

# PERFORMANCE EVALUATION OF A RICE DRYING SYSTEM UTILIZING WICK HEAT PIPE AS A HEAT EXCHANGER

Haikal Adlin<sup>1</sup>, Nasruddin A. Abdullah<sup>2\*</sup>, Nazaruddin Abdul Rahman<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Samudra, Meurandeh, Langsa, Aceh, 24415

<sup>2</sup>Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Samudra, Meurandeh, Langsa, Aceh, 24415

## INFORMASI ARTIKEL

### Riwayat Artikel:

Dikirim 23 Oktober 2023  
Direvisi dari 29 Oktober 2023  
Diterima 01 November 2023  
Dipublikasi 30 Desember 2023

### Keywords:

Rice Drying System,  
Heat Pipe,  
Wick Heat Pipe,  
Drying Apparatus,  
Efficiency.

### DOI:

<https://doi.org/10.55377/jurutera.v10i02.8800>

## ABSTRACT

Indonesia predominantly consists of a population engaged in rice farming as their primary source of livelihood. The rice farmers in Indonesia continue to employ traditional methods in the rice drying process, which poses a significant challenge as it substantially impacts the efficiency of rice processing. Consequently, to address this issue, a rice drying apparatus employing wick heat pipes as heat transfer devices has been developed. In the course of this research, the drying apparatus underwent testing at multiple points, with variations in voltage and airspeed. This was undertaken to ascertain the optimal voltage level at which the wick heat pipes, and the drying chamber would operate effectively. Voltage settings of 180V, 200V, and 220V were used, coupled with airspeeds of 1.5 m/s and 2 m/s. For the 180V setting and an airspeed of 2 m/s, a heat transfer rate ( $Q$ ) of 1.0552 J/s was achieved, with an efficiency of 0.18%. Conversely, at an airspeed of 1.5 m/s, the heat transfer rate amounted to 1.1306 J/s, and the efficiency reached 0.19%. At 200V and an airspeed of 2 m/s, the heat transfer rate was 1.5075 J/s, and the efficiency was 0.21%, while at an airspeed of 1.5 m/s, the heat transfer rate was 1.1306 J/s, with an efficiency of 0.16%. At 220V and an airspeed of 2 m/s, the heat transfer rate was 1.8009 J/s, and the efficiency was 0.21%, while at an airspeed of 1.5 m/s, the heat transfer rate remained at 1.8009 J/s, and the efficiency also stood at 0.21%. In conclusion, it can be inferred that the wick heat pipes, and the drying chamber demonstrated optimal performance at the 220V voltage setting.

© 2023 Jurnal Ilmiah JURUTERA. Di kelola oleh Fakultas Teknik. Hak Cipta Dilindungi.

## PENDAHULUAN

Indonesia adalah salah satu negara yang masyarakatnya sebagian besar adalah petani padi. Sebagian besar petani di Indonesia masih menggunakan metode tradisional atau konvensional dimana padi bergantung pada panas matahari (penjemuran untuk proses pengeringan padi. Pengeringan padi bisa memakan waktu dua sampai tiga hari jika cuaca sedang cerah bila cuaca mendung bisa sampai lima hari, Apabila proses pengeringan padi terkendala maka akan mengganggu tingkat kestabilan produktipitas beras dan pasokan beras ke masyarakat menjadi terhambat yang berujung terganggunya ketahanan pangan negeri.

Alat pengering merupakan suatu metode untuk mengurangi atau menghilangkan kandungan air dalam suatu bahan dengan cara penguapan oleh energi

panas. Diketahui padi yang baru dipanen memiliki kadar air 18% sampai 27%, padi akan disimpan sebelum digiling kadar airnya harus diturunkan terlebih dahulu dengan cara dikeringkan sampai kadar air maksimum 14%.

Pipa kalor atau biasa disebut juga dengan *wick heat pipe* adalah sebuah alat penghantar kalor dengan menggunakan ukuran pipa bervariasi, didalam pipa kalor berisi cairan khusus sebagai penghantar kalor dari ujung panas atau disebut juga dengan evaporator ke ujung sebagai pendingin atau disebut juga sebagai kondensor. Singkatnya saja heat pipe dapat menghantarkan panas dalam jumlah besar dalam waktu yang terbilang cepat.

Panas yang dialirkan oleh *Wick Heat Pipe* yang akan menjadi alternatif pengering gabah padi. Maka dari itu perlu untuk mengetahui temperatur yang mampu dihasilkan oleh alat pengering tersebut. Adapun untuk dapat mengetahui seberapa besar kalor

yang mampu dialirkan oleh *Wick Heat Pipe*, diperlukan pengujian pada tiga titik tertentu yang ada pada bagian alat pengering, yaitu yang pertama terletak pada tempat masuk udara, kemudian saat setelah melewati *Wick Heat Pipe* dan yang terakhir terletak diatas saat sebelum udara keluar mengenai tempat penampung padi.

Untuk mengetahui efisiensi pengeringan alat pengering padi, maka digunakan media penghantar panas dari tungku pembakaran ke ruangan pemanas digunakan pipa kalor *wick heat pipe* sebanyak 21 batang pipa kalor yang digunakan dalam penelitian tersebut, sedangkan untuk memperlancar aliran panas dari tungku pembakaran ke ruangan pemanas maka digunakan blower.

Berdasarkan latar belakang dari penelitian ini maka dapat disimpulkan beberapa rumusan masalah mengenai Seberapa besar kalor yang dapat dialirkan oleh *wick heat pipe* pada alat pengering padi dan bagaimana kemampuan kinerja alat pada pengeringan padi menggunakan *wick heat pipe*.

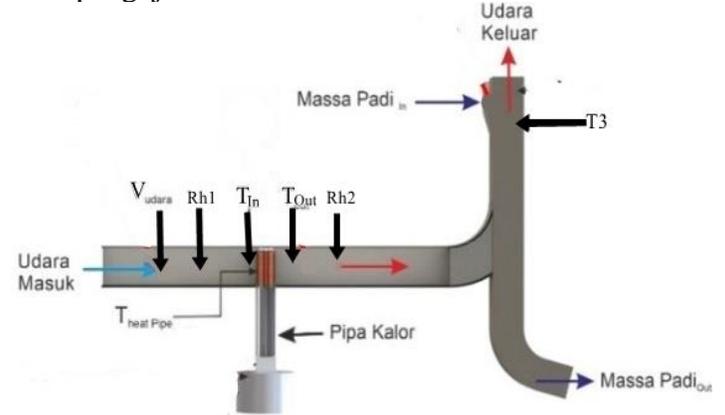
Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui seberapa kalor yang mampu dialirkan oleh *wick heat pipe* sebagai alat penghantar kalor pada alat pengering padi dan untuk mendapatkan efisiensi kerja alat penukar kalor (*wick heat pipe*) dan untuk mengetahui kemampuan kinerja alat pada pengering padi.

**METODE PENELITIAN**

Penelitian ini dilakukan di laboratorium Teknik mesin fakultas Teknik universitas Samudra dalam kurun waktu pengujian selama 1 bulan. Adapun tahap penelitian yang dilakukan dalam pengujian ini yang pertama adalah menghitung kebutuhan pipa kalor yang akan digunakan, kemudian merancang alat dan lalu melakukan pengujian untuk mendapatkan besaran kalor yang diserap dan efesiensi kerja alat pengering. Untuk melakukan pengujian ini maka perlu melihat titik yang akan diuji pada alat pengering padi. Titik tersebut dapat dilihat pada parameter dibawah ini.

Pada gambar tersebut menunjukkan titik titik yang akan dilakukan pengujian temperatur. T1 terletak didekat masuknya udara awal, T2 terletak setelah udara melewati *wick heat pipe* dan T3 terletak di atas sebelum udara keluar mengenai tempat penampung padi.

Pengujian ini dilakukan pada voltase yang berbeda beda yaitu pada Voltase 180V, 200V, 220V. Pengujian ini juga dilakukan dengan kecepatan udara yang bervariasi yaitu 1,5 dan 2,0. Dari pengujian tersebut.



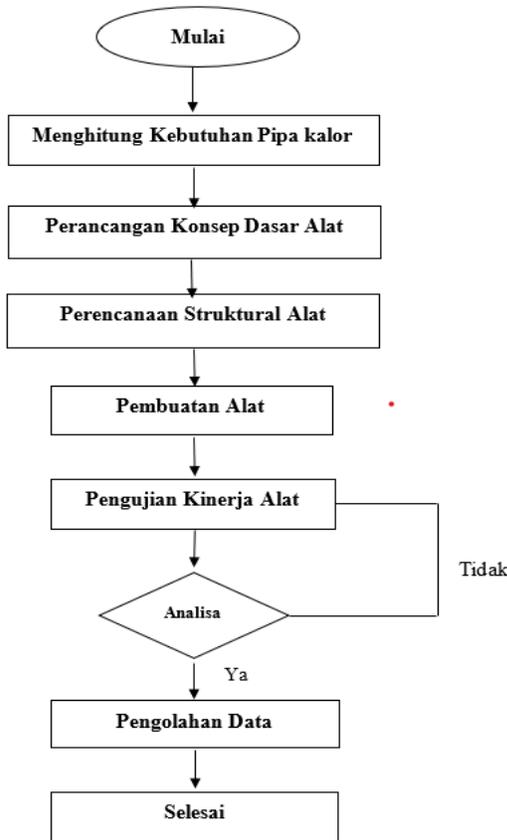
Gambar 1. Titik Pengujian

Pada pengujian ini, peneliti menggunakan arduino yang dihubungkan ke termokopel untuk mengukur temperatur panas, dan dihubungkan juga menggunakan sensor DHT untuk mengukur kelembapan.

Untuk mengukur seberapa besar kalor yang mampu dihasilkan maka pengujian dilakukan sebagai berikut. Parameter suhu diukur dibeberpa titik, mulai dari udara masuk melalui blower sampai udara keluar dari *wick heat pipe*. Untuk mengukur kecepatan udara dari blower dilakukan pengukuran menggunakan manometer.

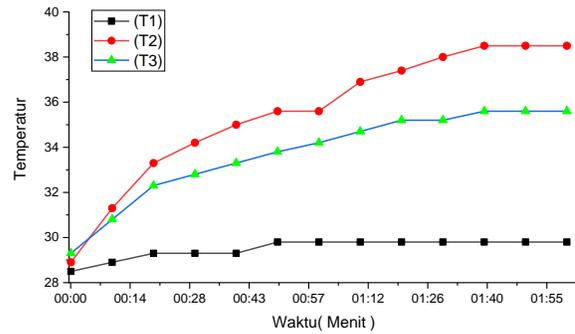
$$Q = m \times C_p \times \Delta T \dots\dots\dots (1)$$

Adapun proses pengambilan data dilakukan beberapa kali percobaan sampai mendapatka hasil yang maksimal dan langkah dimulai dari Menyiapkan gabah padi dan meletakkannya didalam bak pengering, massa gabah padi yang digunakan sebanyak 2 kg, setelah itu menyalakan sumber pemanas dari listrik dan dilanjutkan dengan menyalakan blower, dan mengatur kecepatan udara pemanas dan udara lingkungan hingga suhu di dalam rak pengering berada di antara 40°C sampai 45°C pengukuran dilakukan selama proses berlangsung. parameter yang diukur adalah, suhu ruangan pengering, kelembapan udara *in* dan *out*, kecepatan udara.



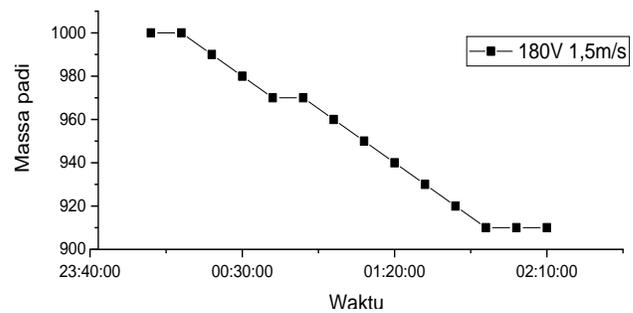
Gambar 2. Diagram Alir

sudah steady state yang dimana kondisi tetap tidak naik lagi.



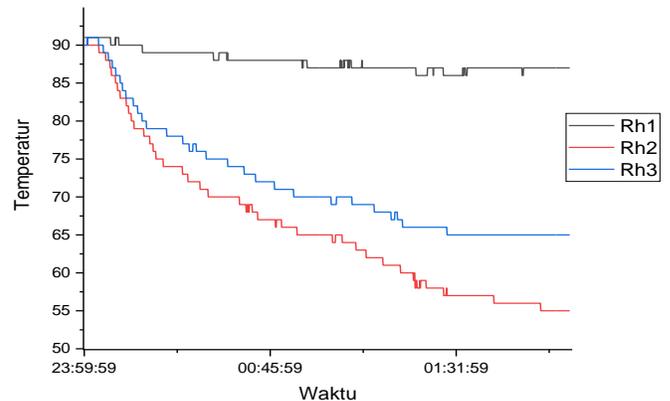
Gambar 3. Grafik Temperatur bak pengering

Dari temperatur tersebut menyebabkan penurunan massa padi, seperti grafik berikut ini:



Gambar 4. Grafik Massa Padi

Gambar 4. menunjukkan penurunan massa padi pada 180V dengan kecepatan udara 1,5m/s dalam jangka waktu 3 jam. Penurunan massa padi sebesar 10%, disebabkan oleh temperatur panas sehingga membuat padi yang awalnya basah menjadi kering karan tidak ada lagi penurunan massanya. Dan untuk melihat hal tersebut dibutuhkan sebuah grafik kelembapan sebagai berikut.



Gambar 5. Grafik kelembapan bak pengering

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada pengujian ini dilakukan pada Voltase yang berbeda yaitu 180V, 200V, 220V dan kecepatan udara yang berbeda juga yang dimana 1,5m/s dan 2m/s. Hal ini dilakukan agar pengujian ini memiliki beberapa variasi pengujian. Tujuan dari dibuatnya variasi untuk mengetahui pada saat Voltase berapa *wick heat pipe* dan bak pengering dapat berkerja dengan baik. Pengujian ini menggunakan arduino uno yang dihubungkan dengan sensor dht dan termokopel. Untuk grafik pengujian dibuat menggunakan aplikasi originlab.

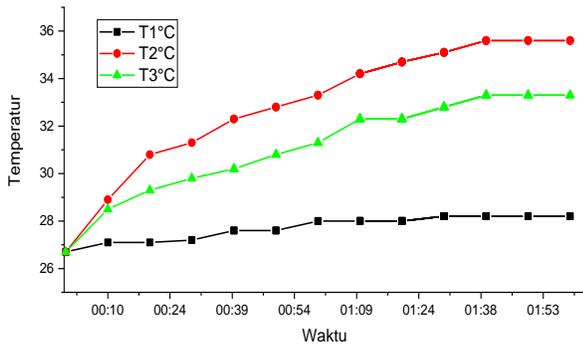
### Hasil Pengujian Voltase 180 Kecepatan udara 1,5m/s

Pada gambar 3. di atas menunjukkan grafik hasil pengujian temperatur voltase 180 pada kecepatan udara 1,5m/s dalam jangka waktu 3 jam. dapat dilihat nilai T2 pada grafik diatas adalah sebesar T1= 29, T2= 39 dan T3 = 35. Maka dapat disimpulkan bahwa T2 memiliki suhu tertinggi dari pada temperatur lainnya. Bahwa terlihat pada temperature 39 derajat kondisinya

Gambar 5. diatas menunjukkan bahwa kelembapan udara menurun yang disebabkan oleh kenaikan suhu pada bak pengering.

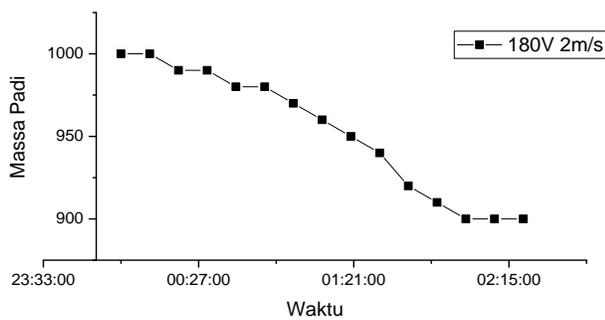
**Hasil Pengujian Voltase 180 kecepatan udara 2 m/s**

Pada gambar 6. di atas menunjukkan grafik hasil pengujian temperatur voltase 180 pada kecepatan udara 2m/s dalam jangka waktu 3 jam. dapat dilihat nilai T2 pada grafik diatas adalah sebesar T1= 28, T2= 35 dan T3 = 33. Maka dapat disimpulkan bahwa T2 memiliki suhu tertinggi dari pada temperatur lainnya.

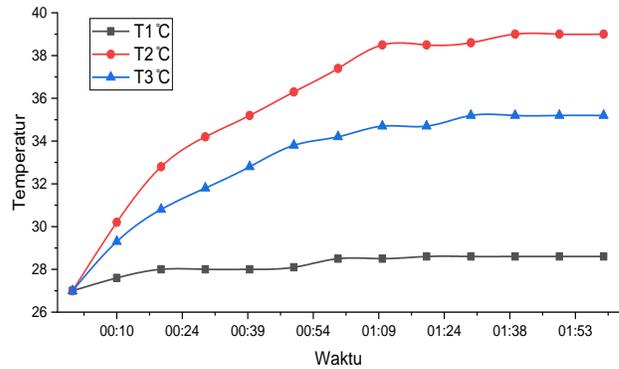


Gambar 6. Grafik Temperatur bak pengering

Dari termpertatur tersebut menyebabkan penurunan massa padi, seperti grafik pada gambar 7 diatas menunjukkan penurunana massa padi pada 180V dengan kecepatan udara 2m/s dalam jangka waktu 3 jam. Penurunan massa padi sebesar 10% dan untuk melihat hal tersebut dibutuhkan sebuah grafik kelembapan sebagai berikut



Gambar 7. Grafik massa padi

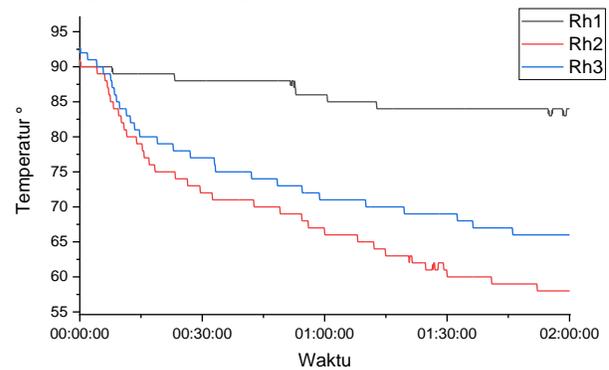


Gambar 8. Grafik Kelembapan di bak pengering

Dapat dilihat dari gambar 8. diatas menunjukkan bahwa kelembapan udara menurun yang disebabkan oleh kenaikan suhu pada bak pengering.

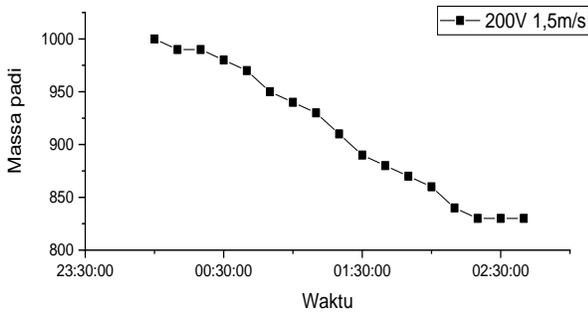
**Hasil Pengujian Voltase 200 Kecepatan udara 1,5m/s**

Pada gambar 9. di atas menunjukkan grafik hasil pengujian temperatur voltase 200 pada kecepatan udara 2m/s dalam jangka waktu 3 jam. dapat dilihat nilai T2 pada grafik diatas adalah sebesar T1= 29, T2= 39 dan T3 = 35. Maka dapat disimpulkan bahwa T2 memiliki suhu tertinggi dari pada temperatur lainnya. Dari termpertatur tersebut menyebabkan penurunan massa padi, seperti grafik berikut ini:



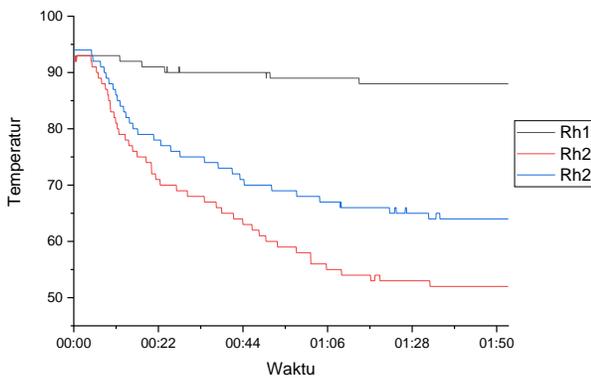
Gambar 9. Grafik Temperatur di bak pengering

Gambar 10. diatas menunjukkan penurunan massa padi pada 180V dengan kecepatan udara 2m/s dalam jangka waktu 3 jam. Penurunan massa padi sebesar 18%. disebabkan oleh temperatur panas sehingga membuat padi yang awalnya basah menjadi kering karena tidak ada lagi penurunan massanya Dan untuk melihat hal tersebut dibutuhkan sebuah grafik kelembapan sebagai berikut



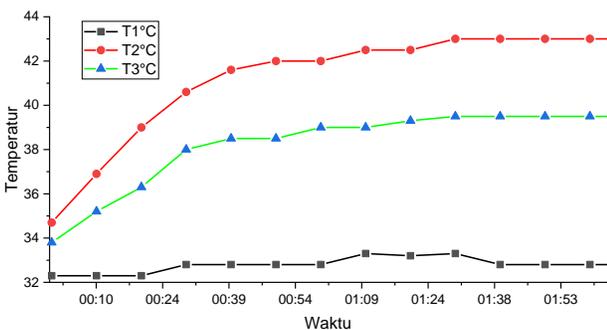
Gambar 10. Grafik massa padi

Dapat dilihat dari gambar 11. diatas menunjukkan bahwa kelembapan udara menurun yang disebabkan oleh kenaikan suhu pada bak pengering.



Gambar 11. Grafik kelembapan di bak pengering

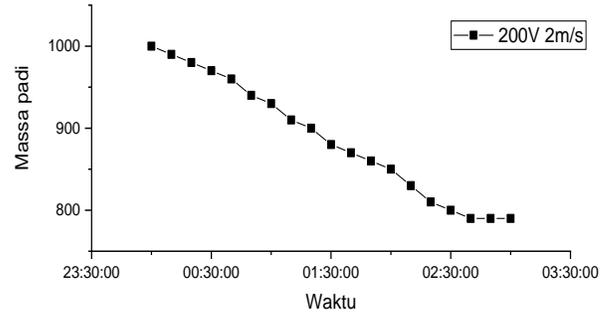
**Hasil Pengujian Voltase 200 Kecepatan udara 2m/s**



Gambar 12. Grafik Temperatur di bak pengering

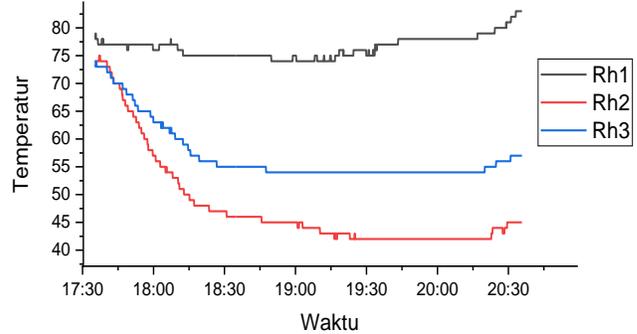
Pada gambar 12 di atas menunjukkan grafik hasil pengujian temperatur voltase 200 pada kecepatan udara 2m/s dalam jangka waktu 3 jam. dapat dilihat nilai T2 pada grafik diatas adalah sebesar T1= 32, T2= 42 dan T3 = 39. Maka dapat disimpulkan bahwa T2 memiliki suhu tertinggi dari pada temperatur lainnya.

Dari temperatur tersebut menyebabkan penurunan massa padi, seperti grafik berikut ini:



Gambar 13. Grafik massa padi

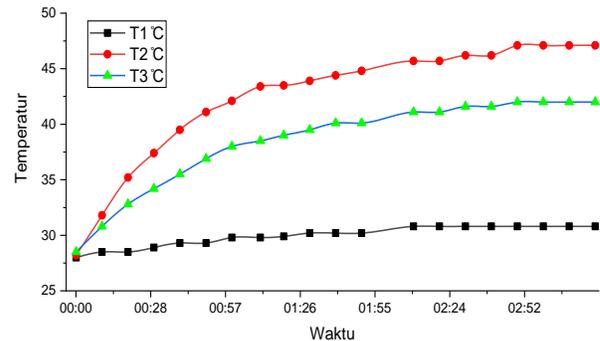
Pada gambar 13 diatas menunjukkan penurunan massa padi pada 200V dengan kecepatan udara 2m/s dalam jangka waktu 3 jam. Penurunan massa padi sebesar 20%, disebabkan oleh temperatur panas sehingga membuat padi yang awalnya basah menjadi kering. Dan untuk melihat hal tersebut dibutuhkan sebuah grafik kelembapan sebagai berikut:



Gambar 14. Grafik kelembapan di bak pengering

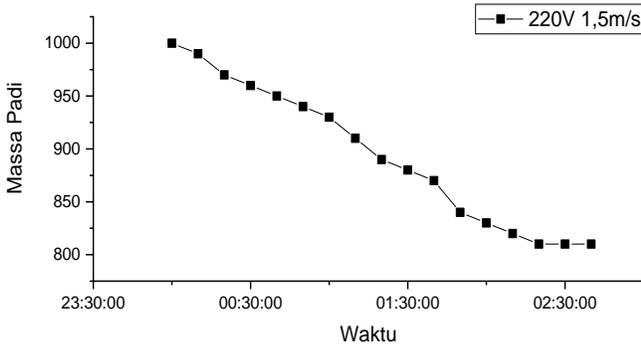
Dapat dilihat dari gambar 14 diatas menunjukkan bahwa kelembapan udara menurun yang disebabkan oleh kenaikan suhu pada bak pengering.

**Hasil Pengujian Voltase 220 Kecepatan udara 1,5m/s**



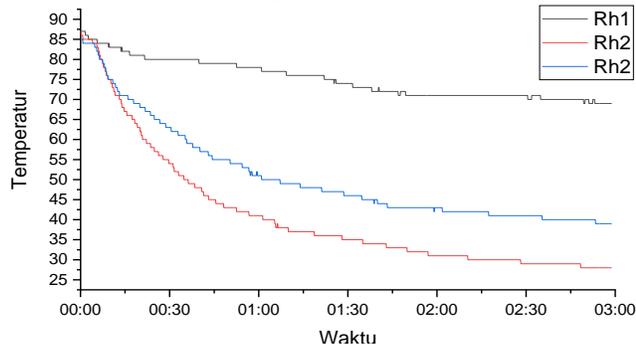
Gambar 15. Grafik temperatur di bak pengering

Gambar 15 di atas menunjukkan grafik hasil pengujian temperatur voltase 220 pada kecepatan udara 2m/s dalam jangka waktu 3 jam. dapat dilihat nilai T2 pada grafik diatas adalah sebesar T1= 32, T2= 48 dan T3 = 43. Maka dapat disimpulkan bahwa T2 memiliki suhu tertinggi dari pada temperatur lainnya. Dari temperatur tersebut menyebabkan penurunan massa padi , seperti grafik berikut ini:



Gambar 16. Grafik massa padi

Gambar 16 diatas menunjukkan penurunan massa padi pada 220V dengan kecepatan udara 2 m/s dalam jangka waktu 3 jam. Penurunan massa padi sebesar 20%, disebabkan oleh temperatur panas sehingga membuat padi yang awalnya basah menjadi kering. Dan untuk melihat hal tersebut dibutuhkan sebuah grafik kelembapan sebagai berikut :

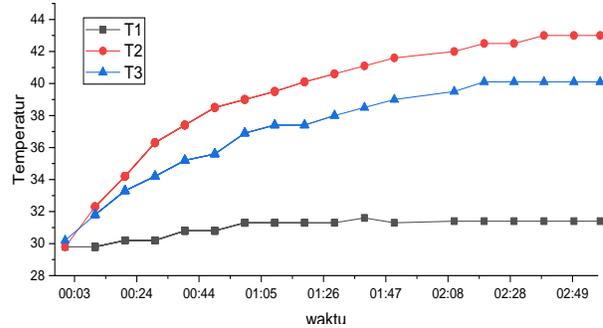


Gambar 17. Grafik kelembapan di bak pengering

Dapat dilihat dari gambar 17 diatas menunjukkan bahwa kelembapan udara menurun yang disebabkan oleh kenaikan suhu pada bak pengering.

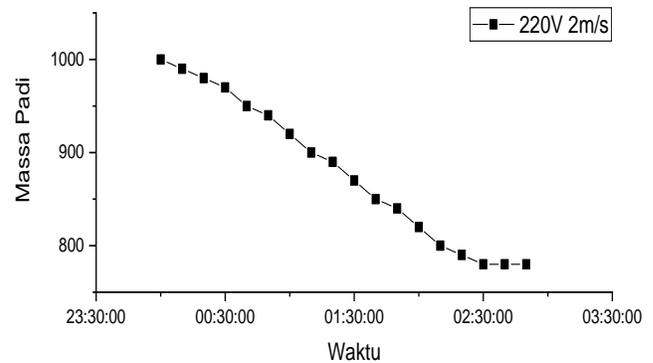
**Hasil Pengujian Voltase 220 Kecepatan udara 2m/s**

Gambar 18 di atas menunjukkan grafik hasil pengujian temperatur voltase 220 pada kecepatan udara 2m/s dalam jangka waktu 3 jam. dapat dilihat nilai T2 pada grafik diatas adalah sebesar T1= 31, T2= 43 dan T3 = 40.



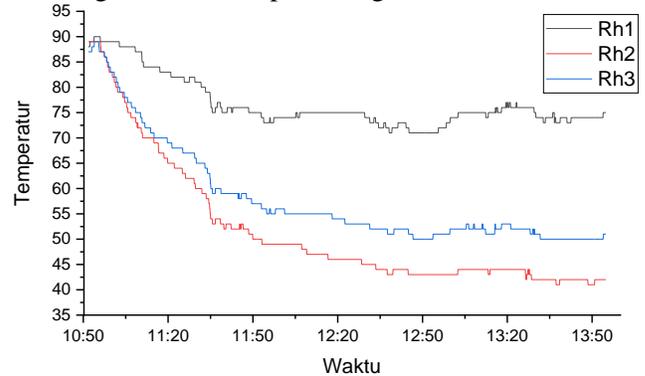
Gambar 18. Grafik temperatur di bak pengering

Maka dapat disimpulkan bahwa T2 memiliki suhu tertinggi dari pada temperatur lainnya. Dari temperatur tersebut menyebabkan penurunan massa padi , seperti grafik berikut ini:



Gambar 19. Grafik massa padi

Gambar 19 diatas menunjukkan penurunan massa padi pada 220V dengan kecepatan udara 2m/s dalam jangka waktu 3 jam. Penurunan massa padi sebesar 21%, disebabkan oleh temperatur panas sehingga membuat padi yang awalnya basah menjadi kering. Dan untuk melihat hal tersebut dibutuhkan sebuah grafik kelembapan sebagai berikut :



Gambar 20. Grafik kelembapan di bak pengering

Dapat dilihat dari gambar 20 diatas menunjukkan bahwa kelembapan udara menurun yang disebabkan oleh kenaikan suhu pada bak pengering.

## KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian dan data yang telah disusun oleh penulis, maka didapat kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari hasil pengujian 3 variasi yaitu pada Voltase 180, 200 dan 220 maka didapat besaran kalor yang mampu dialirkan oleh wick heat pipe dan efisiensi kerja alat sebagai berikut: Voltase 180 dengan kecepatan udara 1,5m/s menghasilkan kalor sebesar  $1,1306 \frac{j}{det}$  dengan efisiensi 0,19%. Voltase 180 dengan kecepatan udara 2m/s menghasilkan kalor sebesar  $1,05525 \frac{j}{det}$  dengan efisiensi 0,18%. Voltase 200 dengan kecepatan udara 1,5 m/s menghasilkan kalor sebesar  $1,1306 \frac{j}{det}$  dengan efisiensi 0,16%. Voltase 200 dengan kecepatan udara 2m/s menghasilkan kalor sebesar  $1,5075 \frac{j}{det}$  dengan efisiensi 0,21%. Voltase 220 dengan kecepatan udara 1,5 m/s menghasilkan kalor sebesar  $1,809 \frac{j}{det}$  dengan efisiensi 0,25% . Voltase 220 dengan kecepatan udara 2m/s menghasilkan kalor sebesar  $1,809 \frac{j}{det}$  dengan efisiensi 0,20%.
2. Pengujian temperatur dilakukan pada 3 titik yang berbeda, yaitu pada awal udara masuk, setelah melewati pipa pemanas dan pada tempat penampungan padi. dari beberapa titik pengujian tersebut, temperatur terbaik didapat pada saat melewati pipa pemanas. Titik ini memiliki temperatur yang lebih tinggi di dibandingkan pada kedua titik lainnya.
3. Dari hasil diatas maka dapat disimpulkan bahwa alat pengering ini sangat layak digunakan dikarenakan alat pengering ini berhasil mengeringkan padi menggunakan wick heat pipe dan juga mendapatkan efisiensi walaupun efisiensinya rendah, secara prinsip alat pengering ini bekerja.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adhim, M. M., Wahyudi, M., Yunansha, D., Maulida, N., & Ayu, I. P. (2005). *Spin dry-pad: mesin putar pengering padi berbasis sistem otomatis untuk meningkatkan kualitas dan produktivitas padi ud sumber rejeki*. 4–6.
- Alit, I. B., & Susana, I. G. B. (2020). Pengaruh Kecepatan Udara pada Alat Pengering Jagung dengan Mekanisme Penukar Kalor. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 11(1), 77–84. <https://doi.org/10.21776/ub.jrm.2020.011.01.9>
- Kana, M. R., Jafri, M., Taringan, B. V., & Maliwemu, E. U. K. (2016). Pengaruh Kecepatan Udara Blower dan Jumlah Pipa Pemanas terhadap Laju Pengeringan pada Alat Pengering Padi Tipe Bed Dryer Berbahan Bakar Sekam Padi. *Ljtmu*, 3(2), 31–36.
- Kreith. (1986). Prinsip-Prinsip Perpindahan Panas Edisi Ketiga (terjemahan P. Arko). Erlangga, Jakarta. In *Erlangga, Jakarta*.
- Peralta-argomeda, J., Huamantincó-araujo, A., Luz Yolanda Toro Suarez, Pimentel, H. F., Quispe Phocco, R. F., Roldán-Pérez, G., Estudiantes, V. De, Gustavson, S. S., Cosme, L. A., Trama, F. A., Ayala R., A., Ambrosio, E. S., Vasquez, M., Luz Yolanda Toro Suarez, Cepeda, J. P., Pola, M., Zuleta, C., González, C., Luz Yolanda Toro Suarez, ... Villanueva, I. (2016). PENGARUH SUHU TERHADAP PERPINDAHAN PANAS PADA MATERIAL YANG BERBEDA. *Ucv*, 1(02), 0–116.
- Putra, N., Saleh, R., Septiadi, W. N., Okta, A., & Hamid, Z. (2014). Thermal performance of biomaterial wick loop heat pipes with water-base Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> nanofluids. *International Journal of Thermal Sciences*, 76, 128–136. <https://doi.org/10.1016/J.IJTHEMALSCI.2013.08.020>
- Saputro, R. D., Girawan, B. A., Pribadi, J. S., Fadillah, F., & Mardiyana, M. (2021). Rancang Bangun Rangka dan Pipa Pemanas Pada Mesin Pengering Padi. *Journal of Sustainable Research In Management of Agroindustry (SURIMI)*, 1(1), 28–32. <https://doi.org/10.35970/surimi.v1i1.573>

- 
- Susana, I. G. B., & Alit, I. B. (2020). Pengeriing Berpenukar Kalor Dengan Sumber Energi Sekam Padi. *Machine : Jurnal Teknik Mesin*, 6(2), 1–5.  
<https://doi.org/10.33019/jm.v6i2.1506>
- Syafarudin, A. R. (2018). Rancangan Sistem Pemanasan Dan Uji Kinerja Pada Pengeriing Gabah Tipe Bak Dengan Dan Tanpa Tempering. *Dapartemen Teknik Mesin Dan Biosistem INSTITUT PERTANIAN BOGOR*, 66.
- Muh. Arhamsyah, Husain Syam, J. (2018). Modifikasi Mesin Pengeriing Dengan Memaanfaatkan Udara Panas Dari Elemen Pemanas Listrik. *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian FT UNM*, 4, 59–68.

•TAR