

# EVALUASI DISTRIBUSI ENERGI PADA ALAT PENGHEMAT ENERGI VERTIKAL UNTUK PENYEMPURNAAN PRODUK PATEN

M. A. Ade Saputra<sup>(1)</sup>, Muhammad Naufal Alfarros<sup>(1)</sup> dan Dendy Adanta<sup>(1\*)</sup>

<sup>(1)</sup>Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

<sup>(\*)</sup>E-mail *Corresponding Author: dendyadanta@gmail.com*

## Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi distribusi energi pada alat penghemat energi vertikal (PEV) guna menyempurnakan produk paten. Metode yang digunakan meliputi pengukuran kecepatan aliran udara, temperatur, dan entalpi pada beberapa titik menggunakan anemometer dan termometer digital. Bahan bakar yang digunakan adalah kayu bakar, dan alat diuji dengan bantuan exhaust fan untuk menarik gas hasil pembakaran. Hasil pengujian menunjukkan bahwa panas dari tungku bara api dapat dimanfaatkan untuk mengeringkan komoditi yang ditempatkan pada rak di atasnya, sehingga terjadi penghematan energi. Kecepatan rata-rata aliran udara pada tempat pembuangan adalah 610 m/s, sementara temperatur udara luar rata-rata sebesar 285°C dan temperatur pada pembuangan udara rata-rata sebesar 591.4°C. Analisis data menunjukkan bahwa nilai entalpi dari tempat pembakaran hingga pembuangan tidak teratur karena kualitas arang yang tidak konsisten. Selain itu, terdapat udara liar yang masuk melalui pintu yang kurang rapat. Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa penggunaan alat penghemat energi vertikal dapat menghemat panas dari tungku bara api dengan memanfaatkan panas tersebut untuk pengeringan komoditi lain. Namun, perlu dilakukan penyempurnaan pada desain alat untuk mengurangi udara liar yang masuk dan meningkatkan konsistensi hasil pembakaran.

**Kata Kunci :** Penghemat energi vertikal (PEV), distribusi energi, tungku bara api, efisiensi panas

## Abstract

*This research aims to evaluate energy distribution in vertical energy saving devices in order to improve patented products. The method used includes measuring air flow speed, temperature and enthalpy at several points using an anemometer and digital thermometer. The fuel used is firewood, and the tool is tested with the help of an exhaust fan to draw in combustion gases. The test results show that the heat from the coal stove can be used to dry commodities placed on the shelves above, resulting in energy savings. The average speed of air flow at the exhaust site is 610 m/s, while the average outside air temperature is 285°C and the average exhaust air temperature is 591.4°C. Data analysis shows that the enthalpy values from the kiln to the disposal are irregular due to the inconsistent quality of the charcoal. Apart from that, there is wild air coming in through doors that are not tight enough. The conclusion of this research is that the use of vertical energy saving devices can save heat from coal stoves by utilizing this heat for drying other commodities. However, improvements need to be made to the tool design to reduce stray air entering and increase the consistency of combustion results.*

**Keywords :** Vertical energy saver, energy distribution, ember furnace, thermal efficiency

## 1 PENDAHULUAN

Dengan meningkatnya taraf hidup dan penambahan penduduk yang cepat berkembang, Indonesia memerlukan teknik yang jitu untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari penduduknya. Salah satu teknik yang sangat penting untuk menunjang kegiatan ekonomi dan aktivitas manusia adalah teknik pembakaran. Kayu bakar merupakan sumber energi penting untuk memasak baik untuk rumah tangga maupun industri rumah tangga di wilayah pedesaan. Hasil studi RWEDP (*Regional Wood Energy Development Programme*) menunjukkan

bahwa pertumbuhan ekonomi di kawasan Asia Tenggara tidak menurunkan konsumsi kayu bakar penduduk bahkan cenderung meningkatkan. Meskipun kebijakan konversi gas telah menyentuh wilayah pedesaan, fakta menunjukkan bahwa penggunaan kayu bakar tetap tinggi [1].

Dari hasil penelitian sebelumnya, bahan bakar yang paling banyak digunakan adalah kayu bakar dengan persentase sebesar 82,5% dan bahan bakar yang paling sedikit digunakan adalah gas dengan persentase sebesar 7,5%. Kayu bakar menempati posisi tertinggi karena mudah didapatkan, murah, dan lebih irit, membuat sebagian besar masyarakat

menggunakan kayu bakar untuk memasak. Selain itu, mahalnya harga bahan bakar minyak tanah serta masih takutnya masyarakat menggunakan gas mengingat banyak terjadi kasus meledaknya gas yang digunakan pada saat memasak merupakan salah satu faktor yang menyebabkan masyarakat memilih menggunakan kayu bakar[2].

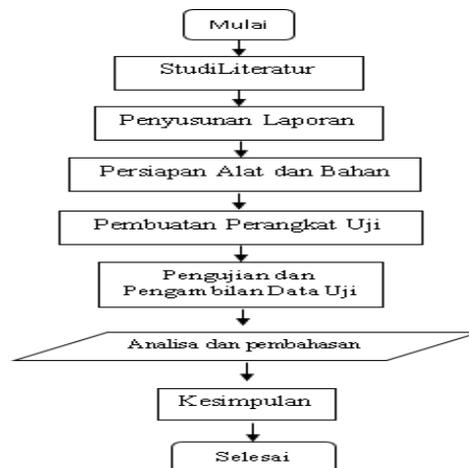
Kemplang khas Palembang adalah salah satu makanan yang diolah dengan teknik pembakaran atau pemanggangan. Permasalahan yang sering terjadi di masyarakat setempat adalah biasanya pada saat memanggang kemplang, akan menimbulkan dampak seperti gas buang dan penggunaan kayu bakar yang kurang efektif sehingga mengakibatkan waktu dan tenaga pada saat pengerjaan juga kurang efisien [3].

Penghemat energi vertikal (*vertical energy saver*) merupakan alat yang berguna untuk mengefektifkan dan mengefisienkan penggunaan panas yang berasal dari tungku pemanggang terbuka. Alat ini bekerja dengan bantuan kipas angin hisap (*induced draft fan*) yang terletak pada bagian paling atas alat. Dengan alat ini, tungku bara api diletakkan pada bagian bawah alat, sementara pada bagian paling atas terdapat sebuah *exhaust fan* yang berfungsi untuk menarik semua gas hasil pembakaran, beserta asap dan partikulat yang dihasilkan dari tungku bara api, serta membuangnya keluar ke arah yang dianggap aman. Diatas tungku bara api, terdapat dua tingkat singgang yang berguna untuk menempatkan barang-barang yang hendak dikeringkan. Panas yang digunakan untuk pengeringan ini adalah panas yang berasal dari tungku bara api, sehingga panas tersebut tidak terbuang begitu saja ke atmosfer, tetapi dimanfaatkan terlebih dahulu untuk pengeringan komoditas lain. Pada titik inilah terjadi penghematan, dimana panas dari tungku bara api tidak untuk memanggang kemplang saja, tetapi juga untuk pengeringan komoditas yang ada di atasnya. Jadi, dilakukan ekonomisasi terhadap panas yang dihasilkan dari tungku bara api[4].

Kayu bakar atau arang menghasilkan energi, dibutuhkan banyak kayu bakar atau arang untuk digunakan sebagai bahan bakar pada alat ini. Energi dari kayu bakar atau arang tersebut jika digunakan terus-menerus lama-kelamaan akan habis dan tidak bisa digunakan lagi. Dengan penggunaan kayu bakar atau arang yang lebih sedikit, akan lebih menguntungkan untuk para pedagang kemplang, untuk lebih menghasilkan kemplang panggang yang banyak dan menghemat bahan kayu bakar atau arang. Dalam penggunaan alat penghemat energi vertikal (PEV) maka perlu dilakukan evaluasi terhadap alat penghemat energi vertikal (PEV) yaitu dengan cara memakai panas dari udara buang yang telah dipakai, dimasukkan kembali kedalam bagian kompor alat tersebut sehingga terjadi efisiensi penggunaan kayu bakar [5].

## 2 METODOLOGI

Proses penelitian dilakukan sesuai tahap-tahap pada diagram alir penelitian yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

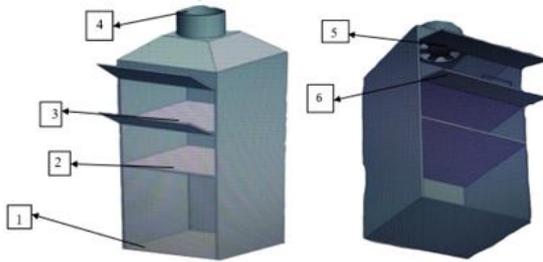
### Alat dan Bahan

Pada penelitian ini alat dan bahan yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Anemometer Digital  
Alat ini digunakan untuk menghitung debit aliran udara yang keluar dari alat penghemat energi vertikal (PEV).
2. Termometer Digital  
Alat ini digunakan untuk menghitung volume udara yang keluar dari alat penghemat energi vertikal (PEV).
3. Kayu Bakar  
Kayu bakar menjadi bahan bakar yang akan digunakan dalam pengujian.
4. Kemplang  
Sebagai bahan uji yang akan digunakan dalam pengujian.
5. Exhaust Fan  
Sebagai alat untuk menghisap udara keluar.
6. Alkan  
Sebagai cover dari alat penghemat energi vertikal (PEV).
7. Aluminium Siku  
Sebagai kerangka alat penghemat energi vertikal (PEV).
8. Baja Strip  
Sebagai kerangka alat penghemat energi vertikal (PEV).
9. Cat Menie  
Untuk melindungi besi dari karat.
10. Kayu  
Untuk tempat berdirinya alat penghemat energi vertikal(PEV).

## Perangkat Uji

Perangkat uji yang digunakan dalam penelitian ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2 Bagian-Bagian Alat

Keterangan:

1. Kompor
2. Tempat pangangan
3. Tempat pangangan lain
4. Tungku bara api
5. Exhaust fan
6. Penutup

## Studi Literatur

Pada tahapan ini, dilakukan dengan mempelajari teori dan membahas hal yang dibutuhkan untuk mengerjakan penelitian. Selain itu, juga melakukan pengambilan data melalui buku dan internet.

## Prosedur Pengujian

Prosedur pengujian dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Nyalakan alat penghemat energi vertikal (PEV). Saat alat penghemat energi vertikal (PEV) dinyalakan, maka *exhaust fan* yang terdapat pada bagian atas alat menyala.
2. Saat *exhaust fan* menyala, udara akan dihisap melalui bagian bawah alat, yaitu bagian kompor untuk pembakaran yang diisi bahan bakar kayu bakar atau arang. Suhu udara yang masuk akan naik karena suhu tinggi dari bahan bakar yang menyala.
3. Udara dengan suhu tinggi tersebut akan naik karena *exhaust fan* dan akan memanggang kemplang dan bahan lain yang berada di atasnya.
4. Kemudian, data yang didapatkan dari pengujian akan dibuat perbandingan.

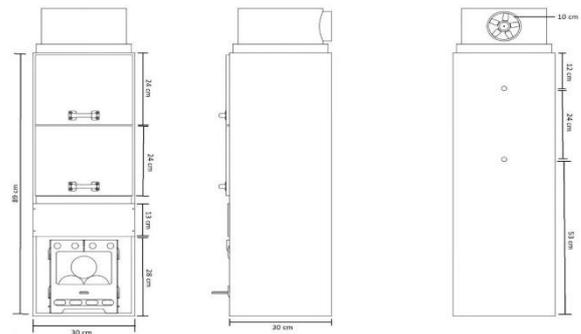
## 3 HASIL DAN PEMBAHASAN

### Data Hasil Pengujian Alat

Alat uji yang digunakan dalam penelitian ditunjukkan pada Gambar 3, 4, dan 5.



Gambar 3 Alat Penghemat Energi Vertikal (PEV)



Gambar 4 Alat Uji dalam 2D dan Ukurannya



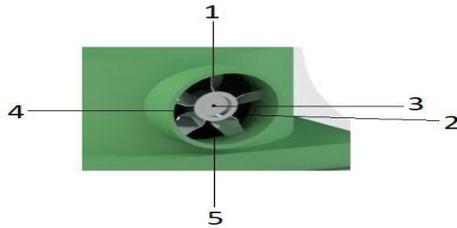
Gambar 5 Alat Uji dalam 3D

Dapat dilihat dari Gambar 4 didapat ukuran-ukuran dari alat penghemat energi vertikal. Diameter lubang kipas 10 cm, tinggi alat 89 cm, dengan lebar 30 cm, untuk mengukur suhu di titik tengah pada pintu pertama dan pintu kedua, maka dibuatlah 2 lubang pada titik tengah pintu 1 dan pintu 2 pada bagian belakang alat menggunakan paku di bagian belakang dengan tinggi lubang pertama adalah 53 cm dari permukaan alat dan jarak diantara lubang pertama dan kedua adalah 24 cm, tinggi kaca 13 cm, tinggi tungku bara api 29 cm, tinggi pada tempat pangangan pertama dan kedua adalah 24 cm.

Didapat luas permukaan lubang kipas menggunakan rumus luas lingkaran pada Persamaan 1.

$$\begin{aligned}
 A &= \pi r^2 & (1) \\
 &= 3,14 \times 5^2 \\
 &= 78,5 \text{ cm}^2
 \end{aligned}$$

Dapat dilihat dari literatur bahwa nilai massa jenis udara ( $\rho$ ) adalah  $1,2 \text{ kg/m}^3$ , dan nilai konstanta udara pada tekanan konstan ( $C_p$ ) adalah 0,24. Untuk titik perhitungan kecepatan aliran udara pada tempat pembuangan yang dilakukan pada penelitian ditunjukkan pada Gambar 6.



**Gambar 6** Titik Perhitungan Kecepatan Aliran Udara pada Tempat Pembuangan

Setelah melaksanakan pengujian, didapat data-data yang akan dianalisis dan dibahas. Pengukuran kecepatan aliran udara dilakukan menggunakan anemometer. Nilai kecepatan aliran udara pada tempat pembuangan udara ditunjukkan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Kecepatan Aliran Udara pada Tempat Pembuangan

Kecepatan Pada Pembuangan Udara ( $v_{air}$ )				
Titik 1	Titik 2	Titik 3	Titik 4	Titik 5
6,4	5,8	6,8	5,7	6,1
6,2	5,9	6,7	5,6	5,9
6,2	5,8	6,6	5,9	6,3
6,2	6,0	6,7	5,7	6,3
6,1	5,8	6,5	5,7	6,0
<b>6,22</b>	<b>5,86</b>	<b>6,66</b>	<b>5,72</b>	<b>6,12</b>
<b>Avg <math>v_{air}</math> = m/s</b>				

Dari hasil Tabel 1, nilai rata-rata kecepatan aliran udara pada 5 titik dengan nilai rata-rata sebesar 6,10 m/s. Hasil data pengukuran pada penelitian ditunjukkan pada Tabel 2 s/d 5.

**Tabel 2.** Nilai Temperatur Udara Luar

Temperatur Udara Luar
28,6°C
28,7°C
28,5°C
28,4°C
28,3°C
<b>Avg 28,5°C</b>

Dari hasil yang terdapat pada Tabel 2, perhitungan temperatur udara dilakukan 5 kali dan didapat nilai rata-rata temperatur udara sebesar  $28,5^\circ\text{C}$  ( $T_{atm}$ ).

**Tabel 3.** Temperatur Udara 10 cm di Atas Bara Api

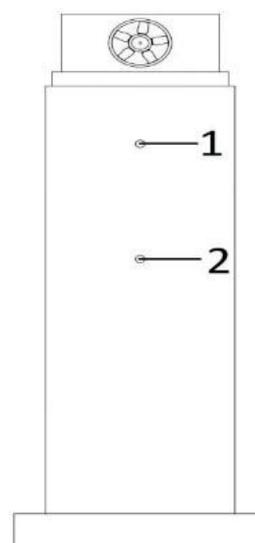
Temperatur Arang 10 cm di Atas Bara Api
53,9°C
59,3°C
78,6°C
69,5°C
82,8°C
<b>Avg 68,82°C</b>

Dari hasil yang terdapat pada Tabel 3, perhitungan temperatur udara dilakukan 5 kali dan didapat nilai rata-rata Temperatur udara sekitar dengan nilai rata-rata  $68,82^\circ\text{C}$ .

**Tabel 4.** Nilai Temperatur pada Pembuangan Udara

Temperatur Lubang Pembuangan Udara
61,2°C
56,7°C
58,4°C
59,6°C
59,8°C
<b>Avg 59,14°C</b>

Dari hasil yang terdapat pada Tabel 4, perhitungan temperatur udara dilakukan 5 kali dan didapat nilai rata-rata sebesar  $59,14^\circ\text{C}$ .



**Gambar 7** Tampak Belakang Alat yang Dilubangi 2 Titik menggunakan Paku

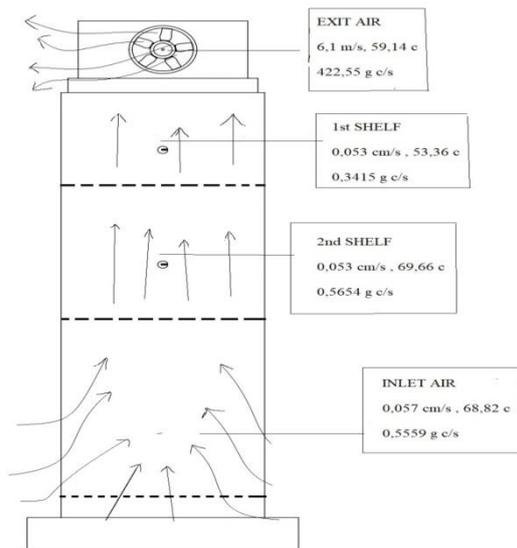
**Tabel 5.** Nilai Temperatur pada Lubang

Temperatur Lubang	
Titik 1	Titik 2
53,7°C	66,8°C
53,2°C	74,1°C
56,1°C	74,8°C
71,1°C	68,7°C
62,7°C	63,9°C
<b>Avg 53,36°C</b>	<b>Avg 69,66°C</b>

Dapat dilihat pada Gambar 7 tampak belakang pada alat penghemat energi vertikal yang telah dilubangi paku di dua titik yang berbeda, dan pada Tabel 5 perhitungan temperatur udara dilakukan 5 kali pada tiap lubang dan didapat nilai rata-rata Temperatur udara pada temperatur lubang 1 sebesar 53,36°C dan pada lubang 2 sebesar 69,66°C.

### Analisis Data dan Pembahasan

Dari data yang sudah didapat, dibuatlah Gambar 8.



**Gambar 8** Kecepatan Udara, Suhu, dan Nilai Entalpi pada Setiap Titik

Pada Gambar 8 menjelaskan bahwa:

1. Pada tempat udara masuk atau tempat pembakaran dengan nilai kecepatan aliran udara sebesar 0,057 cm/s, dengan suhu yang diukur pada 15 cm diatas bara api dengan nilai sebesar 69,66°C, dan luas lubang udara masuk yaitu sebesar 840 cm<sup>2</sup>, maka didapatkan nilai entalpi sebesar 0,5559 g°C/s.
2. Pada titik ke dua atau pada tutup ke dua dengan nilai kecepatan aliran udara sebesar 0,053 cm/s, dengan suhu yang diukur pada lubang bawah yang telah dilubangi oleh paku 27 cm diatas bara api dengan nilai sebesar 69,66°C, dan luas tutup

kedua sebesar 900 cm<sup>2</sup>, maka didapatkan nilai entalpi sebesar 0,5654 g°C/s.

3. Pada titik ke satu atau pada tutup ke satu dengan nilai kecepatan aliran udara sebesar 0,0053 cm/s, dengan suhu yang diukur pada lubang atas yang telah dilubangi oleh paku 41 cm diatas bara api dengan nilai sebesar 53,36°C, dan luas pada tutup pertama sebesar 900 cm<sup>2</sup>, maka didapatkan nilai entalpi sebesar 0,3415 g°C/s.
4. Pada lubang kipas untuk pembuangan udara dengan nilai kecepatan aliran udara rata-rata sebesar 610 cm/s, dengan suhu yang diukur pada lima titik di area pembuangan udara dengan nilai rata-rata sebesar 59,14 °C, dan luas pada lubang pembuangan udara atau lubang kipas yaitu sebesar 78,5 cm<sup>2</sup>, maka didapatkan nilai entalpi sebesar 422,55 g °C /s

### Perbedaan Prototype terhadap Prototype (Vesa-1)

Perbedaan antara *prototype* terhadap *prototype* versi (Vesa-1) dapat dilihat melalui perbandingan ukuran dan nilai entalpi antara alat lama dengan alat yang baru. Tabel perbandingan tersebut ditunjukkan pada Tabel 6 dan 7.

**Tabel 6.** Perbandingan Ukuran Alat Lama dan Alat Baru

	Perbandingan Ukuran	
	Alat Lama	Alat Baru
<b>Luas Tungku</b>	56,716 cm <sup>2</sup>	840 cm <sup>2</sup>
<b>Pintu 1<sup>st</sup> Shelf</b>	300 cm <sup>2</sup>	900 cm <sup>2</sup>
<b>Pintu 2<sup>nd</sup> Shelf</b>	300 cm <sup>2</sup>	900 cm <sup>2</sup>
<b>Exhaust Fan</b>	94,09 cm <sup>2</sup>	78,5 cm <sup>2</sup>

**Tabel 7.** Perbandingan Nilai Entalpi Alat Lama dan Alat Baru

	Perbandingan Entalpi	
	Alat Lama	Alat Baru
<b>Tungku Bara Api</b>	0,00375 g °C /s	0,5559 g °C /s
<b>Pintu 1<sup>st</sup> Shelf</b>	0,1884 g °C /s	0,5654 g °C /s
<b>Pintu 2<sup>nd</sup> Shelf</b>	0,1884 g °C /s	0,3415 g °C /s
<b>Exhaust Fan</b>	506,57 g °C /s	422,552 g °C /s

## 4 KESIMPULAN

Setelah dilakukan analisis pengujian untuk evaluasi distribusi energi pada alat penghemat energi vertikal dengan luas lubang udara masuk sebesar 840 cm<sup>2</sup>, luas tutup pertama dan tutup kedua sebesar 900 cm<sup>2</sup>, dan luas pembuangan udara sebesar 78,5 cm<sup>2</sup>, didapat kesimpulan sebagai berikut:

1. Panas yang berasal daritungku bara api dapat dimanfaatkan untuk mengeringkan komoditi

yang ada pada rak di atasnya, sehingga terjadi penghematan.

2. Data pengujian menunjukkan bahwa nilai entalpi dari tempat pembakaran sampai ke tempat pembuangan tidak teratur atau naik turun karena kualitas arang yang dibakar tidak sama antara satu dengan yang lainnya.
3. Data yang didapat tidak bisa konstan karena jumlah arang yang terbakar tidak konstan.
4. Terdapat udara masuk yang berlangsung secara liar kedalam alat penghemat energi vertikal (APEV) yang berasal dari pintu yang kurang rapat.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada seluruh Dosen Jurusan Teknik Mesin beserta jajarannya. Terimakasih kepada orang tuaserta keluarga yang selalu mendukung dan mendoakan sehingga penelitian ini dapat diselesaikan.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Dwiprabowo, “Kajian Kebijakan Kayu Bakar sebagai Sumber Energi di Pedesaan Pulau Jawa,” *J. Anal. Kebijak. Kehutan.*, Vol. 7, Pp. 1–11, Apr. 2010, Doi: 10.20886/Jakk.2010.7.1.1-11.
- [2] H. . Dkk Ashari, “The Level Of Firewood Comsumption Of Forest Communities In The Pusuk Lestari Village Batu Layar Districts West Lombok Regency,” P. 11, 2013.
- [3] D. Dasir, D. I. Asiati, E. Yuniarti, And S. Suyatno, “Penerapan Ipteks Produk Kemplang Panggang Berkalsium Di Umkm Ibu Permayanti Desa Pantai,” *Altifani Int. J. Community Engagem.*, Vol. 1, No. 1, Pp. 23–30, 2020, Doi: 10.32502/Altifani.V1i1.3007.
- [4] D. Darmawi, “Evaluasi Kualitatif Alat Penghemat Energi Vertikal Bagi Usaha Kecil Mikro Di Desa Tanjung Gelam Kabupaten Ogan Komering Ilir,” No. November, P. 4, 2020.
- [5] D. Darmawi, Q. Hadi, Ellyanie, And I. Bizzy, “Analisis Aliran Udara Alat Penghemat Energi Vertikal Generasi Kedua Untuk Masyarakat Tebing Gerinting Kecamatan Indralaya Selatan Kabupaten Ogan Ilir,” *J. Rekayasa Mesin*, Vol. 21, No. 2, Pp. 75–78, 2021, Doi: 10.36706/Jrm.V21i2.156.