

PERANCANGAN SISTEM PENGENDALI SUHU PASTEURIZER MENGUNAKAN LOGIKA FUZZY

Ashuri Nurdiansyah¹⁾, Sabar Setiawidayat²⁾, Muhammad Mukhsim³⁾

¹⁾ Program Studi Teknik Elektro, Universitas Widyagama Malang
Email: ashurinurdiansyah@gmail.com

^{2,3)} Program Studi Teknik Elektro, Universitas Widyagama Malang
Email: sabarset@widayagama.ac.id

ABSTRAK

Proses pasteurisasi metode waterbath yang banyak diterapkan di industri makanan mempunyai kelemahan menggunakan prinsip pengaturan tegangan secara on-off (sistem konvensional) untuk pengaturan temperaturnya sehingga kurang dapat memberikan nilai akurasi keluaran. Untuk memngefisiensi penggunaan alat ini, diperlukan sebuah alat control yang bisa mengendalikan suhu dengan error keluaran yang rendah dan dilengkapi dengan pengatur level air sehingga proses pasteurisasi dapat berjalan otomatis. Penelitian ini menggunakan mikrokontroler Arduino Uno dan terdapat sensor suhu DS18B20, sensor water level dan sistem wireless HC12. Penulis menggunakan metode Fuzzy Logic Sugeno dalam penyelesaian masalah khususnya untuk mengambil keputusan yang akan diproses oleh mikrokontroler. Berdasarkan hasil, menunjukkan bahwa proses pemanasan waterbath dengan fuzzy logic sugeno untuk mencapai suhu setting poin yaitu 80°C dibutuhkan durasi waktu sekitar 20 menit dengan penyimpangan suhu sebesar 0,5°C.

Kata Kunci: *waterbath, sensor DS18B20, water level, arduino uno, fuzzy logic*

ABSTRACT

Pasteurization proses using waterbath which had been implemented in food industries usually use on-off voltage settings (conventional method) to set temperature, therefore it is not able to give high output accuracy values. To make the system efficient, it need control device that can control temperature which has low error output and completed with water level control so that pasteurization process work automatically. This study use Arduino Uno as microcontroller combined with DS18B20 temperature sensor, water level sensor and HC12 wireless system. Researcher use Sugeno Fuzzy Logic to determine decision that will be process by microcontroller. With this system, the result show it need 20 minutes to reach 80°C of setting

point with error 0.5°C.

Keywords: *waterbath, DS18B20 sensor, water level, arduino uno, fuzzy logic*

PENDAHULUAN

Sistem kontrol cerdas sangat berpotensi untuk diaplikasikan pada pengendalian suhu pada pasteurizer untuk menutupi kekurangan dari sistem konvensional yang ada. Penerapan fuzzy logic dalam bidang pengontrolan telah banyak dikembangkan. Kelebihan dari sistem ini adalah mampu memproses masukan berupa nilai-nilai riil (eksak) ke dalam besaran fuzzy dan mengolahnya menggunakan basis aturan untuk menghasilkan keputusan yang merupakan keluaran sistem fuzzy dengan sangat cepat (Tarigan, 2013). Teknik logika fuzzy adalah teknologi inovatif yang digunakan dalam merancang solusi untuk kontrol multi-parameter dan non-linear model. Oleh karenanya metode ini, itu memberikan

solusi lebih cepat daripada desain kontrol secara konvensional ("Temperature Control System Using Fuzzy Logic Technique," 2012).

Tujuan dari kontrol suhu adalah untuk menjaga suhu berada pada kirasan setting point. Fuzzy Logic Controller (FLC) adalah cara terbaik untuk kontrol suhu dimana kontrol presisi dapat dilakukan oleh pengontrol (P, D.N, & B, 2014). Aplikasi logika fuzzy dalam kontrol suhu waterbath menggunakan mikrokontroler ATmega 8335 menghasilkan nilai error 0.6% dari set point sedangkan nilai error dengan menggunakan on-off sebesar 6% (Mandayatama, 2009). Penggunaan mikrokontroler ATmega 8335 beberapa kelemahan diantaranya yaitu kode programnya sangat panjang dan tidak mempunyai serial monitor sehingga tidak dapat dihubungkan langsung ke PC. Sehingga diperlukan suatu penelitian tentang penggunaan mikrokontroler yang mempunyai kode program pendek serta dapat langsung dihubungkan ke PC karena hal ini akan memudahkan operator dalam monitoring suhu serta kontrol proses pasteurisasi. Dalam penelitian ini menggunakan mikrokontroler arduino uno, Dalam penelitian pengontrolan suhu berbasis cooler pad menggunakan Arduino Uno didapatkan pengendalian suhu yang efisien (Sami, Lavanya, Arivalagan, & Harsha, 2016). Oleh karena itu hasil yang efisien diharapkan juga dapat didapatkan juga pada system ini.

Pasteruriser dengan sistem waterbath tidak lepas dari peranan air sebagai media penghantar panas. Produk yang dipasteurisasi harus tercelup air dengan sempurna agar didapatkan distribusi panas yang sempurna. Pada kebanyakan pasterurizer sistem waterbath, tidak dilengkapi dengan sistem yang mengontrol level air sehingga operator harus melakukan monitoring level air selama berjalannya proses pasteurisasi. Dengan demikian, diperlukan juga sebuah rancangan waterbath yang dilengkapi sistem kontrol terhadap level air tersebut. Pada penerapan fuzzy kontrol logika untuk sistem kontrol level tangki air menggunakan Arduino selain memberikan solusi sistem kontrol berbiaya rendah, sistem menunjukkan keunggulan kontrol fuzzy atas sistem kontrol konvensional (Chabni, Taleb, Benbouali, & Amin, 2016).

Berdasarkan latar belakang diatas maka penulis ingin mengembangkan rancangan pasteruriser dengan sistem kontrol suhu berbasis logika fuzzy dan dilengkapi dengan water level control dimana system tersebut akan disambungkan langsung ke PC menggunakan wireless. Kelebihan dari sistem ini suhu real time pasteurisasi untuk pemasakan produk dapat sesuai dengan setting point sehingga hal ini sangat bermanfaat untuk menjaga kualitas dari mutu produk makanan. Selain itu, karena sistem ini dilengkapi dengan alat kontrol level air, maka tidak perlu monitoring dari operator karena air dapat mengalir dengan otomatis. Adanya sistem wireless monitoring suhu atau level air dapat dipantau melalui pc sehingga data suhu dapat terekam secara real time.

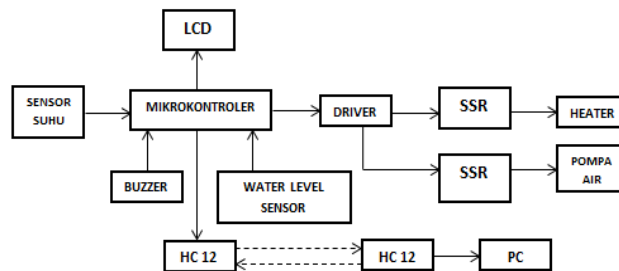
METODE PENELITIAN

Perancangan perangkat keras (*Hardware*)

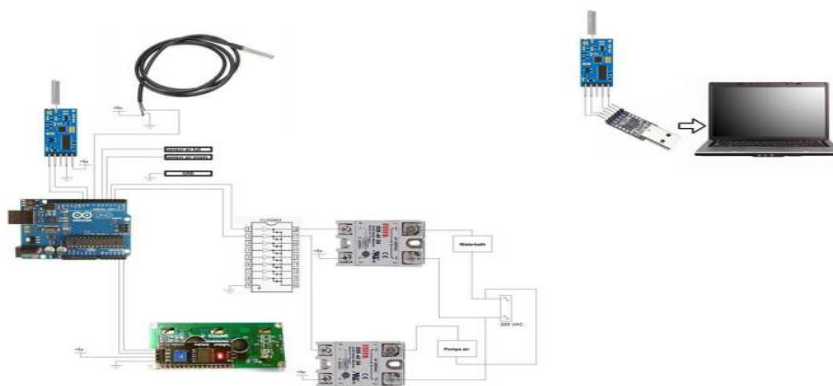
Dalam perancangan perangkat keras atau *Hardware* membutuhkan beberapa komponen pendukung mulai elektronik hingga perlengkapan mekanik agar sistem dapat bekerja dan berjalan dengan baik sesuai dengan fungsinya. Diagram blok dan alur kerjanya seperti terlihat pada Gambar 1. Pada perancangan system keseluruhan Gambar 2 kontrol suhu arduino uno dihubungkan dengan heater dan sensor suhu DT11 serta LCD 16x2. Pada perancangan system control water level arduino uno dihubungkan dengan 2 plat logam dan buzzer. Untuk sistem wireless arduino Uno dan PC dihubungkan dengan HC 12. Penggunaan HC 12 sebagai

wireless system mampu men-transmisi data dengan jarak 1 km, sehingga dapat digunakan untuk mengendalikan perangkat elektronik di pabrik dengan PC secara jarak jauh (Taha, Saleh, & Ahmed, n.d.)

Cara kerja sistem ini saat pasteurisasi dilakukan pada setting point tertentu. Sensor suhu akan membaca suhu waterbath dan pembacaannya akan ditampilkan pada LCD, hasil pembacaan suhu akan diolah menggunakan metode fuzzy. Hasil dari proses tersebut akan memberikan inputan pada heater berupa pulsa (PWM) berdasarkan nilai eror suhu yang telah melalui proses fuzzy. Disisi lain, saat pasteurisasi berjalan water level sensor akan mendeteksi ketinggian air, saat air habis maka buzzer akan aktif. Hal ini akan memberikan inputan pada pompa hingga air sampai pada level penuh. Proses perekaman data dilakukan pada PC via wireless.



Gambar 1. Diagram Blok Rencana Alat

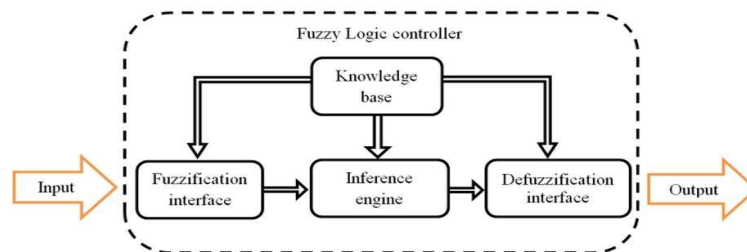


Gambar 2. Perancangan Sistem Keseluruhan

Perancangan Fuzzy Logic Control

Kontrol logika fuzzy pada dasarnya terdiri dari 4 bagian, yaitu fuzzifikasi, aturan dasar, inferensi, dan defuzzifikasi. Gambar 3 menunjukkan konfigurasi dasar kontrol logika fuzzy. Setiap bagian memainkan peranan yang berbeda dalam kontrol proses dan berpengaruh terhadap pengontrolan dan kerja sistem keseluruhan. Fuzzifikasi adalah transformasi data numerik dari input menjadi parameter linguistik. Aturan dasar menyediakan informasi penting untuk semua komponen dari pengontrol fuzzy (Shekha, Amjad, & -, 2012)(Sarkar & K., 2012). Inferensi mesin atau pengambilan keputusan berlogika adalah inti dari pengendalian yang dapat mensimulasi pengambilan keputusan oleh manusia. Hasil inferensi yang dicapai adalah nilai fuzzy yang tidak dapat secara langsung digunakan untuk kontrol proses, sehingga nilai tersebut terus di defuzzifikasi untuk mendapatkan bilangan crisp dan inilah yang menjadi aturan defuzzifikasi (Chabni et al., 2016).

Pada sistem pengendali suhu terdapat satu input masukan yaitu error suhu sedangkan keluaran pengendali fuzzy menghasilkan nilai PWM (*Pulse Width Modulation*). Input error suhu yang akan difuzzifikasikan ke dalam ke himpunan fuzzy dan menjadi fungsi keanggotaan fuzzy. Adapun keanggotaan input, keanggotaan output dan aturan dasar dapat dilihat pada Tabel1. Sesuai dengan basis aturan yang akan dibuat selanjutnya sistem Fuzzy akan melakukan evaluasi terhadap derajat keanggotaan dari masukan error untuk menentukan derajat keanggotaan parameter keluaran dari setiap aturan. Setelah proses mekanisme pengambilan keputusan, langkah berikutnya proses defuzzifikasi yang dilakukan dengan metode Sugeno yaitu dengan metode perhitungan rata-rata terbobot (*weighted average*).



Gambar 4. Konfigurasi dasar kontrol logika fuzzy

Tabel 1. Himpunan Keanggotaan dan Aturan Dasar Fuzzy Logic

Keanggotaan Input	Keanggotaan Output	Aturan Dasar Fuzzy Logic
Rendah [A] = 30-60 °C	Low [a] = 0 - 50 %	If error suhu is [A] Then output [a]
Sedang [B] = 45-75 °C	Medium [b] = 25 - 75 %	If error suhu is [B] Then output [b]
Tinggi [C] = 60-90 °C	High [c] = 50 - 100 %	If error suhu is [C] Then output [c]

Perancangan Software

Pembuatan software hanya dilakukan pada mikrokontroller yang terdapat pada arduino uno. Software yang di gunakan untuk mengembangkan arduino adalah arduino IDE (Louis, 2016)

Pengujian Sistem

Untuk pengujian ini dilakukan bertujuan untuk mengetahui apakah sistem telah bekerja sesuai dengan perancangan.

Analisis Hasil

Setelah mempunyai data dari hasil uji alat maka akan dilaksanakan suatu analisa hasil sebagai tahap penentu nilai sebuah perancangan sistem pengendali suhu pasteurizer menggunakan logika fuzzy.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian keseluruhan adalah hasil dari dari pengabungan keseluruhan komponen yaitu arduino uno, sensor suhu, buzzer, sensor water level, HC-12, LCD 16X2, SSR untuk heater dan pompa air. Pada pengujian keseluruhan akan di uji keseluruhan cara kerja alat sesuai perancangan awal. Adapun rangkaian pengujian keseluruhan di tunjukkan pada Gambar 4. Pada pengujian keseluruhan program masing-masing komponen di gabungkan. Setelah listing, program dapat di upload dan di dapatkan hasil kerja alat yang di tampilkan pada LCD berupa informasi suhu, error, dan nilai PWM.



Gambar 4. Rangkaian pengujian keseluruhan

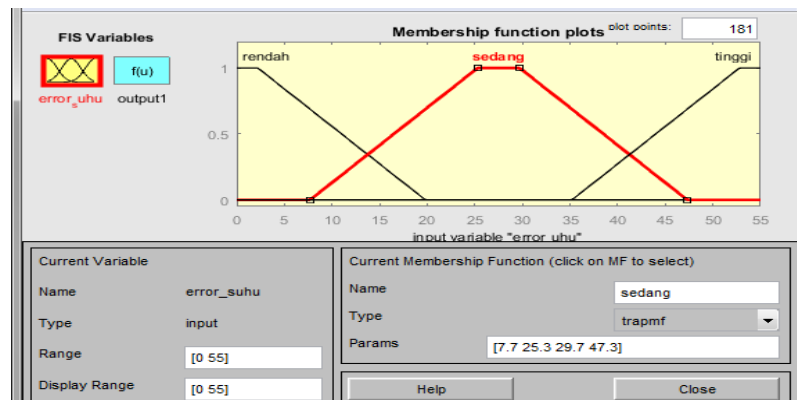


Gambar 5. Hasil Pengujian Keseluruhan pada LCD

Gambar 5 menampilkan informasi suhu berdasarkan sensor suhu DS18B20. Nilai error yang di dapatkan berdasarkan suhu setting poin di kurangi nilai suhu dari sensor. Nilai error akan menjadi inputan pada proses fuzzy yang menggunakan fuzzy sugeno untuk menghitung nilai PWM sebagai nilai output untuk heater. Adapun data proses pemanasan mulai awal hingga mencapai suhu setting poin dan perhitungan nilai error di tunjukan pada Tabel 2

Tabel 2 Data pemanasan

Suhu °C	Ampare	PWM	Error
24,00	08,8	255	56,00
35,00	08,2	220	45,00
45,00	08,1	220	35,00
55,00	07,1	220	25,00
65,00	06,9	200	15,00
75,00	06,5	200	5,00
80,00	00,5	0	0,00



Gambar 6. Fungsi Keanggotaan Input Fuzzy

Ketika proses pemanasan di mulai diawali dengan suhu 27°C membutuhkan waktu sekitar 20 menit untuk mencapai suhu setting poin 80°C. Setelah waterbath sudah mencapai suhu setting poin yaitu 80° maka nilai PWM akan menjadi nol yang artinya proses pemanasan akan berhenti. Namun terdapat sisa panas pada heater yang menyebabkan kenaikan suhu mencapai 80,5°C. Kenaikan sebesar 0,5°C merupakan nilai error pada alat waterbath.

KESIMPULAN

Setelah melalui tahap pengujian pada sistem pengendali suhu pasteurizer menggunakan logika fuzzy maka dihasilkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Waterbath untuk pasteurisasi menggunakan sensor air berupa dua buah logam sebagai indikator apabila level air berkurang atau penuh telah bekerja dengan baik dalam pengisian air pada waterbath serta bunyi peringatan apabila air berkurang.

2. Proses pemanasan waterbath dengan fuzzy logic sugeno dalam mencapai suhu setting poin yaitu 80°C. Durasi waktu sekitar 20 menit dengan penyimpangan suhu sebesar 0,5°C.

UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam penyusunan penelitian tidak terlepas dari banyak pihak dan membantu dan mensupport sehingga penelitian dapat terlaksana dengan baik. Oleh karena itu ucapan terima kasih saya sampaikan kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Sabar Setiawidayat selaku dosen pembimbing penelitian.
2. Bapak Mohammad Muksim, ST, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik, Universitas Widyagama Malang.
3. Bapak Ir. Fachrudin, MT selaku dekan Fakultas Teknik, Universitas Widyagama Malang.
4. Keluarga yang selalu memberikan doa dan support.
5. Teman-Teman Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik, Universitas Widyagama Malang Angkatan 2014 atas support dan masukan

REFERENSI

- , K., Shekha, T., Amjad, Md., & -, M. M. A. (2012). An Advanced Certain Trust Model Using Fuzzy Logic and Probabilistic Logic theory. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 3(12).
<https://doi.org/10.14569/IJACSA.2012.031226>
- Chabni, F., Taleb, R., Benbouali, A., & Amin, M. (2016). The Application of Fuzzy Control in Water Tank Level Using Arduino. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 7(4).
<https://doi.org/10.14569/IJACSA.2016.070432>
- Louis, L. (2016). WORKING PRINCIPLE OF ARDUINO AND USING IT AS A TOOL FOR STUDY AND RESEARCH. *International Journal of Control*, 9.
- Mandayatama, E. (2009). Waterbath dengan Kontrol Logika Fuzzy untuk Proses Gnogenesis dalam Upaya Meningkatkan Produksi Benih Ikan Mas. *Seminar Nasional Electrical, Informatics and It's Education*.
- P, S., D.N, S., & B, P. (2014). Temperature Control using Fuzzy Logic. *International Journal of Instrumentation and Control Systems*, 4(1), 1–10.
<https://doi.org/10.5121/ijics.2014.4101>
- Sami, K., Lavanya, M., Arivalagan, M., & Harsha, Y. S. (2016). *Temperature Controlled based cooler Pad using Arduino*. (5), 5.
- Sarkar, A., & K., J. (2012). Secured Wireless Communication using Fuzzy Logic based High Speed Public-Key Cryptography (FLHSPKC). *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 3(10).
<https://doi.org/10.14569/IJACSA.2012.031023>
- Taha, A. M., Saleh, A. H., & Ahmed, A. M. (n.d.). *Long range wireless communication by using arduino and HC- 12 Wireless Serial Module*. 3.
- Tarigan, P. (2013). SISTEM PENGENDALI PENDINGIN RUANGAN MENGGUNAKAN FUZZY LOGIC BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA 8535. *Majalah Ilmiah Informasi Dan Teknologi Ilmiah (INTI)*, 1(1), 86–92.
- Temperature Control System Using Fuzzy Logic Technique. (2012). *International Journal of Advanced Research in Artificial Intelligence*, 1(3), 5.