

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

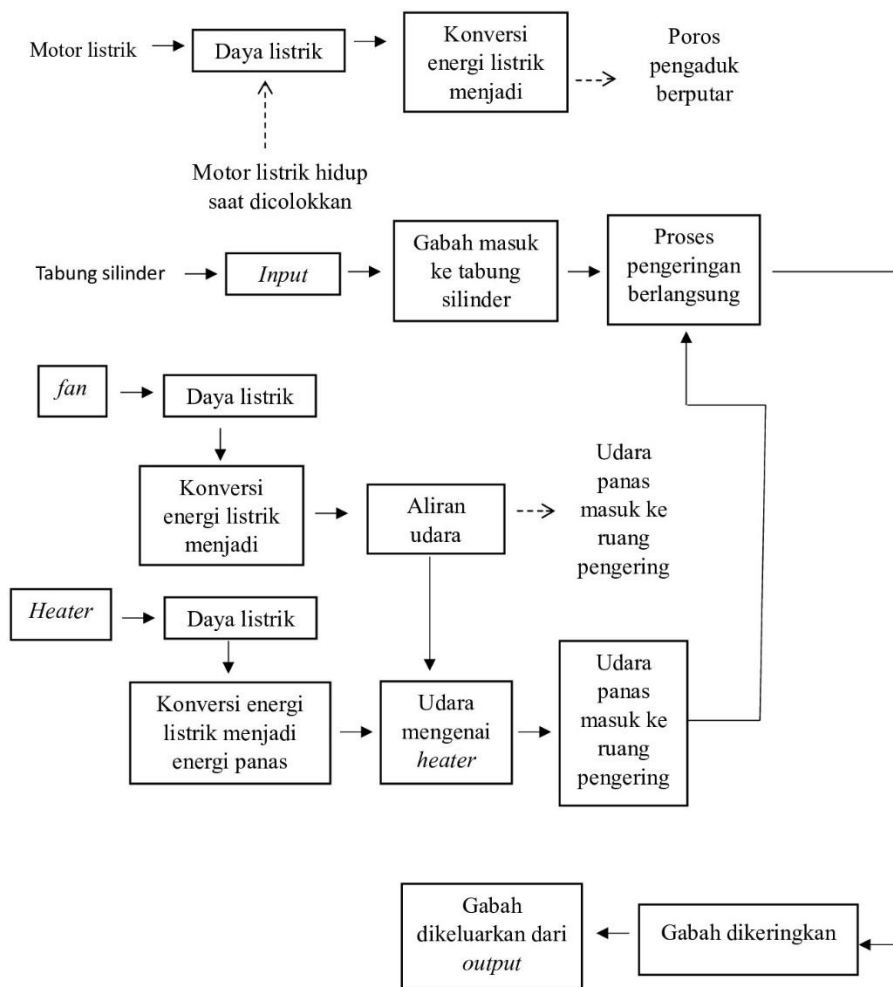
4.1 Hasil Rancangan

Alat yang dirancang berupa pengering gabah menggunakan *heater* sebagai sistem pemanas. Tabung pengering gabah diletakkan secara vertikal dengan kapasitas maksimal 20 kg dan digerakkan dengan motor 1 phase dengan tenaga 1HP dengan kecepatan putaran sebanyak 1400 R.P.M. Kecepatan putaran motor diperlambat dengan menggunakan *speed reducer* dengan rasio 50:1. Komponen yang ada pada alat berupa Tabung Silinder, pengaduk, poros pengaduk, *heater*, *fan*, ruang *heater*, sensor DHT22, ESP32, *Liquid Crystal Display* (LCD) 16x2, dan 2 *channel Relay Module*. Sistem dari alat ini menggunakan *heater* sebagai sumber panas yang ditiup dengan menggunakan kipas yang dipasang pada bagian luar dari ruangan *heater* yang terhubung langsung kedalam Tabung Silinder. Alat pengering gabah menggunakan *heater* dapat dilihat pada Gambar 18.



Gambar 18. Alat Pengering Menggunakan Heater

Alat ini memiliki alur proses atau struktural fungsional dari *fan* hingga gabah selesai dikeringkan. Struktur fungsional dapat dilihat pada Gambar 19.



Gambar 19. Struktur Fungsional

Prinsip kerja alat pengering gabah menggunakan *heater* dimulai dari menghidupkan sistem IOT yang dibangun pada alat terlebih dahulu. Sistem IOT terdiri dari ESP32, DHT22, *Liquid Crystal Display* (LCD) 16x2, dan 2 *Channel Relay Module*. DHT22 berfungsi sebagai pembaca suhu dan kelembapan pada tabung yang terkoneksi langsung ke ESP32. Suhu diatur dengan batasan 35° hingga 40° dikarenakan jika terlalu panas bisa menyebabkan gabah rusak, sedangkan kelembapan diatur dengan batasan lebih besar dari 14% karena kadar air gabah kering berada pada 14%. *Liquid Crystal Display* (LCD) 16x2 berfungsi untuk menampilkan gambar berupa nilai suhu, kelembapan dan sistem yang sedang dijalankan seperti *heater on* atau *heater off*. 2 *Channel Relay Module* berfungsi sebagai penghubung antara arus listrik 220 V dengan *heater* dan ESP32 agar tidak

terjadi kebakaran karena kelebihan beban pada ESP32. ESP32 berfungsi sebagai inti sensor agar kodingan bisa berjalan dengan baik. Setelah sensor sudah beroperasi dengan baik kemudian *fan* dan *heater* dihidupkan. *Fan* berfungsi untuk meniup panas pada heater kedalam tabung Tabung Silinder. *Heater* berfungsi sebagai sumber panas pada alat pengering gabah yang sedang digunakan. Proses pemanasan pada ruang tabung Tabung Silinder akan dimulai. Sebelum gabah dan motor dimasukkan suhu pada ruang Tabung Silinder harus berada pada titik 40° agar hasil pengeringan dapat dimaksimalkan. Jika suhu pada Tabung Silinder sudah mencapai 40° maka motor dinyalakan dan gabah dimasukkan kedalam Tabung Silinder. Setelah selesai dikeringkan gabah dikeluarkan dari *output* yang sudah ada pada bagian bawah.

Spesifikasi alat pengering gabah dengan menggunakan *heater* sebagai sumber pemanas dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi Alat Pengering Gabah

Spesifikasi Alat	Keterangan
Tabung Silinder	
Ukuran	Diameter Tinggi dudukan Tabung Silinder Panjang Tabung Silinder
Material	Plat besi, besi siku
Pengaduk	
Ukuran	Diameter besi ash 1 inci Ketebalan plat pengaduk
Material	Plat besi
Ruang Heater	
Ukuran	Panjang Lebar Ketebalan plat
Material	Plat besi
Fan	
Merek	SUPER ORIX AC FAN
Tipe	Model 12038
Daya	220 V
Arus Listrik	0,45 A

Spesifikasi Alat	Keterangan
Negara Asal	Indonesia
Heater	
Merek	Tubular <i>Heater</i>
Ukuran	Diameter tube 11 mm Diat nevel 16 mm Panjang 20 cm Lebar 5 cm
Daya	220 V / 300 watt
Hambatan	80 ohm
IOT	
Sensor Utama	ESP 32
Sensor Pendukung	DHT22 <i>Liquid Crystal Display</i> (LCD) 16x2
2 Channel Relay Module	
Merek	TONGLING
Spesifikasi	5 VDC 10A 250VAC 15A 125VAC 10A 250VAC JQC-3FF-S-Z
Motor	
Merek	MODERN Motor 1 Phase
Type	JY2A-4
Daya	220 V
Kekuatan	1 HP
Kecepatan putaran	1400 R.P.M
Speed Reducer	
Merek	Hangzhou Advance
Model	WPA
Spec	50
Rasio	50:1

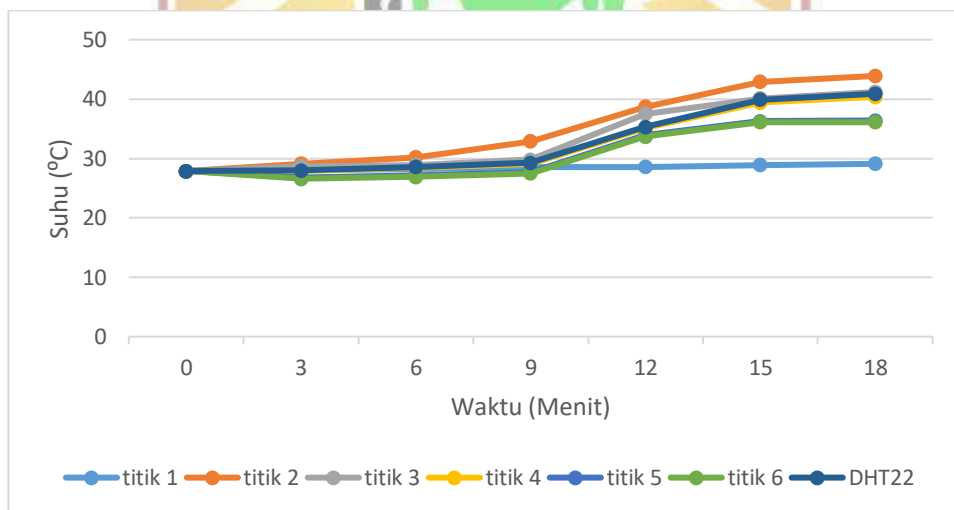
Sumber. Hasil Penelitian

4.2 Pengamatan

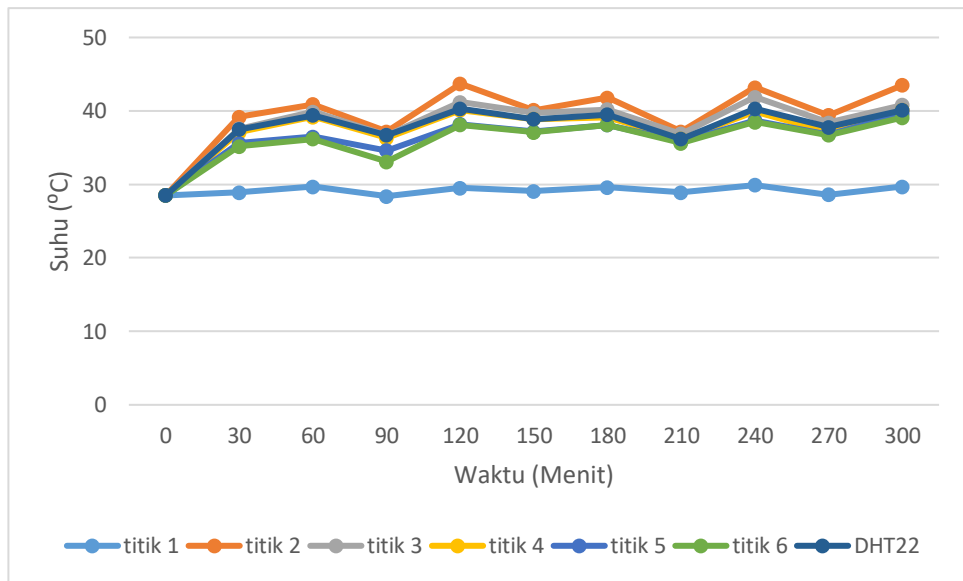
Pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah alat bekerja dengan baik dan kinerja sesuai dengan kebutuhan penggunaanya. Pengamatan yang dilakukan untuk mengetahui nilai dari parameter-parameter berikut: suhu dan kelembapan (*relative humidity*), kecepatan aliran panas, kadar air gabah, rendemen, kapasitas kerja efektif, konsumsi energi listrik, dan efisiensi pengeringan. Pengujian alat pengering gabah berbasis *heater* dengan menggunakan IOT dilakukan di Laboratorium Produksi dan Manajemen Alat Mesin Pertanian, Universitas Andalas. Adapun parameter-parameter yang diamati adalah sebagai berikut:

4.2.1 Suhu dan Kelembapan (*Relative Humadity*)

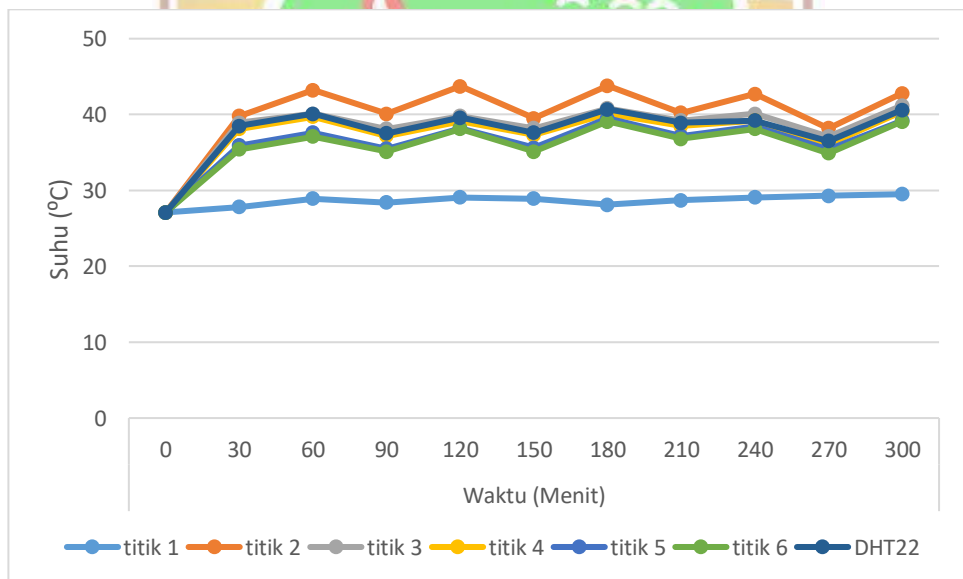
Suhu yang digunakan pada penelitian ini untuk ruang pengering berkisar 40 °C untuk menurunkan kadar air gabah. Suhu dan kelembapan yang ada pada alat di ukur sebanyak 6 titik dengan 4 kali pengulangan dengan menggunakan *thermogun*, dan *termohygrometer* yang disesuaikan dengan suhu yang dibaca oleh DHT22 pada sistem sensor yang dirancang. Titik pengukuran suhu dan kelembapan dapat dilihat pada Gambar 24. Pengulangan terdiri dari pengujian tanpa bahan dan pengujian menggunakan bahan sebanyak 3 kali ulangan. Hasil pengukuran suhu dan kelembapan dapat dilihat pada Gambar 20 -28 dan Lampiran 6.



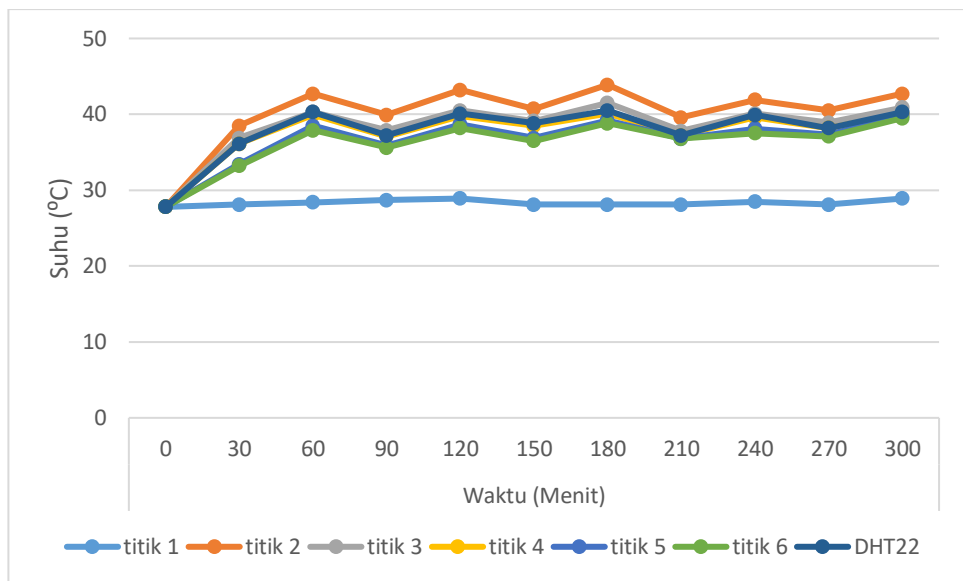
Gambar 20. Nilai Suhu Tanpa Bahan



Gambar 21. Nilai Suhu Pada Ulangan 1



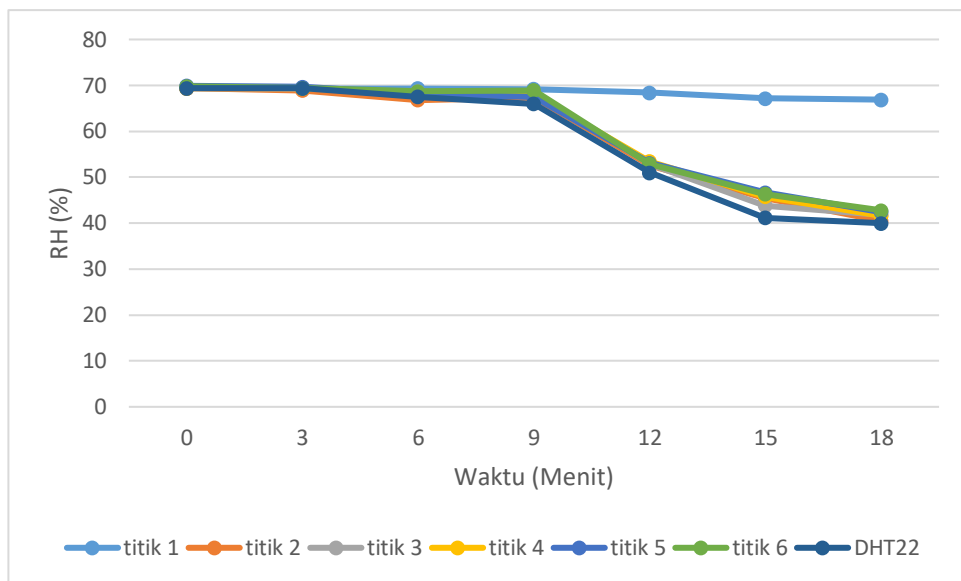
Gambar 22. Nilai Suhu Pada Ulangan 2



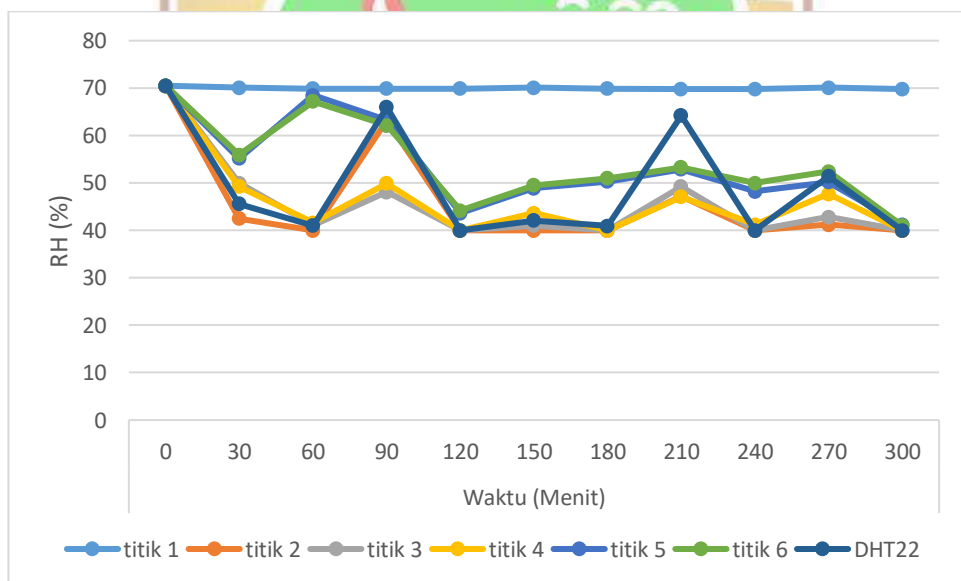
Gambar 23. Nilai Suhu Pada Ulangan 3



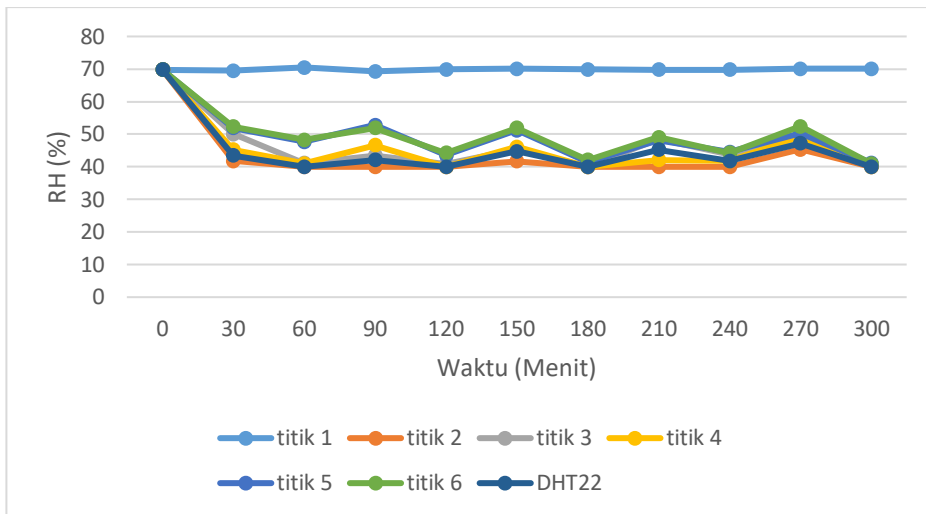
Gambar 24. Titik Pengambilan Data



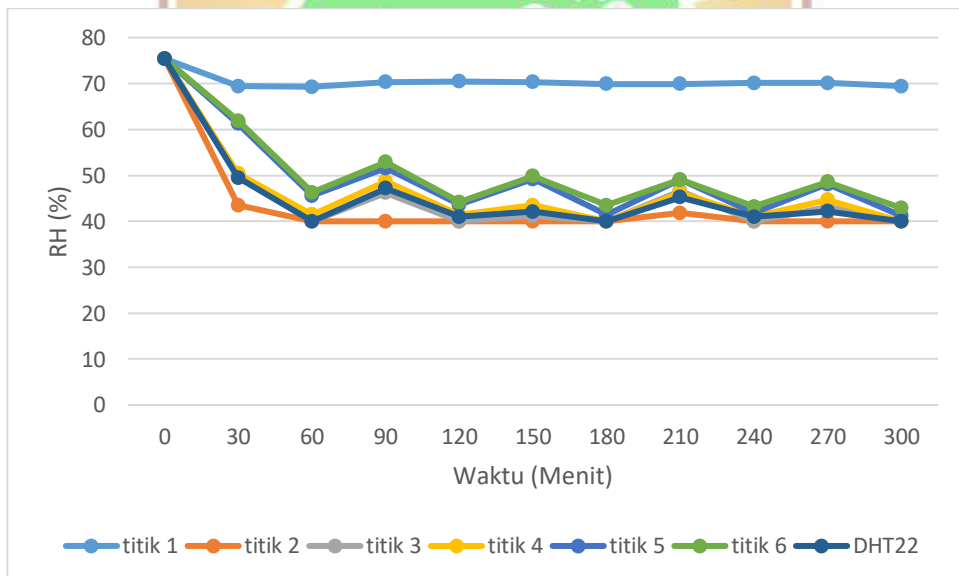
Gambar 25. Nilai RH Tanpa Bahan



Gambar 26. Nilai RH Pada Ulangan 1



Gambar 27. Nilai RH Pada Ulangan 2



Gambar 28. Nilai RH Pada Ulangan 3

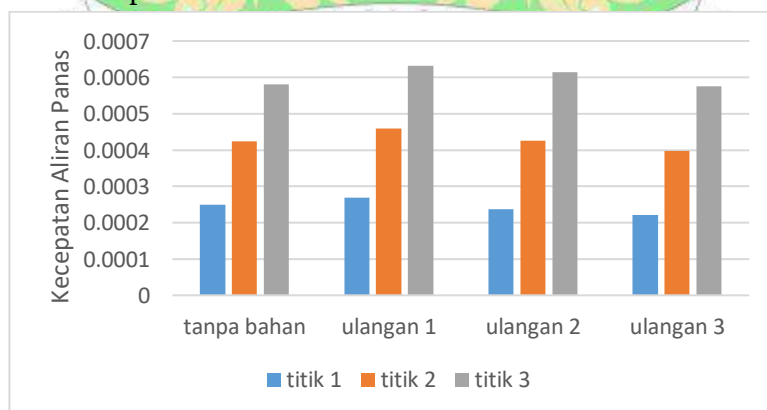
Berdasarkan hasil data pengukuran dapat diketahui bahwa untuk mencapai suhu 40°C terdapat variasi waktu yang berbeda-beda. Pada sensor juga di atur rentang suhu antara $35^{\circ}\text{C} - 40^{\circ}\text{C}$ agar *heater* tidak mengalami *overheat* sehingga dapat mencegah terjadinya kebakaran pada alat. Suhu dan kelembapan lingkungan pengujian tanpa bahan, pengujian 1, 2, dan 3 secara berurutan adalah $27,9^{\circ}\text{C}$ dan $69,4\%$, $28,5^{\circ}\text{C}$ dan $70,5\%$, $27,1^{\circ}\text{C}$ dan $69,8\%$, serta $27,8^{\circ}\text{C}$ dan $75,4\%$. Untuk mencapai suhu 40°C pada ruang pengering pada awal alat dinyalakan pada pengujian tanpa bahan membutuhkan waktu 17 menit 40 detik, pengujian dengan

bahan pada ulangan 1 membutuhkan 16 menit 21 detik, ulangan 2 membutuhkan 17 menit 37 detik, ulangan tiga membutuhkan 18 menit 50 detik. Hal ini dikarenakan adanya faktor lingkungan dan kondisi *heater* yang sedang dalam keadaan dingin sehingga proses pemanasan membutuhkan waktu yang berbeda beda. Apabila *heater* sudah dalam keadaan panas maka untuk mencapai suhu 40°C tidak membutuhkan waktu lama begitu juga dengan sebaliknya apabila *heater* dalam keadaan dingin maka membutuhkan waktu yang lama.

Suhu tertinggi dari semua pengujian berada pada titik 2 dimana titik ini merupakan daerah penyalur panas yang berasal dari *heater* menuju ruang tabung silinder. Sedangkan terendah berada pada titik 5 dan titik 6 dikarenakan posisi pengambilan titik ini berada dibagian bawah dimana semua bahan jatuh kebawah. Selain itu, penyebab suhu di titik 5 dan 6 rendah juga dikarenakan udara yang ditiup oleh *fan* bergerak lurus dan udara yang terkena dinding langsung mengarah bergerak atas sesuai dengan sifat dari udara sehingga yang terkena hawa panas secara langsung hanya bagian atas dari tabung silinder yaitu pada titik 3, 4 dan DHT22. Jika suhu berada dalam keadaan rendah maka kelembapan akan tinggi sedangkan saat suhu tinggi maka kelembapan akan rendah. Hal ini dikarenakan sesuai dengan sifat dimana suhu dan kelembapan berbanding terbalik.

4.2.2. Kecepatan Aliran Panas

Kecepatan aliran panas diukur pada 3 titik pengukuran seperti pada Gambar 28. Pengukuran dilakukan dengan cara menghitung berapa kecepatan yang dibutuhkan untuk mencapai suhu 40°C pada ketiga titik pengukuran tersebut. Nilai dari kecepatan berupa hasil bagi dari jarak dengan waktu. Jarak sendiri diukur dari titik heater ke titik 1, 2 dan 3 kemudian dibagi dengan waktu yang dibutuhkan agar suhu 40°C . Hasil pengukuran dari kecepatan aliran panas dapat dilihat pada Gambar 29 dan Lampiran 7.

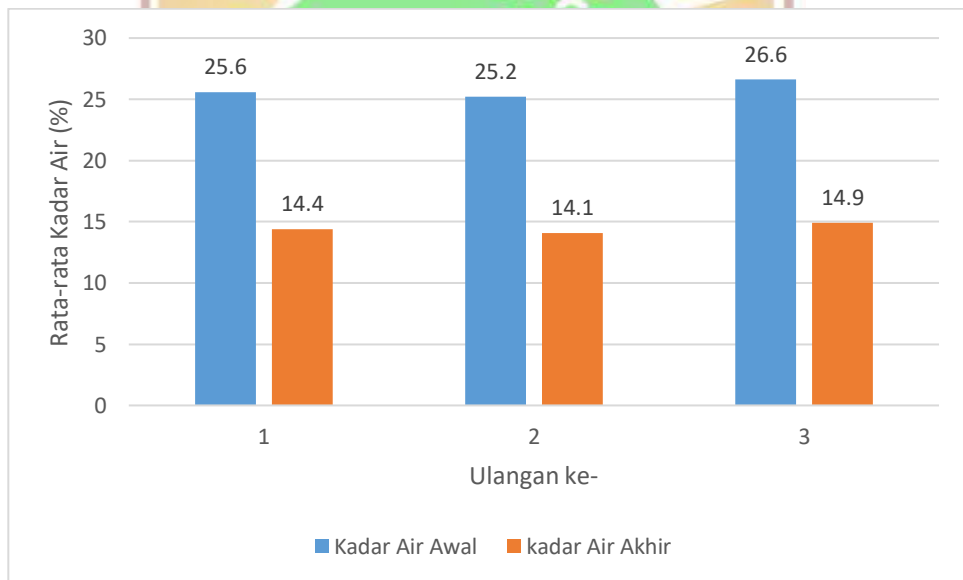


Gambar 29. Kecepatan Aliran Panas

Dari grafik dan data lampiran dapat dilihat bahwa rata-rata kecepatan aliran panas secara berurutan yaitu 0,00024 m/s, 0,00042 m/s, dan 0,0006 m/s. Menurut Maulana (2020) semakin lama waktu pemanasan, maka suhu gabah akan meningkat secara bertahap sesuai target yang di inginkan. Hal tersebut menunjukkan bahwa terjadinya akumulasi panas pada ruang pengering yang dialirkan menggunakan *Fan*. Hal itu sejalan juga dengan hukum 2 sistem termodinamika, dimana dalam hukum tersebut mengatakan bahwa suatu sistem termodinamika yang tertutup akan menghasilkan temperatur yang semakin tinggi seiring meningkatnya waktu.

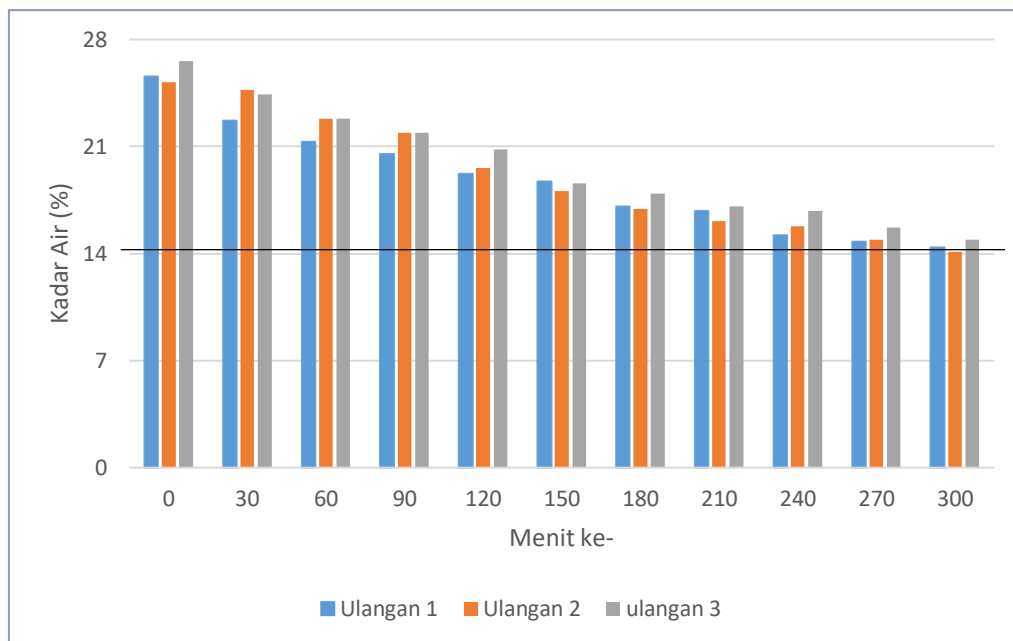
4.3.3 Kadar Air Gabah

Kadar air gabah di ukur menggunakan *grainmoisture meter* setiap 30 menit sekali setelah gabah dimasukkan kedalam ruang pengering setelah mencapai suhu 40 °C. Pengukuran kadar air dilakukan sebanyak 3 kali pengulangan. Persentase kadar air gabah dapat dilihat pada Gambar 30-31.



Gambar 30. Rata-rata Kadar Air Gabah

Dari Gambar 30 diatas diketahui kadar air awal ulangan 1 sebanyak 25,6 % dan kadar air akhir sebesar 14,4 % , kadar air awal ulangan 2 sebanyak 25,2 % dan kadar air akhir sebanyak 14,15 %, dan kadar air awal ulangan 3 sebesar 26,6 % dan kadar air akhir sebanyak 14,9 %. Hasil pengukuran kadar air tiap 30 menit sekali dapat dilihat pada Gambar 31.



Gambar 31. Rata-rata Kadar Air

Dari hasil pengukuran tersebut dapat dilihat bahwa ulangan 1 membutuhkan waktu 5 jam untuk menurunkan rata-rata kadar air dari 25,6 % menjadi 14,4 %. Ulangan 2 membutuhkan waktu 5 jam untuk menurunkan rata-rata kadar air dari 25,2 % menjadi 14,1 %. Ulangan 3 membutuhkan waktu 5 jam untuk menurunkan kadar rata-rata kadar air dari 26,6 % menjadi 14,9 %. Menurut Saputra *et.al.* (2023) Lama pengeringan yang lebih panjang biasanya menurunkan kadar air lebih efektif, tapi jika terlalu lama atau suhu terlalu tinggi bisa menyebabkan kerusakan struktur bahan, menurunkan kualitas seperti aroma dan warna, serta dapat merusak zat gizi di dalamnya.

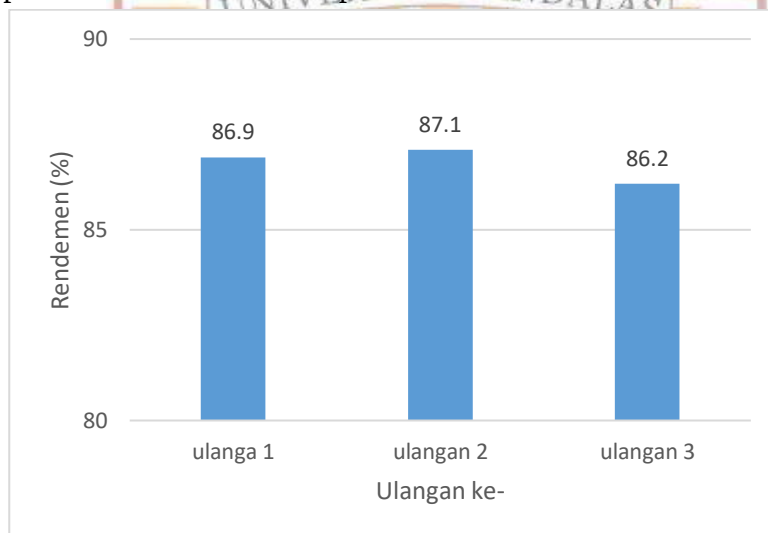
Kadar air gabah siap giling yang sesuai dengan SNI yaitu 13-14 %. Pada ulangan 1 pengeringan dilakukan selama 5 jam dan didapatkan kadar air akhir sebesar 14,4 %, ulangan 2 pengeringan selama 5 jam didapatkan kadar air 14,1 %, dan ulangan 3 pengeringan selama 5 jam mendapatkan kadar air 14,9 %. Pada penelitian ini kadar air gabah siap giling sesuai SNI di dapatkan dengan waktu minimal 5 jam pengeringan . faktor yang mempengaruhi penurunan kadar air adalah kadar air gabah dan suhu pengeringan.

Pada penelitian sebelumnya , cornadi (2019) menggunakan suhu ruang pengering 106,93 °C selama 23,556 menit untuk menurunkan kadar air gabah dari 22% menjadi 12 %. Sedangkan Sutrisno dan rahardjo (2012) menggunakan box dryer dengan pengeringan lapisan tipis dengan suhu pengeringan rata-rata sekitar

37-38 °C selama waktu pengeringan 10-12 jam untuk menurunkan kadar air gabah dari sekitar 27 % menjadi 12-14 % . saat terjadi peroses pengeringan, suhu saat pengeringan terus meningkat sehingga mempengaruhi jumlah kadar air pada gabah. Pada penelitian ini setiap 30 menit terjadi naik turun suhu di akibatkan sensor diatur rentang suhu antara 35 °C – 40 °C sehingga mempengaruhi jumlah kadar air yang berkurang.

4.2.4 Rendemen

Rendemen dihitung untuk mengetahui peresentase massa hasil gabah setelah dilakukan pengeringan dengan membagi hasil penyusutan gabah dengan massa gabah sebelum dikeringkan kemudian dikalikan 100%. Nilai rendemen dapat dilihat pada Gambar 32. Dan lampiran 8.

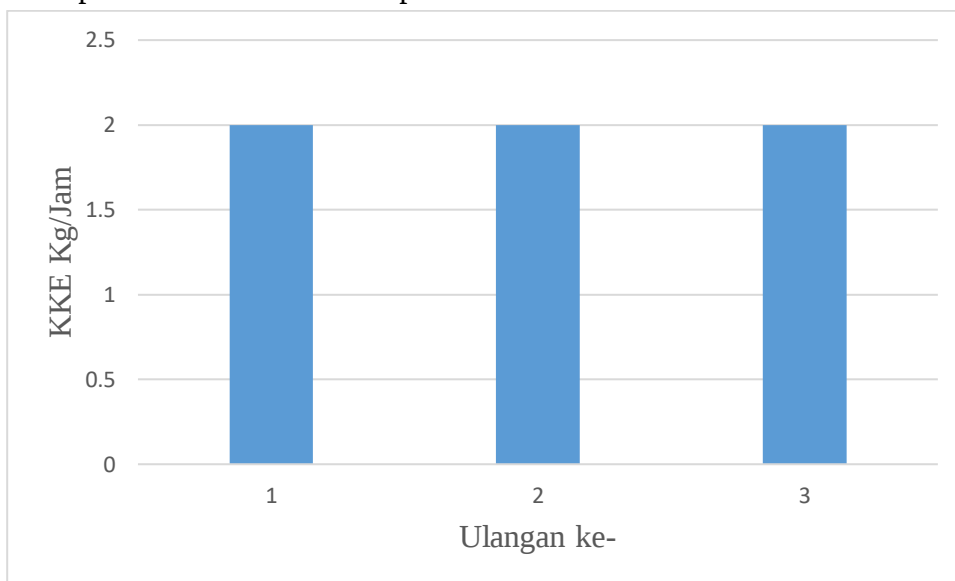


Gambar 32. Nilai Rendemen Gabah

Rendemen gabah pada penelitian ini didapatkan ulangan 1 sebesar 86,9 %, ulangan 2 sebesar 87,1 % dan ulangan 3 sebesar 86,2 %, rendemen dipengaruhi oleh jumlah kadar air yang dikeringkan, semakin tinggi kadar air yang dikeringkan semakin sedikit hasil yang di dapatkan. raharjo *et al* (2012) pada penelitiannya mendapatkan rata-rata rendemen gabah pengeringan sinar matahari sebesar 61,6 % dengan lama pengeringan 6 jam selama 2 hari. Dari data ini dapat disimpulkan bahwa pengeringan dengan alat pengering gabah tipe silinder menggunakan *heater* berbasis *internet of things* dapat mencapai rendemen yang lebih tinggi dibandingkan dengan pengeringan menggunakan sinar matahari . pengeringan dengan sinar matahari rentan di ganggu oleh hewan dan kendaraan sehingga mempengaruhi hasil rendemen.

4.2.5 Kapasitas Kerja Efektif

Kapasitas kerja efektif pengeringan gabah adalah jumlah volume atau berat gabah yang benar-benar dapat dikeringkan dalam jangka waktu tertentu, dengan mempertimbangkan kondisi operasional sebenarnya seperti waktu untuk mengisi, mengeringkan, dan mengosongkan, serta memperhitungkan waktu terbuang dan tingkat efisiensi proses pengeringan. Hasil perhitungan kapasitas kerja efektif dapat dilihat pada Gambar 33 dan lampiran 9.

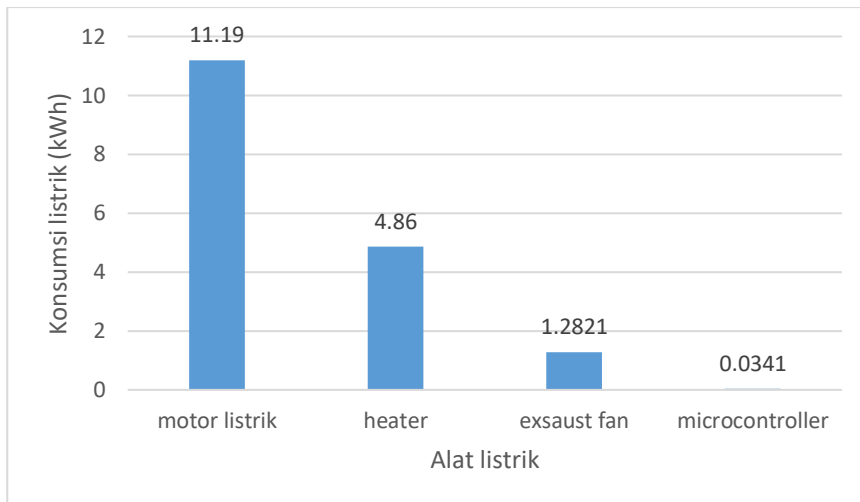


Gambar 33. Kapasitas Kerja Efektif

Berdasarkan gambar diatas kapasitas kerja efektif pada ulangan 1 mencapai 2, ulangan 2 mencapai 2 kg/jam dan ulangan 3 mencapai 2 kg/jam. Hasil ke 3 ulangan menunjukkan nilai sama pada pengeringan selama 5 jam dan nilai rendemen berturut-turut 86,9 %, 87,1 %, dan 86,2 %. Nilai kapasitas ketiga ulangan ini dipengaruhi oleh nilai rendemen yang didapatkan dan waktu pengeringan, dimana semakin lama proses pengeringan maka kapasitas kerja efektif semakin kecil .

4.2.6 Konsumsi energi listrik

Jumlah konsumsi energi listrik dapat dihitung dengan mengalikan jumlah daya yang dipakai dengan waktu pengeringan. konsumsi energi listrik dapat dilihat pada gambar 34 dan lampiran 10.



Gambar 34. Konsumsi Energi Listrik

Kondumdi energi lidtrik berasal dari motor listrik, *heater*, *exsaust fan*, dan *microcontroller* sebesar 11,19 kWh, 4,86 kWh, 1,2821 kWh, 0,0341 kwh. sehingga total konsumsi energi listrik untuk semua pengulangan adalah 17,3662 kWh.

4.2.7 Susut Bobot

Susut bobot adalah penurunan berat atau bobot suatu benda, susut bobot gabah yang terjadi hilangnya kadar air selama peroses pengeringan. Susut bobot pada penelitian ini adalah sebesar 13,1 %. Penyebab susut bobot pada pengeringan ini dikarenakan tercecernya gabah saat peroser pemasukan gabah ke dalam tabung silinder dan pada saat pengeluaran gabah dari corong *output* ditambah penguapan air selama pengeringan. Raharjo *et al.* (2012) pada penelitiannya mendapatkan susut bobot 7,11 % menggunakan mesin box dryer. pengeringan dengan alat pengering gabah tipe silinder menggunakan *heater* berbasis *internet of things* mendapatkan susut bobot 13,1 % dikarenakan banyaknya gabah yg tercecerc dan penguapan air pada saat pengeringan.

4.2.8 Laju pengeringan

Laju pengeringan merupakan berat air yang berhasil di uapkan persatuan jam. Laju pengeringan yang didapatkan adalah 0,262 kg/jam. Nilai laju pengering tersebut selain dipengaruhi oleh kadar air awal gabah, juga dipengaruhi oleh suhu dan jenis perpindahan panas yang terjadi. Wahyu K Sugandi *at.al.* (2021) Semakin tinggi suhu pengeringan, maka akan semakin tinggi nilai laju pengeringan yang terjadi.

4.3 Analisis Ekonomi

Analisis ekonomi pada alat pengering gabah tipe silinder menggunakan *heater* berbasis *internet of things* ini bertujuan untuk menghitung biaya pokok dan biaya produksi alat pengering. Analisis biaya alat dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Analisis Biaya

No.	Uraian	Keterangan
1	Biaya Tetap (Rp/tahun)	Rp.468.600
2	Biaya Tidak Tetap (Rp/jam)	Rp.31.535,19
3	Biaya Pokok (Rp/kg)	Rp. 18.353
4	Titik Impas (kg/tahun)	Rp. 235,20

Sumber: Hasil Penelitian

4.3.1 Biaya Tetap

Biaya tetap dihitung untuk mengetahui jumlah biaya tetap dari alat meski mengalami perubahan jam kerja per tahun. Biaya tetap dapat dihitung melalui biaya penyusutan dan biaya modal. Biaya penyusutan didapatkan sebesar Rp.396.000/tahun dan biaya modal didapatkan sebesar Rp.72.600/tahun. Dari hasil penjumlahan biaya penyusutan dan biaya modal maka didapatkan biaya tetap sebesar Rp.468.600/tahun.

4.3.2 Biaya Tidak Tetap

Biaya tidak tetap dihitung untuk dapat mengetahui jumlah dari biaya operasional alat yang dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan alat dan untuk memenuhi kelancaran operasional dan produksi alat . untuk mendapatkan biaya tidak tetap dari jumlah biaya kebutuhan listrik sebesar Rp.16.166,19, biaya perbaikan dan perawatan sebesar Rp.396/jam, dan biaya operator sebesar Rp.15.000/jam, maka didapatkan jumlah biaya tidak tetap sebesar Rp.31.535,19/jam

4.3.3 Biaya pokok

Biaya pokok adalah biaya yang menyangkut dari biaya bahan baku,tenaga kerja langsung dan termasuk dari biaya tetap dan biaya tidak tetap. Biaya pokok wajib dikeluarkan per hari nya selama melakukan produksi, biaya pokok yang didapatkan adlah sebesar Rp. 18.353/kg

4.3.4 Titik impas atau BEP

Biaya titik impas adalah keadaan impas balik dari modal usaha pengeringan. Biaya titik impas didapatkan sebesar Rp. 235,20 kg/tahun.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat diambil beberapa kesimpulan yaitu:

1. Alat yang dipakai berkapasitas 10kg dengan sumber panas berupa *Heater*
2. Suhu yang didapatkan berkisaran antara 35 - 40 °C, kadar air gabah yang di dapatkan 14,1 % samapi 14,9 %, nilai rendemen 86,2 % sampai 87,1 %,
3. Hasil analisis ekonomi berupa Biaya Tetap Rp.468.600/tahun, Biaya Tidak Tetap Rp.35.312,19/jam, Biaya Pokok Rp. 18.353/kg, dan Titik Impas Rp. 235,20 kg/tahun

5.2 Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya adalah melakukan perbaikan pada alat sebelum melakukan penelitian dikarenakan alat masih banyak kekurangannya seperti hasil tiupan dari fan kurang maksimal karena ruang penghubung udara sangat kecil, Pemberian suhu kurang merata pada alat, Kapasitan tabung silinder kurang besar sehingga tidak sesuai dengan rencana awal proposal, ada beberapa gabah yg masuk ke ruang heater karena tidak dikasi saringan.

