

UNJUK KERJA PERALATAN PENYULINGAN AIR LAUT DENGAN PENAMBAHAN BATU KERIKIL PADA *BASIN* BERBAHAN BETON

Jovan Ladi¹⁾, Nita C.V Monintja²⁾, Kenny A. Lempoy³⁾

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sam Ratulangi
Jl. Kampus Unsrat Bahu, Manado
Email : ladijovan28@gmail.com

ABSTRAK

Air bersih merupakan hal yang sangat penting dalam kehidupan manusia. Air bersih merupakan suatu kebutuhan pokok yang tidak dapat dipisahkan dengan perkembangan hidup manusia. Dalam kesehariannya manusia sangat bergantung pada air bersih, penggunaannya dalam jangka waktu panjang membuat air bersih menjadi sangat sulit untuk didapatkan. Kelangkaan air bersih yang digunakan oleh masyarakat sehari-hari dipengaruhi juga karena faktor terkontaminasinya air bersih oleh limbah- limbah pabrik. Air bersih saat ini merupakan sesuatu yang sulit diperoleh oleh manusia, hal tersebut membuat produksi air bersih menjadi sangat mahal.

Penelitian ini dilakukan untuk menghasilkan air bersih dengan menggunakan proses destilasi. Destilasi air laut merupakan suatu proses pemurnian air laut dari kandungan yang ada yaitu garam. Proses tersebut merupakan metode pemisahan dengan cara memanaskan air laut untuk menghasilkan uap air, yang selanjutnya dikondensasi untuk menghasilkan air bersih. Proses destilasi air laut adalah proses pemisahan fisis antara air dengan kandungan garam yaitu dengan menguapkan air laut, yang kemudian uap tersebut akan mengalami proses kondensasi. Proses yang akan digunakan dalam penelitian ini merupakan proses penambahan batu kerikil sebagai absorber terhadap produksi air bersih pada alat destilasi yang akan diteliti.

Berdasarkan hasil analisa dan pembahasan, didapat bahwa dengan adanya penambahan batu kerikil radiasi matahari lebih meningkat dan produksi kondensasi air juga akan meningkat.

Kata Kunci : Destilasi, Absorber, Beton, Batu Kerikil.

ABSTRACT

Clean water is very important in human life. Clean water is a basic need that cannot be separated from the development of human life. In their daily life, humans are very dependent on clean water, its use in the long term makes clean water very difficult to obtain. The scarcity of clean water that is used by the people on a daily basis is also influenced by the factor of contamination of clean water by factory wastes. Clean water is currently something that is difficult for humans to obtain, this makes clean water production very expensive.

This research was conducted to produce clean water using a distillation process. Seawater distillation is a process of purifying seawater from its existing content, namely salt. This process is a separation method by heating seawater to produce water vapor, which is then condensed to produce clean water. The seawater distillation process is a

physical separation process between water and salt content by evaporating seawater, which then undergoes a condensation process. The process that will be used in this study is the process of adding gravel as an absorber to the production of clean water in the distillation apparatus to be studied.

Based on the results of the analysis and discussion, it was found that with the addition of gravel the solar radiation would increase and the production of water condensation would also increase.

Keywords : *Distillation, Absorber, Concrete, Gravel.*

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air bersih merupakan hal yang sangat penting dalam kehidupan manusia. Air bersih merupakan suatu kebutuhan pokok yang tidak dapat dipisahkan dengan perkembangan hidup manusia. Dalam kesehariannya manusia sangat bergantung pada air bersih, penggunaannya dalam jangka waktu panjang membuat air bersih menjadi sangat sulit untuk didapatkan.

Kelangkaan air bersih yang digunakan oleh masyarakat sehari-hari dipengaruhi juga karena faktor terkontaminasinya air bersih oleh limbah-limbah pabrik, sehingga zat-zat yang tidak baik bagi tubuh pun bercampur dengan air laut yang pada dasarnya digunakan oleh manusia untuk kebutuhan sehari-hari, seperti mencuci, diolah menjadi air minum, dll. Air bersih saat ini merupakan sesuatu yang sulit diperoleh oleh manusia, hal tersebut membuat produksi air bersih menjadi sangat mahal.

Destilasi air laut merupakan suatu proses pemurnian air laut dari kandungan yang ada yaitu garam. Proses tersebut merupakan metode pemisahan dengan cara memanaskan air laut untuk menghasilkan uap air, yang selanjutnya dikondensasi untuk menghasilkan air bersih. Proses destilasi air laut adalah proses pemisahan fisis antara air dengan kandungan garam yaitu dengan menguapkan air laut, yang kemudian uap tersebut akan mengalami proses kondensasi. Proses yang akan digunakan dalam penelitian ini merupakan proses penambahan batu kerikil sebagai absorber terhadap produksi air bersih pada alat destilasi yang akan diteliti.

Berdasarkan latar belakang di atas, penulis berkeinginan untuk meneliti mengenai **Unjuk Kerja Peralatan Penyulingan Air Laut Dengan Penambahan Batu Kerikil Pada Basin Berbahan Beton.**

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan yang telah dijelaskan, maka rumusan masalah untuk penelitian ini adalah:

Bagaimana pengaruh produktivitas air bersih dengan adanya penambahan batu kerikil pada basin berbahan dasar plat beton?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dijelaskan, maka tujuan dari penelitian ini adalah:

Untuk mengetahui pengaruh penambahan batu kerikil pada basin berbahan plat beton pada produktivitas air bersih.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang didapat dari tinjauan permasalahan dari penelitian ini adalah:

Manfaat Akademis

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menambah pengetahuan dan juga wawasan mengenai hal-hal yang berkaitan dengan efektivitas dan produktivitas sumber daya manusia dan juga dapat dijadikan sebagai bahan referensi bagi yang berkeinginan untuk melakukan penelitian lanjutan pada bidang yang sama.

Manfaat Penulis

Secara langsung penelitian ini bermanfaat bagi penulis yaitu dengan menambah dan memperluas wawasan

pengetahuan dalam penulisan karya ilmiah (skripsi) serta merupakan tugas akhir bagi penulis dalam menyelesaikan studi.

1.5 Batasan Penelitian

Agar penulisan skripsi ini dapat dilakukan dengan baik dan pembahasan dapat terfokus, maka dibuat beberapa batasan masalah dalam penelitian ini, yaitu:

Penelitian dilakukan di Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi Manado.

Penelitian difokuskan pada peralatan penyulingan air laut dengan menggunakan basin berbahan beton dengan menambahkan batu kerikil.

Penelitian ini tidak menghitung radiasi matahari dan kecepatan angin.

II. LANDASAN TEORI

Landasan teori dari penelitian ini merujuk pada pengaruh penambahan absorber batu kerikil terhadap alat destilasi. Destilasi merupakan suatu peralatan yang digunakan untuk menyuling air laut menjadi air tawar dengan menggunakan energi surya atau energi matahari.

2.1 Kaca Penutup

Kaca penutup berfungsi untuk mengurangi kerugian panas dari absorber, sebagai tempat berkumpulnya uap air hasil pemanasan, dan mengalirkan air hasil kondensasi menuju bak

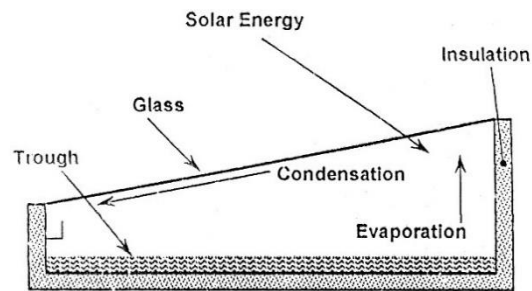
penampungan melalui sebuah saluran.

Kaca penutup untuk peralatan destilasi air laut umumnya terbuat dari bahan trasparan seperti kaca atau plastik. Agar pelat penyerap dapat menerima energi panas maksimal, maka bahan yang digunakan untuk kaca penutup harus memiliki sifat-sifat yang dapat mentransmisikan, memantulkan dan menyerap sinar matahari. Kaca penutup yang baik harus memiliki *transmisivitas* (τ) yang tinggi dan *absosivitas* (α) serta *reflekivitas* (ρ) yang rendah.

2.2 Proses Kerja Alat Destilasi Air Laut

Pengoperasian alat destilasi air laut pada prinsipnya sama dengan air hujan : yaitu penguapan. Air yang berasal dari permukaan bumi dipanaskan oleh sinar matahari, dan akan terjadi proses penguapan. Uap air ini akan berkumpul dan bertambah banyak, selanjutnya kumpulan air ini akan mengalami pendinginan yang kemudian uap air tersebut akan berubah menjadi titik-titik air yang turun kembali kepermukaan bumi berupa air hujan.

Pada saat air menguap, terjadi pelepasan pada muatan yang dikandung oleh air. Proses kerja peralatan destilasi air ini meniru pada proses penguapan secara alami seperti terlihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.1 Skema *Basin Tipe* Penyulingan Air (Sumber : *Sol Aqua*, 2001)

III. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan pada objek langsung yaitu peralatan destilasi air laut dengan tujuan adalah untuk mengetahui kemampuan peralatan dalam menghasilkan air bersih terhadap perubahan waktu dan intensitas radiasi matahari. Peralatan destilasi air laut ini dibuat dengan arah orientasi menghadap utara, ini dimaksudkan agar permukaan kaca penutup alat selalu terkena sinar matahari saat terbit hingga terbenamnya matahari.

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di lab. Konversi Energi Teknik Mesin Universitas Sam Ratulangi dengan waktu penelitian yang akan dimulai pada bulan Februari 2023.

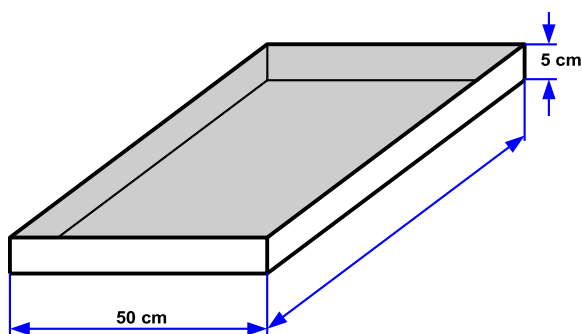
3.2 Bahan

Konstruksi dari peralatan destilasi air laut terdiri dari beberapa bagian yaitu:

1. *Basin* atau *basin* penampung berbahan cor beton dengan penambahan batu kerikil.
2. *Styrofoam*
3. Kaca penutup.
4. Saluran air bersih
5. Cat hitam doff

3.2.1 Basin

Basin dibuat dari coran beton dengan penambahan batu kerikil yang memiliki ketebalan 0,5 mm. Ukuran *basin* adalah sebagai berikut; panjang 100 cm, lebar 50 cm, tinggi sisi bagian depan dan tinggi sisi bagian belakang 5 cm. Gambar *basin* tipe penyulingan air laut ditunjukkan pada gambar 3.1 dibawah.

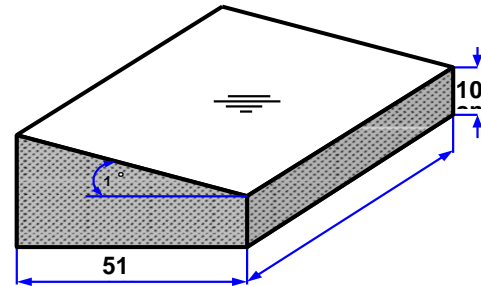


Gambar 3.1 *Basin* penampung air laut

3.2.2 Kaca Penutup

Kaca penutup terbuat dari kaca bening dengan tebal 3 mm dengan ukuran

101 cm x 51 cm. Untuk menjaga panas tidak keluar dari dalam basin, antara kaca penutup dengan dudukan kaca penutup dilapisi karet dengan lebar 1 cm dan tebal 3 mm.



Gambar 3.2 Kaca penutup satu sisi.

Saluran Air Bersih

Saluran air bersih berfungsi sebagai saluran penampung air hasil kondensasi dari permukaan kaca penutup bagian bawah, dengan panjang 99 cm, lebar 1 cm, dan tinggi 1cm terbuat dari aluminium U. Kemudian dihubungkan dengan salah satu ujung pipa aluminium dengan diameter 10 mm, ujung lainnya disambungkan langsung dengan selang ke basin penampung. Setelah alat selesai dirangkai seperti yang telah selesai direncanakan, langkah selanjutnya adalah pengisian basin dengan air laut sebanyak 6 liter, setelah pengisian air laut, basin ditutup dengan kaca penutup dan setelah itu pengujian dilakukan.

3.2.3 Alat Ukur Yang Digunakan

Dalam penelitian ini digunakan beberapa alat ukur dan peralatan

tambahan lainnya, yaitu:

1. Alat ukur temperatur:

- Untuk mengukur temperatur pada kaca, air laut, dan pelat penyerap digunakan termokopel yang dihubungkan pada multimeter PC510, dengan range pengukuran -40°C sampai dengan $\pm 400^{\circ}\text{C}$.

- Untuk mengukur temperatur udara luar digunakan termometer udara luar dengan pengukuran -30°C sampai dengan 50°C .

2. Alat ukur produk air kondensat; untuk mengukur produk air kondensat digunakan gelas ukur dengan skala 0 sampai 500 ml.

3. Peralatan tambahan lainnya adalah stopwatch yang digunakan untuk interval waktu pengambilan data.

3.2.4 Prosedur Penelitian

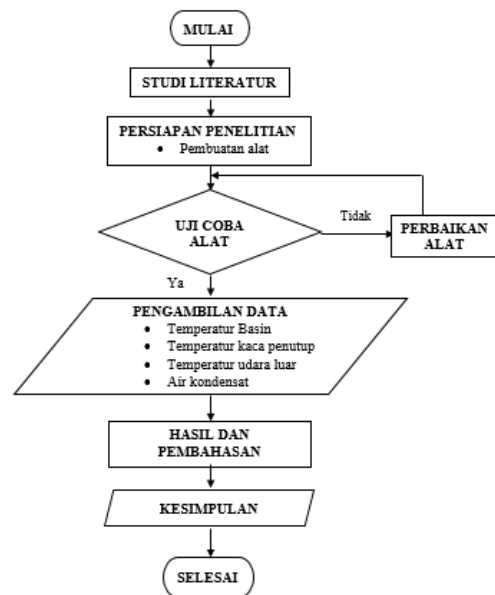
Pelaksanaan penelitian dilaksanakan pada bulan Februari sampai Maret 2023 dengan pengambilan data dilakukan selama 14 hari. Pengambilan data ini dilakukan mulai pukul 08.00 sampai dengan 17.00 dengan pencatatan data dilakukan setiap 5 menit. Pengambilan data dilakukan pada peralatan kaca penutup satu sisi. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah pengamatan langsung pada objek yang diteliti.

Dalam pelaksanaan penelitian ini,

pengambilan data dilakukan pada :

- Temperatur Basin
- Temperatur kaca penutup
- Temperatur udara luar
- Air kondensat

3.3 Diagram Penelitian



Gambar 3.3 Diagram Alir Penelitian

Penjelasan untuk diagram alir penelitian pada Gambar 3.3 adalah sebagai berikut:

1. Studi Literatur

Tahapan studi literatur yaitu dengan mencari referensi dari jurnal- jurnal serta buku penelitian yang didapatkan dari internet maupun perpustakaan. Hal tersebut dilakukan agar peneliti bisa menambah referensi dalam penyelesaian penelitian.

2. Persiapan Penelitian

Pada tahap ini dilakukan pembuatan alat, yaitu pembuatan *basin* berbahan dasar cor beton, kemudian pembuatan kaca penutup seperti pada gambar 3.2.

3. Uji Coba Alat

Dilakukan uji coba alat untuk melihat kondisi alat sebelum dilakukan pengambilan data. Jika ada terjadi kesalahan pada alat maka dilakukan perbaikan alat.

4. Pengambilan Data

Selanjutnya dilakukan pengambilan data. Data-data yang akan diambil adalah temperature basin, temperature kaca penutup, temperature udara luar, dan air kondensat.

5. Hasil dan Pembahasan

Pada tahap ini dilakukan pengolahan data dan didapatkan hasil berupa grafik temperature kaca terhadap waktu dan grafik temperature basin terhadap waktu.

6. Kesimpulan dan saran

Kesimpulan diperoleh dari hasil pengolahan data yang merupakan hasil akhir dari penelitian. Kemudian, saran diberikan kepada peneliti selanjutnya.

Pengamatan dilakukan selama 14 hari mulai dari hari Senin 08 Mei 2023 sampai Senin 22 Mei 2023, pengambilan data dimulai pukul 08.00 sampai 17.00 dengan didapat hasil, dengan penambahan batu kerikil sebagai *absorber* yang terbuat dari coran beton memiliki beda temperatur suhu yang masuk.

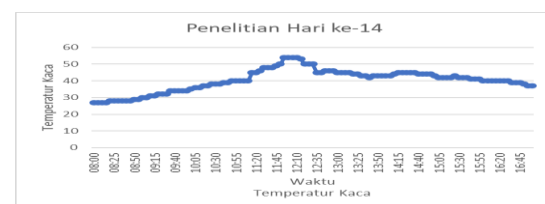
4.2 Hasil Pengolahan Data

4.2.1 Temperatur Kaca Penutup Terhadap Waktu

Dari data yang didapat dilapangan, dibuat grafik temperatur kaca penutup terhadap waktu tiap 5 menit.



Gambar 4.1 Contoh Grafik Temperatur Kaca Penutup Terhadap Waktu Penelitian Hari Ke-1



Gambar 4.2 Grafik Temperatur Kaca Penutup Terhadap Waktu Penelitian Hari Ke-14 Dari Gambar 4.1, didapat suatu pola untuk pengujian (hari ke-1 sampai dengan hari ke-14) dimana suhu tertinggi pada hari ke-1 dari pukul 14.00 sampai 14.35 dengan temperatur kaca penutup sebesar 44°C dan menghasilkan

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengamatan

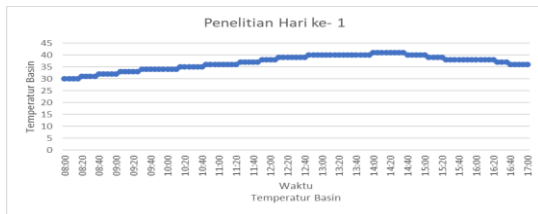
produktivitas air kondensat sebesar 500 ml, pada hari ke-2 pada pukul 12.45 sampai 12.55 dengan temperatur kaca penutup sebesar 46°C dan menghasilkan produktivitas air kondensat sebesar 490 ml seperti pada Gambar 4.2, pada hari ke-3 dari pukul 11.55 sampai 12.10 dengan temperatur kaca penutup sebesar 54°C dan menghasilkan produktivitas air kondensat sebesar 480 ml seperti pada Gambar 4.3, pada hari ke-4 dari pukul 12.45 sampai 12.55 dengan temperatur kaca penutup sebesar 46°C dan menghasilkan produktivitas air kondensat sebesar 500 ml seperti pada Gambar 4.4, pada hari ke-5 dari pukul 13.10 dengan temperatur kaca penutup sebesar 48°C dan menghasilkan produktivitas air kondensat sebesar 490 ml seperti pada Gambar 4.5, pada hari ke-6 dari pukul 13.10 dengan temperatur kaca penutup sebesar 48°C dan menghasilkan produktivitas air kondensat sebesar 520 ml seperti pada Gambar 4.6, pada hari ke-7 dari pukul 11.55 sampai 12.10 dengan temperatur kaca penutup sebesar 54°C dan menghasilkan produktivitas air kondensat sebesar 500 ml seperti pada Gambar 4.7, pada hari ke-8 pada pukul 11.55 sampai 12.10 dengan temperatur kaca penutup sebesar 54°C dan menghasilkan produktivitas air kondensat sebesar 520 ml seperti pada Gambar 4.8,

pada hari ke-9 dari pukul 11.55 sampai 12.10 dengan temperatur kaca penutup sebesar 54°C dan menghasilkan produktivitas air kondensat sebesar 500 ml seperti pada Gambar 4.9, pada hari ke-10 dari pukul 12.45 sampai 12.55 dengan temperatur kaca penutup sebesar 46°C dan menghasilkan produktivitas air kondensat sebesar 490 ml seperti pada Gambar 4.10, pada hari ke-11 dari pukul 13.35 sampai 13.45 dengan temperatur kaca penutup sebesar 52°C dan menghasilkan produktivitas air kondensat sebesar 480 ml seperti pada Gambar 4.11, pada hari ke-12 dari pukul 11.55 sampai 12.10 dengan temperatur kaca penutup sebesar 54°C dan menghasilkan produktivitas air kondensat sebesar 490 ml seperti pada Gambar 4.12, pada hari ke-13 dari pukul 11.55 sampai 12.10 dengan temperatur kaca penutup sebesar 54°C dan menghasilkan produktivitas air kondensat sebesar 520 ml seperti pada Gambar 4.13, pada hari ke-14 dari pukul 11.55 sampai 12.10 dengan temperatur kaca penutup sebesar 54°C dan menghasilkan produktivitas air kondensat sebesar 500 ml seperti pada Gambar 4.14.

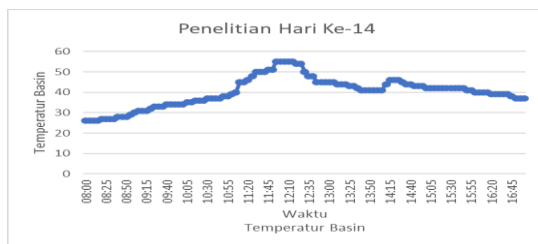
4.2.2 Temperatur *Basin* Terhadap Waktu

Dari data yang didapat dilapangan dibuat grafik temperatur *basin* terhadap

waktu tiap 5 menit.



Gambar 4.3 Grafik Temperatur *Basin* Terhadap Waktu Penelitian Hari Ke-1



Gambar 4.4 Grafik Temperatur *Basin* Terhadap Waktu Penelitian Hari Ke-14

Dari Gambar 4.15, didapat suatu pola untuk pengujian (hari ke-1 sampai dengan hari ke-14) dimana suhu tertinggi pada hari ke-1 dari pukul 14.00 sampai 14.35 dengan temperatur *basin* sebesar 41°C dan menghasilkan produktivitas air kondensat sebesar 500 ml, pada hari ke-2 dari pukul 13.10 dengan temperatur *basin* sebesar 48°C dan menghasilkan produktivitas air kondensat sebesar 490 ml seperti pada Gambar 4.16, pada hari ke-3 dari pukul 11.55 sampai 12.15 dengan temperatur *basin* sebesar 55°C dan menghasilkan produktivitas air kondensat sebesar 480 ml seperti pada Gambar 4.17,

pada hari ke-4 dari pukul 14.15 sampai 14.25 dengan temperatur *basin* sebesar 46°C dan menghasilkan produktivitas air kondensat sebesar 500 ml seperti pada Gambar 4.18, pada hari ke-5 dari pukul 12.45 sampai 12.55 dengan temperatur *basin* sebesar 46°C dan menghasilkan produktivitas air kondensat sebesar 490 ml seperti pada Gambar 4.19, pada hari ke-6 dari pukul 12.45 sampai 12.55 dengan temperatur *basin* sebesar 46°C dan menghasilkan produktivitas air kondensat sebesar 520 ml seperti pada Gambar 4.20, pada hari ke-7 dari pukul 11.55 sampai 12.15 dengan temperatur *basin* sebesar 55°C dan menghasilkan produktivitas air kondensat sebesar 500 ml seperti pada Gambar 4.21, pada hari ke-8 dari pukul 11.55 sampai 12.15 dengan temperatur *basin* sebesar 55°C dan menghasilkan produktivitas air kondensat sebesar 520 ml seperti pada Gambar 4.22, pada hari ke-9 dari pukul 11.55 sampai 12.15 dengan temperatur *basin* sebesar 55°C dan menghasilkan produktivitas air kondensat sebesar 500 ml seperti pada Gambar 4.23, pada hari ke-10 dari pukul 13.10 dengan temperatur *basin* sebesar 48°C dan menghasilkan produktivitas air kondensat sebesar 490 ml seperti pada Gambar 4.24, pada hari ke-11 dari pukul 13.05 dengan temperatur *basin* sebesar 54°C dan menghasilkan produktivitas air kondensat

sebesar 480 ml seperti pada Gambar 4.25, pada hari ke-12 dari pukul 11.55 sampai 12.15 dengan temperatur *basin* sebesar 55°C dan menghasilkan produktivitas air kondensat sebesar 490 ml seperti pada Gambar 4.26, pada hari ke-13 dari pukul 11.55 sampai 12.15 dengan temperatur *basin* sebesar 55°C dan menghasilkan produktivitas air kondensat sebesar 520 ml seperti pada Gambar 4.27, pada hari ke-14 dari pukul 11.55 sampai 12.15 dengan temperatur *basin* sebesar 55°C dan menghasilkan produktivitas air kondensat sebesar 500 ml seperti pada Gambar 4.28.

Tabel 4.4 Hasil perhitungan efisiensi Basin

| Hari ke | Temperatur Basin (°C) | Produksi Air (kg) | Entalpi (Kj/Kg) | Efisiensi (%) |
|---------|-----------------------|-------------------|-----------------|---------------|
| 1 | 36 | 0,50 | 2373020 | 5,36 |
| 2 | 37 | 0,49 | 2375440 | 5,26 |
| 3 | 30 | 0,48 | 2358500 | 5,11 |
| 4 | 37 | 0,50 | 2375440 | 5,36 |
| 5 | 37 | 0,49 | 2375440.0 | 5,26 |
| 6 | 37 | 0,52 | 2375440.0 | 5,58 |
| 7 | 37 | 0,50 | 2375440 | 5,36 |
| 8 | 30 | 0,52 | 2358500 | 5,54 |
| 9 | 37 | 0,50 | 2375440 | 5,36 |
| 10 | 37 | 0,49 | 2375440 | 5,26 |
| 11 | 30 | 0,48 | 2358500 | 5,11 |
| 12 | 37 | 0,49 | 2375440 | 5,26 |
| 13 | 30 | 0,52 | 2358500 | 5,54 |
| 14 | 37 | 0,50 | 2358500 | 5,36 |

Dari hasil perhitungan diperoleh efisiensi maksimum yaitu 5,54%, dan minimum 5,11. Efisiensi akan meningkat seiring dengan peningkatan produksi air, dan akan menurun jika temperature terus

meningkat.

V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa, kolektor surya berbahan cor beton dengan penambahan batu kerikil yang dicat hitam dof sebagai pelat penyerap dapat menghasilkan air kondensat sebesar 520 ml pada temperatur *basin* sebesar 55°C. Dan pada kaca penutup dengan temperatur 54°C menghasilkan air kondensat sebesar 520 ml.

5.2 Saran

1. Untuk mendapatkan hasil yang maksimal dalam melakukan eksperimen perlu adanya ketelitian dan kecermatan dalam pengambilan data, atau lebih baik menggunakan pencatat data otomatis.
2. Untuk alat ukurnya juga dalam melakukan percobaan ini sebaiknya dikoreksi sehingga alat-alat ukur yang digunakan dalam keadaan baik.
3. Agar data yang di peroleh lebih akurat, maka sebaiknya pengambilan data dilakukan pada saat keadaan cuaca yang cerah dan tidak berawan, karena alat pencatat

radiasi surya yang di gunakan ini sangat peka terhadap perubahan cuaca.

Daftar Pustaka

- Awondatu, Arthur. 2021. Pengaruh Penambahan Seng Gelombang Sebagai *Absorber* Terhadap Produksi Air Bersih Pada Alat Destilasi Kondensat Tenaga Surya. Skripsi Program S1 Teknik Mesin Universitas Sam Ratulangi Manado.
- Duffie, John A. Beckman, and William A. 1980. *Solar Engineering of Thermal Processes*, New York : John Wiley & Sons.
- Frank Kreith, and Jan F. Kreider. 1978. *Principles of Solar Engineering*.
- Kobayashi, M.1963. Method of obtaining water in arid lands, *solar energi*,3,93-99.
- Koestoer R. A. 1998. Perpindahan Kalor Konveksi, FATEK UI, Jakarta.
- Mamuaya, Meinhard. 2004. Pengaruh Jenis *Glass Cover* dalam Menghasilkan Air Bersih pada Peralatan Penyulingan Air Laut. Skripsi Program S1 Teknik Mesin Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- SolAgua*. 2001. *Solar Water Purification Systems*, Texas.
- <http://www.solagua.com/salwatdisl.html>.
- Tandaju, Solideo. 2023. Rancang Bangun Alat Destilasi Air Bersih Energi Surya Menggunakan *Absorber* Seng Pelat Dengan Menambahkan Batu Kerikil. Skripsi Program S1 Teknik Mesin Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Tawurisi, Kristovel. 2021. Unjuk Kerja Alat Destilasi Air Bersih Dengan Menggunakan *Absorber* Seng Pelat. Skripsi Program S1 Teknik Mesin Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Technical brief*. 2001. Solar Distillation. <http://www.ltdg.org>.
- The Electronic Universe Project*. 2001. "Basic of Solar Energi". <http://zebu.uoregon.edu./2001/ph162/>