

KAJI EKSPERIMENTAL SOLAR CHIMNEY POWER PLANT (SCPP) DENGAN CONCENTRATING LENS YANG DISUSUN DENGAN POLA ZIGZAG

Erico Dandi^[1], Iwan Kurniawan^[2]

Laboratorium Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Riau,

^[1]erico.dandi5963@student.unri.ac.id, ^[2]iwan.kurniawan@lecturer.unri.ac.id

Chimney Solar Power Plant (SCPP) is part of a form of solar thermal collector technology. SCPP has the working principle of absorbing solar thermal energy using a glass collector, then converting the hot air that flows into electrical energy through a turbine. Converging lenses can increase the output power. The function of the focusing lens can increase the intensity of light that will be received by the receiver so that the light beam received is greater than without a converging lens. This tool consists of 4 main components, namely: cover, collector, buffer and condensing lens. The support is made of reinforcing steel which is formed into a circle. The collector is made of concrete and painted black to absorb more heat and is circled. The collector is installed under the support and then a cover made of clear plastic is attached. At the top of the collector, a concentrate lens is installed. This study aims to determine the temperature increase that occurs in the solar collector using a concentrated lens and to determine the potential of the solar collector using a concentrated lens and without using a concentrated lens. The results of tests carried out on solar collectors show that solar collectors built without concentrating lenses can increase the air temperature and also increase the incoming air flow. The addition of a concentrated lens with a zigzag pattern gives the effect of increasing the temperature on the solar collector. So that through solar radiation, concentrated lenses can also improve the performance of solar collectors. The average wind power generated by a system without a concentration lens is 0.5W, with 21 concentrating lenses at 1.38W, and with 36 concentrating lenses at 1.56W.

Keywords: SCPP, zigzag, concentrating lens, radiation, collector

1. Pendahuluan

Dalam satu dekade terakhir, pengembangan dan pemanfaatan *modern renewable energy* (Energi Baru Terbarukan) semakin gencar dilakukan. Setiap negara di dunia berpacu dalam mengembangkan potensi energi terbarukan masing-masing yang mereka miliki. Hal tersebut disebabkan karena energi terbarukan memang menjanjikan ketersediaan energi yang kontinu serta ramah lingkungan. Kelebihan ini tentunya membuat energi terbarukan lebih unggul dibandingkan energi berbahan bakar fosil, yang suatu saat akan habis simpanannya di alam, serta pengolahannya yang menghasilkan emisi dalam jumlah besar[1].

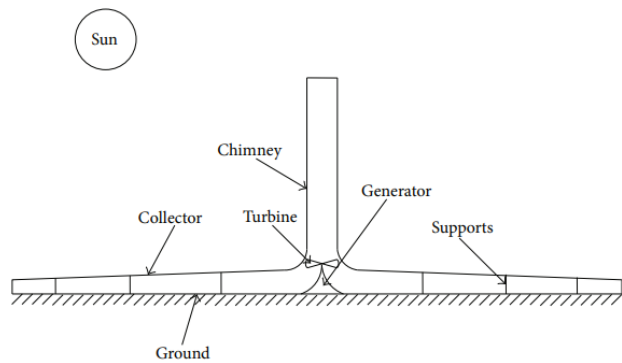
Salah satu sumber energi terbarukan yang perkembangannya cukup pesat di dunia termasuk Indonesia adalah energi surya (*solar power*). Indonesia terletak pada daerah tropis. Seluruh wilayah Indonesia mendapatkan rata-rata intensitas cahaya matahari yang cukup tinggi sepanjang tahun. Indonesia tercatat memiliki potensi energi surya sebesar 207.898 MW (4,80 kWh/m²/hari). Potensi ini perlu dimanfaatkan dengan baik dengan percepatan pembangunan pembangkit listrik tenaga surya di berbagai daerah yang berpotensi di seluruh kawasan Indonesia[1].

Solar chimney power plant (SCPP) merupakan bagian dari bentuk teknologi *solar thermal collector*. SCPP memiliki prinsip kerja yaitu menyerap energi panas matahari menggunakan kaca *collector*, lalu menkonversi udara panas yang mengalir ke energi listrik melalui turbin. Prototipe SCPP pertama kali dibangun di Manzanares, Spanyol pada tahun 1981, investasi

gabungan antara Pemerintah Jerman dan keperluan Spanyol. SCPP ini memiliki tinggi cerobong (*chimney*) 194,8 m dan berdiameter 10 m, serta *collector zone* dengan diameter 244 meter. Prototip tersebut menghembuskan fluida dengan laju aliran 15 m/s dan total *output* mencapai 50KW[2]. Penelitian dan pengembangan teknologi SCPP terus dilakukan hingga saat ini[3].

Pada penelitian yang dilakukan oleh Mehrdad Ghalamchi, et al (2016), tentang Studi Eksperimen: *An Experimental Study On The Thermal Performance Of A Solar Chimney With Different Dimensional Parameters*, tentang mengoptimalkan SCPP dengan dimensi yang berbeda. Model dibuat dengan tinggi chimney 3 m dan diameter kolektor 3 m. Pada eksperimen tersebut menunjukkan bahwa *inlet* udara masuk kolektor dari rentan 4-14cm yang terbaik adalah 6cm, dengan diameter dan tinggi chimney masing-masing adalah 10cm dan 3m. Perbedaan temperatur udara dalam kolektor dengan lingkungan mencapai 27°C dengan kecepatan udara maksimum 1,7 m/s pada chimney[3].

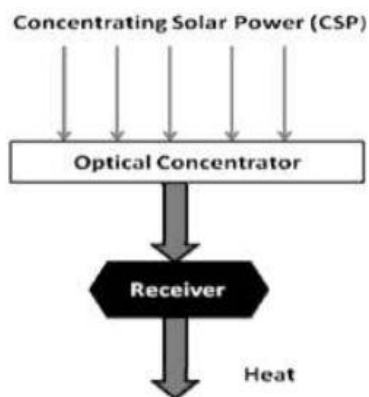
SCPP pada dasarnya memiliki tiga komponen utama yaitu: *solar collector*, *chimney*, dan pengkonversi energi berupa turbin. Energi yang diterima turbin angin kemudian dikonversi menjadi energi listrik melalui generator. Skematik dari SCPP dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. SCPP

Lensa Fresnel Sebagai *Solar Thermal Concentrator* Untuk Aplikasi *Solar Domestic (Heating and Solar Cooking)* dimana konsentrator panas matahari digunakan untuk menangkap radiasi matahari yang akan difokuskan menjadi panas untuk berbagai aplikasi [4]. Pengaruh lensa terhadap daya keluaran panel surya menemukan hasil bahwa penggunaan lensa konvergen dapat meningkatkan daya keluaran. Hal tersebut dikarenakan pada lensa konvergen dapat memusatkan atau memfokuskan intensitas cahaya yang diterima. Fungsi dari lensa pemfokus dapat meningkatkan intensitas cahaya yang akan diterima *receiver* sehingga berkas cahaya yang diterima lebih besar dibandingkan dengan tanpa lensa konvergen[5].

Pada gambar 2 memperlihatkan prinsip kerja dari *concentrating solar power*, dimana cahaya yang diterima dari CSP kemudian dibiaskan dengan fokus. Cahaya yang dibiaskan dari *concentrating lens* akan dapat memberikan perpindahan panas yang lebih baik pada fluida kerja, dan juga dapat meningkatkan flux energi pada absorber [6]. Dimana pada susunan pola zigzag memiliki tingkat perpindahan panas yang cukup baik karena memiliki jarak transversal yang lebih kecil, sehingga pemanasan pada fluida udara dan juga absorber dapat terjadi lebih merata [7].

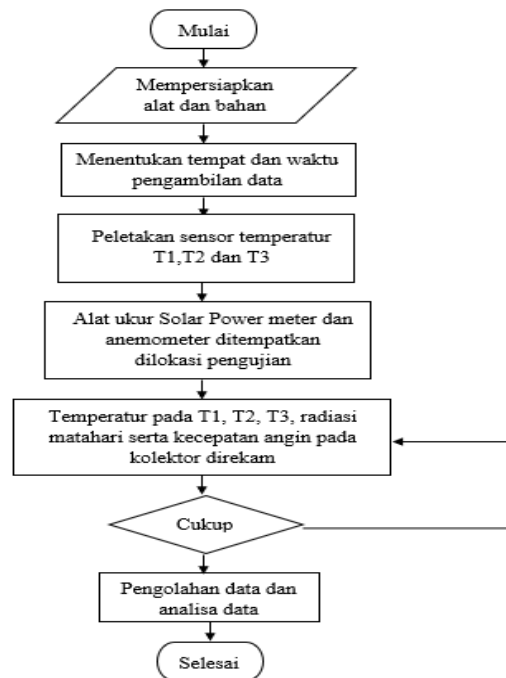


Gambar 2. Prinsip CSP

2. Metodologi

2.1 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimen (*experimental research*). Pengujian dilaksanakan dilapangan laboratorium, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Riau. Berikut diagram alir pada penelitian ini ditampilkan pada gambar 3.



Gambar 3. Diagram Alir Pengujian

2.2 Alat dan Bahan

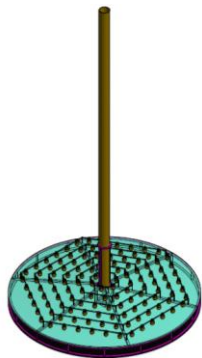
Bahan dan alat yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. Beton yang dibentuk lingkaran dan dicat hitam sebagai absorber
2. Pipa PVC 4" sebagai chimney
3. Kerangka besi sebagai penyangga
4. Lampu bohlam sebagai pemfokus cahaya
5. Digital Thermometer merupakan alat ukur yang digunakan untuk mengukur temperatur.
6. Anemometer merupakan alat ukur yang digunakan untuk mengukur kecepatan udara.
7. Solar Power Meter merupakan alat ukur yang digunakan untuk mengukur intensitas matahari.

2.3 Konsep Desain

Pada penelitian yang dilakukan Mehrdad Galamchi (2016), dijelaskan bahwa dalam perancangan SCPP tidak ada hubungan yg komprehensif untuk tiap parameternya [3]. Pada perancangan alat ini tinggi chimney dan luas kolektor mengacu pada SCPP di Manzaret Spanyol yang skalanya diperkecil. Gambar 4 adalah gambar konsep dari perancangan alat yang akan di pakai

dan bagaimana sistem pembangkit listrik ini bekerja.



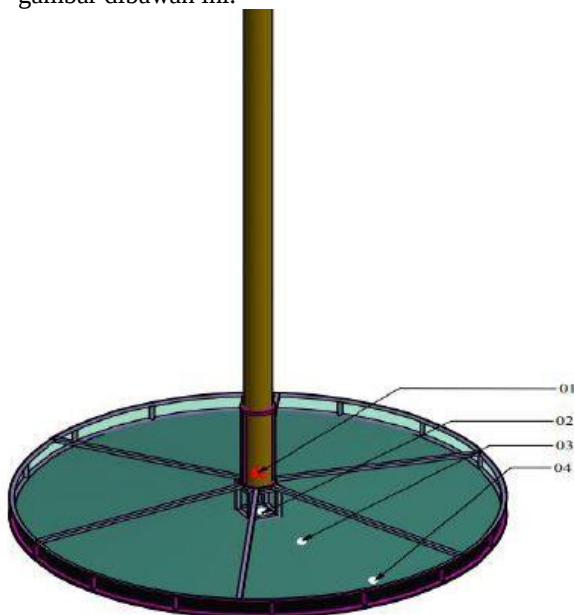
Gambar 4. Desain Alat

Diameter absorber yang digunakan dalam penelitian ini adalah 2m dan dicat berwarna hitam agar emisivitasnya mendekati sempurna.

Desain alat dimensi sebagai berikut :

Tinggi Chimney : 3,2 m
Diameter Chimney : 4 in, $A = \pi r^2 = 0,0081 \text{ m}^2$
Diameter kolektor : 2 m, $A = \pi r^2 = 3,14 \text{ m}^2$
Luas cover plastik : $A = \pi r^2 = 3,14 \text{ m}^2$
Sudut kemiringan kolektor : 6°

Peletakan sensor pengujian diperlihatkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 5. Posisi Peletakan Sensor

Pengambilan data pada SCPP akan dilaksanakan dengan langkah sebagai berikut :

1. Meletakkan alat ukur anemometer pada bagian bawah *chimney* diatas kolektor.
2. Meletakkan sensor temperatur T3 pada posisi dibawah *chimney*.
3. Meletakkan sensor temperatur T2 pada posisi dibawah *concentrating lens*.
4. Meletakkan sensor temperatur T1 pada posisi dibawah kolektor surya.

5. Setelah temperatur diletakkan pada posisinya masing-masing, selanjutnya melakukan pengambilan data.

2.4 Parameter Pengolahan Data Solar Chimney Power Plant

Berikut adalah parameter- parameter dari perhitungan pada *solar chimney power plant* :

1. Nilai kerapatan udara (ρ)

Nilai kerapatan udara dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut [8] :

$$\rho = PRT \quad (1)$$

Keterangan :

P = Tekanan (Pa)

R = Konstanta gas untuk udara ($\text{J/kg}^\circ\text{K}$)

T = Suhu masuk kolektor ($^\circ\text{K}$)

2. Laju aliran massa udara

Laju aliran massa udara dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut [8] :

$$\dot{m} = \rho \times A \times v \quad (2)$$

Keterangan :

$\dot{m}$ = Laju aliran massa (kg/s)

ρ = Massa jenis udara (kg/m^3)

v = Kecepatan aliran fluida (m/s)

A = Luas penampang (m^2)

3. Energi panas yang dihasilkan dari kolektor

Energi panas yang dihasilkan dari kolektor dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut [8] :

$$Q_u = \dot{m} \times C_p \times \Delta T \quad (3)$$

Keterangan :

Q_u = Energi panas dari kolektor yang dapat dimanfaatkan (W)

$\dot{m}$ = Massa laju aliran fluida yang masuk ke kolektor (kg/s)

C_p = *Specific heat capacity* (J/(kg.K))

ΔT = Selisih antara temperatur udara yang masuk dan keluar kolektor ($^\circ\text{C}$)

4. Energi panas yang diterima kolektor

Energi panas yang diterima kolektor dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut [9] :

$$Q_{in} = \epsilon \times H \times A_{kol} \quad (4)$$

Keterangan :

Q_{in} = Energi panas yang diterima kolektor (W)

ϵ = Emisivitas

H = Intensitas radiasi matahari yang diterima saat pengujian (W/m^2)

A_{kol} = Luas permukaan kolektor (m^2)

5. Efisiensi Kolektor surya

Efisiensi Kolektor surya dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut [11] :

$$\eta = Q_u / Q_{in} \times 100 \% \quad (5)$$

Keterangan :

η = Efisiensi kolektor surya

Q_u = Energi panas dari kolektor yang dapat dimanfaatkan (J)

Q_{in} = Energi panas yang diterima kolektor

3. Hasil dan Pembahasan

Pengujian SCPP dilakukan setiap 30 menit dari pukul 08.00-15.00 waktu setempat. Pengujian dilakukan pada kolektor yang tanpa *concentrating lens* dan dengan *concentrating lens* berjumlah 21 dan 36. Parameter-parameter yang dibutuhkan yaitu temperatur, radiasi dan laju aliran udara.

Tabel 1. Data Pengujian Tanpa *Concentrating Lens*

Jam	Radiasi (w/m ²)	T1 (°C)	T2 (°C)	T3 (°C)	V1 (m/s)	V2 (m/s)
8:00	274	32.5	32	31.9	0.06	0.08
8:30	369	33	32.8	32	0.12	0.16
9:00	430	34	34.6	32.8	0.25	0.28
9:30	489	34.5	35.3	33.4	0.33	0.46
10:00	567	35	36	34	0.35	0.6
10:30	602	36	36.5	34.5	0.43	0.62
11:00	650	37	37.6	35.4	0.56	0.65
11:30	803	38.1	38.4	36	0.62	0.71
12:00	918	39	39.5	36.8	0.67	0.78
12:30	972	39.5	40.3	37.5	0.63	0.76
13:00	1008	40.2	41.4	38.7	0.68	0.78
13:30	995	39.9	41	38	0.75	0.95
14:00	905	39.3	40.7	37.2	0.82	1.05
14:30	860	38.7	40	36.8	0.75	0.98
15:00	786	37	39.5	35.8	0.65	0.89

Tabel 2. Data Pengujian Dengan 21 *Concentrating Lens*

Jam	Radiasi (w/m ²)	T1 (°C)	T2 (°C)	T3 (°C)	V1 (m/s)	V2 (m/s)
8:00	288	33	34.8	32.7	0.22	0.43
8:30	419	34.9	36.2	34.4	0.27	0.62
9:00	459	37.5	38.1	37.1	0.28	0.71
9:30	528	39.2	40.1	36.2	0.42	0.74
10:00	579	39.5	40.7	38.4	0.44	0.79
10:30	661	40.6	41.6	39.4	0.39	0.88
11:00	643	39.9	42.4	39.1	0.61	1.04
11:30	812	41.9	42.8	39.8	0.63	1.08
12:00	984	42.7	44.1	41.2	0.68	1.17
12:30	1002	43.4	45.2	41.4	0.41	1.18
13:00	1013	45.2	47.7	43.6	0.57	1.32
13:30	1052	46.8	49.3	44.7	0.45	1.37
14:00	980	46.1	48.8	44.3	0.54	1.17
14:30	932	45.7	47.9	42.8	0.78	1.24
15:00	884	44.9	47.3	43.6	0.37	1.14

Tabel 3. Data Pengujian Dengan 36 *Concentrating Lens*

Jam	Radiasi (w/m ²)	T1 (°C)	T2 (°C)	T3 (°C)	V1 (m/s)	V2 (m/s)
8:00	233	33.8	33.4	32.7	0.11	0.34
8:30	384	34.6	34.2	33.9	0.23	0.48
9:00	526	36.2	36.1	35.3	0.38	0.86
9:30	645	37.8	37.9	36.3	0.33	0.93
10:00	744	38.9	39.8	37.7	0.31	0.98
10:30	772	40.8	42.1	38.7	0.42	0.94
11:00	912	42.2	44.2	40.2	0.4	1.09
11:30	997	44.1	45.8	43.2	0.49	1.17
12:00	1011	46.6	48.1	45.3	0.77	1.24
12:30	1042	47.5	49.6	44.6	0.81	1.41
13:00	1039	49.1	50.6	47.4	0.89	1.22
13:30	1044	51.3	52	49.1	0.91	1.39
14:00	1012	49.7	51.4	47.2	0.79	1.27
14:30	971	48.9	50.9	46.3	0.83	1.14
15:00	885	47.7	49.7	46.4	0.37	1.08

Setelah data pengujian diperoleh, kemudian dilakukan pengolahan data untuk mendapatkan nilai efisiensi dan potensi daya angin yang dihasilkan.

Tabel 4. Data Hasil Perhitungan Tanpa *Concentrating Lens*

Pukul	Cp (J/kg.K)	ρ (kg/m ³)	$\dot{m}$ (kg/s)	Qu W	I.Akol W	η %	P _{ud} W
08.00	1007	1.15544	0.00075	0.45238	860.36	0.05258	0.000619193
08.30	1007	1.15355	0.00150	1.50547	1158.66	0.12993	0.004945452
09.00	1007	1.14980	0.00261	3.15119	1350.2	0.23339	0.026418197
09.30	1007	1.14793	0.00428	4.73782	1535.46	0.30856	0.116948816
10.00	1007	1.14606	0.00557	5.60885	1780.38	0.31504	0.259101835
10.30	1007	1.14235	0.00574	8.66559	1890.28	0.45843	0.284960093
11.00	1007	1.13867	0.00600	9.65929	2041	0.47326	0.327299868
11.30	1007	1.13464	0.00653	13.79911	2521.42	0.54728	0.425052417
12.00	1007	1.13137	0.00715	15.83566	2882.52	0.54937	0.561948697
12.30	1007	1.12956	0.00769	15.47864	3052.08	0.50715	0.70073739
13.00	1007	1.12703	0.00931	14.06511	3165.12	0.44438	1.251832483
13.30	1007	1.12812	0.00895	17.13356	3124.3	0.54840	1.111322529
14.00	1007	1.13028	0.00861	18.19905	2841.7	0.64043	0.982605139
14.30	1007	1.13246	0.00816	15.61998	2700.4	0.57843	0.835604312
15.00	1007	1.13867	0.00784	9.47353	2468.04	0.38385	0.731918185

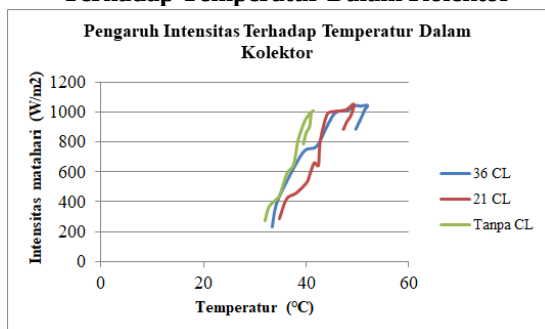
Tabel 5. Data Hasil Perhitungan Dengan 21
Concentrating Lens

Pukul	Cp (J/kg.K)	ρ (kg/m ³)	$\dot{m}$ (kg/s)	Qu W	I.Akol W	η %	P _{ud} W
08.00	1007	1.15355	0.00402	1.21379	904.32	0.13422	0.095995615
08.30	1007	1.14643	0.00576	2.89885	1315.66	0.22033	0.285978138
09.00	1007	1.13684	0.00654	2.63348	1441.26	0.18272	0.425873774
09.30	1007	1.13064	0.00678	20.47357	1657.92	1.23490	0.479545384
10.00	1007	1.12956	0.00723	8.00651	1818.06	0.44039	0.582906243
10.30	1007	1.12560	0.00802	9.69530	2075.54	0.46712	0.802859253
11.00	1007	1.12812	0.00950	7.65581	2019.02	0.37918	1.328195209
11.30	1007	1.12095	0.00981	20.73691	2549.68	0.81331	1.477971503
12.00	1007	1.11811	0.01060	16.00575	3089.76	0.51803	1.874348996
12.30	1007	1.11564	0.01066	21.47579	3146.28	0.68258	1.918567139
13.00	1007	1.10933	0.01186	19.11029	3180.82	0.60080	2.67047842
13.30	1007	1.10378	0.01225	25.90210	3303.28	0.78413	2.970644597
14.00	1007	1.10620	0.01048	19.00225	3077.2	0.61752	1.854377869
14.30	1007	1.10758	0.01112	32.48712	2926.48	1.11011	2.210296045
15.00	1007	1.11037	0.01025	13.42243	2775.76	0.48356	1.721834798

Tabel 6. Data Hasil Perhitungan Dengan 36
Concentrating Lens

Pukul	Cp (J/kg.K)	ρ (kg/m ³)	$\dot{m}$ (kg/s)	Qu W	I.Akol W	η %	P _{ud} W
08.00	1007	1.15055	0.00317	3.50986	731.62	0.47974	0.047331345
08.30	1007	1.14755	0.00446	3.14504	1205.76	0.26083	0.13283265
09.00	1007	1.14161	0.00795	7.20734	1651.64	0.43637	0.760017029
09.30	1007	1.13574	0.00856	12.92310	2025.3	0.63808	0.956170389
10.00	1007	1.13173	0.00898	10.85589	2336.16	0.46469	1.114885602
10.30	1007	1.12488	0.00856	18.11206	2424.08	0.74717	0.977908174
11.00	1007	1.11988	0.00989	19.91333	2863.68	0.69538	1.51796144
11.30	1007	1.11317	0.01055	9.56105	3130.58	0.30541	1.866073724
12.00	1007	1.10447	0.01109	14.52218	3174.54	0.45746	2.204071807
12.30	1007	1.10136	0.01258	36.73353	3271.88	1.12270	3.231444927
13.00	1007	1.09589	0.01083	18.53923	3262.46	0.56826	2.082841498
13.30	1007	1.08846	0.01225	27.14964	3278.16	0.82820	3.059601792
14.00	1007	1.09386	0.01125	28.32816	3177.68	0.89147	2.345198739
14.30	1007	1.09657	0.01013	26.51128	3048.94	0.86952	1.700438901
15.00	1007	1.10068	0.00963	12.60497	2778.9	0.45360	1.451241741

3.1 Pengaruh Intensitas Radiasi Matahari Terhadap Temperatur Dalam Kolektor

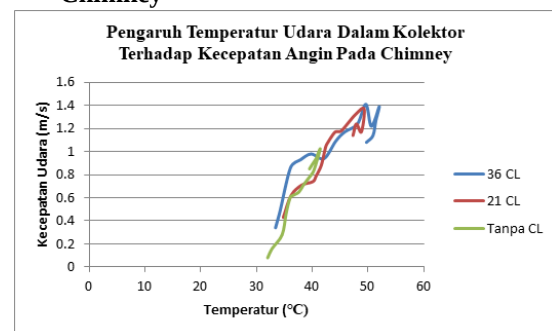


Gambar 6. Pengaruh Intensitas Radiasi Matahari Terhadap Temperatur Dalam Kolektor

Dari grafik pada Gambar 6 dapat diamati bahwa intensitas matahari mempengaruhi perubahan temperatur udara didalam kolektor SCPP. SCPP yang dibangun tanpa *concentrating lens* pada saat radiasi minimum sebesar 274 W/m² memiliki temperatur sebesar 32°C dan pada saat radiasi maksimum sebesar 1008 W/m² memiliki temperatur sebesar 41,4 °C. SCPP yang dibangun dengan 21 *concentrating lens* pada saat radiasi

minimum sebesar 288 W/m² memiliki temperatur sebesar 34,8°C dan pada saat radiasi maksimum sebesar 1052 W/m² memiliki temperatur sebesar 49,3 °C. SCPP yang dibangun dengan 36 *concentrating lens* pada saat radiasi minimum sebesar 233 W/m² memiliki temperatur sebesar 33,4°C dan pada saat radiasi maksimum sebesar 1044 W/m² memiliki temperatur sebesar 52 °C. Dengan adanya penambahan *concentrating lens* yang disusun zigzag sehingga intensitas matahari yang diterima kolektor lebih besar sehingga semakin besar perpindahan panas yang terjadi didalam kolektor untuk meningkatkan temperatur udara.

3.2 Pengaruh Temperatur Udara Dalam Kolektor Terhadap Kecepatan Angin Chimney



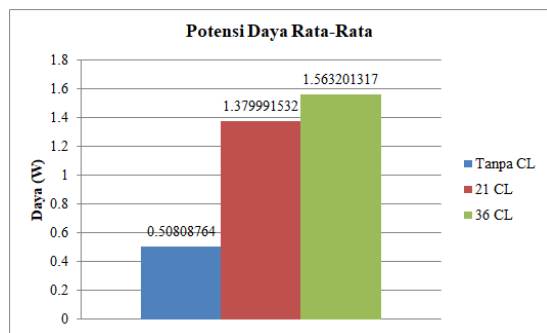
Gambar 7. Pengaruh Temperatur Udara Dalam Kolektor Terhadap Kecepatan Angin Chimney

Dari grafik pada Gambar 7 dapat diamati bahwa kecepatan udara yang terjadi didalam chimney dipengaruhi oleh besarnya temperatur udara didalam kolektor SCPP. Semakin tinggi perbedaan temperatur didalam kolektor dengan temperatur lingkungan maka akan mempercepat pula laju aliran udara yang menuju chimney. Aliran fluida udara dari kolektor menuju chimney ini mengalami perpindahan panas secara konveksi. Karena adanya perbedaan kerapatan dan suhu dari bertemperatur tinggi ke bertemperatur rendah sehingga terjadilah aliran fluida. Sehingga dapat dikatakan semakin tinggi temperatur dalam kolektor maka kecepatan udaranya pun akan meningkat. Hal ini dikarenakan ketika kolektor menyerap lebih banyak radiasi matahari, maka suhu pada kolektor akan semakin besar, sehingga mengakibatkan aliran fluida yang mengalir akan semakin cepat.

3.3 Pengaruh Kecepatan Angin Masuk Chimney Terhadap Potensi Daya Angin Yang Dihasilkan



Gambar 8. Pengaruh Kecepatan Angin Terhadap Potensi Daya Angin Pada Chimney



Gambar 9. Potensi Daya Rata-Rata

Dari grafik pada Gambar 9 dapat diamati bahwa kecepatan angin mempengaruhi potensi udara yang akan digunakan untuk memutar turbin. Daya angin yang dihasilkan sistem tanpa *concentrating lens* rata-rata 0,5W, dengan 21 *concentrating lens* sebesar 1,38W, dan dengan 36 *concentrating lens* 1,56W. Potensi daya angin dipengaruhi oleh besarnya luas penampang, massa jenis udara, dan juga kecepatan udara. Udara yang mengalami perpindahan panas didalam kolektor mengakibatkan massa jenisnya menjadi semakin rendah dan kecepatannya semakin tinggi, sehingga potensi daya angin yang dihasilkan pun semakin besar. Penambahan *concentrating lens* menunjukkan semakin besar kecepatan angin yang dihasilkan dibandingkan dengan tanpa menggunakan *concentrating lens*, sehingga potensi daya yang dihasilkan pun semakin besar.

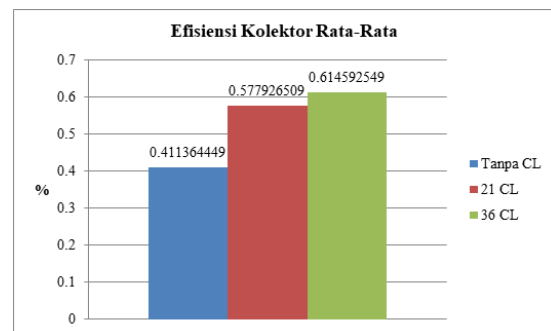
Tabel 1. Hasil Pengujian Penelitian Mehrdad Galamchi[3]

H_{kolektor} (cm)	T_{maksimum} (°C)	V_{maksimum} (m/s)
4	43.43	0.91
6	56.01	1.55
10	50.85	1.32
14	49.48	1.08

Mehrdad Galamchi (2016) yang melakukan pengujian untuk menentukan tinggi kolektor yang baik untuk SCPP mendapatkan hasil untuk tinggi chimney 6cm menghasilkan temperatur maksimum sebesar 56,01°C dan kecepatan angin sebesar 1,55m/s. Sedangkan pada pengujian yang peneliti lakukan diperoleh kecepatan maksimum sebesar 1,41 m/s yaitu pada temperatur udara dalam kolektor 49,6°C [3].

4.4.4 Efisiensi Kolektor

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat diketahui bahwa hasil analisis efisiensi kolektor dari kolektor surya dalam penelitian ini dipengaruhi oleh besarnya intensitas radiasi matahari yang diterima kolektor, gradien atau perbedaan temperatur antara masukan dan keluaran kolektor, kecepatan udara yang dihasilkan kolektor, dan luas kolektor. Dimana untuk memperoleh nilai efisiensi yang tinggi, maka energi yang dilepaskan oleh kolektor dimaksimalkan untuk memanaskan udara yang terperangkap didalam kolektor.



Gambar 10. Efisiensi Kolektor Rata-Rata

Dari gambar 10 tentang efisiensi kolektor, dapat diamati bahwa penggunaan *concentrating lens* memberi perbedaan berupa peningkatan efisiensi. Penggunaan *concentrating lens* mengakibatkan peningkatan temperatur dalam kolektor dan juga mempercepat pemanasan udara yang ada dalam kolektor sehingga meningkatkan kecepatan udara. Dimana temperatur dan juga kecepatan udara merupakan parameter yang mempengaruhi efisiensi dari kolektor chimney.

4. Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang didapatkan setelah melakukan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Hasil pengujian yang dilakukan pada kolektor surya menunjukkan bahwa kolektor surya yang dibangun tanpa *concentrating lens* dapat meningkatkan temperatur udara dan juga meningkatkan aliran udara yang masuk kedalamnya.

2. Hasil pengujian penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa penambahan

concentrating lens dengan pola zigzag memberikan dampak berupa peningkatan temperatur udara didalam kolektor surya dan mengakibatkan aliran udara menjadi semakin cepat. Sehingga melalui radiasi sinar matahari, Concentrating Lens juga dapat meningkatkan kinerja dari kolektor surya.

3. Hasil perhitungan pengolahan data menunjukkan Daya angin yang dihasilkan sistem tanpa concentrating lens rata-rata 0,5W, dengan 21 concentrating lens sebesar 1,38W, dan dengan 36 concentrating lens 1,56W.

5. Daftar Pustaka

- [1] Surhayati, Tim. 2019. *Outlook Energi Indonesia*. Dewan Energi Nasional
- [2] Haaf, W, Tim. 2007. *Solar Chimneys Part I: Principle And Construction Of The Pilot Plant In Manzanares*. *International Journal Of Solar Energy* 2:1, 3-20
- [3] Ghalamchi, Mehrdad, Alibakshs Kasaeian, Mehran Ghalamchi, Alireza, H.M. 2016. An Experimental Study On The Thermal Performance Of A Solar Chimney With Different Dimensional Parameters. *Renewable Energy* 91 (2016) 477-483
- [4] Asrori, Sudjito Soeparman, Slamet Wahyudi, & Denny Widhiyanuriyawan. 2015. Potensi Lensa Fresnel sebagai *Solar Thermal Concentrator* untuk *Aplikasi Solar Domestic (Heating and Solar Cooking)*. Institut Teknologi Nasional Malang. ISSN: 2407 – 7534.
- [5] Mukmin, Amrul, Parjiman, & Muhamad Rif'an. 2016. Pengaruh Penggunaan Lensa Divergen Serta Konvergen Terhadap Daya Keluaran Panel Surya. Pendidikan Teknik Elektro FT UNJ. ISSN 25489-178
- [6] Priyanto, B. 2014. Pemaksimalan Daya Keluaran Sel Surya Menggunakan Lensa Cembung. *Jurnal Neutrino*. Vol. 6
- [7] Oloan, Joseph L.S., I.N. Suarnadwipa, Made Ricki Murti. 2018. Analisa Performansi Pada *Unfinned Tubular Heat Exchanger Dengan Susunan Pipa Aligned Dan Staggered*. *Jurnal Ilmiah TEKNIK DESAIN MEKANIKA* Vol. 7 No. 3, Juli 2018 (217 – 220)
- [8] Chao, Fei. Liejin, Guo. Liang, Zhao. 2011. *Simulation Of A Sloped Solar Chimney Power Plant In Lanzhou*. *Energy Conversation And Management* S2 (2011) 2360-2366, Elsevier. Tatc Key Laboratory Of Multiphase Flow In Power Engineering, Xi'an Jiatong University, Xi'an, PR China.
- [9] Cengel, Y. A. (2015). *Thermodynamics: An Engineering Approach, 8th ed*. McGraw-Hill Education.
- [10] Paska, H.M.I, A. Widyaparaga, Fauzun, A. Ridwan, & R. Abdurrahman. 2020. *The Effect Of The Solar Heat Flux To The Optimized Solar Chimney Power Plant: An Experimental Study*. *Journal Of Mechanical Design an Testing* 2(1), (2020), 21-35
- [11] Wilis, Galuh Renggani & Santoso, Irfan. 2013. Variasi Sudut Kemiringan Kolektor Surya Solar Water Heater. *Jurnal SNST* . ISSN: 1979-911x.
- [12] Zhou, X, Wang, F, Ochieng, R. 2010. A Review Of Solar Chimney Power Technology. *Renewable And Sustainable Energy Reviews* 14 (2010) 2315–2338.
- [13] Ridwan, A., H. Hafizh and M.R. Fauzi. 2017. *Design And Experimental Test For Solar Chimney Power Plant: Case Study In Riau Province, Indonesia*. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering* 403 (2018) 012092