



Rancang Bangun Alat Pengereng Kulit Kerupuk Dengan Pemanas Heater Menggunakan Fuzzy Logic Berbasis Mikrokontroler

Muh. Riski Ramadhan^{*}, Budi Darmawan, I Made Budi Suksmadana

Fakultas Teknik, Teknik Elektro, Universitas Mataram, Mataram, Indonesia

Email: ^{1,*}ramadhanrizki2712@gmail.com, ²budis209@gmail.com, ³mbudis@unram.ac.id

Email Penulis Korespondensi: ramadhanrizki2712@gmail.com

Abstrak—Kulit ternak merupakan salah satu bahan pangan yang dapat diolah dengan berbagai jenis olahan., salah satunya menjadi kerupuk kulit, pengolahan kerupuk kulit dilakukan dengan pengeringan yang menurunkan kadar air hingga pada batas yang diperlukan. Proses pengolahannya membutuhkan proses lama dengan bantuan sinar matahari untuk pengeringan yang membutuhkan waktu selama 1-2 hari. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan sistem pengereng kerupuk kulit dengan memanfaatkan metode kontrol berbasis *fuzzy logic* untuk mempercepat proses pengeringan kerupuk kulit. Sistem ini terdiri dari sensor suhu sensor berat. Pengujian sistem ini telah dilakukan dengan menggunakan beberapa potong kulit sebagai sampel. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode control berbasis *fuzzy logic* dapat menstabilkan suhu untuk yang diinginkan untuk proses pengeringan. Penerapan metode kontrol pemanas berbasis *fuzzy logic* pada mesin pengereng kerupuk kulit di desain pada suhu set point 50°C sehingga dapat membantu pengurangan berat dari kerupuk secara linear sehingga mendapat keadaan kerupuk kulit dalam keadaan basah seberat 3kg menjadi 973 gram yang membutuhkan waktu selama 7 jam

Kata Kunci: Pengereng; Kerupuk; *fuzzy logic*; Suhu; Mikrokontroler

Abstract—Livestock leather is a food ingredient that can be processed using various types of preparations, one of which is into leather crackers. The processing of leather crackers is done by drying which reduces the water content to the required limit. The processing process requires a long process with the help of sunlight for drying which takes 1-2 days. This research aims to design and develop a skin cracker drying system by utilizing a control-based method *fuzzy logic* to speed up the drying process of skin crackers. This system consists of a temperature sensor, a weight sensor. Testing of this system has been carried out using several pieces of skin as samples. The research results show that the control method is based on *fuzzy logic* can stabilize the temperature to the desired for the drying process. Application of heating control methods based on *fuzzy logic* The skin cracker drying machine is designed at a set point temperature of 50°C so that it can help reduce the weight of the crackers linearly so that the skin crackers are wet weighing 3kg to 973 grams which takes 7 hours.

Keywords: Dryer; Shrimp crisp; Fuzzy logic; Temperature; Microcontroller

1. PENDAHULUAN

Di Indonesia kulit merupakan salah satu hasil sisa dari pemotongan ternak yang melimpah namun kurang dimanfaatkan seperti kulit sapi, kerbau, kuda, kambing, ikan, itik sampai ayam. Salah satu cara untuk mengatasi masalah tersebut, dengan cara meningkatkan hasil guna maka kulit dapat diolah menjadi kerupuk kulit. Hal tersebut dilakukan dengan dasar pemikiran dalam rangka diversifikasi hasil olahan produk hasil sisa peternakan yang dapat meningkatkan nilai ekonomis dari kulit serta merupakan wadah yang baik untuk menciptakan lapangan kerja baru.

Pengeringan kerupuk rambak yang dilakukan masih secara alami atau menggunakan sinar matahari. Pengereng alami dapat dilakukan dengan mudah pada daerah tropis, tetapi akan bermasalah saat musim hujan sebab bahan akan turun kualitasnya karena pengeringan terhambat. Pada proses pengeringan ini harus memiliki beberapa karakteristik agar memenuhi prosedur pengeringan ideal yaitu penurunan bobot bahan, penurunan kadar air, perubahan warna, dan perubahan diameter.

Kontrol logika *fuzzy* yang digunakan adalah menggunakan metode Sugeno dengan *rule base* 5x5, dimana keluaran system tidak berupa himpunan *fuzzy*, tetapi berupa konstanta atau persamaan linier. Sistem kendali logika *fuzzy* merupakan salah satu alternatif sistem kendali yang sederhana, dimana pada sistem kendali logika *fuzzy* tidak memerlukan pengetahuan tentang parameter-parameter numerik dari sistem. Sinyal kendali diperoleh dari *error* (kesalahan) yaitu selisih dari keluaran system yang dikendalikan dengan setpoint yang diinginkan, selain itu terdapat pula masukan berupa perubahan *error* ($\Delta error$) sistem yang merupakan selisih antara *error* sekarang dengan *error* sebelumnya.

Beberapa penelitian yang terkait tentang merancang suatu alat pengereng kerupuk dengan sistem pengendali suhu otomatis dilengkapi dengan sensor suhu otomatis berpenampil LCD. Sistem pengendalian suhu pada oven pengereng ini sudah otomatis karena menggunakan mikrokontroler ATmega 8535 dan disisi lain pada oven pengereng tersebut tergolong sistem digital dengan adanya penampil LCD sebagai tampilan batasan suhu yang diinginkan. Jadi untuk oven pengereng tersebut telah didesain sedemikian rupa sehingga suhu yang diinginkan dapat stabil dan sangat praktis tentunya bagi pengusaha kerupuk skala kecil atau industri rumah tangga. (Akhir & madya, 2022)

Penelitian lain juga terdapat pembuatan dan perancangan mesin pengereng kerupuk tipe rak yang dimana ini merupakan energi tepat guna yang diperuntukan untuk dari industri kecil atau Usaha Mikro Kecil Menengah yang higienis serta lebih efisien dan efektif. Karena pengeringan dilakukan di ruang pengereng kerupuk dengan spesifikasi rangka pipa besi hollow 30 x 30 mm, Rak 440 x 300 mm, dimensi alat Panjang 500 x Lebar 400 x Tinggi 450 mm, dengan Lampu pijar/bohlam sebagai pengganti matahari. Mesin ini cukup steril dan aman karena semua dinding

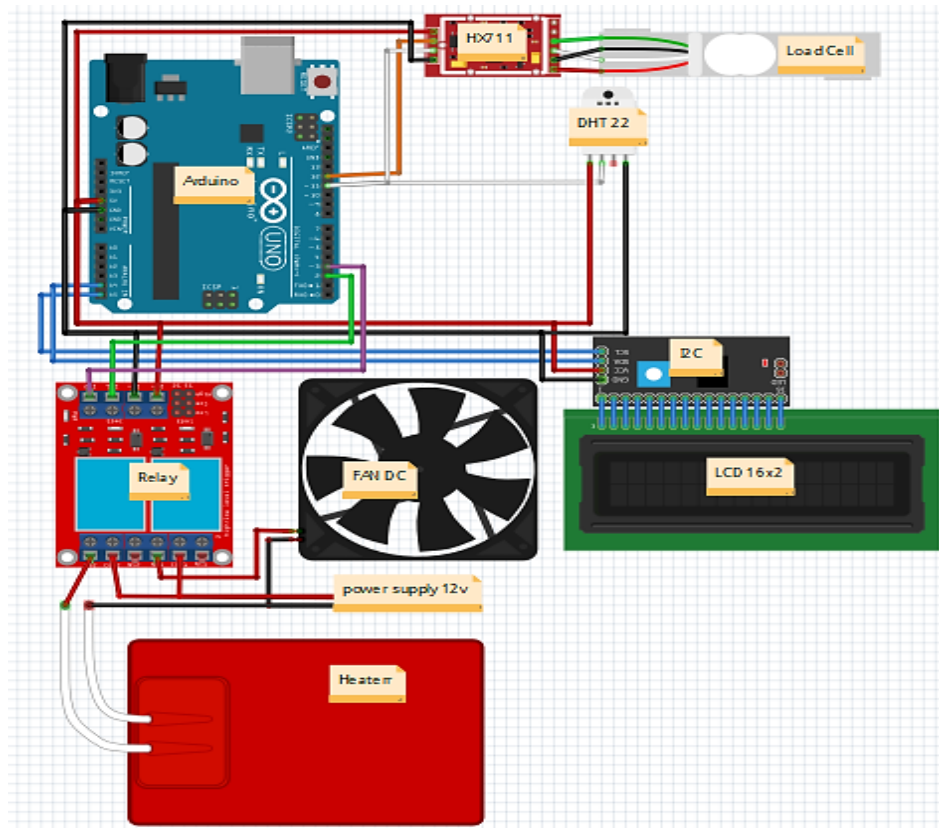
terlindungi dengan plat galvanum dengan panas lampu yang bisa diatur sesuai kebutuhan. Pada bagian rak menggunakan bahan yang higienis dan tidak membahayakan kesehatan. (Ristiawan & Ariyanto, 2021)

Penelitian lain dengan judul perancangan alat pengering kerupuk dengan menggunakan pemanas heater, penelitian ini menggunakan metode desain bootroyd yaitu merancang sebuah alat pengering pengering yang terdiri dari komponen pokok ruang pengering, conveyor, motor penggerak dan gearbox. Hasil dari pengujian didapatkan bahwa lama pengeringan 76 detik mengurangi kadar air awal 70% berkurang menjadi 15% kadar air yang terkandung didalam kerupuk. (Adamsyah & Mulyadi, 2019)

Adapun sebelumnya alat pengering kerupuk yang menggunakan pemanas heater, akan tetapi saya merasa alat yang mereka pakai belum dapat suhu yang stabil. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat alat yang bisa memberikan nilai suhu yang stabil dari waktu ke waktu dengan persentase error yang kecil dengan menggunakan *fuzzy logic*.

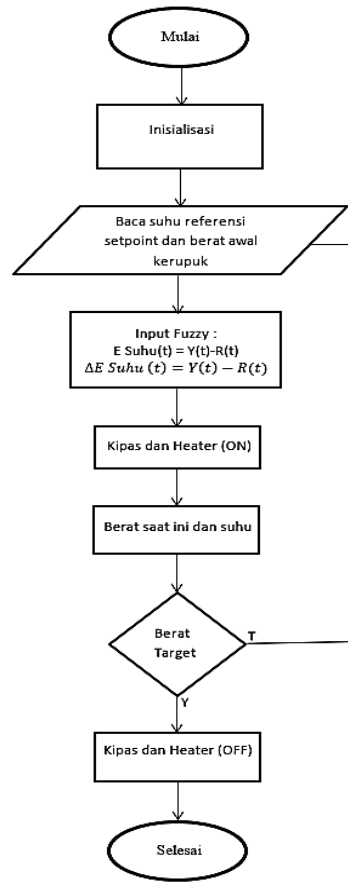
2. METODE PENELITIAN

Metode yang diterapkan dalam penelitian ini adalah eksperimen yang melibatkan penyusunan sensor dengan berbagai komponen yang saling terkait.



Gambar 1. Perancangan sensor dan komponen

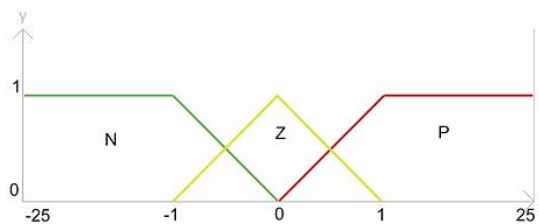
Perancangan sistem dapat dilakukan dengan desain seperti gambar 1 ketika sensor *load cell* mendeteksi berat kerupuk maka data beratnya akan masuk ke arduino dan terbaca, begitupun ketika sensor DHT22 membaca suhu tabung maka data pembacaannya akan masuk ke arduino dan terbaca. Ketika suhu yang terbaca berada di atas atau dibawah setpoint maka heater dan fan DC akan menyala agar mendapatkan suhu yang di inginkan. Untuk hasil akhir pengeringan kerupuk, data akan di tampilkan pada layar LCD 16x2 sesuai parameter yang diukur. Adapun kondisi ideal dari kerupuk, berat awal dari kerupuk dalam keadaan basah adalah 30kg dan berat akhir dari kerupuk setelah dikeringkan adalah kisaran 10-12 kg. per 1kg kerupuk dengan keadaan basah akan menghasilkan kerupuk dalam keadaan kering dengan berat 333-400 gram yang siap untuk di goreng



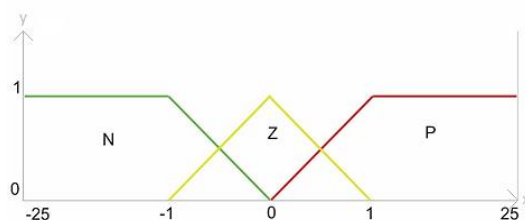
Gambar 2. Flowchart perangkat lunak

Dari gambar 2 dapat dilihat bahwa perancangan perangkat lunak dilakukan dengan membuat program menggunakan software Arduino IDE menggunakan bahasa pemrograman sendiri yang menyerupai bahasa C. Program yang dibuat akan berdasarkan dari mekanisme sistem pengendalian suhu. Untuk melakukan penelitian pengeringan kerupuk kulit ini dibuat dalam

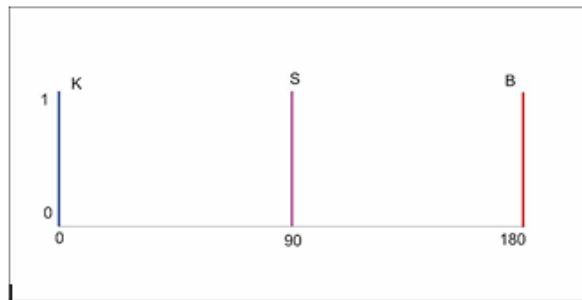
Fuzzifikasi adalah metode yang mengkonversi input dengan nilai yang pasti menjadi fuzzy (variabel linguistik) melalui fungsi keanggotaan. Variabel input yang diterapkan adalah berat kerupuk, sementara variabel outputnya adalah panasnya heater, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3,4 dan 5.



Gambar 3. Perancangan keanggotaan error suhu



Gambar 4. Perancangan keanggotaan perubahan error suhu



Gambar 5. Perancangan output keanggotaan error suhu

Dari gambar 3,4 dan 5 dapat dijadikan acuan bahwa pada penelitian ini perancangan basis aturan dan pengambilan keputusan terdiri dari dua masukan dan satu keluaran. aturan diproses menggunakan fungsi implikasi min (minimum) yaitu mengambil nilai terkecil antara kedua masukan yaitu sinyal derajat keanggotaan error suhu dan perubahan error suhu dan menentukan konstanta parameter aktifnya fan dc dan heater. Masukan error suhu dan perubahan error suhu mempunyai masing-masing tiga fungsi keanggotaan. maka aturan yang mungkin terjadi adalah sembilan aturan. Aturan-aturan dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Perancangan aturan fuzzy

Error suhu \ Perubahan error suhu	Error suhu		
	Negatif	Zero	Positif
Positif	Kecil (K) (Aturan 1) Kecil (K) (Aturan 2)	Kecil (K) (Aturan 4) Kecil (K) (Aturan 5)	Besar (B) (Aturan 7) Besar (B) (Aturan 8)
Zero	Kecil (K) (Aturan 3)	Sedang (S) (Aturan 6)	Besar (B) (Aturan 9)
Negatif			

Berdasarkan tabel 1 diatas, dapat dibuat aturan sebagai berikut :

1. Aturan 1= Jika Error suhu Negatif AND Error Perubahan suhu Positif Maka Output = PWM Kecil (K)
2. Aturan 2= Jika Error suhu Negatif AND Error Perubahan suhu Zero Maka Output = PWM Kecil (K)
3. Aturan 3= Jika Error suhu Negatif AND Error Perubahan suhu Negatif Maka Output = PWM Kecil (K)
4. Aturan 4= Jika Error suhu Zero AND Error Perubahan suhu Negatif Maka Output = PWM Kecil (K)
5. Aturan 5= Jika Error suhu Zero AND Error Perubahan suhu Positif Maka Output = PWM Kecil (K)
6. Aturan 6= Jika Error suhu Zero AND Error Perubahan suhu Negatif Maka Output = PWM Sedang (S)
7. Aturan 7= Jika Error suhu Positif AND Error Perubahan suhu Positif Maka Output = PWM Besar (B)
8. Aturan 8= Jika Error suhu Positif AND Error Perubahan suhu Zero Maka Output = PWM Besar (B)
9. Aturan 9= Jika Error suhu Positif AND Error Perubahan suhu Negatif Maka Output = PWM Besar (B)

Perancangan defuzzyfikasi menggunakan output berupa nilai yang mengaktifkan fan DC dan heater dimana terbagi menjadi 3 tingkatan dengan rincian Kecil, Sedang, dan Sangat Besar untuk nilainya masing-masing Kecil = 1, Sedang = 2, Besar =3.

Perancangan defuzzyfikasi yang digunakan adalah system penalaran metode Takagi- Sugeno-Kang (Weighth of Average). Pada metode ini nilai *crisp output*.

$$Z = \frac{\sum_{i=1}^N W_i Z_i}{\sum_{i=1}^N W_i} \tag{1}$$

Diperoleh mencari dengan nilai rata-rata berdasarkan persamaan

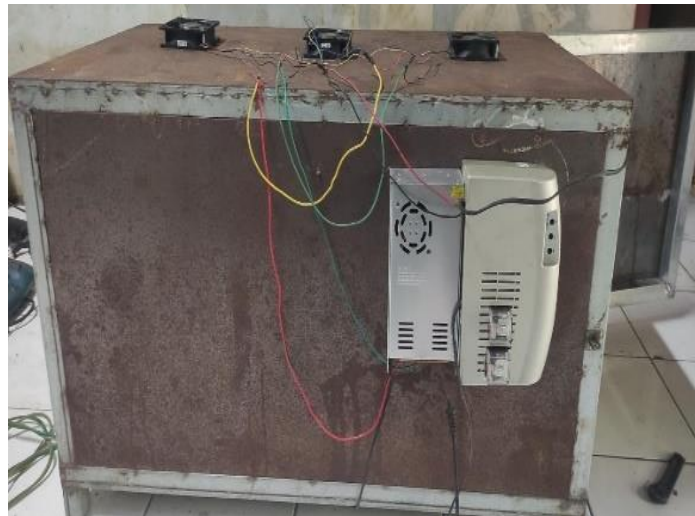
Z = Nilai rata-rata output

W = Nilai α -predikat pada aturan ke-i, nilai ini didapat dari hasil operasi dua himpunan masukan *fuzzy* yang dikombinasi dengan operator *fuzzy* pada tiap aturan.

Zi = Nilai konsekuen pada aturan ke-i, nilai ini didapat dari konstanta output yang diinginkan pada tiap aturan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini, pengaplikasian dari hasil protipe merupakan hasil dari penyelesaian dari desain mekanik dan desain non mekenik yang dapat dilihat pada gambar 6 dan gambar 7.



Gambar 6. Alat pengering kerupuk



Gambar 7. Alat pengering kerupuk

Gambar 6 dan 7 adalah hasil rancangan alat pengering kerupuk kulit yang menggunakan pemanas heater sebagai media penyedia panas dan sensor DHT22 sebagai pemonitor suhu serta sensor *load cell* sebagai alat timbang berat kerupuk yang akan dikeeringkan. Alat ini memiliki panjang 1 meter, lebar 0,5 meter dan tinggi 0,75 meter.

Tabel 2. Data Pengujian DHT 22

HTC-2 Suhu (°C)	DHT 22 Suhu (°C)	% Error Suhu (°C)
47,4	47,9	1,04
49,8	49,5	0,6
50,1	50,1	0
49,6	50	0,8
48,9	49,4	1,02
49,8	49,6	0,4
50,3	50,5	0,3
50,9	50,8	0,1
51,4	50,9	0,9
50,7	50,1	1,18

Berdasarkan data hasil pengujian HTC-2 dan sensor DHT22 didapatkan hasil perhitungan nilai error terendah 0% dan error tertinggi 1,18%. Dari data tersebut didapat nilai error yang cukup rendah sehingga dikatakan sensor DHT22 yang digunakan dalam penelitian ini bisa dikatakan baik. Untuk rentang kerja dari sensor DHT22 ini dapat bekerja dengan rentang suhu -40 – 80°C. Sehingga dapat digunakan untuk suhu pengeringan yang berkisar dari 35-60°C.

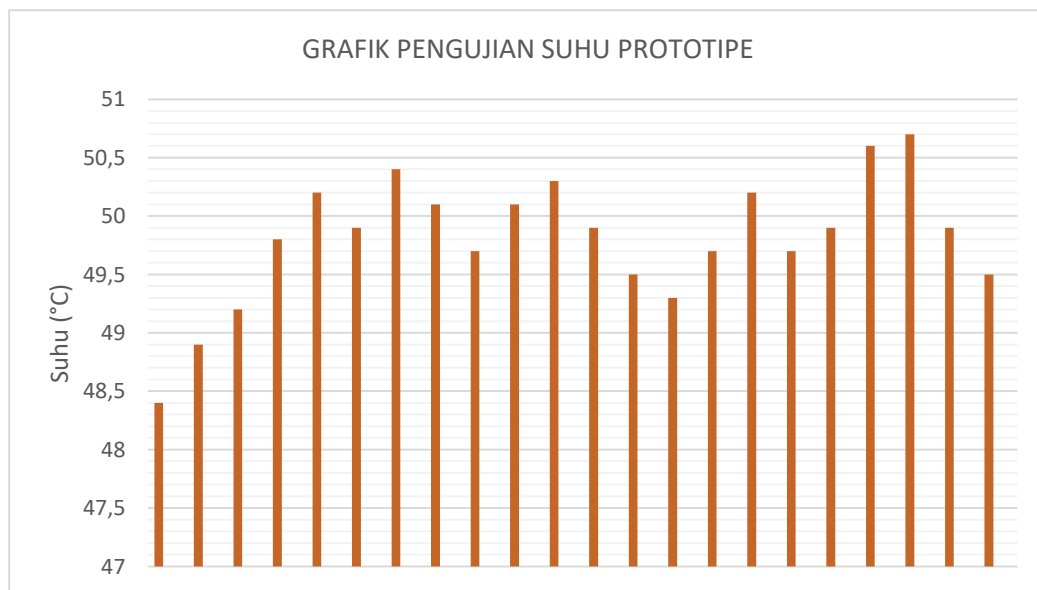
Tabel 3. Data pengujian Load Cell

Timbangan (gram)	Load Cell (gram)	% Error
200	200.4	0.20
400	400.9	0.22
600	600.5	0.08
800	801.2	0.15
1000	1000.4	0.04

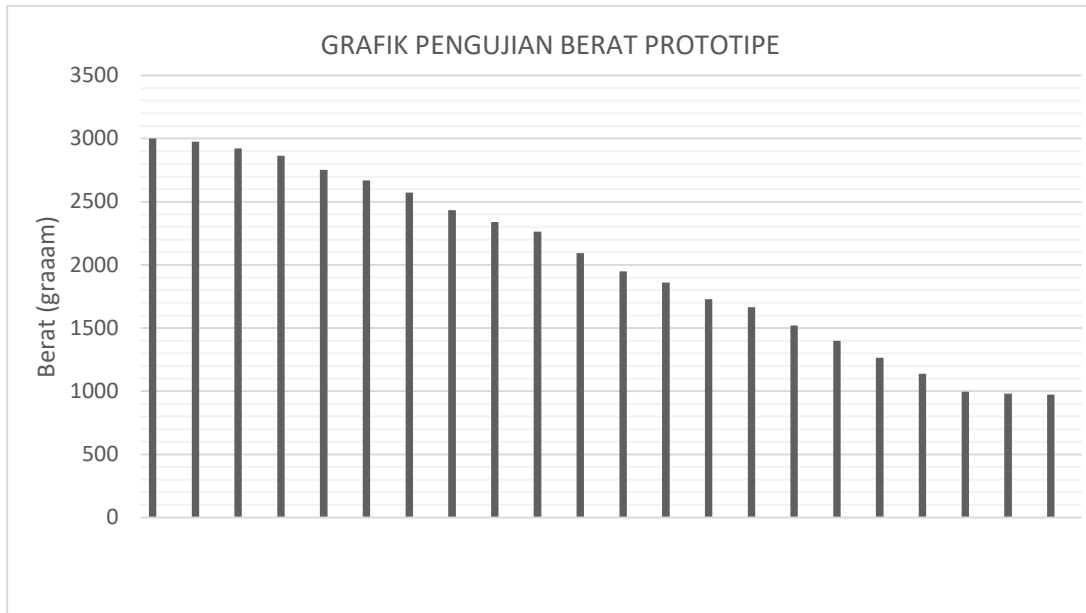
Berdasarkan data hasil pengujian pada timbangan manual dan sensor Load Cell didapatkan hasil nilai error terendah 0,04% dan error tertinggi 0,22%. Dari data tersebut didapatkan nilai error yang cukup rendah sehingga dikatakan sensor Load Cell yang digunakan pada penelitian ini bisa dikatakan baik. Untuk rentang kerja dari Load Cell yang digunakan pada penelitian ini adalah 0-40kg. sehingga cukup baik digunakan pada pengeringan kulit yang memiliki berat dibawah 40kg.

Tabel 4. Data peengujian prototipe

No	Waktu (Menit)	Suhu (°c)	Berat (Gram)
1	0-20	48.4	3000
2	21-40	48.9	2975
3	41-60	49.2	2921
4	61-80	49.8	2863
5	81-100	50.2	2752
6	101-120	49.9	2668
7	121-140	50.4	2573
8	141-160	50.1	2432
9	161-180	49.7	2340
10	181-200	50.1	2262
11	201-220	50.3	2093
12	221-240	49.9	1949
13	241-260	49.5	1861
14	261-280	49.3	1728
15	281-300	49.7	1664
16	301-320	50.2	1521
17	321-340	49.7	1398
18	341-360	49.9	1264
19	361-380	50.6	1139
20	381-400	50.7	995
21	401-420	49.9	981
22	421-440	49.5	973



Gambar 8. Grafik pengujian suhu prototipe



Gambar 9. Grafik pengujian berat prototipe

Berdasarkan data hasil pengujian pada prototipe didapatkan suhu yang relatif stabil di kisaran 48-51°C sesuai dengan set point yang sudah ditetapkan yaitu 50°C, dapat juga dilihat pada gambar 8 yaitu grafik pengujian suhu yang fluktuatif di angka 48-51°C sehingga dapat menurunkan berat dari kulit dengan stabil seperti yang ditunjukkan pada gambar 9 yaitu grafik pengujian berat yang linear penurunannya. Sehingga dapat membantu efisiensi waktu pengeringan kerupuk, Dimana jika menggunakan sinar matahari langsung bisa mencapai 1-2 hari pengeringan untuk mendapatkan kulit kerupuk dalam keadaan kering yang siap untuk di olah, namun dengan alat ini bisa memiliki waktu kisaran 6-7 jam waktu pengeringan kulit kerupuk yang siap untuk diolah.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini menghasilkan alat pengering kerupuk kulit dengan menggunakan logika fuzzy yang telah melalui tahap perancangan, pengujian dan pengamatan sehingga dapat memberi informasi tentang suhu dan berat yang diinginkan untuk dapat mengeringkan kerupuk kulit. Karena system logika fuzzy sangat efektif mengendalikan suhu dalam sebuah wadah secara optimal karena akan mengatur kestabilan nilai suhu. Dimana pada prototipe ini telah ditetapkan suhu set point sebesar 50°C dan didapatkan penurunan berat secara linear sampai pada kondisi yang diinginkan.

REFERENCES

- AMIK BSI Purwokerto, I., & - AMIK BSI Purwokerto, C. (2016). Perancangan Dan Pembuatan Alat Pengering Kerupuk Otomatis Menggunakan Mikrokontroler atmega16. *Evolusi*, 4(2), 2-6. <https://doi.org/10.2311/evo.v4i2.236>
- Adamsyah, M. S., & Mulyadi, M. (2019). Perancangan Alat Pengering Kerupuk dengan Menggunakan Pemanas Heater. *R.E.M (Rekayasa Energi Manufaktur) Jurnal*, 4(1). <https://doi.org/10.21070/r.e.m.v4i1.2187>
- Adiyanto, O., Suratmo, B., & Susanti, D. Y. (2018) Perancangan Pengering Kerupuk Rambak dengan Menggunakan Kombinasi Energi Surya Dan Energi Biomassa. *JISI Jurnal Integrasi Sistem Industri*, 4(1), 1-10.
- Akhir, L., & Madya, A. (2022). *RANCANG BANGUN MESIN PENGERING KERUPUK TIPE RAK DENGAN KAPASITAS 2 KG*.
- Alfitri, N., & Fajar Sidiq, R. (2019). Alat Pengeringan Cengkeh Otomatis Menggunakan Logika Fuzzy. *Elektron Jurnal Ilmiah*, 11.
- Amertaningtyas, D. (2017). Pengolahan Kerupuk Rambak Kulit di Indonesia. Fakultas Peternakan UB. *Jurnal Ilmu Peternakan* 21 (3): 18-29.
- Andrianto, Heri., & Aan Darmawan. (2016). *Arduino Belajar Cepat dan Pemrograman*. Bandung : Informatika Bandung.
- Fajri, R. P., Putra, J. P., Sumiati, R., Mesin, T., & Padang, N. (2017). Alat Pengering Kerupuk Palembang Dengan Menggunakan Gas LPG. *JURNAL Teknik Mesin*, 10(2), 31-37. <http://ejournal2.pnp.ac.id/index.php/jtm>
- Hazhar, K., & Sardi, J. (2020). Alat Pengering Gabah Berbasis Microcontroller Dengan Sensor DHT22. *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, 1(2), 255-260. <https://doi.org/10.24036/jtein.v1i2.93>
- J. Sirait. (2016). Pembuatan Alat Pengering Kerupuk Rambak dengan Kapasitas 30 Kg. *J Ris Teknol Ind*, vol. 7, pp. 118-118.
- Karo, Trudly. (2016). Spesifikasi Elemen Pemanas Persegi Panjang. <https://www.tokopedia.com/cvttg/elemen->



- [pemanas-tipe-kabelhigh-qualityheater-body-magic-com](https://doi.org/10.24036/jtein.v4i12.5175)
- Perdana, A., Islami, S., Pulungan, A., & Hamdani, H. (2023). Rancang Bangun Alat Kendali Penjemur Ikan Asin Bagi Para Nelayan Pesisir Selatan Tarusan Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno. *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, 4(1), 256-264. <https://doi.org/10.24036/jtein.v4i1.401>
- Putri, M., & Taali, T. (2022). Rancang Bangun Alat Pengering Biji Kakao dengan Pengendalian Kelembaban dan Suhu Berbasis Arduino Mega 2560. *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, 3(1), 147-157. <https://doi.org/10.24036/jtein.v3i1.224>
- Rahmi, R., & Yelfianhar, I. (2023). Perancangan Sistem Lemari Pengering Dan Pensterilisasi Pakaian Bayi Otomatis Berbasis IoT. *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, 4(2), 683. <https://doi.org/10.24036/jtein.v4i2.462>
- Rifdah, Kalsum, U. (2018). *Efektivitas Alat Pengering Sebagai Pengganti Sinar Matahari Pada Pengeringan Kemplang Ikan*. 3(1), 22–28.
- Ristiawan, M., & Ariyanto, E. (2021). Otomatisasi Pengatur Suhu dan Waktu pada Penyangrai Kopi (*Roaster Coffee*) Berbasis Atmega 16 pada Tampilan LCD (*Liquid Crystal Display*). *Gema Teknologi*, 19(1), 6. <https://doi.org/10.14710/gt.v19i1.21949>
- Rizal, M., Handayani, P., Chandra, I., & Riadi, J. (2022). *Prosiding The 13th Industrial Research Workshop and National Seminar Bandung*.
- Sayekti, M. (2018). Otomasi Alat Pengering Kerupuk Berbasis Mikrokontroler AT-Mega 16. 2(1), 4–8.
- Suhariningsih, R. R., Politeknik, E., Negeri, S., & Surabaya, I. (2018). Penerapan Kontrol Logika Fuzzy pada Sistem Pengering Irisan Kripik Singkong. In *Seminar Nasional Instrumentasi, Kontrol dan Otomasi (SNIKO)*.
- Syani, I., & Hastuti, H. (2021). Rancang Bangun Alat Pengering Ikan Teri Mandiri Otomatis Berbasis Ardiuno Uno. *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, 2(2), 136-141. <https://doi.org/10.24036/jtein.v2i2.146>
- Syarifudin, M. (2019). Oven Pengering Kerupuk Berbasis Mikrokontroler Atmega 8535 Menggunakan Pemanas Pada Industri Rumah Tangga. Jurusan Teknik Elektro, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta.
- Wiriano, H. (2017). *Mekanisme Teknologi Pembuatan Kerupuk*. Balai Pengembangan Makanan Phytokimia, Balai Penelitian dan Pengembangan Industri, Departemen Perindustrian. Jakarta.