

Sistem Kontrol Suhu pada Proses Pengeringan Kerupuk Kulit Jeruk menggunakan Metode *Fuzzy logic Control*

Rosa Fitri Dwi Churil Aini^{1*}, Denda Dewatama², Sidik Nurcahyo³

^{1,2,3}Politeknik Negeri Malang, Malang

*Penulis Korespondensi, email: rosafitridwica@gmail.com

Received: 17/08/2024

Revised: 21/08/2024

Accepted: 23/08/2024

Abstract. Oranges are frequently used in various dishes, and even orange peels are utilized to add aroma and flavor to food. In Petungsewu Village, orange farming is the primary livelihood. Besides being sold fresh, oranges are also processed into various products, one of which is orange peel crackers produced by the Dewi Sartika Women Farmers Group (KWT). The critical process in making these crackers is drying the dough, which currently relies on traditional methods dependent on weather conditions for 2-3 days. This study developed an orange peel cracker drying device using a fuzzy logic control method, incorporating an SHT31-D temperature and humidity sensor and a load cell-based stopper system. The control method is applied to regulate a servo motor connected to an LPG valve, maintaining the temperature at the set point. By using a set point of 80°C, the drying time for the orange peel crackers is 1 hour and 42 minutes, with control parameters including a rise time (t_r) of 9 minutes, a peak time (t_p) of 11 minutes, an overshoot percentage of 4.3%, a settling time (t_s) of 22 minutes, and a steady-state error (ess) of 1.25%. The operational costs include electricity expenses of Rp7.5 per drying cycle and LPG costs of approximately Rp1,818.

Keywords: Cracker dryer, Temperature control, Fuzzy logic control

Abstrak. Jeruk sering digunakan dalam berbagai hidangan, bahkan kulit jeruk digunakan untuk memberikan aroma dan rasa pada makanan. Pada Desa Petungsewu, perkebunan jeruk adalah mata pencaharian utama. Selain dijual mentah, jeruk juga diolah menjadi berbagai produk, salah satunya kerupuk kulit jeruk yang diproduksi oleh Kelompok Wanita Tani (KWT) Dewi Sartika. Proses krusial dalam pembuatan kerupuk adalah pengeringan adonan, yang saat ini masih menggunakan metode tradisional bergantung pada cuaca selama 2-3 hari. Pada penelitian ini membuat alat pengering kerupuk kulit jeruk dengan metode kontrol *fuzzy logic* menggunakan sensor suhu dan kelembapan SHT31-D dan stopper sistem dengan *loadcell*. Metode kontrol tersebut digunakan untuk mengontrol motor servo yang terhubung dengan valve LPG sehingga suhu stabil pada *set point*. Dengan menggunakan *set point* suhu 80°C waktu yang dibutuhkan untuk mengeringkan kerupuk kulit jeruk adalah 1 jam 42 menit dengan parameter kontrol *rise time* (t_r) sebesar 9 menit, *peak time* (t_p) sebesar 11 menit, persentase *overshoot* sebesar 4,3%, *settling time* (t_s) sebesar 22 menit dan *error steady state* (ess) sebesar 1,25%. Biaya operasional terdiri dari biaya listrik untuk satu kali pengeringan adalah Rp7,5 dan biaya LPG ±Rp1.818.

Kata Kunci: Pengering kerupuk, Kontrol temperatur, Kontrol logika fuzzy

I. PENDAHULUAN

Jeruk atau Citrus merupakan buah dengan kulit tebal dan daging berair serta mengandung biji. Jeruk digunakan dalam berbagai hidangan, bahkan kulit jeruk digunakan untuk aroma dan rasa. Kabupaten Malang adalah penghasil jeruk siam dan keprok terbesar kedua di Jawa Timur, dengan produksi 3.288.720 kwintal (2022). Setelah Poncokusumo, Kecamatan Dau memiliki total produksi terbanyak

kedua dengan 459.795 kwintal. Terdapat lima desa di Kecamatan Dau yang mengembangkan jeruk, salah satunya adalah Desa Petungsewu. Masyarakat desa tidak hanya menjual jeruk mentah, tetapi juga mengolahnya. Pengelolaan ini dilakukan oleh Kelompok Wanita Tani (KWT) Dewi Sartika yang beranggotakan ibu-ibu Desa Petungsewu. Beberapa olahan jeruk yang diproduksi meliputi kerupuk kulit jeruk, sirup jeruk, dan permen *jelly* jeruk.

Kerupuk merupakan salah satu makanan yang digemari oleh masyarakat Indonesia. Selain sebagai camilan, kerupuk sering dijadikan sebagai pendamping untuk makan sehari-hari [1]. Kerupuk kulit jeruk memanfaatkan limbah kulit jeruk. Proses pembuatannya meliputi memotong, mencuci, dan merendam kulit jeruk dalam air kapur sirih semalaman, lalu dicuci kembali. Kemudian, kulit jeruk dihaluskan dan dicampur dengan tepung terigu, tepung tapioka, garam, dan penyedap rasa. Adonan tersebut dikukus dalam panci berlapis kain tipis, lalu dikeringkan. Proses pengeringan menjadi kunci utama keberhasilan dalam pembuatan kerupuk, karena kerenyahan kerupuk ditentukan oleh kadar air [1]. Kecamatan Dau terletak pada ketinggian antara 600 – 2.100 dpl dengan total curah hujan berkisar 1.297 sampai dengan 3.000 mm/tahun dan memiliki suhu rata-rata 230C hingga 250C [2]. Sehingga pengeringan dengan cara ini tidak efisien dan hasil produksi tidak maksimal.

Untuk mengefisienkan proses pengeringan, perlu alat pengering yang dilengkapi dengan kontrol *fuzzy logic* untuk menstabilkan suhu. Dalam penelitian pembuatan pengering kerupuk dengan sistem IoT, dilakukan pada rentang suhu 30°C-60°C dengan waktu 150-180 menit [1]. Menurut penelitian mengatur *temperature* dengan metode *fuzzy logic set point* 47°C dengan waktu respon 36 menit, *overshoot* 0,98%, *setting time* 50 menit, dan *error steady state* sebesar $\pm 0,8\%$ [3]. Menurut penelitian alat pengering daun kelor mengatur nilai suhu *set point* 50°C memakan waktu 4 jam dan jika *set point* 60°C memakan waktu 2 jam [4]. Menurut penelitian alat penjemur kerupuk otomatis membutuhkan waktu selama 8 jam dalam keadaan tertutup dan heater menyala dengan suhu stabil 55°C [5]. Penggunaan mesin pengering dapat mengurangi ketergantungan terhadap kondisi cuaca. Dengan demikian jika cuaca tidak baik, proses pengeringan tidak akan terhambat [6].

Dari beberapa penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa aspek yang perlu dikaji lebih lanjut agar alat pengering ini bisa bekerja lebih optimal, yaitu dengan menambahkan exhaust fan untuk mengeluarkan udara panas dari dalam alat sebagai *emergency system* jika suhu jauh melebihi

set point dan menambahkan fan DC untuk meratakan suhu di dalam alat. Sumber panas yang digunakan alat ini adalah LPG yang terhubung dengan kompor keramik burner [7] dan valve LPG dikontrol menggunakan metode *fuzzy logic*.

II. METODOLOGI

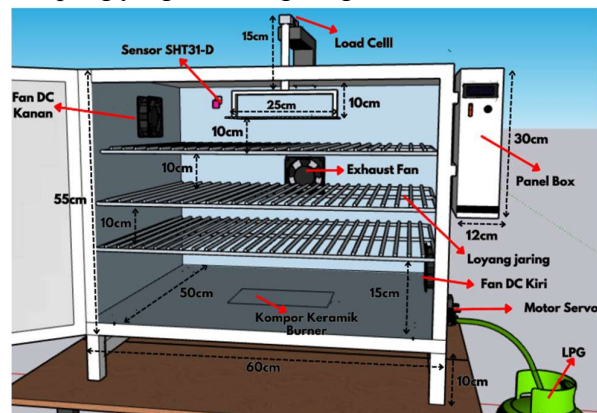
A. Spesifikasi Alat

Spesifikasi alat mencakup spesifikasi mekanik dan elektrik dari pengering kerupuk kulit jeruk, dengan rincian sebagai berikut:

1. Dimensi alat : 60cm x 45cm x 55 cm
2. Bahan : Stainless steel
3. Kapasitas : Maksimal 2kg
4. Catu Daya : 220V/50Hz
5. Daya listrik maksimal : 10 Watt
6. *Set point* suhu : 80°C
7. Jenis pemanas : Kompor keramik, LPG
8. Penggerak valve LPG : Motor Servo
9. Metode kontrol : *Fuzzy logic* Control
10. Interface : LCD I2C 20x4

B. Desain Mekanik

Perancangan mekanik alat ini berbentuk box ruang pengering. Jumlah loyang besar pada ruang pengering 3 buah ukuran 40x60cm dan 1 buah loyang kecil ukuran 25x40cm untuk teknik sampling yang terhubung dengan *loadcell*.

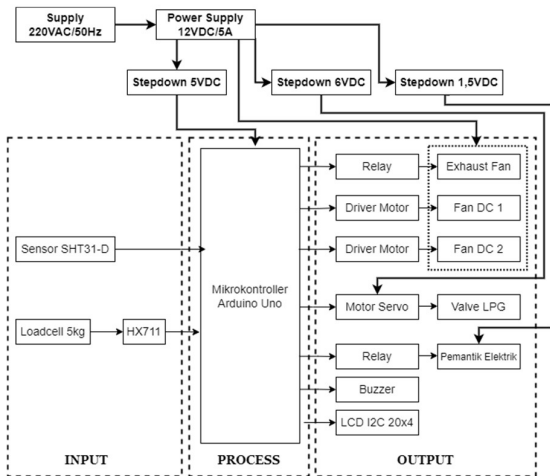


Gambar 1. Desain mekanik alat

C. Desain Elektronik

Perancangan elektronik pengering kerupuk kulit jeruk memiliki diagram blok sistem pada Gambar 2. Bagian input terdiri dari sensor SHT31-D untuk mendeteksi suhu dan kelembapan pada ruang

pengering serta *loadcell* sebagai sistem stopper alat ini. Arduino Uno digunakan sebagai pengontrol pada sistem dengan memasukkan kontrol logika fuzzy. Bagian *output* terdiri dari relay terhubung exhaust fan untuk mengeluarkan udara panas, fan dc untuk meratakan udara dalam ruang pengering, motor servo terhubung dengan valve LPG sebagai *output* fuzzy, relay terhubung dengan pemantik elektrik untuk menyalakan kompor keramik, buzzer sebagai indikator jika pengeringan telah selesai dan interface LCD 20X4.

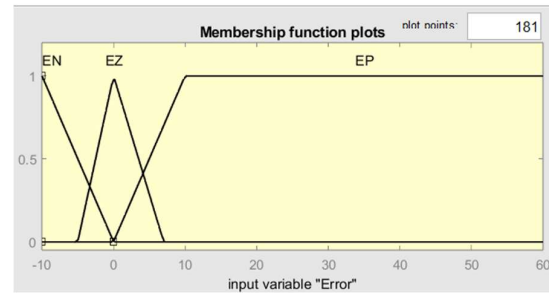


Gambar 2. Diagram blok sistem

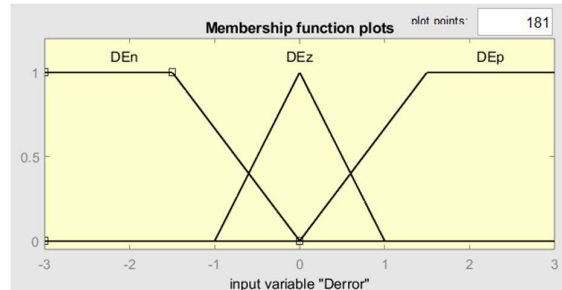
D. Perancangan Kontrol Logika Fuzzy

Logika fuzzy merupakan suatu logika yang lebih dekat dengan cara berpikir manusia, keanggotaan himpunannya mempunyai nilai yang bervariasi, menunjukkan nilai pengukuran secara kualitatif [8]. Teori fuzzy set, bertujuan untuk merepresentasikan dan menangani masalah ketidakpastian atau kebenaran yang bersifat [9]. Metode fuzzy memiliki banyak keunggulan dibandingkan dengan metode konvensional dalam hal *overshoot* dan waktu penyelesaian serta ketahanan sistem [10].

Perancangan kontrol ini menggunakan fungsi keanggotaan *error* dengan 3 kondisi yaitu, negatif (EN), zero (EZ) dan positif (EP) dengan *range* keanggotaan -10 hingga 60 dan *delta error* memiliki 3 kondisi yaitu negatif (dN), zero (dZ), dan positif (dP) dengan *range* keanggotaan -3 hingga 3.

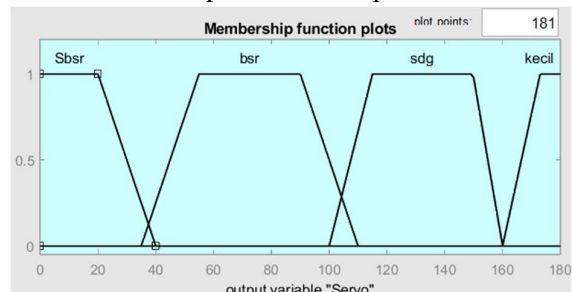


Gambar 3. Fungsi keanggotaan input *error*

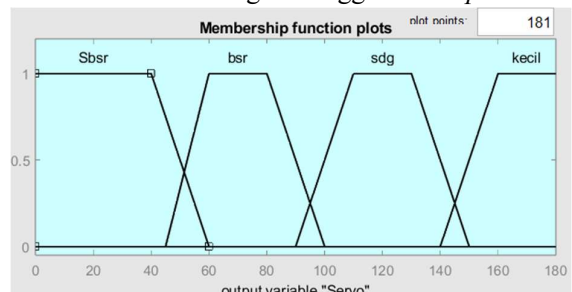


Gambar 4. Fungsi keanggotaan input *delta error*

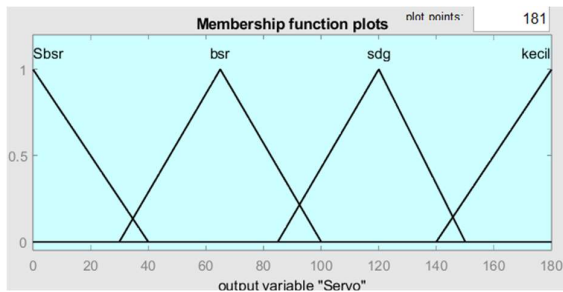
Output kontrol logika fuzzy adalah putaran sudut servo yang terhubung dengan valve LPG. Fungsi keanggotaan *output* terdiri dari 4 variabel yaitu Kecil (kecil), Sedang (sdg), Besar (bsr) dan Sangat Besar (Sbsr). Pada penelitian ini dibuat 3 fungsi keanggotaan *output* dimana dari ketiga himpunan tersebut akan diuji dengan *set point* yang sama, sehingga didapatkan fungsi keanggotaan yang sesuai untuk diimplementasikan pada sistem ini.



Gambar 5. Fungsi keanggotaan *output* 1



Gambar 6. Fungsi keanggotaan *output* 2



Gambar 7. Fungsi keanggotaan output 3

Proses selanjutnya adalah pembentukan rule base fuzzy yang berasal dari dua variabel input dan satu variabel output seperti pada tabel 1.

Tabel 1. Rule base fuzzy

E/dE	EN	EZ	EP
dN	Kecil	Kecil	Besar
dZ	Kecil	Kecil	Sbesar
dP	Sedang	Sedang	SBesar

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Sensor SHT31-D

Pengujian sensor SHT31-D dengan kalibrator Thermo Hygro STC-3028. Nilai Error dan %Error dapat diketahui dengan rumus berikut

$$\text{Error} = |\text{Nilai sensor} - \text{Nilai kalibrator}| \quad (1)$$

$$\% \text{Error} = \left| \frac{\text{Nilai sensor} - \text{Nilai kalibrator}}{\text{Nilai Kalibrator}} \right| \times 100\% \quad (2)$$

Pada tabel 2 menunjukkan hasil pengujian nilai suhu dan kelembapan dengan nilai error suhu 1,15 dengan %error 2,41% dan nilai error kelembapan 1,38 dengan %error 4,05%.

Tabel 2. Hasil pengujian sensor SHT31-D

No.	Kalibrator (STC-3028)		Sensor (SHT31-D)		Error		%Error	
	Temp	Hum	Temp	Hum	Temp	Hum	Temp	Hum
1	20,4	68	21,45	66,78	1,05	1,22	5,15	1,79
2	24,4	62	25,67	60,32	1,27	1,68	5,20	2,71
3	28,2	58,5	29,43	57,49	1,23	1,01	4,36	1,73
4	32,4	54	33,54	52,45	1,14	1,55	3,52	2,87
5	36,1	49,4	37,12	48,16	1,02	1,24	2,83	2,51
6	40	47,5	41,05	46,23	1,05	1,27	2,62	2,67
7	44,3	46,1	45,33	44,73	1,03	1,37	2,33	2,97
8	48,1	39,5	49,34	38,31	1,24	1,19	2,58	3,01
9	52,5	36,6	53,43	35,25	0,93	1,35	1,77	3,69
10	56,2	35	57,44	33,38	1,24	1,62	2,21	4,63
11	60,1	37,2	61,25	35,95	1,15	1,25	1,91	3,36
12	64,3	34	65,77	32,43	1,47	1,57	2,29	4,62
13	68,3	30	69,67	28,58	1,37	1,42	2,01	4,73
14	72	28	73,23	26,66	1,23	1,34	1,71	4,79
15	76,5	26	77,67	24,57	1,17	1,43	1,53	5,50

16	80	24,7	81,11	23,43	1,11	1,27	1,39	5,14
17	84	24,5	85,23	23,15	1,23	1,35	1,46	5,51
18	88,1	24,4	89,11	22,94	1,01	1,46	1,15	5,98
19	92,1	24	93,19	22,46	1,09	1,54	1,18	6,42
20	94	23,7	95,01	22,19	1,01	1,51	1,07	6,37
Rata-Rata Error					1,15	1,38	2,41	4,05

B. Pengujian Loadcell

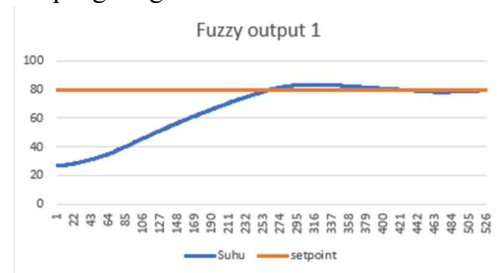
Sebelum pengujian, loadcell perlu di kalibrasi dengan mencari nilai kalibrasi. Loadcell yang digunakan pada sistem ini memiliki nilai kalibrasi sebesar “411.16”, jika nilai kalibrasi tersebut didapat, maka selanjutnya loadcell yang digunakan memiliki nilai awal timbangan 0gr. Hasil kalibrasi disimpan pada HX711 yang menyebabkan loadcell tersebut dapat mengukur sesuai dengan berat yang sesuai. Pengujian loadcell memiliki nilai rata-rata error sebesar 0,4 dan %error sebesar 1%.

Tabel 3. Hasil pengujian loadcell

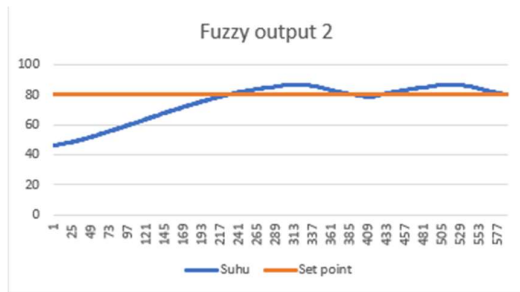
No.	Timbangan Digital	Sensor	Error	%Error
1	20	19	1	5%
2	30	29	1	3%
3	50	50	0	0%
4	100	100	0	0%
5	130	129	1	1%
6	150	150	0	0%
7	170	170	0	0%
8	210	210	0	0%
9	250	249	1	0%
10	325	324	1	0%
11	450	450	0	0%
12	500	499	1	0%
13	520	520	0	0%
14	570	570	0	0%
15	600	599	1	0%
16	725	725	0	0%
17	920	920	0	0%
18	1388	1387	1	0%
19	2100	2100	0	0%
20	3500	3500	0	0%
Rata-Rata Error			0,4	1%

C. Pengujian Kontrol Fuzzy

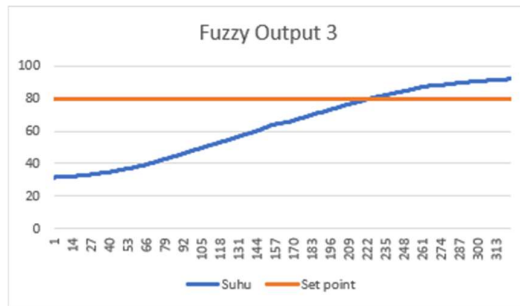
Pengujian kontrol fuzzy dilakukan dengan mengubah variable output pada Gambar 5-7 untuk menentukan variabel output yang sesuai dengan sistem pengering ini.



Gambar 8. Hasil pengujian output 1



Gambar 9. Hasil pengujian output 2



Gambar 10. Hasil pengujian output 3

Dari data Gambar 8-10, maka dapat disimpulkan hasil dari *rise time* (T_r), persentase *overshoot* (%Os), *settling time* (T_s) dan persentase *error steady state* (%ess) yang terdapat pada Tabel 4.

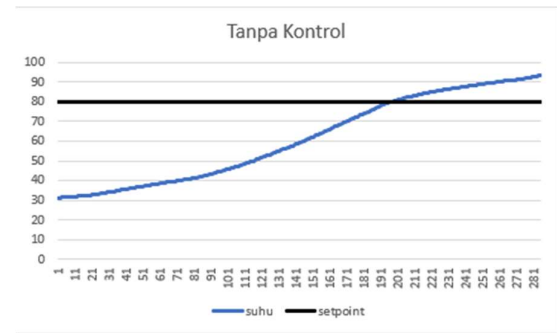
Tabel 4. Kesimpulan hasil pengujian output fuzzy

Output	T_r (menit)	%Os	T_s (menit)	%ess
1	9	4,3%	22	1,25%
2	10	8,6%	20	2,5%
3	12	15%	-	-

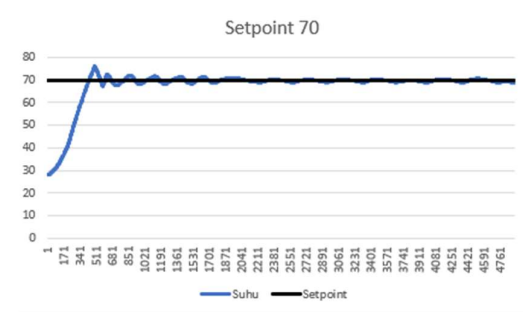
Percobaan dilakukan dengan nilai *set point* 80°C, pada variabel *output* 1 pengujian dilakukan 30 menit dengan suhu stabil 79-81°C. Pada variabel *output* 2 pengujian dilakukan 30 menit dengan suhu stabil 78-82°C. Pada variabel *output* 3 pengujian dilakukan 9 menit karena suhu terus naik hingga melebihi 92°C dan sistem harus dihentikan agar tidak terjadi kerusakan pada alat.

D. Pengujian Sistem Keseluruhan

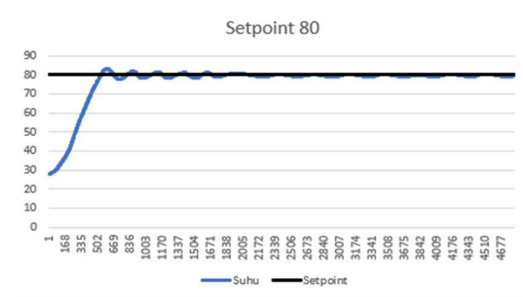
Pengujian alat secara keseluruhan dilakukan dengan cara melakukan pengeringan tanpa kontrol fuzzy, *set point* 70°C dan *set point* 80°C.



Gambar 11. Hasil pengujian sistem tanpa kontrol



Gambar 12. Hasil pengujian sistem 1



Gambar 13. Hasil pengujian sistem 2

Pada Gambar 11 merupakan pengeringan tanpa kontrol *fuzzy logic* mengakibatkan suhu terus naik, karena sistem memiliki batasan suhu 100°C, maka pengeringan dihentikan pada suhu 90°C. Pada Gambar 12 merupakan pengeringan dengan *set point* 70°C menghasilkan parameter kontrol *rise time* (t_r) sebesar 7.3 menit, *peak time* (t_p) sebesar 8.4 menit, persentase *overshoot* sebesar 6,6%, *settling time* (t_s) sebesar 12 menit dan *error steady state* (ess) sebesar 2,85%. Pada Gambar 13 merupakan pengeringan dengan *set point* 80 °C menghasilkan parameter kontrol *rise time* (t_r) sebesar 9 menit, *peak time* (t_p) sebesar 10.2 menit, persentase *overshoot* sebesar 3.75%, *settling time*

(ts) sebesar 13 menit dan *error steady state* (ess) sebesar 1,25%.

Dari pengujian yang dilakukan, pada Tabel 5 adalah hasil pengujian sistem secara keseluruhan dengan memberikan penjelasan lengkap mengenai daya listrik dan biaya yang dikeluarkan.

Tabel 5. Hasil pengujian keseluruhan

Jenis	Waktu	Keterangan
Tanpa kontrol	9 menit	- Biaya Listrik = Daya maksimal 10W, dengan biaya Rp1,86 - LPG = pengurangan berat tidak signifikan
Set point 70°C	2 jam 10 menit	- Listrik = Daya maksimal 10W, dengan biaya Rp8,9 - LPG = Berat awal 6,7kg dan berat akhir 6,4kg. Selisih berat 300gram. Harga LPG ±Rp20.000 (10x pengeringan) maka biaya untuk satu kali pengeringan Rp2.000 - Total biaya keseluruhan = Rp2.08,9
Set point 80°C	1 jam 42 menit	- Listrik = Daya maksimal 10W, dengan biaya Rp7,5 - LPG = Berat awal 6,3kg dan berat akhir 6,04kg. Selisih berat 260gram. Harga LPG ±Rp20.000 (11x pengeringan) maka biaya untuk satu kali pengeringan Rp1.818 - Total biaya keseluruhan = Rp1.825,5

Berdasarkan hasil pengujian keseluruhan sistem Tabel 5. Kerupuk yang dihasilkan pengeringan tanpa kontrol pada Gambar 14 menunjukkan bahwa kerupuk masih dalam keadaan basah dan hasil pengeringan yang dilakukan kurang maksimal, karena hanya dilakukan dengan waktu 9 menit. Kerupuk yang dihasilkan dari pengeringan menggunakan setpoint 70°C pada Gambar 15 dan setpoint 80°C pada Gambar 16 menunjukkan bahwa kerupuk kering sempurna. Dari kedua setpoint ini yang membedakan dari segi waktu, dimana setpoint 70°C membutuhkan waktu 2 jam 10 menit dan setpoint 80°C membutuhkan waktu 1 jam 42 menit.



Gambar 14. Hasil pengeringan tanpa kontrol



Gambar 15. Hasil pengeringan setpoint 70°C



Gambar 16. Hasil pengeringan setpoint 80°C

Maka berdasarkan sistem terbaik adalah menggunakan metode kontrol fuzzy dengan setpoint 80°C. Dengan menggunakan alat ini, proses pengeringan kerupuk kulit jeruk menjadi lebih efisien dibandingkan dengan menggunakan cara tradisional yang masih bergantung dengan adanya panas matahari yang membutuhkan waktu 2 sampai 3 hari pada cuaca normal di Desa Petungsewu. Jika waktu pengeringan 1 jam 42 menit dibandingkan 2 hari, maka persentase optimalisasi proses pengeringan menggunakan alat pengering dibandingkan dengan cara tradisional adalah 96,46%.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan penelitian pengeringan kerupuk kulit jeruk, metode kontrol *fuzzy logic* dapat digunakan secara efisien dengan mempertahankan nilai suhu sesuai setpoint. Dengan menggunakan setpoint 80°C waktu yang dibutuhkan untuk mengeringkan kerupuk kulit jeruk adalah 1 jam 42 menit. Persentase optimalisasi penggunaan alat pengering ini adalah 96,46% jika dibandingkan dengan proses pengeringan menggunakan cara tradisional yang membutuhkan waktu 2 hari. Biaya listrik yang dibutuhkan untuk satu kali pengeringan adalah Rp7,5 dan ±Rp1.818 untuk harga LPG.

Agar alat ini dapat digunakan lebih efektif lagi, maka diperlukan perkembangan yang lebih kompleks seperti dapat ditambahkan sistem IoT sebagai sektor monitoring dan reminding untuk proses pengeringan kerupuk kulit jeruk ini.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada Kelompok Wanita Tani Dewi Sartika Desa Petungsewu atas kesempatan yang telah diberikan kepada penulis untuk melakukan penelitian. Serta kepada Bapak Denda Dewatama, S.T., M.T dan Bapak Sidik Nurcahyo, S.T., M.T atas saran, masukan serta bimbingan yang diberikan.

REFERENSI

- [1] M. I. Rozikin, Y. Ariyanto, and V. A. H. Firdaus, "Alat Pengering Kerupuk Berbasis Arduino Menggunakan Metode Fuzzy," *Semin. Inform. Apl. Polinema*, pp. 17–20, 2020.
- [2] D. Kurniawati and A. S. Meviana, Ika, Ferdiannanda, "Penaksiran Indeks Erosivitas Hujan Dengan Metode Lenvain di Kecamatan Dau Kabupaten Malang," *Geodika J. Kaji. Ilmu dan Pendidik. Geogr.*, vol. 7, no. 1, pp. 33–42, 2023, doi: 10.29408/geodika.v7i1.6563.
- [3] D. Dewatama, E. Mandayatma, H. Hariyadi, and O. Melfazen, "Kontrol Temperatur pada Proses Fermentasi Kakao menggunakan Kontrol Logika Fuzzy," *J. Elektron. dan Otomasi Ind.*, vol. 10, no. 1, pp. 113–119, 2023, doi: <http://dx.doi.org/10.33795/elkolind.v10i1.2756> 113.
- [4] F. El-Zaatari, S. Siswoko, and A. Murtono, "Implementasi *Fuzzy logic* Pada Pengontrolan Suhu Dalam Proses Pengeringan Daun Kelor (*Moringa Oleifera*) Sebagai Teh Herbal," *J. Elektron. dan Otomasi Ind.*, vol. 7, no. 2, p. 29, 2022.
- [5] M. A. Velga, F. Amaluddin, A. A. Suryanto, and A. S. Indah, "Rancang Bangun Penjemur Krupuk Otomatis Menggunakan Metode Fuzzy Yang Berbasis Arduino Uno Dengan Menambahkan Tubular Heater," *Pros. Semin. Nas. Teknol. dan Sains*, vol. 2, pp. 405–412, 2023.
- [6] A. Dwi Cahyani, D. Dewatama, and L. Kamajaya, "Implementasi *Fuzzy logic* Control Pada Alat Pengering Cengkeh Otomatis," *J. Multidisiplin Indones.*, vol. 2, no. 9, pp. 2647–2658, 2023.
- [7] D. Yustianto, "Rancang Bangun Tungku Ruang Pemanas Pada Mesin Pembuat Dan Pembakar Sate Kapasitas 25 Kg/Jam," pp. 1–12, 2019.
- [8] D. Dewatama and H. Hariyadi, "Kontrol Temperatur Canting Elektrik Menggunakan Logika Fuzzy Pada IBM Batik Jaya Stamba," *Pros. SENTIA*, vol. 8, pp. 23–27, 2016.
- [9] D. Dewatama, M. Fauziyah, and N. K. Jannah, "Sistem Pengaturan Pencahayaan pada Budidaya Jamur Tiram Berbasis Arduino Uno Dengan Metode *Fuzzy logic*," *PROtek J. Ilm. Tek. Elektro*, vol. 9, no. 2, p. 99, 2022, doi: 10.33387/protek.v9i2.4319.
- [10] M. Fauziyah, S. Adhisuwignjo, M. Rifai, and D. Dewatama, "Based *Fuzzy logic* Temperature Control for a Coffee Roaster Machine," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 434, no. 1, 2018, doi: 10.1088/1757-899X/434/1/012202.