 pada temperature plat 68 °C dan pada jam 11.00 temperatur plat 66,3 °C, dalam perbandingan antara plat penyerap yang menggunakan variasi air laut 3000 ml, 2000 ml, dan 1000 ml pada jam 10.30 dan 11.00 sampai pengambilan data selanjutnya temperature yang menggunakan variasi 1000 ml lebih tinggi dari temperature pada variasi 2000 ml dan 3000 ml.

Tabel 2. Produktivitas air tawar pada pukul 08.00 – 18.00 WIB variasi volume air laut 3000 ml, 2000 ml, 1000 ml menggunakan simulator surya daya 900 watt

Variasi	Ma (ml)
3000 ml	250
2000 ml	300
1000 ml	210



Grafik 2. Produktivitas air tawar pada pukul 08.00 – 18.00 WIB variasi volume air laut 3000 ml, 2000 ml, 1000 ml menggunakan simulator surya daya 900 watt

Pada grafik 2. dapat dilihat perbandingan hasil air antara yang menggunakan variasi air laut 3000 ml, 2000 ml, 1000 ml yang dilakukan pukul 08.00 – 18.00 WIB. Menggunakan simulator surya dengan daya yang sama yaitu 900 watt. Hasil air tawar pada pengujian yang menggunakan variasi 3000 ml air laut yaitu 250 ml, pada pengujian dengan variasi air laut 2000 ml sebesar 300 ml, dan pengujian menggunakan variasi air laut 1000 ml yaitu menghasilkan 210 ml.

Tabel 3. Produktivitas garam pada pukul 08.00 – 18.00 WIB pada variasi volume air laut 3000 ml, 2000 ml, dan 1000 ml menggunakan simulator surya daya 900 watt.

Variasi	Hasil Garam (Gr)
3000 ml	20
2000 ml	40
1000 ml	30

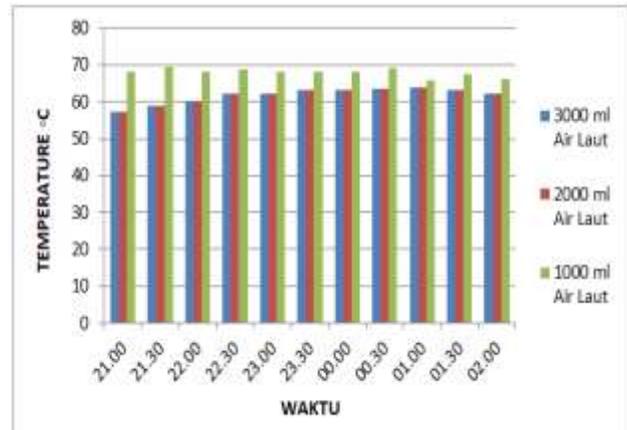


Grafik 3. Produktivitas garam pada variasi volume air laut 3000 ml, 2000 ml dan 1000 ml dengan menggunakan simulator surya.

Berdasarkan grafik 4.9 produktivitas garam yang dihasilkan dengan menggunakan variasi volume air laut 3000 ml menghasilkan garam sebanyak 20 gram, kemudian pada variasi 2000 ml produktivitas garam yang dihasilkan yaitu sebanyak 40 gram. selanjutnya pada variasi 1000 ml air laut garam yang dihasilkan sebanyak 30 gram.

Tabel 4. Hubungan antara waktu dan temperature plat pada variasi volume air laut 3000 ml, 2000 ml, 1000 ml menggunakan simulator surya daya 900 watt.

waktu	3000 ml Air Laut	2000 ml Air Laut	1000 ml Air Laut
21.00	57,2	57,2	68
21.30	59	59	69,5
22.00	60	60	68,3
22.30	62,1	62,1	68,9
23.00	62,2	62,2	68,3
23.30	63,2	63,2	68
00.00	63,3	63,3	68,3
00.30	63,5	63,5	69,2
01.00	63,7	63,7	65,7
01.30	63,2	63,2	67,5
02.00	62,3	62,3	66

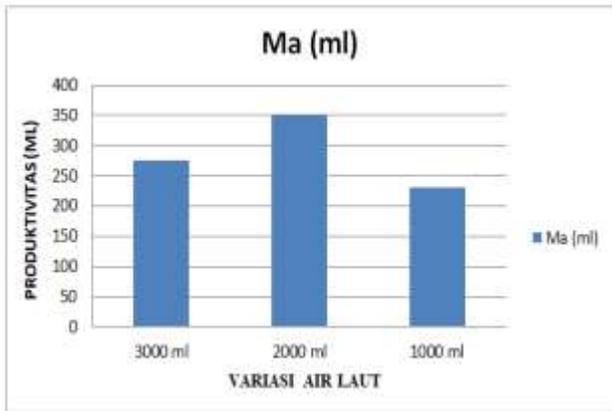


Grafik 4. Hubungan antara waktu dan temperature plat pada variasi volume air laut 3000 ml, 2000 ml, dan 1000 ml menggunakan simulator surya daya 900 watt

Pada grafik 4. dapat dilihat hubungan antara waktu dan plat penyerap dengan tiga variasi. Pada variasi 3000 ml jam 21.00 dengan temperature plat penyerap 57,2 °C dan pada jam 21.30 diperoleh temperatur 59 °C, kemudian pada variasi 2000 ml pada jam 21.00 temperatur plat 57,2 °C, pada jam 21.30 diperoleh temperature plat 59 °C dan pada variasi 1000 ml pada jam 21.00 pada temperature plat 68 °C dan pada jam 21.30 temperatur plat 69,5 °C, dalam perbandingan antara plat penyerap yang menggunakan variasi air laut 3000 ml, 2000 ml, dan 1000 ml pada jam 21.00 dan 21.30 sampai pengambilan data selanjutnya temperature yang menggunakan variasi 1000 ml lebih tinggi dari temperature pada variasi 2000 ml dan 3000 ml.

Tabel 5. Produktivitas air tawar pada pukul 19.00 – 05.00 WIB variasi volume air laut 3000 ml, 2000 ml, 1000 ml menggunakan simulator surya 900 watt

Variasi	Ma (ml)
3000 ml	275
2000 ml	350
1000 ml	230

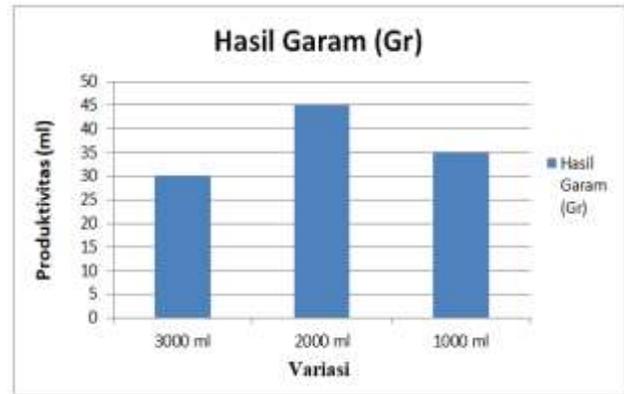


Grafik 5 Produktivitas air tawar pada pukul 19.00 – 05.00 WIB variasi volume air laut 3000 ml, 2000 ml, 1000 ml menggunakan simulator surya 900 watt

Pada grafik 4.11 dapat dilihat perbandingan hasil air tawar antara yang menggunakan variasi air laut 3000 ml, 2000 ml, 1000 ml yang dilakukan pukul 19.00 – 05.00 WIB. Menggunakan simulator surya dengan daya yang sama yaitu 900 watt. Hasil air tawar pada pengujian yang menggunakan variasi 3000 ml air laut yaitu 275 ml, pada pengujian dengan variasi air laut 2000 ml sebesar 350 ml, dan pengujian menggunakan variasi air laut 1000 ml yaitu menghasilkan 230 ml.

Tabel 6. Produktivitas garam pada pukul 19.00 – 05.00 WIB pada variasi volume air laut 3000 ml, 2000 ml, dan 1000 ml menggunakan simulator surya daya 900 watt.

Variasi	Hasil Garam (Gr)
3000 ml	30
2000 ml	45
1000 ml	35

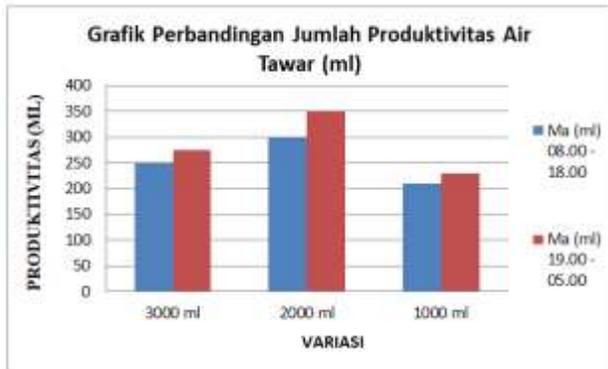


Grafik 6. Produktivitas garam pada pukul 19.00 – 05.00 WIB pada variasi volume air laut 3000 ml, 2000 ml, dan 1000 ml menggunakan simulator surya daya 900 watt.

Berdasarkan grafik 6. produktivitas garam yang dihasilkan dengan menggunakan variasi volume air laut 3000 ml menghasilkan garam sebanyak 30 gram, kemudian pada variasi 2000 ml produktivitas garam yang dihasilkan yaitu sebanyak 45 gram. selanjutnya pada variasi 1000 ml air laut garam yang dihasilkan sebanyak 35 gram.

Tabel 7. Perbandingan Jumlah Produktivitas Air Tawar pada pengujian Pagi dan malam Hari

Variasi	Ma (ml) 08.00 - 18.00	Ma (ml) 19.00 - 05.00
3000 ml	250	275
2000 ml	300	350
1000 ml	210	230



Grafik 7. Perbandingan Jumlah Produktivitas Air Tawar pada pengujian Pagi dan malam Hari Menggunakan Simulator Surya

Berdasarkan Grafik pada 7. perbandingan antara jumlah produktivitas air tawar yang di hasilkan dapat kita lihat pada variasi volume 3000 ml air laut produktivitas air tawar pada pagi hari sebesar 250 ml sedangkan malam hari mencapai 270 ml air tawar. kemudian pada variasi volume 2000 ml air tawar pada pagi hari sebesar 300 ml, sedangkan pada malam hari mencapai 350 ml air tawar. selanjutnya pada variasi volume 1000 ml air laut pada pagi hari menghasilkan kondensat sebanyak 210 ml air tawar, sedangkan pada malam hari menghasilkan 230 ml air tawar. Penyebab mengapa produktivitas air tawar yang dihasilkan lebih banyak malam hari di bandingkan pagi hari yaitu karena pada malam hari perbedaan temperature lingkungan dengan temperature destilator sangat berbeda sehingga proses kondensasi lebih cepat malam hari dari pada proses kondensasi pagi hari.

KESIMPULAN

1. Dengan menggunakan simulator surya dalam proses destilasi memudahkan dalam proses penelitian yang dapat dilakukan pagi dan malam hari.
2. Untuk pengujian simulator surya pada variasi volume 2000 ml lebih banyak menghasilkan air tawar dibandingkan dengan variasi volume 3000 ml dan 1000 ml.
3. Untuk menghasilkan garam lebih cepat pada variasi volume 1000 ml menghasilkan lebih cepat garam dengan waktu selama 2 jam 30 menit pengujian. pada 2000 ml garam mulai muncul pada 4 jam pengujian.
4. Pengujian pada malam hari lebih banyak menghasilkan kondensasi dibandingkan

dengan siang hari dikarenakan pada malam hari perbedaan temperature lingkungan yang lebih rendah sehingga pada malam hari lebih banyak menghasilkan air tawar.

SARAN

1. Untuk mendapatkan performansi yang lebih baik, dapat dilakukan penambahan lampu yang digunakan sebagai simulator surya agar mempercepat terjadinya proses destilasi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ely, J. (2019). Kualitas Air Hasil Desalinasi Menggunakan Sistem Destilasi Sederhana. *Global Health Science*, 4(3), 165-168..
- [2] Lestari, F., Susanto, T., & Kastamto, K. (2021). Pemanenan Air Hujan Sebagai Penyediaan Air Bersih Pada Era New Normal Di Kelurahan Susunan Baru. *SELAPARANG: Jurnal Pengabdian Masyarakat Berkemajuan*, 4(2), 427-434.
- [3] Ramadhan, A. F., Afisna, L. P., Maharani, A., Ramadhanty, N., Isak, R., & Ningsih, W. (2022). Studi Eksperimen Alat Destilasi Tenaga Surya Di Kelurahan Way Huwi. *Vortex*, 3(2), 91-97.