



IMPLEMENTASI METODE FUZZY LOGIC DALAM PENGENDALIAN SUHU PADA PROSES PASTEURISASI SUSU SAPI

Fairuz Sheva Dinata, Yulianto², Herwandi³

e-mail: sheva.dinata18@gmail.com, yulianto@polinema.ac.id, herwandi@polinema.ac.id

^{1,2,3}Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Malang

ABSTRAK

Sejak dulu manusia telah mengenal dan memanfaatkan susu sapi sebagai bahan konsumsi yang menyehatkan bagi tubuh manusia. Akan tetapi, susu sapi rentan terhadap bakteri sehingga bisa merusak kualitas dari susu sapi tersebut. Oleh karena itu ada beberapa cara pengolahan untuk menjaga kualitas dari susu sapi yaitu salah satunya dengan cara pemanasan (pasteurisasi). Pasteurisasi adalah proses pemanasan pada suhu dibawah 100°C untuk mematikan mikroba yang ada dalam susu. Selain itu proses pasteurisasi juga bermanfaat untuk memperpanjang masa susu agar tidak rusak sehingga kualitas susu dapat dipertahankan sampai jangka waktu tertentu. Tujuan dari penelitian ini agar tangan manusia tidak ikut campur dalam proses produksi. Dengan adanya kontrol suhu pada proses pasteurisasi memudahkan manusia dalam melihat apakah suhu sudah mencapai batas setpoint yang ditentukan atau belum, untuk kemudian dibuat alat pasteurisasi yang dikontrol oleh Fuzzy Logic dan sensor suhu DS18B20 untuk mengetahui nilai suhu pada susu dan kecepatan motor dc untuk pengadukan pada proses pasteurisasi.

Kata kunci: Proses Pasteurisasi, Fuzzy Logic, Motor DC, Sensor DS18B20

ABSTRACT

Since ancient times, human have known and used cow milk as a consumption ingredient that is healthy for the human body. However, cow milk is susceptible to bacteria which can damage the quality of the cow milk. Therefore, there are several processing methods to maintain the quality of cow milk, one of which is heating (pasteurization). Pasteurization is a heating process at temperatures below 100°C to kill the microbes in milk. Apart from that, the pasteurization process is also useful for extending the shelf life of the milk so that it does not spoil so that the quality of the milk can be maintained for a certain period of time. The aim of this research is so that human hands do not interfere in the production process. With temperature control in pasteurization process, it makes it easier for humans to see whether the temperature has reached the specified setpoint limit or not, and then create a pasteurization tool that is controlled by Fuzzy Logic and a DS18B20 temperature sensor to determine the temperature value of the milk and the speed of the DC motor for stirring in the process pasteurization.

Keywords: Feedforward, disturbance, primary control, secondary control, Feedforward feedback control, proportional valve

Article History

Received: Agustus 2024

Reviewed: Agustus 2024

Published: Agustus 2024

Plagiarism Checker No 234

Prefix DOI : Prefix DOI :

10.8734/Koehesi.v1i2.365

Copyright : Author

Publish by : Koehesi



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

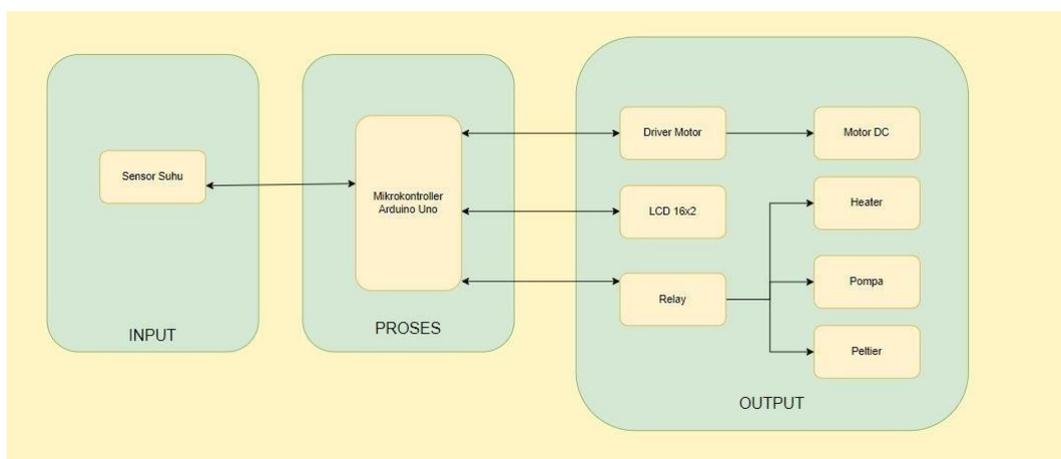
1. PENDAHULUAN

Susu sapi merupakan bahan minuman yang mempunyai kandungan gizi tinggi tetapi rentan terhadap bakteri sehingga tidak tahan lama dan mudah rusak (basi) dan susu yang dapat dikonsumsi harus memiliki syarat susu yang baik. Proses pasteurisasi berfungsi untuk membunuh bakteri patogen yang dapat mengganggu kesehatan. Selain itu proses pasteurisasi juga bermanfaat untuk memperpanjang masa susu tidak rusak sehingga kualitas susu dapat dipertahankan sampai jangka waktu tertentu. Pemanasan dengan suhu yang terlalu tinggi juga dapat merusak protein dan vitamin, sehingga tidak layak di konsumsi (Winarno,1998). Disini perlu adanya pengolahan susu yang bisa menjaga kualitas susu dan mengurangi tenaga manusia dalam pengolahan susu tersebut. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mempertahankan kondisi susu agar tetap sehat dan jumlah mikroorganisme terjaga adalah dengan menggunakan proses pasteurisasi. Pada umumnya proses pasteurisasi terdapat dua macam cara dalam melakukan pemanasan yaitu Low Temperature Long Time (LTLT) dan High Temperature Short Time (HTST). Susu pasteurisasi menurut SNI 01-3951-1995 adalah susu yang telah mengalami proses pemanasan pada temperature 72°C minimum selama 15 detik (HTST) atau pemanasan pada 63-66°C selama 30 menit (LTLT). Kelebihan dari teknik pasteurisasi yaitu membunuh bakteri patogen, karena susu asli dari perahan sapi tidak seutuhnya bisa diminum karena masih terdapat bakteri yang berbahaya bagi manusia, oleh sebab itu para peternak sapi selalu menggunakan metode pasteurisasi sebagai pengawet usia susu sapi dan dapat memberikan dan menimbulkan cita rasa yang lebih menarik (Kustanti,2012). Sistem cerdas yang dapat diaplikasikan dalam metode pasteurisasi ini adalah Fuzzy Logic, kelebihan dari Fuzzy Logic ini adalah dapat diterapkan di dalam sistem kontrol sehingga suhu yang tiba – tiba lebih atau kurang dari set point akan selalu diatur oleh Fuzzy Logic karena kestabilan suhu tidak boleh diabaikan atau akan berakibat rusaknya susu.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Diagram Blok

Berikut adalah diagram blok yang di gunakan untuk mempermudah pemahaman tentang alur mekanisme alat yang di buat :



Gambar 1 : Blok Diagram Sistem

Pada bagian input terdapat pushbutton sebagai tombol power, terdapat sensor suhu yaitu DS18B20 untuk mendeteksi besaran suhu secara digital. Pada bagian proses terdapat Mikrokontroler Arduino Uno untuk memudahkan penggunaanya dalam mengendalikan komponen elektronika dengan program. Dan pada bagian output terdapat motor dc untuk



melakukan proses pengadukan, terdapat LCD 16x2 untuk menampilkan set point dan suhu, timer, terdapat heater dan peltier sebagai pengatur suhu serta terdapat buzzer sebagai indikator berupa bunyi. Berikut ini adalah cara kerja dari alat Pasteurisasi Susu Sapi:

Sistem bekerja yang akan di aplikasikan, heater sebagai pemanas menyala secara otomatis, dan peltier menyala pemanasan akan dimulai untuk memanaskan susu yang telah dimasukkan ke dalam tabung. Bila suhu telah mencapai 64°C maka timer akan memulai menghitung selama 30 menit, namun apabila kondisi belum mencapai 64°C maka akan dilakukan proses fuzzy.

Setelah timer on, proses fuzzy akan bekerja secara otomatis untuk menghasilkan suhu tetap di 64°C . Jika suhu menunjukkan lebih dari 64°C , maka karena hasil dari pemanasan,

Setelah mencapai waktu 30 menit, maka akan muncul layar pada lcd yang menunjukkan bahwa suhu berada pada setpoint yang ditentukan dan heater akan mati, selanjutnya pompa akan bekerja yang berada di tabung dengan tujuan untuk mengalirkan susu dari tabung satu ke tabung dua. Di tabung dua terdapat motor dc yang fungsinya untuk mengaduk, yaitu sebagai proses pengadukan guna untuk mengaduk pada saat pemberian gula dan perisa, Setelah pompa bekerja motor hidup, peltier digunakan untuk mendinginkan tabung agar suhu susu dalam tabung dapat berkurang, karena setelah susu dipanaskan sehingga mencapai set point tadi, kemudian susu harus segera didinginkan yang bertujuan untuk mematikan bakteri agar bakteri tidak dapat berkembang biak, karena apabila susu tidak segera didinginkan maka bakteri yang ada pada susu setelah dipanaskan akan berkembang biak lagi sehingga ketika itu terjadi maka harus mengulangi ke proses pasteurisasi. Susu harus segera didinginkan mencapai suhu 20°C .

2.2 Perancangan Mekanik

Pada sistem 3D print memerlukan spesifikasi sebagai berikut :

a. Spesifikasi Mekanik

Tinggi : 70 cm

Lebar : 40 cm

Panjang : 50 cm

b. Spesifikasi Elektrik

Catu Daya : 14,5 cm

Jenis Mikrokontroler : 19,5 cm

Jenis Sensor : 14,5 cm

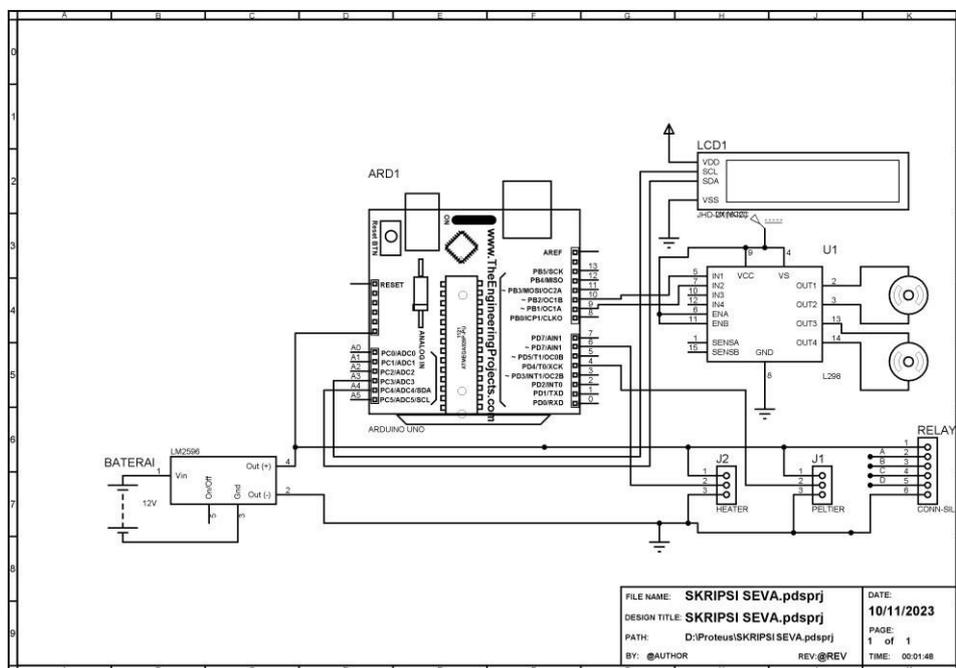
Jenis Motor : 2 m

Gambar 2 : Desain Alat Pasteurisasi Susu Sapi



2.3 Perancangan Elektrik

pada tahap ini akan dijelaskan mengenai rangkaian sistem yang menyambungkan antar komponen yang diperlukan. Komponen yang disusun antara lain, LCD 16x2 untuk menampilkan karakter berupa nilai aktual dari sensor, piltier untuk memberikan suhu dingin, heater untuk memberikan suhu panas, motor untuk pengaduk, Baterai 12V untuk memberikan supply





tegangan, Mikrokontroler Arduino Uno untuk mengendalikan sistem, Stepdown LM2596 untuk menurunkan tegangan dari 12V menjadi 5V.

Gambar 3 : Rangkaian Pengkondisi Sinyal HCSR – 04

Rangkaian R-C (Pengisian Kapasitor) digunakan sebagai pengkondisi sinyal keluaran dari sinyal tegangan PWM sensor Ultrasonic HCSR 04 dimana, sensor ini terlebih dahulu diatur fungsi pembacaanya menggunakan program arduino kemudian keluaran dari pembacaan sensor tersebut diterjemahkan menjadi keluaran tegangan yang sesuai dengan spesifikasi dari Analog Input DCS yaitu -1 V DC s/d +1 V DC, dimana keluaran tegangan dari Arduino adalah berupa PWM. Sinyal PWM yang menjadi keluaran Arduino kemudian di konfigurasi menjadi nilai 0 – 1 V DC dimana diolah terlebih dahulu menggunakan rangkaian RC sebelum dibaca oleh analog Input modul dari DCS hal ini dilakukan dikarenakan tegangan keluaran dari Arduino adalah berupa PWM (Pulse Width Modulation) dimana analog input dari DCS tidak mendukung pembacaan tegangan ini dan hanya dapat membaca nilai dari tegangan murni dari keluaran sebuah sensor.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian pada komponen sensor bertujuan untuk memeriksa tingkat akurasi dari sensor tersebut. Metode pengujiannya adalah dengan membandingkan sensor mikrokontroler dengan perangkat pendeteksi arus, tegangan dan berat. Pengujian dilakukan dengan membandingkan suhu yang terbaca oleh sensor DS18B20 dengan suhu yang terbaca di thermometer. Persentase ketidakakuratan dalam temuan pengukuran diperiksa dan persamaan berikut digunakan untuk menyatakan persen kesalahan *Error%*:

$$\%Error = \frac{(X - Y)}{Y} \times 100\% \dots\dots\dots(3.1)$$

$$\%Error = \frac{Y}{Pembacaan\ sensor - Pembacaan\ Thermometer}$$

Keterangan $\frac{Pembacaan\ Thermometer}$

Tabel 1 Pengujian Sensor Suhu

No	Suhu (°C) <i>Y = Pembacaan Thermometer</i>	Pembacaan Suhu DS18B20 (°C) <i>X = Pembacaan sensor</i>	Pembacaan Suhu Thermometer (°C)	<i>Error (%)</i>
1.	20	22	20.4	0.07
2.	27	28.34	27.2	0.04
3.	63	65.24	63.1	0.33
4.	64	66.46	64.6	0.28
5.	66	66.35	66.1	0.37

4. KESIMPULAN

Berdasarkan pemodelan sistem dan pengujian yang telah dilakukan dalam skripsi ataupun tugas akhir ini dapat ditemukan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Penggunaan Arduino sebagai mikrokontroler utama untuk memproses sistem kontrol logika fuzzy dan sistem aplikasi, memiliki output logika fuzzy



2. Menghasilkan alat yang dapat memantau proses pasteurisasi secara otomatis dengan tingkat ketelitian yang tinggi.
3. Menghasilkan alat yang dapat mempermudah masyarakat umum dalam melakukan proses pasteurisasi secara otomatis.
4. Memperoleh suhu dan waktu yang tepat dalam proses pemanasan (pasteurisasi) susu.

5. UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kepada kedua orang tua yang telah mendukung saya dan bapak dosen pembimbing yang telah memberikan ilmu kepada saya.

DAFTAR PUSTAKA

1. Adhi, Wibisono; Rahayu, Puji, Winiati. 2018. Manajemen Rantai Pasok Pasteurisasi Dengan Pendekatan Reverse Logistic. Dalam Jurnal Manajemen Transportasi & Logistic (JMTRANSLOG), Volume 5, Nomor 1.
2. Andrianieny, R.I.A., Yuniwati, D. & Rahayu, Y.S.R.I., 2015. Pemanfaatan Limbah Susu Cair Dan Daun Paitan (*Tithonia Diversifolia*) Menjadi Pupuk Organik cair Untuk Meningkatkan Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Kailan. *Primodia*, 11(2), pp.1–17.
3. Dedi, Muhammad; Herviana. 2018. Implementasi Logika Fuzzy Dalam Menentukan Jurusan Bagi Siswa Baru Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) Negeri 1 Air Putih. Dalam Jurnal Teknologi Informasi, Volume 2, Nomor 2.
4. Nasir, Januardi; Suorianto, Johnson. 2017. Analisis fuzzy logic menentukan pemilihan motor honda dengan metode mamdani. Dalam jurnal edik informatika, Volume 3, Nomor 2, Halaman 177-186.
5. Triwidyastuti, yosefine; Nizar, Muhammad; harianto; jusak. 2019. Pengendalian Suhu Pada Proses Pasteurisasi Susu Dengan Menggunakan Metode PID dan Metode Fuzzy Sugeno. Dalam Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer, Volume 6, Nomor 4.
6. Razzhyvin, O., Liuta, A., Markov, O., & Yermakin, G. (2023). SINTESIS FUZZY-REGULATOR SUHU PASTEURISASI SUSU. *Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Teknis* . [https://doi.org/10.25140/2411-5363-2023-2\(32\)-185-192](https://doi.org/10.25140/2411-5363-2023-2(32)-185-192) .
7. hmad, N., & Arsalan, M. (2023). Desain pengontrol hibrida fuzzy-proporsional- integral-turunan untuk pemrosesan susu bersuhu sangat tinggi. *Jurnal Internasional Robotika dan Otomasi IAES (IJRA)* . <https://doi.org/10.11591/ijra.v12i3.pp289-299> .
8. Pratama, B., , A., Az-Zahra, N., S, A., & Sihombing, G. (2023). Fuzzy Neo: Metode Baru untuk Sistem Kontrol Suhu Cairan Batch Menggunakan Aturan dan Inferensi Fuzzy yang Lebih Sederhana. *Metrotech (Jurnal Teknologi Mekanikal dan Elektrikal)* . <https://doi.org/10.33379/metrotech.v2i2.2602> .
9. M, K., D., M., & K, B. (2021). Pengendalian pabrik pasteurisasi susu suhu tinggi dalam waktu singkat dengan regulator kuadrat linier terpusat dan terdesentralisasi. *Jurnal Institut Insinyur Tiongkok* , 45, 65 - 75. <https://doi.org/10.1080/02533839.2021.1983459> .
11. Febriansyah, RA (2023). TA: Kendali Temperatur dan Pemantik sebagai Pengendali Nyala Api pada Sistem Pasteurisasi Susu (Disertasi Doktor, Universitas Dinamika).
12. Taufiqurrahman, DR (2023). Penerapan Fuzzy Logic Type-1 Dan Fuzzy Logic Type-2 Pada Sistem Pasteurisasi Susu Berbasis Mikrokontroler (Disertasi Doktor, Universitas Komputer Indonesia).
13. Taufiqurrahman, DR, & Pohan, MAR (2023). Perbandingan Performa Logika



- Fuzzy Tipe-1 Dan Logika Fuzzy Tipe-2 Pada Sistem Pasteurisasi Susu Berbasis Mikrokontroler. *Telekontran: Jurnal Ilmiah Telekomunikasi, Kendali dan Elektronika Terapan*, 11 (1), 23-34.
14. Hadi, MS, Sugiono, BSR, Argeshwara, DK, Shidiqi, MA, Arrohman, ML, Wirawan, IM, ... & Witjoro, A. (2023). Sistem Kontrol Tungku Api Otomatis Untuk Proses Pasteurisasi Susu Berbasis Logika Fuzzy Sugeno. *Tekno. Kom*, 22 (1), 89-96.
 15. Mirmanto, YAA (2023). TA: Monitoring Suhu dan Volume pada Sistem Pasteurisasi Susu Berbasis MQTT (Disertasi Doktor, Universitas Dinamika).
 16. Pratama, A., & Setiawan, B. (2020). Penerapan Fuzzy Logic dalam Sistem Kontrol Suhu pada Proses Pasteurisasi Susu. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, 8(2), 123-130.
 17. Rahmawati, L., & Nugroho, D. (2021). Optimasi Pengendalian Suhu pada Pasteurisasi Susu Menggunakan Metode Fuzzy Logic. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 12(1), 45-52.
 18. Kurniawan, A., & Susilo, B. (2019). Implementasi Kontroler Logika Fuzzy untuk Pengendalian Suhu Pasteurisasi Susu Sapi. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi dan Rekayasa*, 201-206.
 19. Ijaya, H., & Sari, R. (2022). Desain dan Implementasi Pengendalian Suhu dengan Fuzzy Logic pada Proses Pasteurisasi Susu. *Prosiding Konferensi Nasional Sistem dan Informatika*, 178-183.
 20. Lestari, Dewi. (2023). Pengembangan Sistem Kontrol Fuzzy untuk Proses Pasteurisasi Susu Sapi. Tesis. Universitas Diponegoro.
 21. Prastowo, Budi. (2020). Pengendalian Suhu pada Pasteurisasi Susu dengan Logika Fuzzy. Skripsi. Universitas Gadjah Mada.
 22. Rahmawati, L. (2021). Implementasi Fuzzy Logic pada Sistem Pengendalian Suhu untuk Proses Pasteurisasi. Tesis. Institut Teknologi Bandung.
 23. Adi, W., & Handayani, T. (2020). Studi Implementasi Fuzzy Logic pada Proses Pasteurisasi Susu di Industri Kecil Menengah. Laporan Penelitian. Universitas Airlangga.
 24. Susanto, H. (2020). Pengembangan Sistem Kontrol Suhu pada Pasteurisasi Susu Menggunakan Logika Fuzzy. Tesis. Universitas Indonesia.
 25. Syarief, S., Tyana, AV, & Sihmanto, CA (2023). Rancang Bangun Miniatur Sistem Pengontrol Suhu Pada Proses Pasteurisasi Susu. Dalam *Seminar Nasional Teknik Elektro* (Vol. 8, No. 1, pp. 80-86).
 26. Febriansyah, R., Kusumawati, W., & Harianto, H. (2023). Lebih ringan sebagai pengatur api dan pengatur suhu pada sistem pasteurisasi susu. *MATRIX : Jurnal Manajemen Teknologi dan Informatika*.
<https://doi.org/10.31940/matrix.v13i3.115-129>
 27. Adi, G., & Triwidyastuti, Y. (2019). Rancang Bangun Pendingin Susu Hasil Pasteurisasi Menggunakan Metode Water Cooling System. *Journal of Technology and Informatics (JoTI)*, 1(1), 41-48.
 28. Riskiono, S. D., Pamungkas, R. H. S., & Arya, Y. (2020). Rancang Bangun Sistem Penyiraman Tanaman Sayur Berbasis Arduino Dengan Sensor Kelembaban Tanah. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kendali dan Listrik*, 1(1), 23-32.
 29. Fitriani, A., Syahputra, S. A., Panjaitan, J., Pakpahan, A., Siregar, M. F., Sirait, R., & Harahap, M. (2023). Pelatihan Thermo Control Heater Bagi Teknisi Pabrik Thermo Forming. *KARYA UNGGUL-Jurnal Pengabdian Kepada*



Masyarakat, 2(2), 46-49.

30. Indrawan, W., & Suryono, S. (2019). Sistem Pendingin Menggunakan Thermo-Electric Cooler Dengan Kontroler Proportional-Integralderivative. *Berkala Fisika*, 22(2), 68-76.