

Perancangan Sistem Kendali Suhu Pada Alat Bloodwarmer Menggunakan Fuzzy Logic

Yanuar Mukhammad¹, Agoes Santika Hyperastuty², I'im Nandang³

^{1,2,3}Prodi D-III Teknik Elektromedis Universitas Kediri

Alamat Korespondensi : Prodi D-III Teknik Elektromedis

Jl. Selomangkleng No.1 Kota Kediri, Jawa Timur, Indonesia

yanuarm@unik-kediri.ac.id, Agoessantikahyperastuty@unik-kediri.ac.id, Iimnandang@unik-kediri.ac.id

Article Info

Article history:

Received Desember 28th, 2024

Revised February 14th, 2025

Accepted March 8th, 2025

Keyword:

bloodwarmer

fuzzy logic

Temperature

ABSTRACT

A blood warmer is a tool used to warm or warm blood or fluids before transfusing a patient. has the advantage that the blood temperature is maintained at a stable value of 37°C. This tool is usually used to help cure hypothermia sufferers and also as a blood warmer. This tool has been tested at temperatures above 37 and below 37 with a temperature range varying from 10 - 100 Celsius with the result being that when the temperature value is more than 37 then the heater is off and when the temperature is below 37 then the heater is on or active. The fuzzy logic used is Mamdani which uses the min max principle as a reference. The problem experienced is that when the blood bag is taken from the cold room, it requires a tool that can be used to warm it quickly and accurately, where the blood bag must be at body temperature 36 - 37 to be able to be transfused into blood. In this tool there is an Arduino for data processing and there are 2 Ds18b20 temperature sensors with a range of 0 – 100 degrees Celsius. The peltier used is a 12v peltier paired with a TIP3055 driver as the ON / OFF control for the peltier.

Copyright © 2025 Jurnal FORTECH.
All rights reserved.

Corresponding Author:

First Author,

Email: yanuarm@unik-kediri.ac.id

Abstrak— Blood Warmer adalah alat yang digunakan untuk menghangatkan atau memanaskan darah atau cairan sebelum dilakukan transfuse kepada pasien. memiliki kelebihan yaitu suhu darah dijaga agar stabil pada nilai 37°C. alat ini biasanya digunakan untuk membantu menyembuhkan penderita hypothermia dan juga sebagai penghangat darah. Pada alat ini telah dilakukan pengujian yaitu pada suhu diatas 37 dan dibawah 37 dengan rentang suhu bervariasi dari 10 – 100 celcius dengan hasilnya yaitu pada saat nilai suhu lebih dari 37 maka pemanas atau heater off dan Ketika suhu dibawah 37 maka heater on atau aktif. Fuzzy Logic yang dipakai yaitu Mamdani yang menggunakan prinsip min max sebagai acuannya. Masalah yang dialami yaitu kantung darah saat diambil dari ruang pendingin butuh alat yang dapat digunakan untuk menghangatkan secara cepat dan akurat, yang mana kantung darah harus berada di suhu tubuh 36 – 37 untuk dapat di transfusikan ke dalam darah. pada alat ini yaitu terdapat Arduino sebagai pemrosesan datanya dan terdapat 2 buah sensor suhu Ds18b20 dengan range yaitu 0 – 100 derajat celcius. Untuk peltier yang digunakan yaitu peltier 12v yang dipasangkan dengan Driver TIP3055 sebagai kendali ON / OFF nya peltier.

Kata Kunci: bloodwarmer, fuzzy logic, suhu.

1. PENDAHULUAN

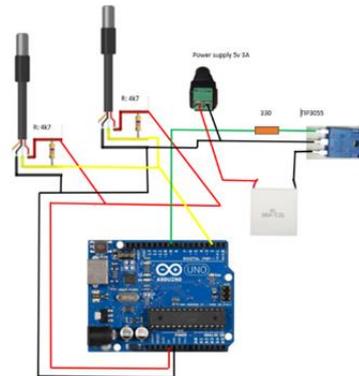
Blood Warmer adalah alat yang digunakan untuk menghangatkan atau memanaskan darah atau cairan sebelum dilakukan transfuse kepada pasien. memiliki kelebihan yaitu suhu darah dijaga agar stabil pada nilai 37°C dan nilai pembacaan suhu tersebut akan ditampilkan pada display LCD [1]. Pengukuran pada alat ini yaitu dengan cara membandingkan suhu yang ditampilkan pada LCD dengan thermometer [1]. Dimana juga memiliki kelemahan yaitu desain box yang besar sehingga kurang menarik serta solenoid yang tidak dapat mengunci dengan sempurna, belum adanya indikator pengaman contohnya indikator air *bubble* agar kinerja alat ini maksimal. Dengan memandang hal tersebut maka timbul pemikiran untuk membuat suatu alat yang mempunyai fleksibilitas dan kemudahan dalam pengoperasiannya [2] karena mempunyai fungsi ganda yaitu untuk pemanasan darah dan pemanasan infuse yang memanfaatkan mikrokontroler dengan judul system pengendalian suhu pada alat Bloodwarmer Menggunakan Fuzzy Logic, untuk Fuzzy Logic yang dipakai yaitu Mamdani yang menggunakan prinsip min max sebagai acuannya. Masalah yang dialami yaitu kantung darah saat diambil dari ruang pendingin butuh alat yang dapat digunakan untuk menghangatkan secara cepat dan akurat, yang mana kantung darah harus berada di suhu tubuh 36 – 37 untuk dapat di transfusikan ke dalam darah [3]. Alat yang sudah ada hanya menggunakan system on off pemanas saja tanpa adanya suatu algoritma yang menyertainya maka dari itu alat ini dilengkapi dengan algoritma Fuzzy Mamdani sehingga bisa lebih optimal dalam pengoperasiannya.

2. METODE PENELITIAN

A. Metode

Alat ini menggunakan 2 buah sensor suhu DS18B20 sebagai input data ke mikrokontroler Arduino, terdapat 2 sensor tersebut berfungsi sebagai sensor suhu ruangan dan satunya suhu kantung darah, sehingga dari 2 data sensor tersebut akan diolah oleh Arduino menggunakan metode Fuzzy Mamdani sehingga akan menghasilkan output berupa nilai high dan low Dimana Ketika high berarti Peltier akan aktif dan ketika low peltier akan off atau tidak aktif.

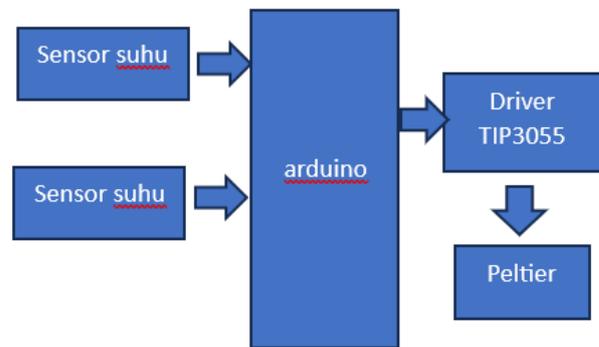
B. Gambar dan Tabel



Gambar 1 Skema Alat Bloodwarmer

Rangkaian keseluruhan pada alat ini yaitu terdapat Arduino sebagai pemrosesan datanya dan terdapat 2 buah sensor suhu Ds18b20 dengan range yaitu 0 – 100 derajat celcius. Untuk peltier yang digunakan yaitu peltier 12v yang dipasangkan dengan Driver TIP3055 sebagai kendali ON / OFF nya peltier tersebut.

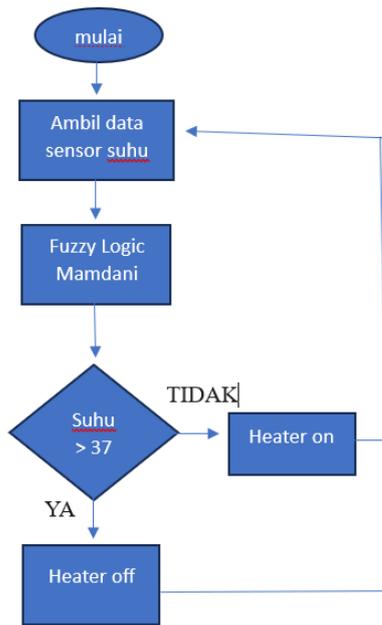
c. Kerangka konseptual



Gambar 2 Bagan Alat Bloodwarmer

Alat ini menggunakan 2 buah sensor suhu DS18B20 sebagai input data ke mikrokontroler Arduino, terdapat 2 sensor tersebut berfungsi sebagai sensor suhu ruangan dan satunya suhu kantung darah, sehingga dari 2 data sensor tersebut akan diolah oleh Arduino menggunakan metode Fuzzy Mamdani sehingga akan menghasilkan output berupa nilai high dan low Dimana Ketika high berarti Peltier akan aktif dan ketika low peltier akan off atau tidak aktif.

D.Desain Flowchart

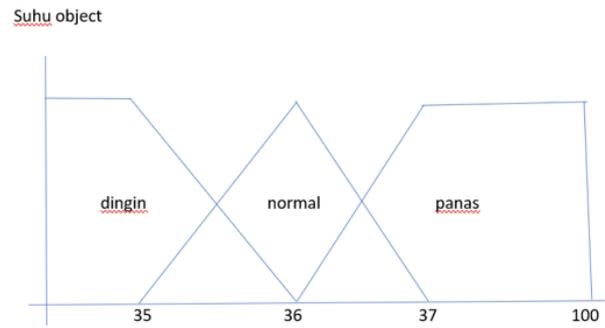


Gambar 3 Flowchart Alat Bloodwarmer

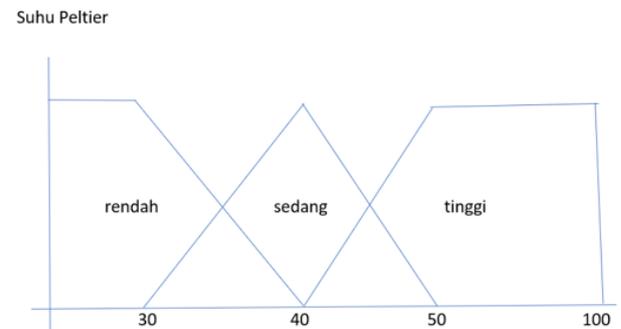
Jadi system kerja alat ini pada saat dihidupkan akan mengaktifkan Arduino terlebih dahulu yang kemudian akan mengaktifkan kedua buah sensor suhu. Dari data sensor suhu tersebut dikirimkan ke Arduino untuk dilakukan pengolahan data kemu dari pengolahan data yang dilakukan menggunakan Fuzzy Logic maka akan didapatkan output yaitu berupa angka yang mana angka tersebut akan dimasukan kedalam PWM pin Arduino sehingga jika PWM bernilai lebih dari 0 berarti heater aktif dan jika 0 maka heater tidak aktif. Jika suhu lebih dari 37 derajat celcius maka akan mematikan heater dan jika suhu dibawah 37 derajat celcius maka akan mengaktifkan heater.

e. Fuzzy Logic Mamdani

Fuzzy yang dipakai yaitu fuzzy logic mamdani dengan susunan membership function seperti gambar 4 dan 5 untuk fuzzy rule seperti gambar 6 dan defuzzyfikasi seperti gambar 7.



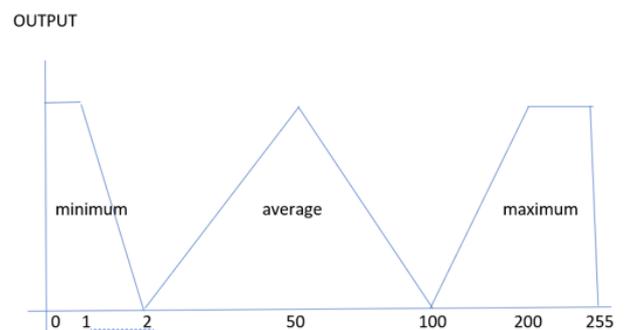
Gambar 4 Membership Function Suhu Object



Gambar 5 Membership Function Suhu Peltier

peltier \ object	dingin	normal	panas
rendah	maximum	average	minimum
sedang	maximum	average	minimum
tinggi	maximum	average	minimum

Gambar 6 Fuzzy Rule



Gambar 7 Defuzifikasi

Jadi Metode yang dipakai untuk pengolahan data yaitu Fuzzy Logic Mamdani dengan membership function yaitu dari 0 – 100 derajat celcius dan menggunakan fuzzy rule berjumlah 9 kotak dengan tiap kotak memiliki fungsi masing-masing. Untuk defuzzifikasi menggunakan rentang PWM yaitu dari 0 – 255 dan jika nilai 0 berarti heater akan off dan jika lebih dari 0 maka heater akan aktif.

Jadi system kerja alat ini pada saat dihidupkan akan mengaktifkan Arduino terlebih dahulu yang kemudian akan mengaktifkan kedua buah sensor suhu. Dari data sensor suhu tersebut dikirimkan ke Arduino untuk dilakukan pengolahan data kemua dari pengolahan data yang dilakukan menggunakan Fuzzy Logic maka akan didapatkan output yaitu berupa angka yang mana angka tersebut akan dimasukan kedalam PWM pin Arduino sehingga jika PWM bernilai lebih dari 0 berarti heater aktif dan jika 0 maka heater tidak aktif. Jika suhu lebih dari 37 derajat celcius maka akan mematikan heater dan jika suhu dibawah 37 derajat celcius maka akan mengaktifkan heater.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Jadi Metode yang dipakai untuk pengolahan data yaitu Fuzzy Logic Mamdani dengan membership function yaitu dari 0 – 100 derajat celcius dan menggunakan fuzzy rule berjumlah 9 kotak dengan tiap kotak memiliki fungsi masing-masing. Untuk defuzzifikasi menggunakan rentang PWM yaitu dari 0 – 255 dan jika nilai 0 berarti heater akan off dan jika lebih dari 0 maka heater akan aktif. Penelitian dan pembuatan modul ini dengan menggunakan eksperimental murni yaitu membuat rangkaian control suhu otomatis yang mana dalam eksperimentalnya penulis melakukan pengamatan terhadap suhu cairan yang penulis panaskan melalui heater. Variabel bebas yang dipakai pada penelitian ini yaitu suhu. Variabel tergantung yang dipakai pada penelitian ini yaitu menggunakan 2 buah sensor suhu Ds18b20 yang diletakkan ditempat yang berbeda, satu dibagian kantung darah dan satu pada bagian luar kantung darah. Mikrokontroller yang berfungsi sebagai pengatur dan pengendali dari Blood Warmer.

Pada pengujian kali ini menggunakan Fuzzy Logic Mamdani untuk pemrosesan datanya sehingga dapat dijelaskan seperti Tabel 1 berikut.

Tabel 1 Pengujian Fuzzy Logic Mamdani

suhu	output
33	199
34	199
35	199
36	199
37	0
38	0
37	0
36	199
37	0
38	0
37	0
36	199
37	0

Jadi pada saat terjadi suhu diatas 37 derajat celcius maka peltier akan otomatis off sehingga membuat heater tetap terjaga pada suhu 37 derat celcius. Pada suhu 33 output fuzzy menghasilkan nilai 199 pwmnya. Dan ketika suhu 37 pwm yang dihasilkan yaitu 0. kemudian untuk Untuk respon suhu seperti Tabel 2

Tabel 2 Respon Suhu

suhu object	suhu ruangan	output
4	9	199
9	9	199
15	23	199
31	31	198
42	42	0
50	58	0
77	69	0
85	77	0

Ketika suhu dibawah 37 derajat celcius maka heater akan aktif Kembali melakukan pemanasan guna tercapai batas setpoint suhu yaitu pada suhu 37 derajat celcius. Jadi alat ini menggunakan fuzzy logic hanya untuk on off dari peltier sehingga bisa menghangatkan darah sesuai dengan suhu yang dicapai. Terlihat pada tabel saat suhu objec 4 derajat kemudian suhu ruangan 9 derajat output fuzzy yaitu 199 artinya pemanas atau heater aktif. Kemudian ketika suhu 77 derajat dan suhu ruangan 69 derajat maka output fuzzy 0 yang menandakan bahwa heater off atau tidak aktif. Di suhu 42 derajat dan suhu ruangan 42 derajat maka output fuzzy 0 artinya heater off sehingga tidak melakukan pemanasan. Untuk pengujian sensor suhu yang dipakai yaitu seperti tabel 3.

Tabel 3 Pengujian Sensor suhu Ds18b20

Kalibrator °C	Ds18b20 °C	Error %
33,7	33,6	0,29
27,3	27,6	1,09
27	27,1	0,37
26,5	26,8	1,13
29,9	29,9	0
33,7	33,6	0,29
28,3	27,5	2,82
26,3	26,7	1,52
40,6	40,1	1,23
34,8	34,4	1,14
33,7	33,9	0,59
28,3	27,5	2,82
30,5	30,3	0,65
29,8	29,8	0
29,5	29,1	1,35
29,8	29,6	0,67
29,4	29,3	0,34

Pada table tersebut ternyata untuk sensitifitas dari sensor suhu menggunakan ds18b20 sangatlah bagus untuk mengukur suhu dibawah 100 derajat celcius dengan error sekitar 0 – 2.82 persen sehingga bisa dikatakan bahwa sensor suhu Ds18b20 layak dipakai sebagaimana acuan pada alat bloodwarmer.. pada pengujian pertama yaitu di suhu 33,7 derajat celcius pada kalibrator dengan hasil yang didapatkan oleh sensor adalah 33,6 derajat celcius dengan nilai error yaitu 0,29 kemudian di suhu 29,4 derajat celcius pada kalibrator dengan hasil yang didapatkan oleh sensor adalah 29,3 derajat celcius dengan nilai error yaitu 0,34 di suhu 40,6 derajat celcius pada kalibrator dengan hasil yang didapatkan oleh sensor adalah 40,1 derajat celcius

dengan nilai error yaitu 1,23. di suhu 29,8 derajat celcius pada kalibrator dengan hasil yang didapatkan oleh sensor adalah 29,8 derajat celcius dengan nilai error yaitu 0. di suhu 29,5 derajat celcius pada kalibrator dengan hasil yang didapatkan oleh sensor adalah 29,1 derajat celcius dengan nilai error yaitu 1,35. di suhu 30,5 derajat celcius pada kalibrator dengan hasil yang didapatkan oleh sensor adalah 30,3 derajat celcius dengan nilai error yaitu 0,65. di suhu 29,8 derajat celcius pada kalibrator dengan hasil yang didapatkan oleh sensor adalah 29,6 derajat celcius dengan nilai error yaitu 0,67. di suhu 34,8 derajat celcius pada kalibrator dengan hasil yang didapatkan oleh sensor adalah 34,4 derajat celcius dengan nilai error yaitu 1,14. di suhu 33,7 derajat celcius pada kalibrator dengan hasil yang didapatkan oleh sensor adalah 33,9 derajat celcius dengan nilai error yaitu 0,59.

4. KESIMPULAN

Bahwa alat ini sangatlah bagus untuk dipakaikan kepada alat Bloodwarmer karena efisien dan praktis serta lebih canggih karena terdapat metode pengolahan data didalam alatnya. Bahwa untuk membuat alat ini dibutuhkan tegangan dan arus yang cukup karena peltier yang dipakai akan mempengaruhi efektifitas alat tersebut. Arus yang besar dibutuhkan karena untuk melakukan pemanasan butuh arus yang besar setidaknya 1 Amper – 2 Amper tergantung heater yang dipakai untuk optimalbisa menggunakan heater tegangan AC 220 volt yang lebih bagus, jika ingin menggunakan peltier DC juga bisa perlu menggunakan arus setidaknya 3Amper sehingga mendapat daya panas yang cukup untuk melakukan pemansan. Jadi bisa dilakukan pemilihan heater yang ingin dipakai apakah ingin menggunakan heater Ac atau Dc tergantung dengan alat yang dibutuhkan seberapa besar area pemanasannya jika areanya besar maka gunakan tegangan AC 220 dan dimmer sebagai kendalinya namun jika area kecil bisa menggunakan DC 5v 3Amper.

DAFTAR PUSTAKA

1. Mau, F. P. L., & Ridha, D. U. (2022). RANCANG BANGUN HEATER PADA BLOOD WARMER DENGAN TAMPILAN LCD BERBASIS MIKROKONTROLLER ATMega8535. *Jurnal Mutiara Elektromedik*, 6(1), 7-11.
2. Sari, R. E., & Thalib, R. (2022). RANCANG BANGUN SISTEM PENGAMANAN TRANSFUSI DARAH BERBASIS MIKROKONTROLER ATMega 8535. *Jurnal Mutiara Elektromedik*, 6(1), 12-16.
3. Herron, D. M., Grabowy, R., Connolly, R., & Schwaizberg, S. D. (1997). The limits of bloodwarming: maximally heating blood with an inline microwave bloodwarmer. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*, 43(2), 219-228.
4. Uhl, L., Pacini, D., & Kruskall, M. S. (1992). A comparative study of blood warmer performance. *Anesthesiology*, 77(5), 1022-1028.
5. Milligan, J., Lee, A., Gill, M., Weatherall, A., Tetlow, C., & Garner, A. A. (2016). Performance comparison of improvised prehospital blood warming techniques and a commercial blood warmer. *Injury*, 47(8), 1824-1827.
6. Wilson, E. B., & Iserson, K. V. (1987). Admixture bloodwarming: a technique for rapid warming of erythrocytes. *Annals of emergency medicine*, 16(4), 413-416.
7. Russell, W. J. (1974). A review of blood warmers for massive transfusion. *Anaesthesia and Intensive Care*, 2(2), 109-130.
8. Poder, T. G., Pruneau, D., Dorval, J., Thibault, L., Fiset, J. F., Bédard, S. K., ... & Beauregard, P. (2016). Effect of warming and flow rate conditions of blood warmers on red blood cell integrity. *Vox Sanguinis*, 111(4), 341-349.
9. Iserson, K.V. and Huestis, D.W., 1991. Blood warming: current applications and techniques. *Transfusion*, 31(6), pp.558-571.
10. DALILI, H. and ADRIANI, J., 1974. Effects of various blood warmers on the components of bank blood. *Anesthesia & Analgesia*, 53(1), pp.125-130.