ANALISIS EFISIENSI PADA *CONCENTRATED SOLAR THERMAL COLLECTOR* TIPE PARABOLIK

EFFICIENCY ANALYSIS OF PARABOLIC CONCENTRATED SOLAR THERMAL COLLECTOR

Hilda Hamdah Husniyyah[1], Tri Ayodha Ajiwiguna[2], Suwandi[3]

[1,2,3]Prodi S1 Teknik Fisika, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom
[1]hildahamdahusniyyah22@gmail.com, [2]tri.ayodha@gmail.com,
[3]suwandi@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Energi surya memiliki potensi yang sangat besar yang dapat digunakan untuk masa depan. Saat ini pemanfaatan energi termal surya sudah banyak dilakukan, salah satu contohnya seperti solar kolektor. Solar kolektor merupakan suatu bagian dari peralatan yang dibutuhkan untuk mengubah energi radiasi matahari ke bentuk energi panas untuk berbagai keperluan. Terdapat beberapa jenis solar kolektor yang sudah pernah dilakukan, seperti solar kolektor plat datar, parabolik, dll. Pada penelitian ini, akan dilakukan penelitian pada solar kolektor jenis parabolik dengan diameter 50 cm dan kedalaman parabola 20 cm. Berbahan *stainless steel* dan dilapisi cermin fleksibel. Terdapat tabung receiver untuk menyimpan air dengan titik fokus 10 cm dari dasar parabola. Penelitian ini memanfaatkan radiasi matahari, namun kondisi cuaca tidak mendukung sehingga dibuat simulator radiasi matahari. Pengujian pada alat ini dilakukan selama 70 menit dengan variasi intensitas dari 700 W/m^2 – 2000 W/m^2 dan variasi massa air dari 100 – 600 gram. Terdapat beberapa parameter yang diuji dalam pengujian ini, dari pengujian tersebut diambil data suhu air, massa hilang air, intensitas dan suhu lingkungan. Setelah data tersebut didapatkan, selanjutnya dilakukan perhitungan efisiensi. Efisiensi terbesar didapatkan saat intensitas 2000 W/m^2, massa air nya 600 gram, diameter tabung 6 cm dan dilapisi cermin fleksibel. Efisiensi yang didapatkan sebesar 33,038 %.

Kata kunci : Kata kunci sedapat mungkin menjelaskan isi tulisan, dan ditulis dengan huruf kecil, kecuali singkatan. Kata kunci tidak lebih dari 6 kata

Abstract

Solar energy has enormous potential that can be used for the future and never runs out. Currently the use of solar thermal energy has been done a lot, one example is solar collectors. Solar collectors are a part of the equipment needed to convert solar radiation energy to a form of heat energy for various purposes. There are several types of solar collectors that have been carried out, such as flat plate, parabolic solar collectors, etc. In this study, research will be conducted on parabolic type solar collectors with a diameter of 50 cm and a depth of 20 cm parabolic. Made of stainless steel and flexible mirror coated. There is a receiver tube for storing water with a focus point of 10 cm from the base of the satellite dish. This research utilizes solar radiation, but the weather conditions do not support it so that solar radiation simulators are made. Tests on this tool were carried out for 70 minutes with variations in intensity from 700 W / m^2 - 2000 W / m^2 and variations in water mass from 100 - 600 grams. There are several parameters tested in this test, from which the water temperature, lost mass from water, environmental intensity and temperature were taken. After the data is obtained, efficiency calculations are then carried out. The greatest efficiency is obtained when the intensity is 2000 W /m^2, the mass of the water is 600 grams, the tube diameter is 6 cm and coated with a flexible mirror. The efficiency obtained is 33.038%.

Keywords: keyword should be chosen that they best describe the contents of the paper and should be typed in lower-case, except abbreviation. Keyword should bo no more than 6 word

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan negara yang berada di daerah khatulistiwa. Ini berarti Indonesia memiliki energi surya yang cukup besar yang berasal dari matahari. Sinar matahari yang dapat diterima oleh bumi adalah sebesar 51 %, dan sisanya dipantulkan kembali [1]. Energi surya memiliki potensi yang sangat besar yang dapat digunakan untuk masa depan mengingat energi surya ini dapat dikonversi menjadi energi listrik dengan ramah lingkungan, tanpa adanya polusi atau kerusakan pada lingkungan. Saat ini pemanfaatan energi termal

surya sudah banyak dilakukan, salah satu contohnya seperti pemanfaatan energi surya untuk supply listrik di rumah-rumah. Pemanfaatan lainnya adalah untuk pemanas air yang sudah banyak digunakan di rumah tangga ataupun perkantoran. Berbeda dengan pemanas air berbasis listrik atau gas, sistem ini menggunakan kolektor termal surya [2]. Kolektor termal surya sendiri memiliki beberapa tipe salah satunya adalah jenis parabolik. Jenis parabolik terdiri dari 2 tipe yaitu tipe through dan dish. Untuk penelitian tipe parabolik through sudah dilakukan di ITS untuk menganalisis performa kolektor surya tipe parabolic trough sebagai pengganti sumber pemanas pada generator sistem pendingin difusi absorpsi. Pengambilan data dilakukan dengan memvariasikan debit oli yang mengalir dalam pipa absorber, yaitu debit 4, 5, dan 6 liter/jam. Efisiensi tertinggi yang dihasilkan tercatat saat debit 5 liter/jam sebesar 36,97 % [8].

Pada penelitian ini, akan dirancang sistem *concentrated solar thermal collector* tipe parabolik *dish*. Dengan menggunakan sistem ini diharapkan efisiensi dapat lebih tinggi. *Concentrated solar thermal collector* dirancang dengan sebuah tabung logam untuk menyimpan air yang ditempatkan sesuai dengan titik fokus sebagai penerima. Bahan dari kolektor parabolik ini berbahan *stainless steel* dan dilapisi dengan cermin fleksibel. Akan terdapat beberapa pengujian terhadap parameter-parameter yang ditentukan. Dari hasil pengujian tersebut akan didapatkan nilai efisiensi yang kemudian akan di evaluasi.

2. Dasar Teori

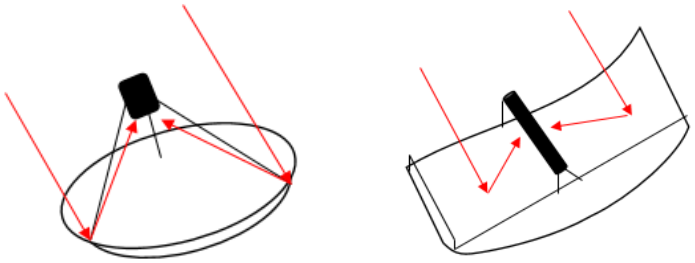
2.1 Kolektor Surya (Solar Collector)

2.2.1 Pengertian

Kolektor surya dapat didefinisikan sebagai sistem perpindahan panas yang menghasilkan energi panas dengan memanfaatkan radiasi sinar matahari sebagai sumber energi utama. Ketika sinar matahari menimpa absorber pada kolektor surya, sebagian cahaya akan dipantulkan kembali ke lingkungan, sedangkan sebagian besarnya akan diserap dan dikonversi menjadi energi panas, lalu panas tersebut dipindahkan kepada fluida/objek pengering yang bersikulasi di dalam kolektor surya untuk kemudian dimanfaatkan guna berbagai aplikasi [3].

2.2.2 Parabolic Concentrating Solar Collector

Jenis ini dirancang untuk aplikasi yang membutuhkan energi panas pada suhu antara 100 – 400 ℃. Kolektor surya jenis ini mampu memfokuskan energi radiasi sinar matahari pada suatu *receiver*, sehingga dapat meningkatkan kuantitas energi panas yang diserap oleh absorber. Spesifikasi jenis ini dapat dikenali dari adanya komponen konsentrator yang terbuat dari material dengan transimivitas tinggi. Berdasarkan komponen absorber nya jenis ini dikelompokkan menjadi 2 jenis, yaitu *dish* dan *through* [1].



Dish *Through*

Gambar 2.1 Tipe *Concentrating Collector*

2.2.3 Efisiensi Termal

Efisiensi termal adalah ukuran tanpa dimensi yang menunjukkan performa peralatan termal seperti mesin pembakaran dalam dan sebagainya. Panas yang masuk adalah energi yang didapatkan dari sumber energi. Output yang diinginkan dapat berupa panas atau kerja, atau mungkin keduanya. Jadi, efisiensi termal dapat dirumuskan dengan [3].

$$\eta_{th} = \frac{Qserap}{Qradiasi} x100\% \quad \text{..... 2.1}$$

2.2 Titik Fokus Solar Collector tipe Consentrator Parabolic

Posisi fokus antena parabola atau reflektor parabola ditemukan dari ketentuan diameter juring dan kedalamannya. Untuk mendapatkan rumus menghitung titik fokus didasari dari Persamaan parabola berikut

$x^2 - 2yf + f^2 + y^2 = x^2 + 2yf + f^2$ 2.2

Persamaan 2.3 tersebut diturunkan dan diperoleh rumus titik fokus :

f= D^2/16d 2.3

Formula di atas membantu dalam menentukan pembentukan antena parabola yang memberikan jarak fokus. Tentunya dalam praktek pembentukan juring tidak sempurna seperti parabola oleh karena itu sedikit pengaturan diperlukan saat membentuk kerangka.

2.3 Perpindahan Kalor Radiasi

Radiasi adalah proses dimana panas mengalir dari benda yang bersuhu tinggi ke benda yang bersuhu rendah bila benda-benda itu terpisah di lama ruang, bahkan bila terdapat ruang hampa di antara benda-benda tersebut. Semua benda memancarkan panas radiasi secara terus-menerus. Intensitas pancaran tergantung pada suhu dan sifat permukaan. Energi radiasi bergerak dengan kecepatan cahaya (3x⟦10⟧^8 m/s) dan gejala-gejalanya menyerupai radiasi cahaya. Memang menurut teori elektromagnetik, radiasi cahaya dan radiasi thermal hanya berbeda dalam panjang gelombang masing-masing [6]. Untuk mengitung besarnya panas yang dipancarkan dapat digunakan rumus sebagai berikut:

$Q_r = eA\sigma(T_1{}^4 - T_2{}^4)$ 2.4

Keterangan :

Q_r = Laju perpindahan panas dengan cara radiasi (Watt)

e = emitansi permukaan kelabu

A = luas permukaan (m^2)

σ = konstanta dimensional (0,174 . 10^{-8} BTU/h ft^2 ℃)

T_1 = Suhu Benda kelabu (K)

T_2 = Suhu Benda hitam yang mengelilinginya (K) (Incroperara,1982)

Jika menggunakan solar power meter untuk mengukur intensitasnya dapat menggunakan rumus:

$\dot{Q}_{radiasi} = I.A.\Delta t$..... 2.5

I = Intensitas dari pengukuran solar power meter

A = luas permukaan benda (m^2)

Untuk mendapatkan nilai kalor serap menggunakan rumus :

$Q_{serap} = m_{awal}.c.\Delta T + m_{hilang}.L_{uap}$ 2.6

m = massa benda (gram)

c = kalor jenis benda (Kal/gr° C)

ΔT = perubahan suhu (℃)

3. Pembuatan dan Perancangan Alat

3.1 Alat dan Bahan

Tabel 3.1 Bahan yang digunakan

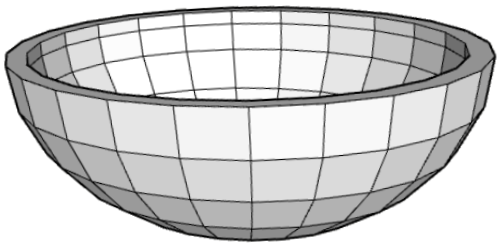
No	Nama	Fungsi
1	*Stainless steel*	Lapisan parabola
2	Alumunium	Tabung *receiver* dan penyangga
3	Pilox	Untuk mewarnai/cat tabung *receiver*

Tabel 3.2 Alat yang digunakan

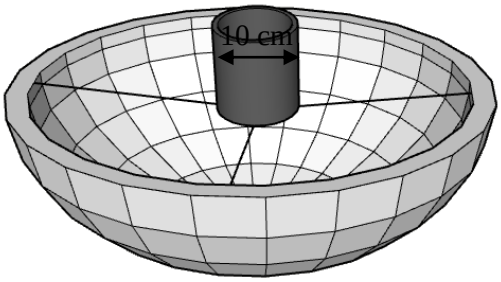
No	Nama	Fungsi
1	Termokopel HE804 tipe K	Mengukur suhu dengan *datalogger*
2	Solar power meter SOLAR-100	Mengukur intensitas
3	Laptop	Menyimpan dan mengolah data
4	Timbangan digital	Menimbang massa air yang berada pada tabung *receiver*

3.2 Perancangan Alat

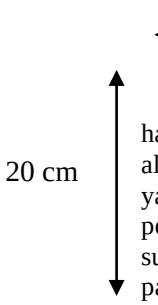
Solar kolektor parabolik ini berdiameter 50 cm dengan kedalaman 20 cm dan terdapat tabung *receiver* berbentuk silinder dengan ukuran 10 cm. *Receiver* tersebut berada pada jarak 8 cm, jarak tersebut didapatkan dari hasil perhitungan dan pengujian titik fokus pada parabola. Bahan dari solar kolektor parabolik ini adalah *stainless steel*, dan bahan dari tabung *receiver* nya berbahan aluminium. Tabung dengan berbentuk silinder ini dicet/dipilox warna hitam agar memudahkan dalam menyerap sinar matahari sehingga suhu pada tabung tersebut tinggi. Untuk kolektor nya sendiri dilapisi cermin fleksibel agar pemantulan yang dihasilkan baik. Sehingga pantulan yang diterima oleh tabung *receiver* cukup.

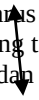


Gambar 3.1 Desain Solar Kolektor Parabolik



Gambar 3.2 Desain Solar Kolektor 2





Sebelum pengujian dilakukan, terdapat beberapa alat dan bahan yang harus dipersiapkan. Bahan yang harus dipersiapkan adalah air yang disimpan dalam *receiver* dengan massa yang telah disesuaikan. Dan alat-alat yang harus dipersiapkan adalah termokopel, solar power meter, laptop dan simulator radiasi matahari yang terbuat dari 9 lampu 100 watt. Termokopel disimpan di dalam *receiver* yang berfungsi untuk mengukur perubahan suhu yang terjadi pada *receiver*. Karena termokopel yang digunakan adalah digital, sehingga nilai suhu yang terbaca oleh termokopel tersebut dapat dilihat di laptop. Solar power meter diletakkan dibawah paparan sinar yang dipancarkan oleh simulator radiasi matahari, sensor tersebut berfungsi untuk mengukur intensitas cahaya. Simulator radiasi matahari menjadi sumber cahaya pada pengujian ini.

Saat simulator radiasi matahari dinyalakan, cahaya dari lampu tersebut akan menyinari solar kolektor parabolik, *receiver* yang terdapat pada solar kolektor tersebut akan tersinari dan akan mendapatkan pantulan cahaya dari cermin pada solar kolektor. Lalu suhu pada *receiver* akan meningkat, dan termokopel akan mengukur perubahan suhu dari *receiver* tersebut. Nilai dari termokopel akan ditampilkan pada laptop.

3.4 Pengolahan Data

Saat pengujian terdapat beberapa parameter yang diukur, pertama mengukur intensitas dari set lampu. Nilai yang telah terukur oleh solar power meter dimasukkan pada Persamaan 2.5 untuk mendapatkan nilai $Q_{radiasi}$. Selanjutnya, saat set lampu menyinari solar kolektor akan terjadi perubahan suhu pada *receiver*. Perubahan suhu tersebut akan diukur oleh termokopel, dan nilai perubahan suhu tersebut dimasukkan pada Persamaan 2.6 untuk mendapatkan nilai Q_{serap}. Setelah nilai $Q_{radiasi}$ dan Q_{serap} didapatkan, selanjutnya menghitung nilai efisiensi dengan rumus yang terdapat pada Persamaan 2.1.

4. Hasil dan Pembahasan

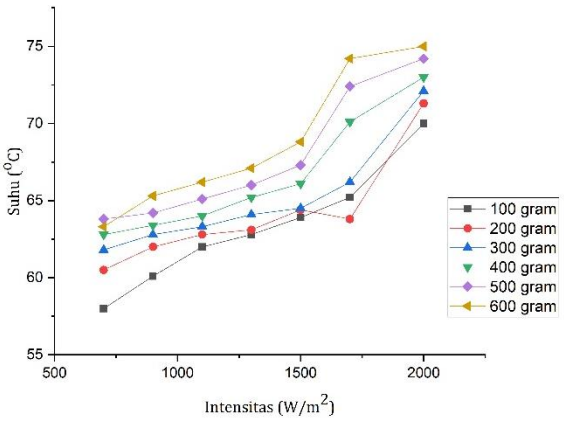
4.1 Pengujian terhadap parameter

Dalam pengujian ini terdapat beberapa parameter yang akan diuji, semua pengujian dilakukan dengan titik fokus tabung receiver 10 cm dari dasar parabola. Lalu menggunakan intensitas lampu yang bervariasi yang terdiri dari 700 W/m^2, 900 W/m^2, 1100 W/m^2, 1300 W/m^2, 1500 W/m^2, 1700 W/m^2 dan 2000 W/m^2. Selain itu menggunakan massa air yang bervariasi yang dimulai dari 100 gram sampai 600 gram. Semua pengujian ini dilakukan dalam waktu 70 menit. Sebelum dilakukan pengujian dengan menggunakan simulator matahari, massa awal air ditimbang terlebih dahulu. Perubahan suhu yang terukur pada tabung receiver dicatat setiap 1 menit menggunakan data logger yang terhubung dengan laptop. Lalu setelah 70 menit pengujian selesai, massa air ditimbang kembali untuk mendapatkan massa air yang hilang yang nantinya akan digunakan dalam rumus kalor serap untuk mendapatkan nilai efisiensi. Untuk mendapatkan nilai efisiensi, data yang terdiri dari suhu, perubahan suhu, massa air awal, massa air akhir dimasukkan kedalam rumus kalor serap. Rumus kalor serap sendiri yaitu $Q_{serap} = m_{awal}.c.\Delta T + m_{hilang}.L_{uap}$ dan untuk kalor radiasi yaitu $\dot{Q_{radiasi}} = I.A.\Delta t$. Dimana untuk kalor radiasi I adalah intensitas, A adalah luas permukaan dari parabola yang bernilai $A = \pi r^2 = 3{,}14.0{,}25.0{,}25 = 0{,}19625\ m^2$ dan Δt adalah waktu percobaan yaitu 70 menit atau 4200 detik. Rumus untuk mendapatkan nilai efisiensi adalah kalor serap / kalor radiasi.

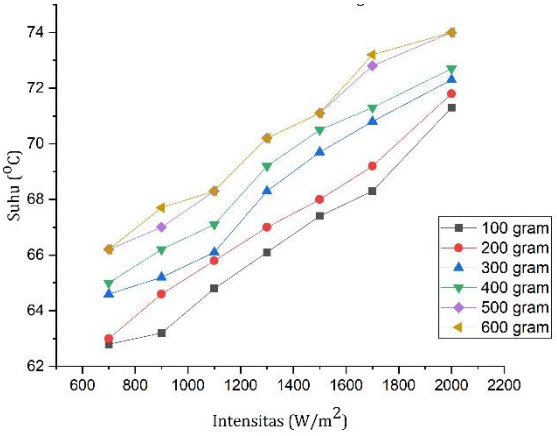
4.1.1 Pengaruh variasi diameter tabung receiver, Intensitas dan massa air terhadap efisiensi (

menggunakan cermin fleksibel)

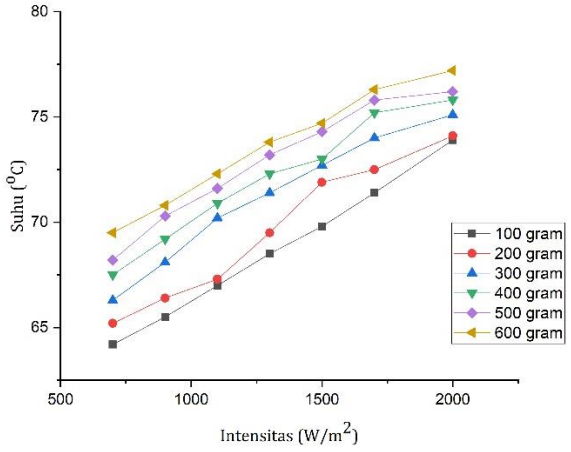
Pada pengujian ini, terdapat variasi diameter tabung *receiver* dengan volume yang sama. Diameter tersebut terdiri dari 10 cm, 8 cm dan 6 cm, dengan volume tabung 0,000785 m^3. Saat diameter 10 cm maka tinggi tabung 10 cm, diameter 8 cm tinggi tabung 16 cm, diameter 6 cm tinggi tabung 28 cm. Tinggi dari tabung tersebut disesuaikan agar semua volume tabung sama. Pengujian dilakukan dengan intensitas dan massa air yang bervariasi. Berikut hasil tabel dan grafik suhu terhadap intensitas.



Gambar 4.1 Grafik Diameter Tabung 10 cm



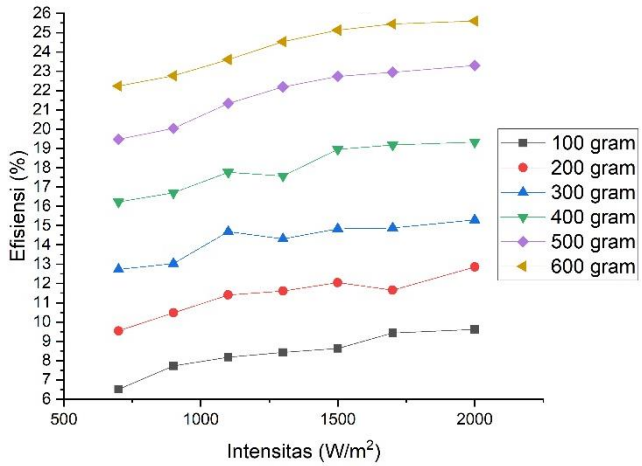
Gambar 4.2 Grafik Diameter Tabung 8 cm

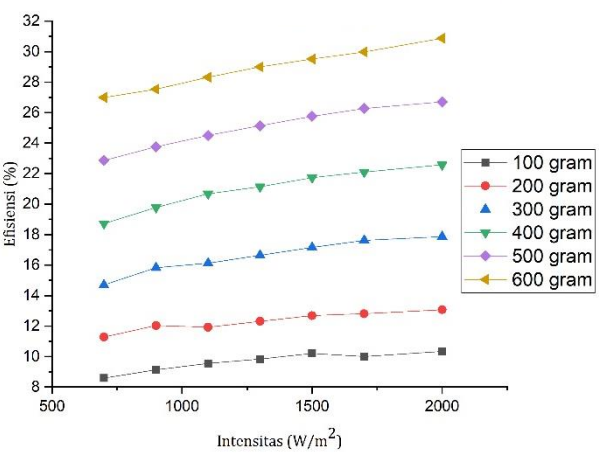


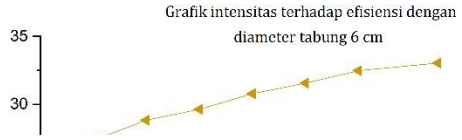
Gambar 4.3 Grafik Diameter Tabung 6 cm

Dari hasil ketiga pengujian pada tabung receiver yang berdiameter 10 cm, 8 cm dan 6 cm terdapat perbedaan pada nilai suhu yang didapatkan. Namun dari ketika pengujian tersebut terdapat Persamaan, yaitu saat massa air dan intensitas makin tinggi, nilai suhu yang didapatkan pun semakin tinggi. Hal tersebut terjadi karena, saat massa air besar maka air yang berada pada tabung receiver memiliki ketinggian yang berbeda saat massa air rendah. Pantulan sinar pada parabola tersebut tidak semua terpusat terhadap satu titik, namun ada beberapa pantulan pada daerah di atas titik fokus dikarenakan cermin fleksibel sendiri tekstur nya tidak terlalu halus sehingga adanya pantulan baur yang menyebabkan saat air makin tinggi maka ada pantulan yang mengenai bagian tersebut dan menyebabkan suhu air tinggi[10].

Suhu tertinggi adalah saat diameter tabung receiver semakin kecil yaitu 6 cm, hal tersebut terjadi karena pantulan sinar yang mengenai parabola tidak banyak yang terhalang. Berbeda dengan diameter tabung yang semakin besar, terdapat kemungkinan sinar yang terpancar terhalangi oleh tabung. Sehingga suhu yang dihasilkan pada tabung *receiver* berdiameter 6 cm lebih tinggi. Selanjutnya setelah nilai suhu didapatkan, dilakukan perhitungan efisiensi. Berikut hasil grafik efisiensi yang didapatkan.

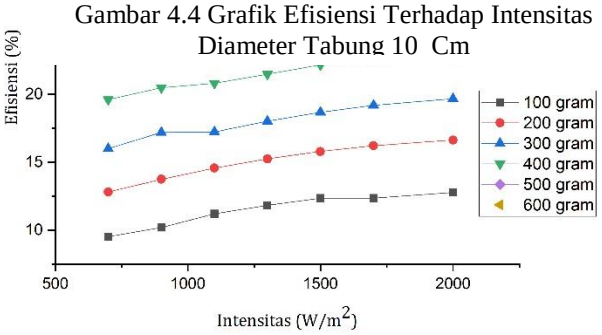






Gambar 4.4 Grafik Efisiensi Terhadap Intensitas Diameter Tabung 10 Cm

Gambar 4.5 Grafik Efisiensi Terhadap Intensitas Diameter Tabung 8 Cm



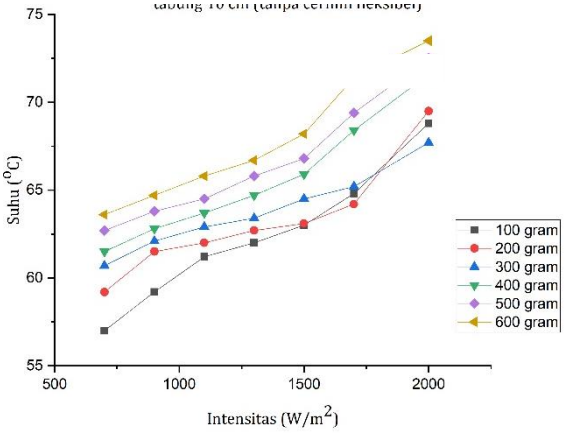
tinggi nilai intensitas dan massa air, maka semakin tinggi nilai efisiensi yang didapatkan. Sedangkan untuk pengaruh diameter, dapat dilihat dari nilai efisiensi pada grafik. Nilai efisiensi yang paling tinggi didapatkan saat diameter 6 cm dengan intensitas 2000 W/m^2 dan massa air 600 gram. Nilai efisiensi tersebut adalah 33,038 %. Hasil tersebut menunjukkan bahwa saat diameter tabung receiver semakin kecil, maka sinar yang terpantul pada tabung tersebut semakin besar. Hal tersebut dapat terjadi karena saat diameter tabung kecil, sinar yang terpantul pada parabola tidak terhalang oleh tabung. Sehingga dapat menghasilkan pantulan sinar yang lebih besar.

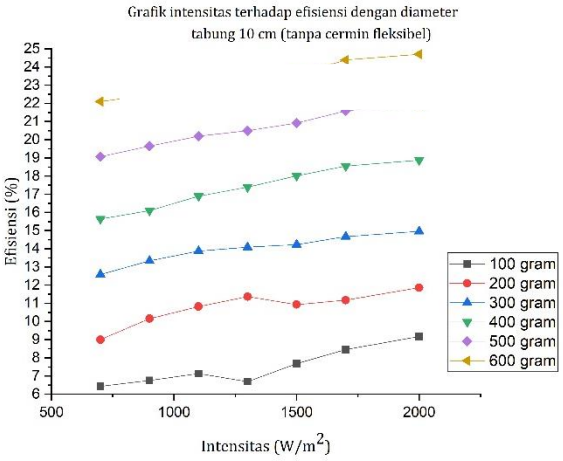
Ga Gambar 4.6 Grafik Efisiensi Terhadap Intensitas Diameter Tabung 6 Cm

Efisiensi

ambar 7. Grafik Efisiensi Diameter Tabung 8 cm

ini dilakukan untuk mengetahui perbedaan nilai efisiensi saat kondisi parabola dilapisi cermin fleksibel dan tidak dilapisi cermin fleksibel. Pengujian ini





dilakukan dengan menggunakan diameter tabung 10 cm, massa air 100 – 600 gram dan intensitas 700 – 2000 W/m2. Berikut hasil pengujian suhu terhadap intensitas yang didapatkan.

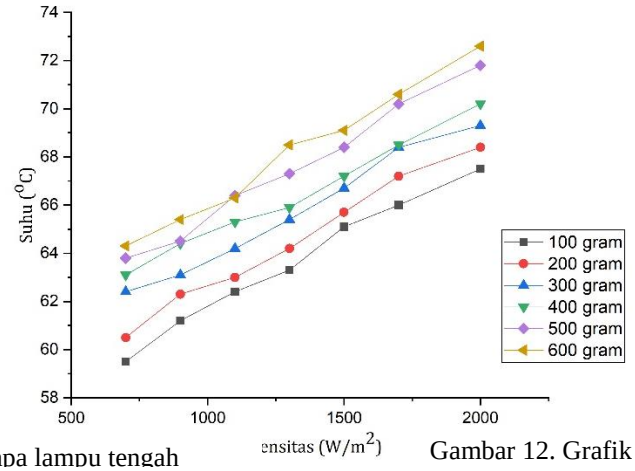
Dari hasil pengujian tersebut, bisa dibandingkan dengan Gambar saat menggunakan cermin fleksibel. Nilai suhu tertinggi adalah saat menggunakan cermin fleksibel yaitu 75 ℃ , namun perbedaan nilai suhu dengan tanpa cermin fleksibel tidak terlalu jauh dikarenakan bahan stainless steel sendiri memiliki pantulan yang cukup baik dapat dilihat dari hasil pengujian di tabel [5]. Suhu yang didapatkan pada saat tanpa cermin fleksibel cukup konsisten kenaikannya. Cenderung selalu naik walaupun terdapat sedikit penurunan. Saat menggunakan cermin fleksibel nilai efisiensi yang didapatkan lebih besar, namun kenaikan nilai efisiensi disetiap intensitas tidak menuju linearitas atau tidak halus. Dari hasil tersebut masih terdapat penurunan, walaupun sebetulnya saat massa 500 gram dan 600 gram mengalami kenaikan yang cukup halus. Hal tersebut dapat terjadi karena cermin fleksibel yang dipasang pada setiap sisi parabola memiliki tekstur yang berbeda, sehingga masih terjadi pantulan baur [10]. Berbeda dengan tanpa cermin fleksibel, sisi parabola dengan berbahan stainless steel tersebut merata, hal tersebut menjadikan data yang didapatkan cukup konsisten saat kenaikannya karena pantulan baur terjadi hanya sedikit.

4.1.3 Pengaruh Lampu Tengah Pada Simulator Terhadap Efisiensi

Gambar 4.7 Grafik Suhu Tanpa Cermin Fleksibel

Gambar 4.8 Grafik Efisiensi Tanpa Cermin Fleksibel

dihasilkan pada solar kolektor parabolik. Selain itu untuk mengetahui fungsi dari bentuk parabola itu sendiri, jika tidak ada lampu tengah apakah terdapat pengaruh yang besar terhadap proses pemanasan dan efisiensinya. Pada penguijan ini dilakukan dengan diameter receiver tabung 8 cm. Berikut pengujian yang dihasilkan.



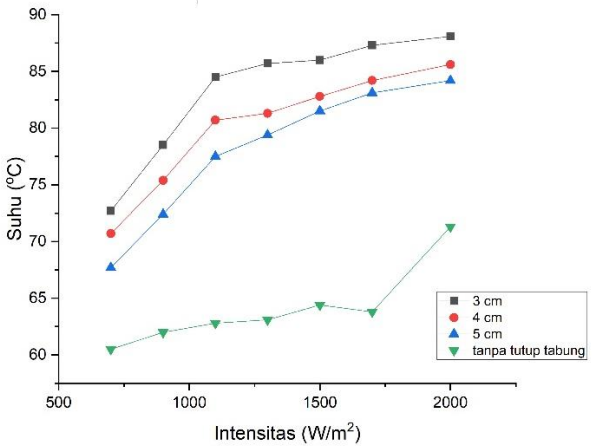
Gambar 11. Grafik tanpa lampu tengah Gambar 12. Grafik efisiensi tanpa lampu

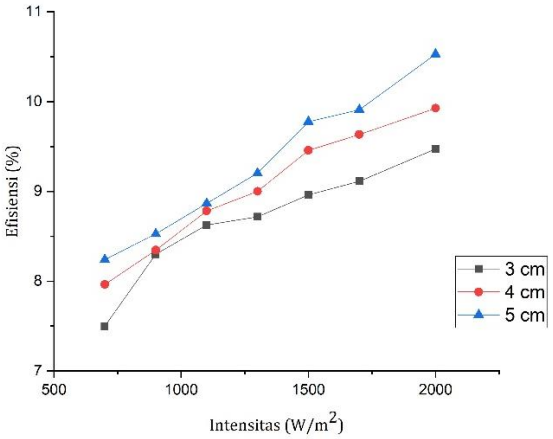
Gambar 4.9 Grafik suhu terhadap intensitas tanpa lampu tengah

Jika dibandingkan saat menggunakan lampu tengah, terdapat perbedaan nilai suhu sekitar 2 ℃. Saat menggunakan lampu tengah suhu air adalah 74℃ dan saat tidak menggunakan lampu tengah adalah 72,6℃. Pada pengujian ini, peran dari lampu tengah pada simulator cukup penting, karena jika tidak ada mengalami penurunan suhu. Namun dari selisih suhu yang didapatkan itu tidak terlalu jauh, karena peran dari parabola ini sendiri dapat memantulkan sinar dari lampu yang lainnya[2]. Selain itu terdapat perbedaan nilai efisiensi yang didapatkan. Perbedaan tersebut sekitar 5 – 6 %. Selain itu jika dilihat dari grafik, kenaikan efisiensi lebih konsisten saat adanya lampu tengah. Efisiensi dengan menggunakan lampu tengah lebih tinggi dibandingkan dengan tanpa lampu tengah. Sama halnya saat pengujian pada suhu, nilai efisiensi pun tidak terlalu jauh, dikarenakan bentuk dari solar kolektor itu sendiri yang berbentuk parabola memiliki pantulan cukup baik yang diserap oleh receiver. Jadi, walaupun tanpa adanya lampu tengah, lampu yang lain dapat memantulkan pada bidang parabola sehingga masih ada pantulan sinar yang diterima oleh receiver untuk memanaskan air. Ini berarti, fungsi dari parabola itu sendiri cukup baik.

4.1.4 Pengaruh Diameter Tutup Receiver Terhadap Efisiensi

Pada pengujian ini dilakukan percobaan pada tabung receiver yang diberi tutup dengan diameter lubang yang bervariasi. Variasi diameter lubang tersebut terdiri dari 3 cm, 4 cm dan 5 cm. Pengujian ini dilakukan pada massa 200 gram, diameter tabung 10 cm dan intensitas 700 – 2000 W/m2. Pengujian ini dilakukan agar mengetahui perbedaan nilai efisiensi dan perbedaan suhu saat tabung diberikan tutup dengan diameter lubang yang bervariasi.





Gambar 4.10 Grafik suhu terhadap intensitas Gambar 4.11 Grafik efisiensi penutup receiver

Jika dibandingkan dengan massa 200 gram dalam keadaan tanpa penutup, pengujian saat tabung receiver ditutup nilai suhu yang didapatkan lebih besar. Saat massa 200 gram dan keadaan tabung tidak tertutup suhu terbesar didapatkan dengan nilai 71,3 ℃ . Dalam pengujian ini suhu yang didapatkan sebesar 88,1 ℃. Terdapat

perbedaan yang cukup jauh, hal tersebut terjadi karena saat ditutup proses pemanasan pada air akan cepat [12]. Untuk pengaruh diameter nya sendiri, saat diameter lubang makin kecil maka suhu yang didapatkan semakin besar. Pada hasil perhitungan efisiensi tersebut, didapatkan kesimpulan bahwa efisiensi tinggi itu saat diameter 5 cm. Namun jika kita bandingkan dengan tanpa penutup tabung, nilai efisiensi yang didapatkan pada pengujian ini lebih rendah. Jika tanpa penutup tabung efisiensi yang dihasilkan sebesar 12,851 %. Hal tersebut dapat terjadi dikarenakan ketika diberi penutup, air yang menguap terhalang oleh penutup dan terdapat butiran air pada penutup yang nantinya akan kembali menjadi air yang biasa disebut dengan proses kondensasi[11]. Sehingga massa air yang hilang sedikit dan menjadikan nilai kalor serap yang didapatkan rendah dan nilai efisiensi yang didapatkan pun rendah.

4.1.4 Akumulasi Pengujian

Dari semua parameter yang telah diuji, diambil salah satu massa yang terbesar yaitu 600 gram dan intensitasnya dari 700-2000 W/m^2. Akumulasi ini diperlukan untuk membandingkan dan agar dapat mengetahui kondisi atau parameter bagaimana yang dapat menghasilkan nilai efisiensi tinggi.

Tabel 2. Akumulasi Pengujian

Intensitas	Menggunakan Cermin Fleksibel				Tanpa Cermin Fleksibel
	Menggunakan Lampu Tengah			Tanpa Lampu Tengah	Menggunakan Lampu Tengah
	10 cm	8 cm	6 cm	10 cm	8 cm
	22.2311	26.9918	27.3412	22.1438	22.1001
900	22.7601	27.5389	28.8408	23.2357	22.4544
1100	23.6084	28.3219	29.6283	23.7082	22.9577
1300	24.5292	28.9976	30.7849	24.341	23.1651
1500	25.1312	29.5134	31.572	24.9478	23.5618
1700	25.4477	29.9798	32.4796	25.4297	24.3867
2000	25.6051	30.879	33.038	25.865	24.7032

Dari hasil tabel tersebut, dapat dilihat bahwa nilai efisiensi tertinggi adalah 33,038 %. Nilai tersebut didapatkan saat kondisi solar kolektor parabola menggunakan cermin fleksibel, menggunakan lampu tengah pada simulator matahari dengan intensitas simulator 2000 W/m^2, massa air 600 gram dan dengan diameter tabung receiver 6 cm.

Pada percobaan yang dilakukan di Columbia, Jorge Alexander Alarcón, Jairo Eduardo Hortúa, Andrea López G3 dengan judul "*Design and construction of a solar collector parabolic dish for rural zones in Colombia*"[11], alat tersebut dibuat untuk membantu memenuhi kebutuhan pada daerah tersebut yang tidak memiliki sumber daya anggaran untuk membeli kompor, gas, listrik, dll. Dengan menggunakan tipe yang serupa yaitu *parabolic dish*, diameter parabola 150 cm titik fokus 42 cm menghasilkan efisiensi sebesar 48.5 % dan menyebutkan bahwa alat tersebut bisa dimanfaatkan sebagai memasak, dikonversi menjadi energi listrik dan memenuhi kebutuhan lainnya. Artinya efisiensi yang didapatkan pada alat ini belum mencapai nilai tersebut, namun bisa digunakan sebagai pengganti gas untuk memasak dalam skala kecil yang dibuktikan dari suhu yang didapatkan dan dapat dikonversi menjadi energi listrik dengan memanfaatkan panas atau uap yang dihasilkan, namun masih dalam skala kecil. Terdapat kemungkinan untuk dikembangkan agar mencapai efisiensi tersebut dan bisa dimanfaatkan dalam skala besar jika dikembangkan dengan baik.

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Pengaruh variasi intensitas dan massa air pada pengujian ini memiliki pengaruh yang cukup signifikan. Saat variasi intensitas semakin besar, dan massa air semakin besar maka efisiensi yang dihasilkan pun semakin besar, dan saat solar kolektor parabola tidak dilapisi cermin fleksibel menghasilkan penurunan efisiensi sebesar 3%.
2. Suhu tinggi didapatkan saat diameter tabung 10 cm dan menggunakan tutup dengan diameter lubang 3 cm. Suhu yang didapatkan sebesar 88,1 ℃ , namun memiliki efisiensi yang rendah yaitu 9,47261%.
3. Nilai efisiensi yang tinggi adalah saat diameter tabung receiver semakin kecil yaitu 6 cm, intensitas semakin besar dengan nilai 2000 W/m^2 dan massa air semakin besar yaitu 600 gram. Efisiensi yang didapatkan sebesar 33,038 %.

5.2 Saran

Adapun saran untuk pengembangan penelitian solar kolektor parabolik berikutnya adalah:

1. Diameter dari parabola bisa diperbesar sekitar 150 cm, kedalama parabola diperkecil, titik fokus yang didapatkan pun akan lebih besar dan posisi tabung receiver lebih tinggi. Sehingga proses pemantulan yang mengenai tabung receiver lebih baik, dan menghasilkan suhu yang lebih panas.
2. Pengujian dengan posisi parabola seperti diaturnya kemiringan pada parabola.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Susanto, Rudi. 2009. *Studi Pengumpulan Cahaya Oleh Kolektor Surya Berbentuk Parabola Untuk Hybrid Solar Lighting(HBL).* Surakarta

[2] Idawati Supu, Baso Usman, Selviani Basri, Sunarmi. 2016. *Pengaruh Suhu Terhadap Perpindahan Panas Pada Material Yang Berbeda.* Universitas Cokroaminoto Palopo

[3] Lohat, San. 2018. *Perpindahan Kalor Secara Radiasi.* Nusa Tenggara Timur

[4] Yuwaf, Salmi. 2018. *Solar Kolektor Parabola.* POLBAN

[5] Maryanto. 2009. *Studi Eksperimental Pengaruh Cover Kaca Pada Unjuk Kerja Kompor Matahari Tipe Parabola Plat Stainless Steel.* Skripsi Jurusan Teknik Mesin UNS Surakarta

[6] Ambarita, Himsar. 2012. *Perpindahan Panas Konduksi dan Penyelesaian Analitik dan Numerik*. Medan: Departemen Teknik Mesin FT USU

[7] Haris. "*Alat Uji"*. 11 Oktober 2018. https://www.alatuji.com/article

[8] Ardika Oki Pratama Suwito, Sudjud Darsopuspito. 2013. *Analisa Performa Kolektor Surya Tipe Parabolic Trough Sebagai Pengganti Sumber Pemanas Pada Generator Sistem Pendingin Difusi Absorpsi.* ITS: Teknik Mesin

[9] Ahmad,Senoadi. (2015,Maret). Pemanfaatan Panas Energi Matahari (Solar Termal)[online].Available:www.energi-ku.com/2015/03/pemanfaatan-panas-sinar-matahari-solar.html

[10] Ananto,Bayu,"Simulasi Perambatan Cahaya pada Serat Optik," Universitas Diponegoro, Semarang, pp.1-3, 2011.

[11] Jorge Alexander Alarcón, Jairo Eduardo Hortúa, Andrea López G3.5 Mei 2013," *Design and construction of a solar collector parabolic dish forrural zones in Colombia* ,"Tenccienci