

Sistem Kendali Suhu Oven Pengering Gabah Menggunakan *Fuzzy Logic* Berbasis *Internet Of Things*

M.Rizal¹, Peni Handayani^{2*}, Indra Chandra Joseph Riadi³

¹Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012
E-mail : m.rizal.tele19@polban.ac.id

²Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012
E-mail : penihan@polban.ac.id

³Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012
E-mail : indra.riadi@polban.ac.id

ABSTRAK

Proses pengeringan gabah sangat berpengaruh terhadap kualitas beras yang dihasilkan. Gabah yang terlalu basah setelah dipanen dan disimpan terlalu lama akan merusak kualitas biji gabah. Proses pengeringan konvensional bergantung pada kondisi cuaca matahari yang cukup menyulitkan petani ketika musim pengujian tiba. Oven pengering yang ada masih tergantung dengan bahan bakar fosil seperti gas atau kayu bakar yang tidak ramah untuk lingkungan atau menggunakan energi listrik besar. Penelitian ini bertujuan membuat oven pengering gabah menggunakan energi listrik serta dapat dikendalikan otomatis agar menghasilkan gabah siap giling berkualitas. Terdapat fitur tambahan yaitu dapat dimonitor oleh pengguna melalui *smartphone* menggunakan internet. Metode yang digunakan adalah logika *fuzzy* dengan tipe *Mamdani*. Sistem dibangun menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai pengolah sinyal, sensor kapasitif sebagai mendeteksi kadar air gabah, sensor *thermocouple* sebagai mendeteksi suhu oven, heater AC sebagai pemanas oven, motor DC sebagai penggerak pengaduk gabah, dan LCD sebagai display. Hasil uji menunjukkan untuk mengeringkan 10 Kg gabah membutuhkan waktu selama 151 menit dengan kadar air terukur sebesar 13% untuk mode 1, 142 menit dengan kadar air terukur 14% untuk mode 2, dan 136 menit dengan kadar air terukur sebesar 14% untuk mode 3 dengan akurasi pembacaan kadar air sebesar 0,68% dengan akurasi mencapai 99,24%.

Kata Kunci

Pengeringan gabah, Energi Listrik, Internet of Things (IoT), Logika Fuzzy

1. PENDAHULUAN

Proses pengeringan gabah di beberapa wilayah di Indonesia masih menggunakan cara konvensional yaitu memanfaatkan panas sinar matahari. Proses pengeringan ini menentukan kualitas beras. Gabah dengan kadar air 14% menghasilkan rendemen beras giling dan persentase beras kepala tertinggi dibandingkan gabah dengan kadar air 12% dan 16%. Kekerasan butiran beras akan berbeda jika gabah digiling pada kadar air yang berbeda-beda. Apabila kadar air gabah lebih atau kurang dari itu maka terdapat penurunan rendemen dan mutu beras giling [1].

Oven pengering gabah yang ada di pasaran masih mengandalkan tambahan energi dari gas atau bahan bakar tidak ramah lingkungan seperti kayu, atau menggunakan energi listrik berdaya besar. Permasalahannya adalah tidak semua petani atau

produsen lokal dapat membelinya. Selain itu, oven yang ada dipasaran mempunyai fitur terbatas yaitu untuk mengatur waktu pengeringan, mengatur dan menjaga suhu yang diinginkan, dan memantau alat melalui display yang menempel pada alat.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Pustaka

Teknologi *Fuzzy* telah banyak diaplikasikan untuk system kendali tertutup agar system atau alat dapat bekerja secara otomatis, misalnya system kendali untuk menghindari tabrakan mobil, untuk mengendalikan kualitas air tambak, untuk mengendalikan kecepatan motor DC, untuk alat pengering gabah, dan sebagainya. Kelebihan logika *fuzzy* dalam membuat keputusan adalah adanya rentang nilai variabel yang dapat disetting sesuai dengan kondisi yang diinginkan. Rentang nilai

variabel tersebut ditunjukkan dengan keanggotaan dalam suatu himpunan. Muhammad Singgih (2021) telah merancang pengering padi dengan metode *Fuzzy* tipe Mamdani dan berhasil mengeringkan padi dengan hasil kadar air 14% sesuai SNI [2].

Kualitas gabah menentukan mutu dan nilai jual, pemerintah Indonesia melalui Instruksi Presiden Tahun 2012, menentukan kualitas gabah dibedakan ke dalam dua kelompok yaitu :

- a) Gabah Kering Giling (GKG)
Gabah Kering Giling merupakan gabah yang mengandung kadar air *maksimum* sebesar 14% dan memiliki hampa dan kotoran *maksimum* 3%. Kelompok gabah ini umumnya yang sudah melewati tahapan pengeringan secara konvensional maupun langsung.
- b) Gabah Kering Panen (GKP)
Gabah kering panen adalah gabah yang mengandung kadar air *maksimum* sebesar 25% dengan hampa/kotoran *maksimum* 10%. Kelompok gabah ini adalah gabah yang umumnya baru dipisahkan dari tangkainya dan siap untuk dikeringkan atau dijual [3].

Tabel 1 Patokan Kelompok Kualitas Gabah

Kadar Hampa/ Kotoran (%)	Kadar Air (%)		
	≤ 14,00	14,01 - 25,00	> 25,00
≤ 3,00	GKG	GKP	Luar Kualitas
3,01 – 10,00	GKP	GKP	Luar Kualitas
> 10,00	Luar Kualitas	Luar Kualitas	Luar Kualitas

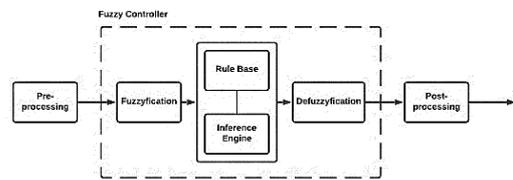
2.2 Dasar Teori

2.2.1 Fuzzy Logic

Fuzzy logic atau logika *fuzzy* dikenalkan pada tahun 1965 oleh Lotfi Zadeh, yang merupakan alat matematis yang dipergunakan untuk menghadapi permasalahan yang berhubungan dengan ketidakpastian. Teori *fuzzy* dibuat untuk merepresentasikan konstruksi linguistik yaitu “banyak”, “sedikit”, “sering”, “besar”, dan lainnya. Logika *fuzzy* memiliki konsep menirukan cara pikir manusia dengan menggunakan sifat kesamaan suatu nilai. Pada logika *fuzzy*, nilai tidak lagi hanya 0 atau 1 namun seluruh kemungkinan di antara 0 dan 1 dimana logika *fuzzy* tidak terpaku pada satu keputusan (fleksibel) sehingga dapat memberi toleransi pada ketidakpastian.

Proses-proses dalam logika *fuzzy* adalah fuzzifikasi, penalaran (reasoning), dan defuzzifikasi :

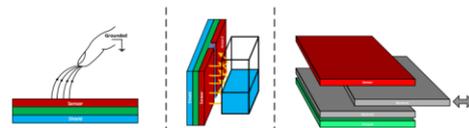
1. Fuzzifikasi : Proses mendapatkan derajat keanggotaan dari sebuah nilai numerik masukan (*crisp*).
2. Penalaran : Proses mendapatkan aksi keluaran terhadap suatu kondisi input dengan mengikuti aturan-aturan (*rule base*) yang telah ditetapkan yang disebut *inference/reasoning*.
3. Defuzzifikasi : Proses konversi hasil penalaran yang berupa derajat keanggotaan keluaran menjadi variabel numerik kembali [4].



Gambar 1. Diagram Blok Logika *Fuzzy*

2.2.2 Sensor Kapasitif

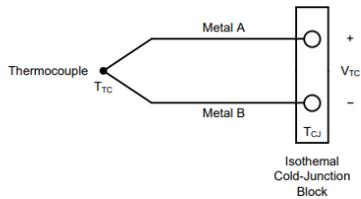
Sensor kapasitif menggunakan prinsip dasar konsep kapasitif dimana sensor ini bekerja terhadap perubahan muatan energi listrik yang disimpan oleh sensor akibat adanya perubahan jarak lempeng, perubahan luas penampang, dan perubahan volume dielektrikum pada sensor [6].



Gambar 2. Implementasi Dasar Penggunaan Sensor Kapasitif

2.2.3 Sensor Thermocouple

Sensor *Thermocouple* adalah jenis sensor suhu yang menggunakan 2 jenis logam konduktor berbeda yang disatukan pada ujungnya sehingga menimbulkan efek *thermoelectric*. Logam yang diberi perbedaan panas secara *gradient* akan menghasilkan energi listrik dimana terdapat *junction* yang dikenal dengan istilah *seebeck*. Sensor *thermocouple* memiliki respon yang cepat terhadap perubahan suhu dan rentang operasinya mulai dari -200°C sampai 2.000°C tergantung dari tipe *thermocouple* yang digunakan (berdasarkan bahan logam konduktornya) [7].



Gambar 3. Prinsip Dasar *Thermocouple*

2.2.4 Internet of Things (IoT)

Internet of Things (IoT) merupakan arsitektur informasi berbasis Internet global yang berkembang untuk yang memfasilitasi pertukaran barang dan jasa. IoT bertujuan menyediakan infrastruktur IT yang memfasilitasi pertukaran data dengan cara yang aman dan andal, yaitu fungsinya untuk mengatasi kesenjangan antara objek di dunia fisik dan representasi mereka dalam sistem informasi. IoT berfungsi meningkatkan transparansi dan meningkatkan efisiensi jaringan rantai pasokan global [8].

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan melalui metodologi baku yang ditunjukkan dengan urutan tahapan sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Diagram Alir Metode Penelitian

Penelitian dimulai dari identifikasi masalah yang ada dialami oleh petani di Subang dan menentukan fokus masalah yang akan dijadikan titik tolak perancangan alat pengering gabah ini. Tahap berikutnya adalah studi pustaka untuk menjangkau informasi terkait dengan alat pengering gabah, dilanjutkan dengan proses perancangan, lalu ke tahap realisasi, dan pengujian.

3.1 Metode Pengukuran Kadar Air Gabah

Pengambilan data kadar air gabah pada sistem harus memiliki rentan 0% sampai 25% dimana

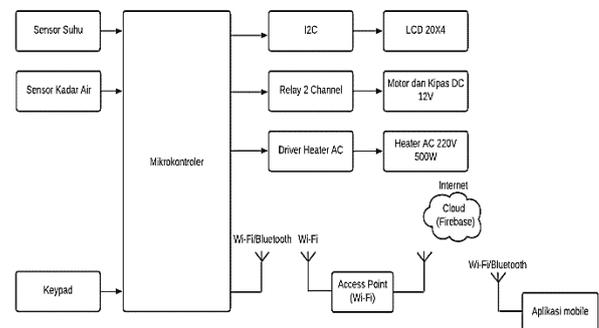
penentuan ini mengacu pada dua kategori gabah kering yaitu Gabah Kering Basah (GKB) dan Gabah Kering Giling (GKG). Sensor kapasitif digunakan sebagai sensor kadar air gabah yang sudah dikalibrasi. Dengan mengukur nilai keluaran sensor saat diberi gabah basah dan diberi gabah kering lalu dimasukkan kedalam algoritma program agar dapat menunjukkan nilai kadar air terukur. Untuk membuat pembacaan sensor kadar air menjadi lebih baik, sensor dikalibrasi dengan menggunakan *grain moisture sensor* agar dapat menghasilkan pembacaan kadar air yang akurat.

4. DESAIN

4.4 Konsep Dasar

Konsep dasar dari alat ini adalah oven yang dapat mengeringkan gabah basah menjadi gabah siap giling menggunakan energi listrik sehingga proses pengeringan tidak tergantung dengan sinar matahari. Alat dapat bekerja secara offline maupun online menggunakan internet. Keputusan ON dan OFF dari alat ini ditentukan oleh hasil proses olah data dari sensor-sensor dengan menggunakan logika *Fuzzy*.

4.2 Diagram Blok



Gambar 5. Diagram Blok Alat

4.3 Prinsip Kerja

Saat awal beroperasi, alat akan mendeteksi suhu didalam oven dan kadar air pada gabah. Suhu dideteksi oleh termokopel, kadar air gabah dideteksi oleh sensor kapasitif. Hasil pembacaan dari kedua sensor tersebut dimasukkan ke dalam mikrokontroler sebagai pengolah sinyal. Proses keputusan ON atau OFF pemanas dan atau kipas dilakukan dengan logika *Fuzzy*. Hasil proses tersebut akan dibandingkan dengan setting suhu yang telah ditentukan. Terdapat 3 (tiga) pilihan mode setting, yaitu mode-1 untuk suhu oven 60°C, mode-2 untuk setting suhu 65°C, dan mode-3 untuk setting suhu 70°C. Alat dapat

dioperasikan melalui dua cara, yaitu Offline atau Online

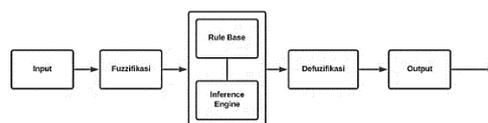
Pengoperasian secara *offline* dilakukan dengan cara memilih langsung mode operasi (1, 2 atau 3) yang ada di layar (*display*). Mode 1 digunakan untuk kadar air gabah dengan range 15%-17% dimana range kadar air tersebut untuk gabah yang sudah cukup kering untuk mendekati kadar air 14% sehingga tidak perlu menggunakan suhu yang cukup tinggi untuk proses pengeringan. Mode 2 digunakan untuk kadar air gabah dengan range 18%-20% dimana range kadar air tersebut untuk gabah yang cukup basah. Mode 3 digunakan untuk kadar air gabah dengan range 21%-23% yaitu untuk gabah basah yang baru saja dipanen dari pesawahan.

Kondisi online yaitu pengguna dapat melihat suhu, kadar air gabah, dan prediksi waktu pengeringan dengan mengakses aplikasi mobile melalui internet. selain itu, mode online dapat mematikan alat dari aplikasi mobile pada smartphone pengguna jika kadar air gabah sudah mencapai 14% atau dibawah 14%.

Output dari kendali *fuzzy* berupa nilai yang diubah ke dalam bentuk *Power Output* (%) yang digunakan untuk mengatur *heater AC*. Pengaturan panas dilakukan dengan menggunakan modul *driver AC Dimmer Relay 2 Channel* digunakan untuk mengatur nyala kipas DC serta motor DC yang terdapat di dalam oven dengan tujuan mengaduk gabah agar mempercepat proses pengeringan. Data berupa suhu oven, kadar air gabah, dan prediksi waktu ditampilkan melalui *display LCD* dan dikirim ke database melalui internet untuk dapat ditampilkan juga pada aplikasi *smartphone*

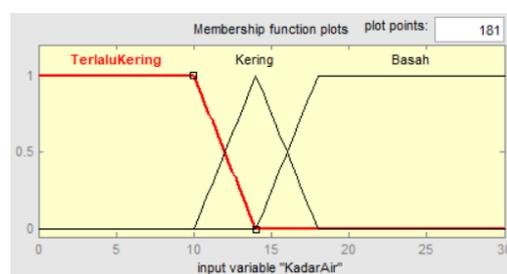
4.4 Desain Kendali Fuzzy

Gambar 6 menunjukkan diagram blok sistem kendali *fuzzy*. Masukan kendali *fuzzy* yaitu pembacaan sensor suhu dan sensor kadar air gabah. Selanjutnya kedua input tersebut mencari derajat keanggotaan dan hasilnya keanggotaan dilakukan proses AND dan selanjutnya diinferensi dengan metode Mamdani. nilai keluaran hasil defuzzifikasi akan digunakan untuk pengambilan keputusan dalam mengatur heater AC melalui driver heater AC.

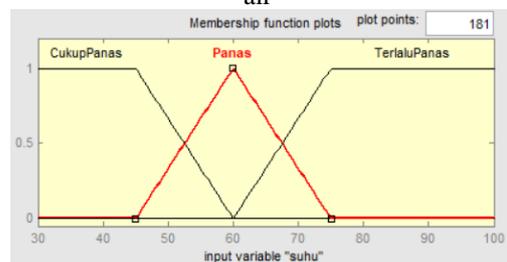


Gambar 6. Diagram Blok Sistem Kendali Fuzzy

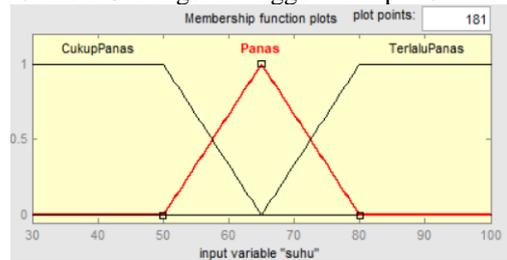
Fungsi keanggotaan input kadar air dapat dilihat pada Gambar 7. Lalu, fungsi keanggotaan input suhu untuk mode 1 sampai 3 dapat dilihat pada Gambar 9 sampai Gambar 10. Selanjutnya, untuk fungsi keanggotaan output power dapat dilihat pada Gambar 11. Sedangkan, untuk aturan *fuzzy* dapat dilihat pada Tabel 2.



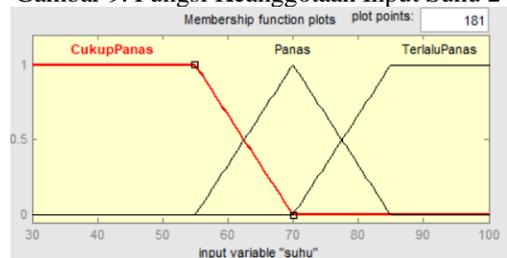
Gambar 7. Fungsi Keanggotaan Input Kadar air



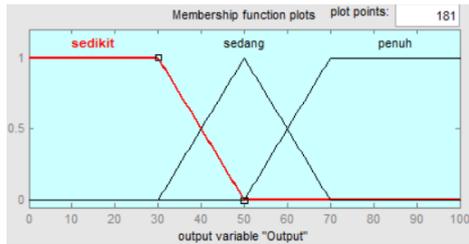
Gambar 8. Fungsi Keanggotaan Input Suhu 1



Gambar 9. Fungsi Keanggotaan Input Suhu 2



Gambar 10. Fungsi Keanggotaan Input Suhu



Gambar 11. Fungsi Keanggotaan Output Power

Tabel 2 Aturan Fuzzy

Kadar Air Suhu Oven	Terlalu Kering	Kering	Basah
Cukup Panas	Sedikit	Sedang	Penuh
Panas	Sedikit	Sedikit	Sedang
Terlalu Panas	Sedikit	Sedikit	Sedang

4.5 Desain Perangkat Antarmuka

Desain perangkat antarmuka ini digunakan sebagai tampilan pada smartphone pengguna untuk monitoring oven serta menyalakan atau mematikan oven melalui internet. Selain itu, terdapat fitur untuk mengatur SSID dan Password Wifi menggunakan komunikasi Bluetooth agar pengguna dapat memilih koneksi Wifi yang ingin disambungkan. Gambar 12 menunjukkan tampilan keseluruhan dari aplikasi mobile yang telah dibuat.



Gambar 12. Tampilan Aplikasi Mobile

5. DATA HASIL PENGUJIAN

Data hasil pengujian terdiri dari pengujian keseluruhan sistem dan pengujian kendali fuzzy untuk setiap mode. Tujuan pengujian ini untuk mengetahui kinerja sistem secara keseluruhan.



Gambar 13. Tampilan alat tampak depan dan samping



Gambar 14. Display Alat

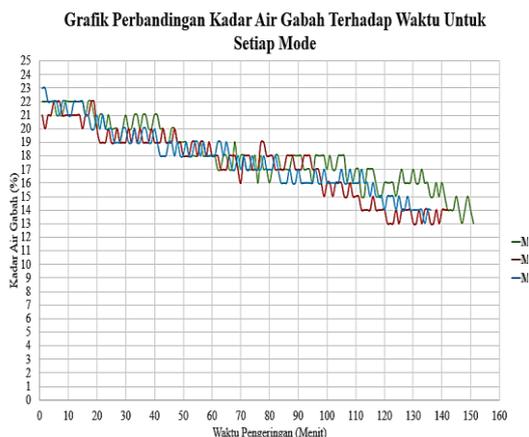
Tabel 3 Hasil Perbandingan Sensor Kadar Air dengan Grain Moisture Sensor

Mode Suhu	Kadar Air Gabah Sebelum Dikeringkan (%)		Error (%)	Kadar Air Gabah Setelah Dikeringkan (%)		Error (%)
	(Sensor Kadar Air)	(Grain Moisture Sensor)		(Sensor Kadar Air)	(Grain Moisture Sensor)	
1	22,00	21,20	0,80	13,00	13,60	0,60
2	21,00	20,10	1,10	14,00	13,50	0,50
3	23,00	21,60	1,40	14,00	13,70	0,30
Rata-rata error (%)			1,10	Rata-rata error (%)		0,47



Gambar 15. Grain Moisture Sensor

Berdasarkan Tabel-2, pembacaan kadar air pada alat memiliki error rata-rata 1,10% saat sebelum pengeringan dan rata-rata error 0,47% saat setelah proses pengeringan. Hal Ini menunjukkan bahwa modul sensor kadar air dapat membaca nilai kadar air dengan baik dengan rata-rata error pembacaan keseluruhan sebesar 0,79%.



Gambar 16. Perbandingan Antara Suhu dengan Lama Waktu Pengeringan Untuk Setiap Mode

Gambar 16 menampilkan grafik tren penurunan kadar air terhadap lama waktu pengeringan. Mode 1 menunjukkan penurunan kadar air terlama dengan waktu 153 menit, sedangkan mode 3 menunjukkan tren penurunan kadar air tercepat dengan lama waktu 137 menit. Data dari ketiga mode tersebut menunjukkan mode yang dipilih mempengaruhi proses penurunan kadar air pada gabah. Pembacaan kadar air gabah terkadang mengalami kenaikan dan penurunan secara tiba-tiba, Hal ini dapat disebabkan oleh pembacaan kadar air yang menggunakan bilangan bulat, sehingga nilai pecahan di belakang koma tereduksi.

Mode Pengeringan	Massa Gabah Basah (Kg)	Massa Gabah Kering (Kg)
Mode 1	10,00	9,40
Mode 2	10,00	9,30
Mode 3	10,00	9,20

Tabel 4. Massa Gabah Basah dan Gabah Kering Hasil Pengeringan



Gambar 17. Pengukuran Arus Pada Heater Menggunakan Clamp Meter

Tabel 6. Perbandingan Konsumsi Daya Alat Selama Proses Pengeringan

Waktu (menit)	Arus terukur pada alat (A)			Daya Terukur (V x I) (Watt)		
	Mode 3	Mode 2	Mode 1	Mode 3	Mode 2	Mode 1
10	1,92	1,93	1,92	422,40	424,60	422,40
20	1,90	1,89	1,92	418,00	415,80	422,40
30	1,81	1,92	1,91	398,20	422,40	420,20
40	1,79	1,90	1,92	393,80	418,00	422,40
50	1,72	1,82	1,86	378,40	400,40	409,20
60	1,69	1,87	1,79	371,80	411,40	393,80
70	1,65	1,67	1,82	363,00	367,40	400,40
80	1,70	1,69	1,79	374,00	371,80	393,80
90	1,56	1,56	1,80	343,20	343,20	396,00
100	1,47	1,68	1,72	323,40	369,60	378,40
110	1,32	1,52	1,69	290,40	334,40	371,80
120	1,01	1,46	1,56	222,20	321,20	343,20
130	0,67	1,20	1,47	147,40	264,00	323,40
140	0,40	0,40	1,01	88,00	88,00	222,20
150	0,41	0,40	0,49	90,20	88,00	107,80
Rata-Rata Konsumsi Daya				308,29	336,01	361,83

Tabel 6. Perhitungan Biaya Listrik Setiap Mode

Mode Pengeringan	Rata-Rata Konsumsi Daya (kW)	Harga Listrik/kWh Golongan R-1/TR (Rp)	Waktu Pengeringan (Jam)	Harga Listrik yang Keluarkan (KD x HL) x Waktu (Rp)
Mode 3	0,308	608	2,5	468,16
Mode 2	0,366	608	2,4	534,07
Mode 1	0,361	608	2,3	504,82
Rata-Rata Biaya Listrik (Rp)				502,34



Gambar 18. Grafik Respon Suhu Alat Untuk Mode 1



Gambar 19. Grafik Respon Suhu Alat Mode 2



Gambar 20. Grafik Respon Suhu Alat Untuk Mode 3

Tabel 7. Hasil Pengujian Parameter Transien dari Setiap Mode

Mode Pengerin gan	Steady State (°C)	Error Steady State (%)	Rise Time (Menit)	Overshoot (%)	Settling Time (Menit)
Mode 1	59	1,69	21	5,08	28
Mode 2	64	1,69	32	0	35
Mode 3	67	4,40	41	0	47

6. DISKUSI

Tabel 4 menunjukkan massa gabah yang berkurang akibat proses pemanasan menggunakan oven pengering. Mode 3 menunjukkan penyusutan massa gabah sebesar 0,80 kg disusul oleh Mode 2 sebesar 0,70 kg dan Mode 1 0,60 kg per 10 kg gabah basah.

Perhitungan pada Tabel 5 dilakukan untuk mengetahui konsumsi daya yang digunakan dalam proses pengeringan gabah untuk setiap mode. Perhitungan ini digunakan untuk mengetahui biaya listrik yang diperlukan dalam melakukan proses pengeringan gabah. Pengukuran menggunakan *clamp meter* yang digantung pada salah satu sisi kabel di antara *heater* dan driver *heater* untuk mengetahui arus yang mengalir pada *heater* untuk dihitung daya yang dihasilkan dengan asumsi tegangan AC sebesar 220V.

Berdasarkan perhitungan pada Tabel 6 menunjukkan biaya yang diperlukan dalam melakukan satu kali pengeringan untuk masing-masing mode rata-rata yaitu \pm Rp. 502,34 per 10 kg gabah basah. Harga listrik tertinggi ketika mode yang dipilih yaitu mode 1 dengan harga \pm Rp. 504,82 per 10 kg gabah basah dan harga terendah ketika mode 3 dengan harga \pm Rp. 468,16 per 10 kg gabah basah. Perlu diperhatikan harga listrik yang digunakan adalah golongan R-1/TR dengan harga Rp. 608 yang diperuntukan untuk keperluan rumah tangga dengan batas daya 900 V.A [9].

Tabel 7 menunjukkan hasil analisa parameter transien pada masing-masing mode. Untuk *Error Steady State* dari masing-masing mode berada di bawah 10% dengan *Error Steady State* tertinggi 4,40% saat mode 3. *Rise time* tertinggi sebesar 41 menit terjadi pada saat mode 3. *Overshoot* pada masing-masing mode berada di bawah kriteria yang ditentukan yaitu di bawah 10% dengan *Overshoot* tertinggi pada mode 1 sebesar 5,08%. *Settling Time* pada masing-masing mode masih berada di bawah 50 menit.

7. KESIMPULAN

Oven pengering gabah yang dibuat dapat melakukan pengeringan gabah dengan tambahan fitur menampilkan kadar air gabah, suhu, dan prediksi waktu pengeringan serta dapat mengontrol oven menggunakan aplikasi *mobile* melalui internet. Kendali fuzzy yang dirancang berhasil menjaga suhu dengan error steady state tertinggi pada mode 3 sebesar 4,40%. Hasil uji akhir menunjukkan bahwa untuk mengeringkan gabah 10 kg, diperlukan waktu selama 153 menit dengan kadar air terukur sebesar 13% untuk mode 1, 142 menit dengan kadar air terukur 14% untuk mode 2, dan 136 menit dengan kadar air terukur sebesar 14% untuk mode 3. Alat yang dibuat memiliki toleransi kesalahan pembacaan kadar air 0,76% dengan akurasi mencapai 99,24%. Biaya rata-rata yang diperlukan untuk melakukan satu kali pengeringan adalah \pm Rp. 504,82 dengan harga listrik golongan R-1/TR. Aplikasi *mobile* yang telah dibuat dapat menampilkan data secara realtime dari alat serta dapat menyalakan dan mematikan oven melalui internet.

UCAPAN TERIMA KASIH

Saya mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang membantu dalam penyusunan artikel ilmiah ini. Ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya juga saya ucapkan kepada :

- Pusat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (P3M)-Polban.
- Panitia IRWNS Polban 2022 yang telah memberi kesempatan untuk mensosialisasikan hasil penelitian ini melalui acara seminar IRWNS.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Listyawati, “Kajian Susut Pasca Panen dan Pengaruh Kadar Air Gabah Terhadap Mutu Beras Giling Varietas Ciherang (Studi Kasus di Kecamatan Telagasari, Kabupaten Karawang),” IPB (Bogor Agricultural University), Bogor, 2007. Diakses: Sep 12, 2021. [Daring]. Tersedia pada: <http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/33145>.
- [2] M. Singgih, “Rancang bangun otomatisasi sistem pengering padi menggunakan metode *fuzzy*,” Malang, 2021.
- [3] B. P. Statistik, “Pedoman Pelaksanaan Pemantauan Harga Produsen Gabah dan Beras,” *Statew. Agric. L. Use Baseline 2015*, vol. 1, 2014.
- [4] J. Jantzen, *Foundations of Fuzzy Control*. 2013.
- [5] R. Bannatyne dan G. Viot, *Introduction to microcontrollers*. 1997.
- [6] D. Wang, “Basics of Capacitive Sensing and Applications,” 2021.
- [7] J. Wu, “A Basic Guide to Thermocouple Measurements,” *Texas Instruments Inc.*, no. September, hal. 1–37, 2018, [Daring]. Tersedia pada: www.ti.com.
- [8] R. H. W. and R. Weber, *Internet of Things*. Geneva: Springer, 2010.
- [9] “Peraturan Menteri ESDM Nomor 28 Tahun 2016 Tentang Tarif Tenaga Listrik Yang Disediakan Oleh PT Perusahaan Listrik Negara (Persero).” Kemerntrian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia.