

## PENGARUH VARIASI POSISI INTAKE DAN OUTAKE EXHAUST FAN TERHADAP PROTOTYPE RUANGAN PENYIMPANAN BARANG

### THE EFFECT OF VARYING POSITIONS OF THE INTAKE AND OUTTAKE EXHAUST FAN ON THE PROTOTYPE OF THE GOODS STORAGE ROOM

**Azel Rozandi, Andre Kurniawan, Refdinal, Arwizet k**  
Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang  
Kampus Air Tawar, Padang 25131, Indonesia

[Azelrozandi35@gmail.com](mailto:Azelrozandi35@gmail.com)  
[andrekurniawan@ft.unp.ac.id](mailto:andrekurniawan@ft.unp.ac.id)  
[refmoein@ft.unp.ac.id](mailto:refmoein@ft.unp.ac.id)  
[arwizet@ft.unp.ac.id](mailto:arwizet@ft.unp.ac.id)

#### Abstrak

Penyimpanan barang farmasi dalam gudang industri farmasi merupakan aspek penting untuk memastikan kualitas barang tetap terjaga hingga sampai ke tangan konsumen. Pengkondisian udara adalah salah satu faktor kunci dalam penyimpanan ini. Penelitian ini menguji prinsip exhaust fan sebagai alternatif pengkondisian udara untuk penyimpanan obat, dengan menggunakan panel surya sebagai sumber energi listrik alternatif. Alat ini berfungsi sebagai alat pengkondisian udara yang berfungsi untuk menciptakan sirkulasi udara yang sejuk dan segar dari luar ruangan sehingga dapat mereduksi suhu dalam ruangan. Metode penelitian ini adalah eksperimental dengan pengambilan data langsung pada perangkat yang telah dirancang. Data diperoleh dari empat variasi pengkondisian udara dengan menggunakan cooling fan sebagai penggerak udara. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan exhaust fan dengan bantuan panel surya mampu menghasilkan kondisi lingkungan yang sesuai untuk penyimpanan obat. Temperatur udara dalam ruangan exhaust fan terpantau dalam kisaran yang diinginkan dengan variasi suhu yang terukur lebih rendah daripada suhu lingkungan. Kelembapan udara juga terjaga dalam batas yang diinginkan. Efektivitas penggunaan panel surya dalam mengurangi konsumsi energi listrik pada exhaust fan juga terlihat, mengurangi dampak lingkungan dan biaya operasional. Dengan demikian, penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan exhaust fan dengan bantuan panel surya merupakan solusi yang efektif untuk pengkondisian udara dalam penyimpanan barang farmasi, dengan hasil yang menjanjikan untuk menjaga kualitas barang serta mengurangi dampak lingkungan.

**Kata Kunci :** Penyimpanan Barang Farmasi, Exhaust Fan, Panel Surya, Pengkondisian Udara, Efisiensi Energi.

#### Abstract

*The storage of pharmaceutical goods in pharmaceutical industry warehouses is an important aspect to ensure that the quality of goods is maintained until it reaches consumers. Air conditioning is one of the key factors in this storage. This research tests the principle of exhaust fans as an alternative air conditioning for drug storage, using solar panels as an alternative source of electrical energy. This tool functions as an air conditioning device that functions to create cool and fresh air circulation from outside the room so as to reduce the temperature in the room. This research method is experimental with direct data collection on the device that has been designed. Data is obtained from four variations of air conditioning using cooling fans as air movers. The results showed that the use of exhaust fans with the help of solar panels was able to produce environmental conditions suitable for drug storage. The air temperature in the exhaust fan room is monitored within the desired range with the measured temperature variation lower than the ambient temperature. Air humidity was also maintained within the desired limits. The effectiveness of using solar panels in reducing the electrical energy consumption of the exhaust fan was also seen, reducing environmental impact and operational costs. Thus, this study shows that the use of solar panel-assisted exhaust fans is an effective solution for air conditioning in pharmaceutical goods storage, with promising results for maintaining the quality of goods as well as reducing environmental impact.*

**Keywords :** Pharmaceutical Goods Storage, Exhaust Fan, Solar Panel, Air Conditioning, Energy Efficiency.

## I. Pendahuluan

Penyimpanan barang berupa barang farmasi pada gudang industri farmasi merupakan salah satu bagian penting agar memenuhi syarat dan menjaga kualitas barang sampai di tangan konsumen. Penampungan obat yakni aktivitas pengkondisian udara dengan memposisikan obat masuk di ruang yang bagus sewaktu penyimpanan (Putra, 2021). Untuk penyimpanan dibutuhkan mekanisme pengkondisian udara, pengkondisian udara biasanya menggunakan AC namun penggunaan AC membutuhkan energi listrik yang besar dan perawatan yang kurang baik dapat mencemari lingkungan, maka dalam penelitian ini akan menguji prinsip exhaust fan sebagai pengkondisian udara terhadap penyimpanan obat (Sarumaha & Sugondo, 2021).

Pada penelitian sebelumnya telah dilakukan simulasi mengenai pengkondisian udara pada sebuah ruangan dengan memvariasikan sistem pendinginan (Kurniawan et al., 2021). Sedangkan pada penelitian ini dilakukan dengan cara mengambil data secara langsung terhadap alat yang telah dirancang yang memiliki empat variasi, pada variasi tersebut menggunakan enam kipas cooling fan sebagai penggerak yang mampu memberikan sirkulasi udara yang lebih baik pada ruangan penyimpanan barang (Syah et al., 2023). Sebagai negara kepulauan dengan jumlah penduduk yang banyak dan pertumbuhan ekonomi cukup pesat, Indonesia membutuhkan solusi alternatif untuk mengendalikan permasalahan energinya (Alim et al., 2023).

Pembangkit listrik tenaga surya Indonesia kemungkinan akan dimanfaatkan selaku pembangkit listrik tenaga fotovoltaik ( PLTS ), sinar matahari energi alternatif dengan pancaran harian rata – rata 4,5 hingga 4,8 kwh/m<sup>2</sup> setara dengan 675 Wh per hari dan dapat dihasilkan oleh modul surya 100% Wp dengan efisiensi konversi sel sebesar 15%, energi alternatif tenaga surya bersifat ramah lingkungan, tidak dapat habis, dan gratis (Hutajulu et al., 2020). Cooling fan merupakan unit yang mendorong udara panas keluar dari sistem. Cooling fan biasanya dipasang pada perangkat elektronik, namun kali ini digunakan sebagai prototype ruangan penyimpanan barang (Nurfaedah et al., 2021; Vasabri Genta Maulana et al., 2021).

Melakukan pembuatan alat pengkondisian udara dan alat penyimpanan dengan pemanfaatan cahaya matahari sebagai sumber energi Listrik didaerah perkotaan (Prayoga et al., 2023). Tabel data temperatur obat sebagai referensi dalam pengecekan ini pada tabel 1 (Diah Ningsih, 2020).

Tabel 1. Hasil Perhitungan Kadar Sampel

Nama Sampel	Suhu Penyimpanan	Kelembapan	Rata - rata
Tablet Vit. C 1	5°C	99%	100,6%±1,16
	27°C	104%	99,2%±5,05
	48°C	91%	91,2±0,40
Tablet Vit. C 2	5°C	102%	101,3±0,60
	27°C	106%	102,8%±2,99
	48°C	96%	96,6%±0,59
Standar Vit C	27°C	100%	100%±0,00

Seperti yang kita lihat pada tabel 1 suhu penyimpanan obat untuk titik terpanas berada pada suhu 48°C dan suhu normal 27°C beserta suhu penyimpanan terendahnya 5°C. Dikarenakan penyimpanan pada suhu normal pada obat 27°C dan suhu terpanas 48°C maka dibutuhkan alat pengkondisian dan sirkulasi udara pada penyimpanan obat tersebut dengan menambahkan penggunaan panel surya sebagai sumber listrik. Menambahkan panel surya bertujuan untuk mengurangi konsumsi energi listrik dalam mekanisme penggunaan kipas pada exhaust fan (Afnison et al., 2023). Penggunaan energi listrik pada pengkondisian udara seperti exhaust fan pada jumlah yang banyak dapat menambah konsumsi energi listrik yang cukup tinggi, maka penggunaan panel surya pada penelitian ini bermaksud mengurangi pemakaian daya listrik pada pengaplikasian yang sebenarnya (Fadilah et al., 2023).

Untuk Menghitung laju udara dapat menggunakan perhitungan data anemometer yang mengukur daya muat udara di salurkan lewat kipas menggunakan persamaan dari (Aldio et al., 2022).

$$A = \frac{\pi}{4} \cdot D^2$$

Dalam menentukan laju aliran udara bisa digunakan rumus sebagai berikut :(Oktaviana et al., 2019).

$$V = \frac{Q}{A}$$

Nilai efektifitas pengkondisian udara didapatkan akan menjadi tumpuan saat mengkaji masalah yang perlu untuk kesetimpalan klasifikasi alat pengkondisian udara, untuk menghasilkan nilai efektifitas mengenai sistem pengkondisian udara dapat menggunakan rumus pada persamaan (Estrada et al., 2018).

$$\varepsilon = \frac{T_{masuk} - T_{keluar}}{T_{masuk} - T_{kolektor}}$$

Kapasitas pengkondisian udara menggunakan rumus pada persamaan(Crane et al., n.d.)

$$Q = m \cdot c ( T_{in} - T_{out} )$$

## II. Metodologi Penelitian

### A. Jenis Penelitian

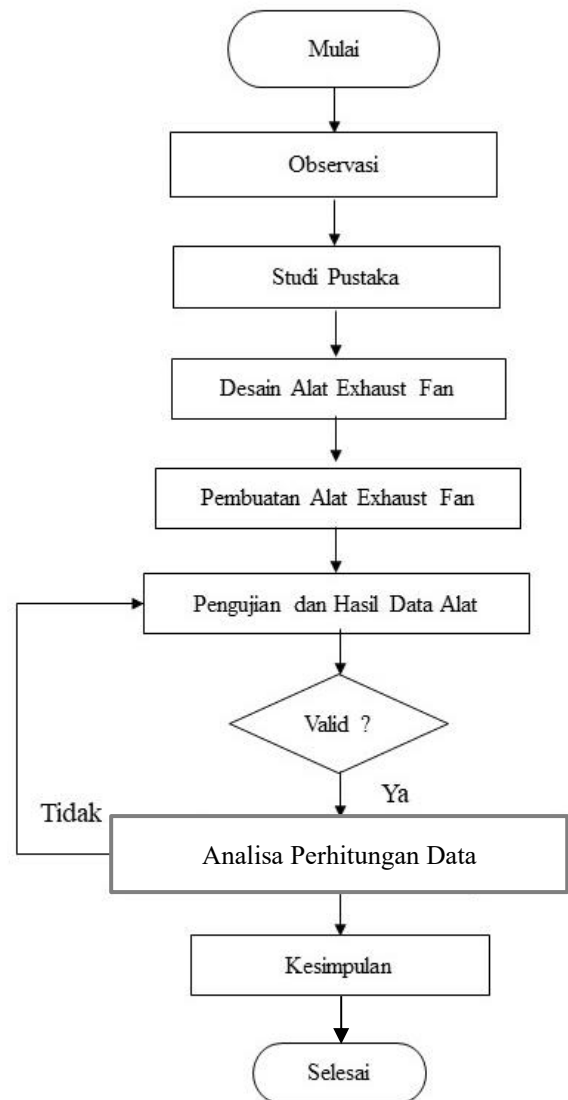
Penelitian ini berupa metode eksperimental dimana data diambil langsung dari eksperimen pada saat pengujian dan menggunakan metode kuantitatif. Metode kuantitatif merupakan metode bertujuan untuk mendapatkan pengetahuan proses berfikir induktif dan cara mendapatkan data primer (Adlini et al., 2022). Pada penelitian eksperimen dilakukan dengan memberikan variasi oleh peneliti dengan memberikan perlakuan tertentu kepada subjek penelitian sehingga memunculkan kejadian atau keadaan yang akan diteliti. Data primer dihasilkan secara langsung pada alat exhaust fan ini menggunakan alat pengukur suhu temperatur yaitu thermometer digital. Pada thermometer digital ini juga dilengkapi dengan pengukur kelembapan udara serta anemometer mengukur laju udara. Teknik observasi juga digunakan pada penelitian yaitu mengumpulkan data dengan melakukan peninjauan terhadap aktifitas alat pengkondisian udara ketika sedang berjalan serta memakai perangkat takaran suhu yang telah tercantum di ruangan prototype (Darmalaksana, 2020).

### B. Waktu dan Tempat Penelitian

Pengkajian dilakukan bulan Oktober 2023 – Januari 2024. Penelitian dilakukan di halaman rumah jalan swadesi 1, kelurahann Padang Besi, Kecamatan Lubuk Kilangan, Kota Padang.

### C. Variabel Penelitian

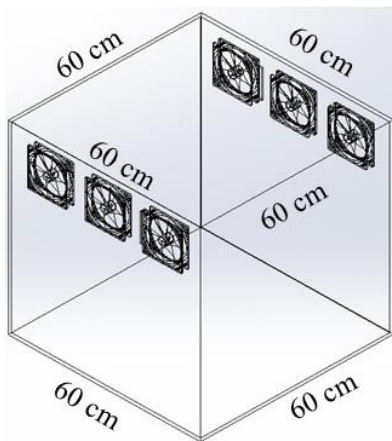
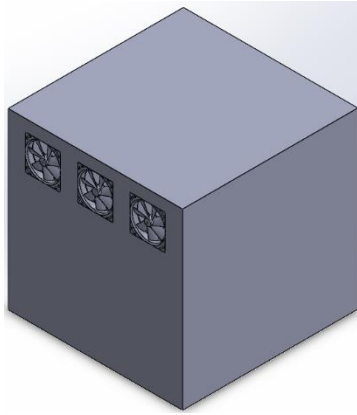
Bagan alir (*flow chart*) menunjukkan tindakan yang dilakukan oleh penulis supaya mencapai tujuan penelitian. Bisa dilihat gambar 1.



Gambar 1. *Flow Chart* Penelitian

### D. Alat dan Bahan

Bahan yang dipakai penelitian yakni prototype yang terbuat dari papan semen berbentuk kubus yang memiliki 3 kipas cooling fan bagian depan dan 3 kipas cooling fan bagian belakang yang tersusun secara horizontal seperti yang terlihat pada Gambar 2. Alat yang digunakan untuk penelitian yaitu panel surya, power inverter, cooling fan, aki (battery) thermometer digital, anemometer.



**Gambar 2. Prototype Ruang**

### 1. Panel Surya

Panel surya merupakan perangkat yang merubah energi matahari yang mampu menangkap dan mengumpulkan sinar matahari kemudian mengubahnya ke energi listrik. Panel surya yang di gunakan berukuran 70 cm x 55 cm, dan model no 50 (W). panel surya juga sebagai sumber energi untuk kipas cooling fan yang nantinya akan mengalirkan udara ke dalam ruangan.



**Gambar 3. Panel Surya**

### 2. Power Inverter

Power inverter, perangkat yang dayanya bisa mengganti arus listrik searah (DC) ke arus bolak balik

(AC) pada tingkat yang lebih tinggi. AC dapat di konversi setiap tegangan dibutuhkan dan frekuensi pada pemakaian transformator dan switching yang akurat. Inverter bukan memproduksi listrik saja, memperbedakan daya disediakan dari arus searah DC yang merupakan masukan atas daya inverter tersebut berupa baterai.



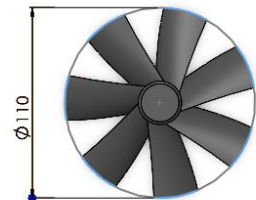
**Gambar 4. Power Inverter**

### 3. Cooling Fan

Cooling fan dengan diameter keliling 110 mm dan cooling fan alat yang berfungsi sebagai kipas penggerak yang mengalirkan udara menuju prototype ruangan. Fan yang digunakan memiliki tegangan 12 volt.



(a)



(b)

**Gambar 5. Cooling Fan**

### 4. Aki (Battery)

Aki (Battery) yang digunakan pada penelitian ini mempunyai daya arus sebesar 12V dan Aki(Battery) ini berfungsi sebagai alat penyimpanan daya yang dimuat oleh arus DC yang berperan mengatur energi kimia menjadi aliran listrik untuk menyimpan daya listrik yang diperoleh panel surya.



**Gambar 6. Aki ( Battery )**



## 5. Thermometer Digital

Thermometer Digital merupakan perlengkapan yang dipakai sebagai patokan temperatur dan kelembapan udara yang ada dalam ruangan.



Gambar 7. Thermometer Digital

## 6. Anemometer

Anemometer alat ukur yang berfungsi mengukur laju angin dan mengukur arah angin.



Gambar 8. Anemometer

## E. Pelaksanaan Penelitian

### 1. Pembuatan Prototype Exhaust Fan

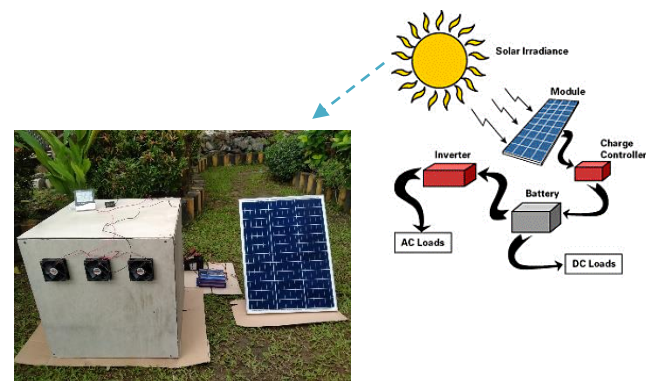
Alat prototype exhaust fan ini dibuat berbentuk kubus berukuran panjang 600 mm, lebar 600 mm, tinggi 600 mm. Prototype exhaust fan ini terbuat dari papan semen dengan ketebalan 4 mm yang sudah terpasang 3 kipas cooling fan bagian depan dan 3 kipas cooling fan bagian belakang yang disusun secara horizontal. Kipas cooling fan ini mengeluarkan udara panas dari dalam ruangan yang digantikan oleh udara segar dari luar ruangan supaya terjadi pertukaran sirkulasi udara yang baik. Berikut adalah prototype exhaust fan seperti yang terlihat pada pada Gambar 9.



Gambar 9. Prototype Exhaust Fan

### 2. Skema Uji Eksperimental

Pada skema uji eksperimental, alat exhaust fan sebagai pengkondisian udara ini memanfaatkan sinar matahari sebagai sumber energi panas. Panas yang dihasilkan matahari secara langsung menuju panel surya untuk energi pada kipas yang mengalirkan udara ke dalam ruangan prototype exhaust fan. Berikut adalah skema uji eksperimental terlihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Skema Uji Eksperimental

## III. Hasil dan Pembahasan

### 1. Variasi Horizontal atas -atas

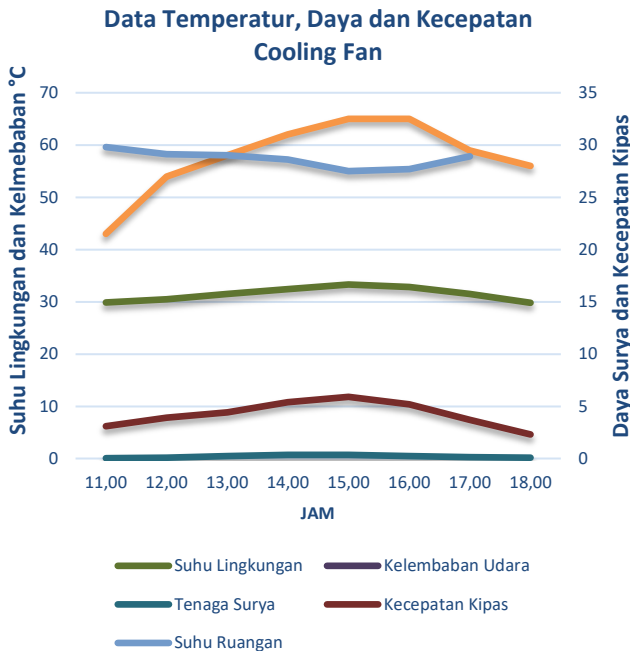
Data diambil selama tiga belas jam akan tetapi hasil yang dipakai selama tujuh jam mulai dari jam sebelas pagi mencapai jam enam petang. Data tersebut menunjukkan nilai temperatur udara diterima ke dalam ruangan melalui exhaust fan berada di kisaran 29,5°C hingga temperatur terendah yaitu 26,8°C pada hari pertama. data suhu lingkungan dari 30°C menjadi 34,8°C dan tingkat kelembapan udara minimum 47% dan maximum 70% dan kecepatan udara yang mengalir ke ruangan exhaust fan 3,7 m/s hingga 6,5 m/s. Tinggi dan rendah udara diterima di perangkat exhaust fan sangat tergantung dari kondisi cuaca dan waktu pengambilan data. Pada keadaan cuaca yang terjadi jangka percobaan hari pertama berada dikondisi cerah berawan. Mencapai kelembapan yang terukur cukup stimbang dan menghasilkan dalam ruangan exhaust fan menurun dilihat di Tabel 2.

Tabel 2. Data Temperatur dan Perhitungan 1

no	Jam (WIB)	Suhu Luar	Suhu Dalam	Tenaga Surya	Kecepatan Kipas	Kelembapan Udara
1	11:00	30°C	29,5°C	0,04 A	3,7 m/s	47%
2	12:00	30,8°C	29,2°C	0,07 A	3,8 m/s	52%
3	13:00	32,4°C	29°C	0,23 A	4,4 m/s	58%
4	14:00	34,1°C	28,5°C	0,35 A	5,4 m/s	62%
5	15:00	34,8°C	26,8°C	0,40 A	6,5 m/s	70%
6	16:00	33,1°C	27,9°C	0,25 A	5,2 m/s	65%
7	17:00	30,9°C	29°C	0,12 A	3,3 m/s	60%
8	18:00	29,5°C	30,5°C	0,05 A	1,9 m/s	56%

Tabel 3. Data Temperatur dan Hasil Perhitungan 2

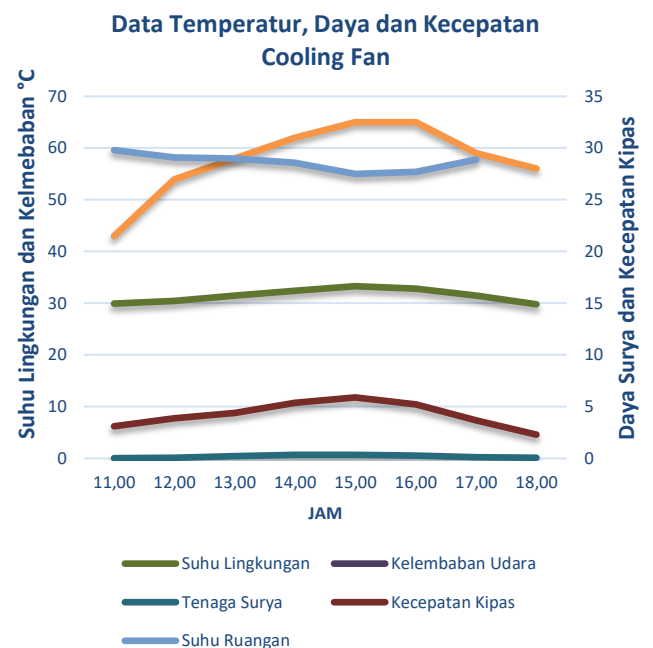
no	Jam (WIB)	Suhu Luar	Suhu Dalam	Tenaga Surya	Kecepatan Kipas	Kelembapan Udara
1	11:00	30,5°C	29°C	0,05 A	3,7 m/s	48%
2	12:00	30,9°C	28,1°C	0,07 A	3,9 m/s	54%
3	13:00	32,9°C	27,6°C	0,23 A	4,4 m/s	58%
4	14:00	33,8°C	26,5°C	0,35 A	5,4 m/s	62%
5	15:00	35°C	25,9°C	0,42 A	6,8 m/s	73%
6	16:00	33,6°C	27°C	0,25 A	5,2 m/s	65%
7	17:00	31,9°C	28,2°C	0,12 A	3,7 m/s	59%
8	18:00	29,8°C	30,3°C	0,07 A	2,5 m/s	56%



Gambar 11. Perubahan Temperatur 1

2. Variasi Horizontal atas – bawah

Data diambil selama tiga belas jam akan tetapi hasil yang dipakai ialah tujuh jam mulai jam sebelas pagi menjelang jam enam petang. Data hasil pengukuran temperatur didapatkan bahwa nilai temperatur udara masuk ke dalam ruan lewat exhaust fan antara di kisaran 29°C hingga temperatur terendah yaitu 25,9°C pada hari kedua. Kemudian data suhu lingkungan dari 30,5°C menjadi 35°C dan tingkat kelembapan udara minimum 48% dan maximum 73% dan kecepatan udara yang mengalir ke ruangan exhaust fan 3,7 m/s hingga 6,8 m/s. dapat terlihat di Tabel 3.



Gambar 12. Perubahan Temperatur 2

3. Variasi Horizontal Bawah – Atas

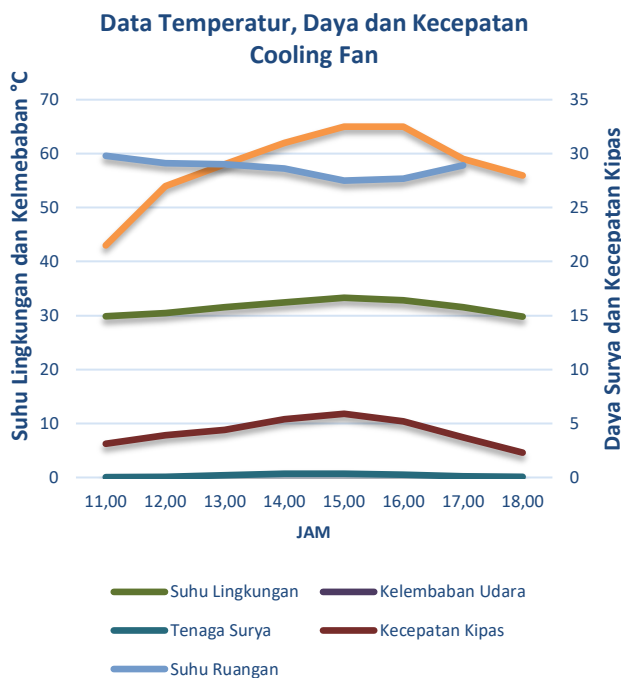
Hasil yang dipakai tujuh jam yakni mulai sejak jam sebelas pagi mencapai jam enam petang. Data hasil tingkatan temperatur menunjukkan temperatur udara diterima ke dalam ruangan melintasi exhaust fan berada pada suhu 29,8°C hingga suhu terendah 27,1°C pada hari ketiga. Kemudian suhu lingkungan dari 30,1°C menjadi 33,5°C dan kelembapan udara minimum 45% dan maximum 67% dan kecepatan udara yang mengalir ke ruangan exhaust fan 3,3 m/s hingga 6,2 m/s terlihat di Tabel 4.

Tabel 4. Data Temperatur dan Hasil Perhitungan 3

no	Jam (WIB)	Suhu Luar	Suhu Dalam	Tenaga Surya	Kecepatan Kipas	Kelembapan Udara
1	11:00	30,1°C	29,8°C	0,03 A	3,3 m/s	45%
2	12:00	30,5°C	29,1°C	0,07 A	3,9 m/s	54%
3	13:00	31,5°C	29°C	0,23 A	4,4 m/s	58%
4	14:00	32,4°C	28,6°C	0,35 A	5,4 m/s	62%
5	15:00	33,5°C	27,1°C	0,36 A	6,2 m/s	67%
6	16:00	32,8°C	27,7°C	0,25 A	5,2 m/s	65%
7	17:00	31,5°C	28,9°C	0,12 A	3,7 m/s	59%
8	18:00	29,8°C	30,3°C	0,06 A	2,5 m/s	56%

Tabel 5. Data Temperatur dan Hasil Perhitungan 4

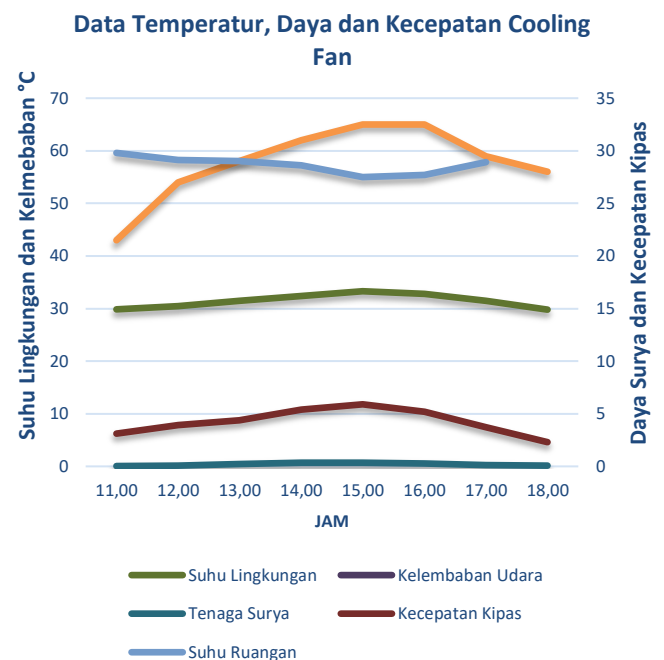
no	Jam (WIB)	Suhu Luar	Suhu Dalam	Tenaga Surya	Kecepatan Kipas	Kelembapan Udara
1	11:00	29,9°C	29,8°C	0,03 A	3,1 m/s	43%
2	12:00	30,5°C	29,1°C	0,07 A	3,9 m/s	54%
3	13:00	31,5°C	29°C	0,23 A	4,4 m/s	58%
4	14:00	32,4°C	28,6°C	0,35 A	5,4 m/s	62%
5	15:00	33,3°C	27,5°C	0,35 A	5,9 m/s	65%
6	16:00	32,8°C	27,7°C	0,25 A	5,2 m/s	65%
7	17:00	31,5°C	28,9°C	0,12 A	3,7 m/s	57%
8	18:00	29,8°C	30,3°C	0,06 A	2,3 m/s	56%



Gambar 13. Perubahan Temperatur 3

4. Variasi Horizontal Bawah – Bawah

Hasil analisis yang digunakan tujuh jam yakni mulai dari jam sebelas pagi sampai jam enam petang. Data hasil dari tingkatan temperatur menetapkan nilai temperatur udara masuk ke dalam ruangan melintasi exhaust fan berada pada suhu 29,8°C hingga suhu terendah 27,5°C pada hari keempat. Kemudian suhu lingkungan dari 29,9°C menjadi 33,3°C dan kelembapan udara minimum 43% dan maximum 65% dan kecepatan udara yang mengalir ke ruangan exhaust fan 3,1 m/s hingga 5,9 m/s. seperti pada Tabel 5.



Gambar 14. Perubahan Temperatur 4

IV. Kesimpulan

Studi eksperimen alat prototype exhaust fan di ruangan membagikan pengkondisian udara yang layak terhadap ruangan yang panas. Durasi pengujian dimulai sejak jam 11:00 ketika matahari bersinar sampai panas yang dihasilkan matahari secara langsung menimbulkan suhu pada lingkungan menjadi naik hingga jam 18:00. Saat suhu udara sudah beranjak turun, perubahan suhu berlangsung pada ruangan prototype exhaust fan karena kinerja kipas penggerak cooling fan yang mampu mengeluarkan udara yang tidak diinginkan dari dalam ruangan dan dirubah menjadi udara baru dari luar ruang mengalir ke dalam ruang prototype exhaust fan. Suhu yang dihasilkan dalam ruangan exhaust fan ini cukup baik contohnya pada hari kedua variasi horizontal atas – bawah yang suhu awalnya 29°C menjadi 25,9°C.

## Referensi

- Adlini, M. N., Dinda, A. H., Yulinda, S., Chotimah, O., & Merliyana, S. J. (2022). Metode Penelitian Kualitatif Studi Pustaka. *Edumaspul: Jurnal Pendidikan*, 6(1), 974–980. <https://doi.org/10.33487/edumaspul.v6i1.3394>
- Afnison, W., Prasetya, F., Hardi, F. M., Mesin, D. T., Teknik, F., Padang, U. N., Otomotif, D. T., Teknik, F., Padang, U. N., Tawar, K. A., & Buang, G. (2023). *ANALISIS POTENSI SUMBER ENERGY BARU PADA ALIRAN GAS BUANG ANALYSIS OF RENEWABLE ENERGY POTENTIAL SOURCES IN EXHAUST*. 5(2), 178–184.
- Aldio, R. Z., Panuh, D., & Zaki, A. K. (2022). Pengembangan Lemari Asam dengan Variasi Kecepatan Putaran Exhaust Fan Menggunakan Sistem Otomatis. *Semesta Teknika*, 25(2), 161–169. <https://doi.org/10.18196/st.v25i2.14139>
- Alim, M. S., Thamrin, S., & W, R. L. (2023). Pemanfaatan Pembangkit Listrik Tenaga Surya sebagai Alternatif Ketahanan Energi Nasional Masa Depan. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat Nusantara (JPkMN)*, 4(3), 2427–2435.
- Crane, O., Pt, D. I., & Sipayung, A. M. (n.d.). 2658-313-5833-1-10-20230106.
- Darmalaksana, W. (2020). Metode Penelitian Kualitatif Studi Pustaka dan Studi Lapangan. *Pre-Print Digital Library UIN Sunan Gunung Djati Bandung*, 1–6.
- Diah Ningsih, V. (2020). Pengaruh Suhu Penyimpanan Obat Kapsul Komersil Terhadap Organoleptik. *Jurnal Farmasi Tinctura*, 2(1), 10–17. <https://doi.org/10.35316/tinctura.v2i1.1540>
- Estrada, E., Labat, M., Lorente, S., & Rocha, L. A. O. (2018). The impact of latent heat exchanges on the design of earth air heat exchangers. *Applied Thermal Engineering*, 129, 306–317. <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2017.10.007>
- Fadilah, A., Nisworo, S., & Pravitasari, D. (2023). Perencanaan Instalasi Listrik dan Tata Udara Pasar Seng Bumiayu. *Jurnal Ilmiah Multidisiplin*, 2(4), 1362–1369.
- Hutajulu, A. G., RT Siregar, M., & Pambudi, M. P. (2020). Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Surya (Plts) on Grid Di Ecopark Ancol. *TESLA: Jurnal Teknik Elektro*, 22(1), 23. <https://doi.org/10.24912/tesla.v22i1.7333>
- Kurniawan, A., Qosim, N., Lapisa, R., Abadi, Z., & Jasman, J. (2021). The Optimization of Building Energy Consumption in Universitas Negeri Padang Using Building Energy Simulation Program. *Teknomekanik*, 4(1), 30–35. <https://doi.org/10.24036/teknomekanik.v4i1.9672>
- Nurfaedah, D., Rifelino, R., Purwantono, P., & Prasetya, F. (2021). Optimalisasi Kekuatan Bending Hasil 3D Printing Menggunakan Metode Response Surface Pada Filamen Pla (Poly Lactic Acid). *Jurnal Vokasi Mekanika (VoMek)*, 3(3), 58–66. <https://doi.org/10.24036/vomek.v3i3.217>
- Oktaviana, V., Hakim, Y. Al, & Pratiwi, U. (2019). Rancang Bangun Alat Ukur Kecepatan Aliran Udara Berbasis Arduino Sebagai Media Pembelajaran Fisika. *Edusaintek*, 641–649. <https://prosiding.unimus.ac.id/index.php/edusaintek/article/view/289%0Ahttps://prosiding.unimus.ac.id/index.php/edusaintek/article/viewFile/289/292>
- Prayoga, A., Wibowo, G. H., Lasin, M., Afisna, L. P., & Amiludin, S. R. (2023). Pengaruh Perbandingan Komposisi Campuran Kotoran Sapi Dan Air Dalam Produksi Biogas Dengan Teknologi Biodigester. *Vomek*, 5(2), 135–140. <http://vomek.ppj.unp.ac.id>
- Putra, A. S. (2021). Sistem Penyimpanan Obat di Apotek Kimia Farma GKB. *Journal of Herbal, Clinical and Pharmaceutical Science (HERCLIPS)*, 2(02), 22. <https://doi.org/10.30587/herclips.v2i02.2549>
- Sakti Putra, D., Nurdin, H., Fernanda, Y., Yanti Sari, D., Kunci, K., Kalor, N., Tapioka, P., Gambir, P., & Bakar Alternatif, B. (2023). *Analisis Nilai Kalor Briket Berbahan Baku Serai Sebagai Bahan Bakar Alternatif Analysis of Calorific Value of Briquettes Made From Citronella Waste As an Alternative Fuels*. 5(2), 197–203. <http://vomek.ppj.unp.ac.id>
- Sarumaha, Y. K. A., & Sugondo, A. (2021). Optimasi Penempatan Exhaust Fan dalam Rumah Dengan CFD. *Jurnal Teknik Mesin*, 18(1), 12–19. <https://doi.org/10.9744/jtm.18.1.12-19>
- Setiawan, A., Lilbilad, W. M., Nurmanwala, E.,



- Safitri, S. D., Syahra, N. A., & Hidayah, Q. (2022). Tenaga Surya sebagai Solusi Penerangan Jalan Umum Di Desa Girikerto Kecamatan Turi Kabupaten Sleman. *Indonesian Journal of Community Empowerment and Service (ICOMES)*, 2(1), 16–19. <https://doi.org/10.33369/icom.es.v2i1.20786>
- Syah, K. R., Erizon, N., Sari, D. Y., & Purwantono. (2023). Pengaruh Variasi Media Pendingin Air Dan Oli Terhadap Kekuatan Tarik Pada Pengelasan SMAW ( Shield Metal Arc Welding ) Baja ST 37. *Jurnal Vokasi Mekanika*, 5(1), 89–96.
- Vasabri Genta Maulana, E., Sukerayasa, I. W., & Indra Partha, C. G. (2021). Rancang Bangun Sistem Pemanen Energi Exhaust Fan Dengan Diffuser Turbin Angin Sumbu Horizontal. *Jurnal SPEKTRUM*, 8(2), 184. <https://doi.org/10.24843/spektrum.2021.v08.i02.p21>