

PENGARUH VARIASI KECEPATAN UDARA TERHADAP LAJU PERPINDAHAN PANAS PADA PENDINGINAN PANEL SURYA

Muhammad Munthaha ¹⁾, Gunawan Rudi Cahyono ²⁾,
Pathur Razi Ansyah ³⁾

mhmmdmunth@gmail.com ¹⁾, gunawan.cahyono@ulm.ac.id ²⁾, pathur.razi@ulm.ac.id ³⁾

^{1, 2, 3)} Fakultas Teknik/Teknik Mesin, Universitas Lambung Mangkurat

Abstrak

Seiring berkembangnya teknologi, energi matahari mampu diubah menjadi energi listrik menggunakan panel surya (*photovoltaic*). Namun banyak permasalahan muncul sehingga mengurangi performanya, salah satunya adalah temperatur panel yang meningkat mengakibatkan efisiensinya turun, sehingga panel surya perlu dijaga temperaturnya. Beberapa metode dilakukan untuk menjaga temperatur panel salah satunya yaitu didinginkan dengan hembusan udara. Pada prosesnya terjadi perpindahan panas secara konveksi baik natural maupun paksa. Oleh karena itu perlu diketahui besar energi yang dipindahkan agar metode pendinginan dengan hembusan udara menjadi efektif. Pada penelitian ini dilakukan analisis seberapa besar pengaruh kecepatan udara terhadap laju perpindahan panas konveksi paksa dengan variasi kecepatan udara mulai dari 2 m/s - 5 m/s dengan interval kenaikan 1 m/s. Dari hasil pengujian didapat pada kecepatan udara 2 m/s temperatur berkisar 33,75 °C – 40,5 °C dengan nilai laju perpindahan panas berkisar 7,44 watt – 36,16 watt. Pada kecepatan udara 3 m/s temperatur berkisar 33,62 °C – 39,44 °C dengan nilai laju perpindahan panas berkisar 9,56 watt – 43,69 watt. Pada kecepatan udara 4 m/s temperatur berkisar 33,54 °C – 38,25 °C dengan nilai laju perpindahan panas berkisar 11,41 watt – 46,29 watt. Pada kecepatan udara 5 m/s temperatur berkisar 33,43 °C – 37,6 °C dengan nilai laju perpindahan panas berkisar 12,66 watt – 49,58 watt.

Kata Kunci : Panel Surya, Perpindahan Panas, Pendinginan, Udara.

1. PENDAHULUAN

Energi pada saat ini mempunyai peranan yang sangat penting dalam kehidupan manusia. Selama ini penyangga utama kebutuhan energi masih mengandalkan minyak bumi. Sementara itu tidak dapat dihindarkan bahwa minyak bumi semakin langka dan mahal harganya. Dengan keadaan semakin menipisnya sumber energi fosil tersebut, di dunia sekarang ini terjadi pergeseran dari penggunaan sumber energi

tak terbarui menuju sumber energi terbarui[1].

Salah satu energi terbarukan yang berpotensi di Indonesia merupakan energi surya. Energi surya atau energi matahari adalah energi yang ramah lingkungan dan tidak menghasilkan polutan [2].

Produksi energi listrik berbahan bakar fosil, telah menimbulkan dampak pemanasan global pada level yang sangat mengkhawatirkan, disertai kenaikan tarif dasar listrik yang sangat signifikan, persoalan ini perlu mendapat perhatian serius oleh

pemerintah dan pihak swasta untuk bersinergi mencari solusinya, seperti efisiensi pemakaian energi listrik pada beban, pengurangan rugi-rugi daya (*loses*) di jaringan transmisi distribusi serta pemanfaatan energi terbarukan (*Renewable energy*) di sekitar area beban, yang ramah lingkungan (*green energy*) sebagai sumber energi listrik alternatif [3].

Berdasarkan letak geografis, Indonesia berpotensi menjadikan energi matahari sebagai salah satu sumber energi terbarukan, mengingat posisi Indonesia terletak pada garis khatulistiwa [4].

Namun banyak permasalahan muncul sehingga mengurangi performanya, salah satunya adalah temperatur panel yang meningkat mengakibatkan efisiensinya turun, sehingga panel surya perlu dijaga temperaturnya. Beberapa metode dilakukan untuk menjaga temperatur panel salah satunya yaitu didinginkan dengan hembusan udara.

Dalam penelitian tentang modifikasi dari pendinginan udara natural dengan kotak pendingin untuk meningkatkan performa dari panel surya. Modifikasi yang dilakukan antara lain menggunakan plat metal tipis yang digantungkan di tengah kotak, atau sirip yang ditempelkan dibagian belakang dinding bagian dalam kotak pendingin untuk meningkatkan perpindahan panas. Hasil modifikasi menunjukkan performa lebih baik dibandingkan dengan modul yang biasa [5].

Pada prosesnya dalam penelitian [5] terjadi perpindahan panas secara konveksi. Namun sebelumnya dalam pemanasan dan pendinginan fluida yang mengalir di dalam saluran tertutup merupakan satu di antara proses-proses perpindahan panas yang penting dalam perancangan. Di dalam literatur dikenal ada tiga mekanisme perpindahan panas, yaitu: konduksi, konveksi dan radiasi. Mekanisme perpindahan panas konduksi yaitu proses perpindahan melalui medium stasioner seperti: tembaga, air atau udara. Mekanisme

perpindahan panas radiasi yaitu perpindahan oleh pancaran foton yang tak terorganisir. Perpindahan panas konveksi merupakan perpindahan energi dari benda-benda padat dan fluida yang bergerak [6].

Konveksi merupakan udara yang mengalir di atas suatu permukaan logam panas, misalnya dalam saluran baja sebuah alat pemanas udara surya, dipanasi secara konveksi. Apabila aliran udara disebabkan oleh sebuah blower, disebut dengan konveksi paksa, dan jika disebabkan oleh gradien massa jenis, maka disebut konveksi alamiah. Pada umumnya, perpindahan panas konveksi dapat dinyatakan dengan hukum pendinginan Newton [7].

Oleh karena itu perlu diketahui besar energi yang dipindahkan agar metode pendinginan dengan hembusan udara menjadi efektif. Pada penelitian ini dilakukan analisis seberapa besar pengaruh kecepatan hembusan udara terhadap laju perpindahan panas pada pendinginan panel surya.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Studi Literatur

2.1.1 Tinjauan Perpindahan Panas

Gambaran yang berkenaan dengan tiga cara perpindahan panas dalam sebuah simulator panel surya yang paling berpengaruh adalah perpindahan panas konveksi, panas mengalir secara konveksi di sepanjang kotak pendingin dan melalui plat.

Jenis Perpindahan Panas Konveksi Menurut keadaan alirannya perpindahan panas secara konveksi dikategorikan menjadi dua yaitu:

- a. Konveksi bebas yang mana aliran fluida disebabkan oleh adanya variasi massa jenis yang juga diikuti dengan adanya perbedaan temperatur dalam fluida.
- b. Konveksi paksa yang mana aliran disebabkan oleh bermacam cara yang berasal dari luar. Misalnya dari fan, pompa, ataupun tiupan angin [8].

Udara yang mengalir di atas suatu permukaan logam panas, misalnya dalam saluran baja sebuah alat pemanas udara surya, dipanasi secara konveksi.

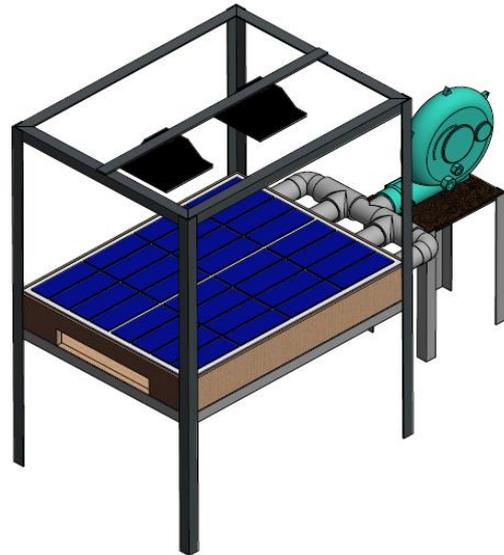
2.1.2 Panel Surya

Panel surya merupakan alat yang terdiri dari sel surya yang mengubah cahaya matahari menjadi energi listrik. Mereka disebut surya atas Matahari atau "sol" karena Matahari adalah sumber cahaya terkuat yang bisa dimanfaatkan. Panel surya sering kali disebut sel fotovoltaik.

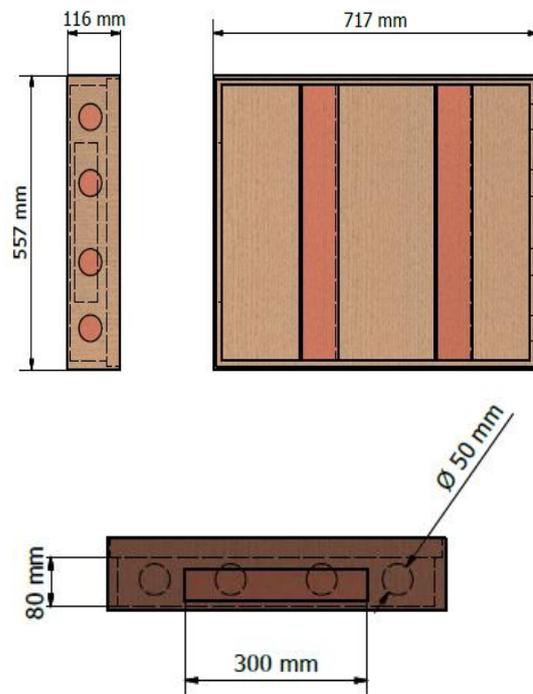
2.2 Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 1-2 April 2020. Penelitian dan pembuatan alat dilakukan di Jl. Pemajatan Rt.007 Rw.003 Kec. Gambut Kab. Banjar, Kalimantan Selatan pada ruangan tertutup. Alat dan Bahan Penelitian :

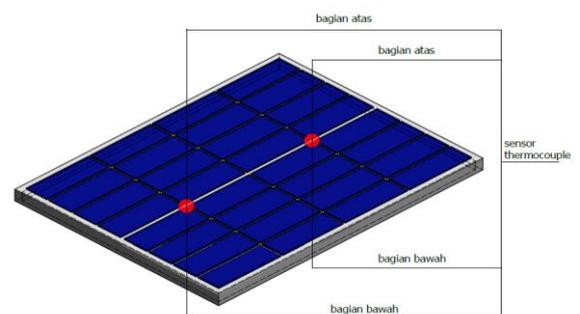
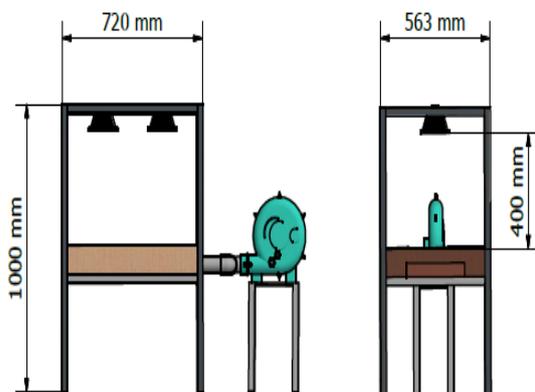
- a. Panel Surya 50 WP.
- b. Lampu Sorot dengan daya 500 Watt 2 buah.
- c. Triplek dengan ukuran 700 cm x 1125 cm dan tebal 3 mm.
- d. Paku dan bahan perekat.
- e. Kayu dengan ukuran tertentu.
- f. Pipa dengan diameter 5 cm
- g. Anemometer
- h. Sensor temperatur
- i. Laptop
- j. *Micro Controller*
- k. Luxmeter

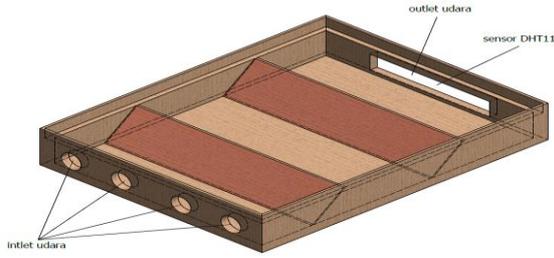


Gambar 1. Simulator Panel Surya



Gambar 2. Kotak pendingin





Gambar 3. Instalasi Penelitian

Pengujian dan Pengambilan data.

- Pengambilan data diawali dengan meletakkan panel surya pada solar simulator.
- Nyalakan solar simulator, kemudian atur kecepatan blower dengan variasi kecepatan udara sebesar 2 m/s.
- Catat perubahan Temperatur panel (T_s), temperatur udara masuk (T_∞) 5 menit selama 25 menit.
- matikan solar simulator.

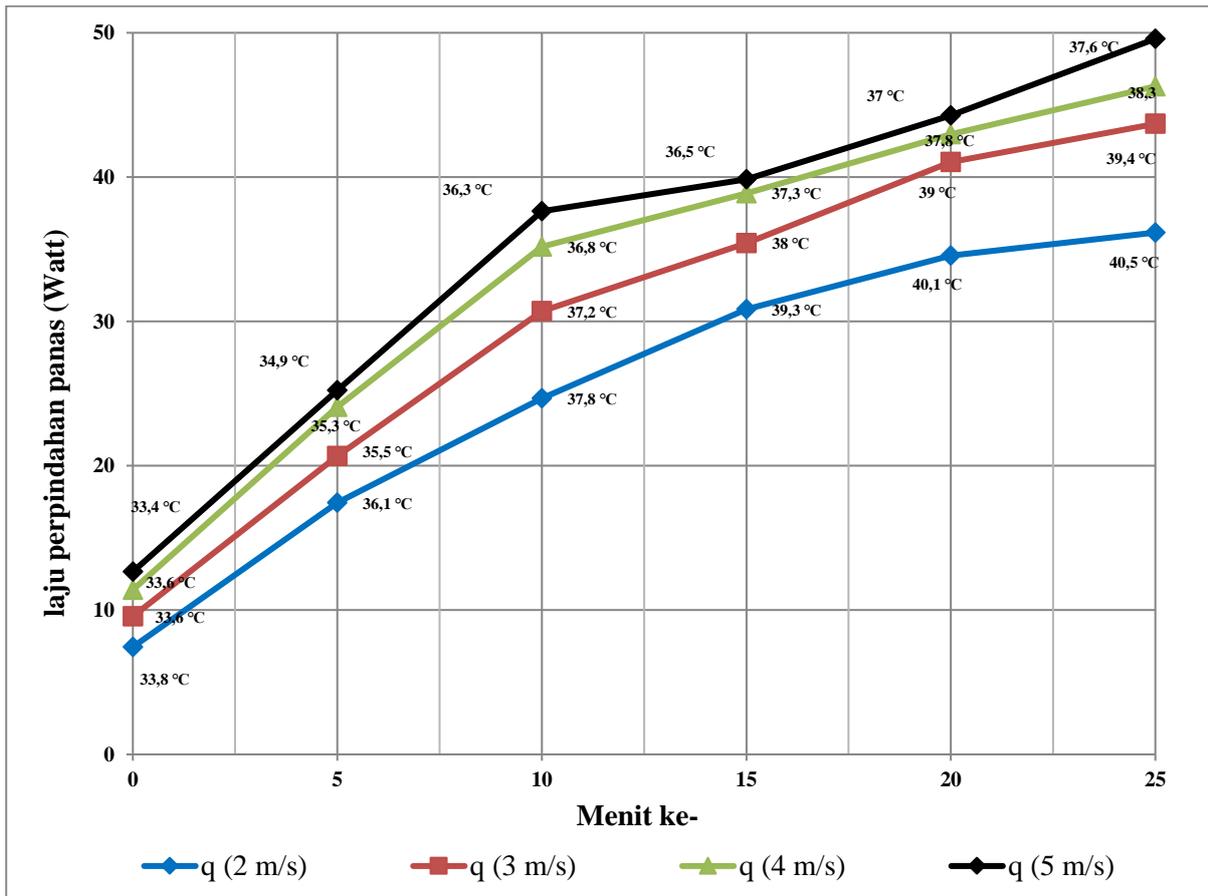
- ulangi langkah b,c dan d dengan variasi kecepatan udara mulai dari 3 m/s - 5 m/s.
Analisis perhitungan:

$$q = h A (T_s - T_\infty) \quad (1)$$

q merupakan laju perpindahan panas (Watt), h merupakan koefisien konveksi $W/(m^2.K)$, A merupakan luas permukaan m^2 , T_s merupakan temperatur dinding (K) dan T_∞ merupakan temperatur udara (K).

$$h = (Nu.k)/l \quad (2)$$

h merupakan koefisien perpindahan panas secara konveksi ($W/m^2.K$), k merupakan konduktivitas termal ($W/m.K$), l merupakan panjang lintasan bidang datar (m), Nu merupakan bilangan *nusselt*.



Gambar 4. Grafik Pengaruh perubahan kecepatan udara terhadap laju perpindahan panas

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil

Untuk menghitung laju perpindahan panas konveksi paksa, Langkah pertama mencari bilangan *reynold* [9].

Diketahui :

Temperatur udara 32 °C.

$$\rho = 1,1576 \text{ kg/m}^3$$

$$v = 2 \text{ m/s}$$

$$l = 0,7 \text{ m}$$

$$\mu = 1,8728 \times 10^{-5} \text{ Ns/m}^2$$

$$Re = (\rho \times v \times l) / \mu$$

$$Re = (1,1576 \times 2 \times 0,7) / (1,8728 \times 10^{-5})$$

$$Re = 86535,67$$

Langkah kedua mencari Bilangan *Nusselt* [9].

Diketahui :

Temperatur udara 32 °C.

$$\text{Bilangan Prandtl} = 0,7006$$

$$Nu = 0,037 Re^{0,8} Pr^{1/3}$$

$$Nu = 0,037 \times [86535,67]^{0,8} \times 0,7006^{1/3}$$

$$Nu = 292,72$$

Karena menggunakan pengarah maka jenis aliran dianggap turbulen. Langkah ketiga mencari Koefisien Konveksi [9].

Diketahui :

Temperatur udara 32 °C.

$$k = 0,026912 \text{ W/mK}$$

$$h = (Nu \cdot k) / l$$

$$h = (292,72 \times 0,026912) / 0,7 = 11,25 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

Dan terakhir yaitu mencari laju perpindahan panas konveksi

Diketahui :

$$Ts = 33,25 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_\infty = 32 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$A = 0,378 \text{ m}^2$$

$$q = h \cdot A \cdot (T_s - T_\infty)$$

$$q = 11,25 \times 0,378 \times (33,75 - 32)$$

$$q = 7,44 \text{ Watt}$$

Jadi, pada pendinginan (2 m/s) dengan nilai T_s 33,74 °C terjadi laju perpindahan panas konveksi sebesar 7,44 watt. Dengan proses yang sama, maka untuk hasil perhitungan menggunakan pendinginan 2 m/s, 3 m/s, 4 m/s dan 5 m/s dengan nilai T_s tertentu terdapat pada Tabel 1 dengan grafik Gambar 4.

Tabel 1. Data hasil perhitungan

Pengujian	Ts (°C)	T∞ (°C)	h (W/m².K)	q (Watt)
Pendinginan (2m/s)	33,75	32	11,25	7,44
	36,1	32	11,25	17,44
	37,8	32	11,25	24,67
	39,25	32	11,25	30,84
	40,13	32	11,25	34,56
Pendinginan (3m/s)	40,5	32	11,25	36,16
	33,62	32	15,62	9,56
	35,5	32	15,62	20,66
	37,2	32	15,62	30,70
	38	32	15,62	35,42
Pendinginan (4m/s)	38,95	32	15,62	41,03
	39,4	32	15,62	43,69
	33,54	32	19,59	11,41
	35,25	32	19,59	24,07
	36,75	32	19,59	35,18
Pendinginan (5m/s)	37,25	32	19,59	38,88
	37,8	32	19,59	42,96
	38,25	32	19,59	46,29
	33,43	32	23,42	12,66
	34,85	32	23,42	25,23
	36,25	32	23,42	37,63
	36,5	32	23,42	39,84
	37	32	23,42	44,27
	37,6	32	23,42	49,58

3.2 Pembahasan

Pada gambar 4. di atas dapat dilihat perbandingan laju perpindahan panas di setiap kecepatan udara yang divariasikan dalam kurun waktu 25 menit. Pada setiap kecepatan udara terjadi kenaikan nilai laju perpindahan panas. Pada menit ke-5 terjadi kenaikan nilai laju perpindahan panas mulai dari 17, 44 watt, 20,66 watt, 24,07 sampai dengan 25,23 watt.

Dan pada menit ke-25 dengan kecepatan udara antara 2 m/s dan 3 m/s mengalami kenaikan nilai laju perpindahan panas mencapai 17,24 %, pada kecepatan udara antara 2 m/s dan 4 m/s mengalami kenaikan mencapai 21,89 %, sedangkan pada

kecepatan udara antara 2 m/s dan 5 m/s mengalami kenaikan mencapai 27,07 %.

Pada kecepatan udara 2 m/s temperatur berkisar dari 33,75 °C – 40,5 °C dengan nilai laju perpindahan panas berkisar dari 7,44 watt – 36,16 watt. Pada kecepatan udara 3 m/s temperatur berkisar dari 33,62 °C – 39,44 °C dengan nilai laju perpindahan panas berkisar dari 9,56 watt – 43,69 watt. Pada kecepatan udara 4 m/s temperatur berkisar dari 33,54 °C – 38,25 °C dengan nilai laju perpindahan panas berkisar dari 11,41 watt – 46,29 watt. Pada kecepatan udara 5 m/s temperatur berkisar dari 33,43 °C – 37,6 °C dengan nilai laju perpindahan panas berkisar dari 12,66 watt – 49,58 watt.

Jika diambil sampel dengan temperatur panel (T_s) 35 °C dan temperatur udara masuk (T_∞) 32 °C. Pada pengujian menggunakan pendinginan kecepatan udara 2 m/s akan menghasilkan nilai koefisien konveksi (h) 11,25 W/(m².K) dengan nilai laju perpindahan panas 12,76 watt sedangkan pada pendinginan kecepatan 5 m/s akan menghasilkan nilai koefisien konveksi (h) 23,42 W/(m².K) sehingga akan terjadi kenaikan nilai laju perpindahan panas menjadi 26,56 watt.

Maka nilai kecepatan udara dan nilai Δt ($T_s - T_\infty$) mempengaruhi nilai laju perpindahan panas. Semakin besar nilai kecepatan udara dan nilai Δt maka nilai laju perpindahan panas juga akan semakin besar.

4. KESIMPULAN

Nilai kecepatan udara berpengaruh terhadap nilai laju perpindahan panas. Semakin besar nilai kecepatan udara, maka nilai laju perpindahan panas juga akan meningkat. Pada penelitian ini didapat, pada kenaikan kecepatan udara interval 1 m/s akan menghasilkan nilai rata-rata kenaikan laju perpindahan panas sebesar 3,23 watt.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Gede Widayana, “PEMANFAATAN ENERGI SURYA,” pp. 37–46, 1389.
- [2] S. Kalogirou, “The potential of solar industrial process heat applications,” *Appl. Energy*, vol. 76, no. 4, pp. 337–361, 2003, doi: 10.1016/S0306-2619(02)00176-9.
- [3] Safrizal, “RANCANGAN PANEL SURYA SEBAGAI SUMBER ENERGI LISTRIK Jurnal DISPROTEK,” *J. Disprotek*, vol. 8, no. 2, pp. 75–81, 2017.
- [4] I. Masya, B. Trisno, and Hasbullah, “Pemanfaatan Tenaga Surya Menggunakan Rancangan Panel Surya Berbasis Transistor 2N3055 Dan Thermoelectric Cooler,” *Electrans*, vol. 12, no. 2, pp. 89–96, 2016.
- [5] J. K. Tonui and Y. Tripanagnostopoulos, “Performance improvement of PV/T solar collectors with natural air flow operation,” *Sol. Energy*, vol. 82, no. 1, pp. 1–12, 2008, doi: 10.1016/j.solener.2007.06.004.
- [6] Jotho, “Uji eksperimental pengaruh perubahan temperatur lorong udara terhadap koefisien perpindahan panas konveksi pelat datar,” 2010.
- [7] C. . Kothandaraman, *FUNDAMENTALS OF HEAT AND MASS TRANSFER*. 2006.
- [8] A. Walujodjati, “Perpindahan Panas Konveksi Paksa,” *Maj. Ilm. Momentum*, vol. 2, no. 2, pp. 21–24, 2013.
- [9] Y. A. Changel, *Heat transfer*. 2002.
- [10] R. Ufie, “Studi Eksperimental Pengaruh Kecepatan Udara (V) terhadap Karakteristik Perpindahan Panas Konveksi Paksa Pelat Data,” *J. Teknol.*, vol. 5, no. V, 2010.