

Implementasi *Fuzzy Logic* pada perancangan Jaket Penghangat

Zidni Fahmi Suryandaru¹, Aji Gautama Putrada, S.T.,M.T.², Novian Anggis Suwastika, S.T.,M.T.³

^{1,2,3}Fakultas Informatika, Universitas Telkom, Bandung

⁴Divisi Digital Service PT Telekomunikasi Indonesia

¹zidnifahmis@students.telkomuniversity.ac.id, ²ajigps @telkomuniversity.ac.id, ³angis@telkomuniversity.ac.id,

Abstrak

Hipotermia merupakan salah satu kondisi tubuh yang tidak normal, dimana suhu tubuh berada di bawah kondisi normal, hipotermia dapat diatasi dengan menggunakan pakaian hangat dan tebal seperti selimut dan jaket. Namun penggunaan jaket masih belum maksimal dalam menghangatkan suhu tubuh, sehingga dibutuhkan suatu penghangat yang lebih untuk menghangatkan tubuh untuk menghindari kondisi hipotermia. teknologi berperan aktif dalam menciptakan hal-hal baru untuk mengatasi berbagai macam masalah. Salah satu teknologi yang dapat membantu penderita hipotermia adalah Jaket Penghangat dimana fungsi dari alat tersebut dapat meningkatkan suhu dengan menyesuaikan suhu tubuh ketika terindikasi hipotermia, sistem di rancang menggunakan fuzzy logic. Alat ini akan membaca suhu tubuh manusia yang terpasang pada pergelangan tangan. Untuk perancangannya alat-alat yang digunakan antara lain mikrokontroler arduino uno, sensor MLX90614, jaket, heating pad sebagai penghangat pada jaket.

Kata kunci : Jaket Penghangat, *fuzzy logic* , mikrokontroler arduino uno, sensor suhu MLX90614, heating pad. jaket

Abstract

Hypothermia is an abnormal condition of the body, where body temperature is under normal conditions, hypothermia can be overcome by using warm and thick clothing such as blankets and jackets. But the use of jackets is still not maximal in warming up body temperature, so it takes a warmer to warm the body to avoid hypothermia. Technology plays an active role in creating new things to overcome various kinds of problems. One technology that can help hypothermia sufferers is warm jacket where the function of the device can increase temperature by adjusting body temperature when indicated hypothermia, the system is designed using fuzzy logic. This tool will read the temperature of the human body that is attached to the wrist. For the design of the tools used include the Arduino Uno microcontroller, MLX90614 sensor, jacket, heating pad as a warmer on the jacket.

Keywords: warm jacket, fuzzy logic, Arduino Uno microcontroller, MLX90614 temperature sensor, heating pad. jacket

1. Pendahuluan

Latar Belakang

Hipotermia merupakan kondisi tubuh menjadi sangat dingin. Ini dapat terjadi ketika suhu tubuh berada di bawah keadaan normal, yang mana suhu normal pada manusia adalah 36 sampai 37.5 derajat celsius. Ketika kondisi suhu tubuh berada di bawah suhu normal maka diindikasikan sebagai hipotermia. Pada tingkat yang tinggi hipotermia dapat menyebabkan kematian. [1]

Hipotermia tidak saja terjadi ketika musim dingin tetapi dapat juga terjadi ketika seseorang terlalu lama berada pada keadaan yang dingin seperti kehujanan, jatuh ke air yang sangat dingin maupun cuaca ekstim. Untuk mengatasi kondisi hipotermia seseorang harus melakukan tindakan seperti, menyingkirkan pakain yang basah maupun lembab, menggunakan selimut, memakai jaket tebal untuk menghangatkan tubuh. [2] Namun penggunaan pakaian seperti jaket masih belum maksimal dalam menghangatkan suhu tubuh, sehingga dibutuhkan suatu penganhang yang lebih untuk menghangatkan tubuh untuk menghindari kondisi hipotermia.

Dari permasalahan tersebut maka untuk mengatasinya akan di rancang sebuah jaket yang dapat memberikat kehangatan lebih secara otomatis. Jaket akan tertanam sensor, dimana sensor yang digunakan adalah MLX90614 yang akan diletakan pada pergelangan tangan. Sensor ini mengukur suhu dengan memanfaatkan radiasi gelombang inframerah, yang digunakan sebagai pendeteksi perubahan suhu tubuh, [3] yang nantinya akan di konversikan pada *heating pad* yang berfungsi untuk memberikan kehangatan lebih ketika suhu tubuh berindikasi hipotermia. Untuk mengukur tingkat keakuratan pada alat maka dilakukan pengujian. Indikator sensor suhu akan digunakan untuk mengukur suhu tubuh yang kemudian menjadi masukan pada proses sistem menggunakan *fuzzy logic*.

Topik dan Batasannya

Berdasarkan latar belakang yang telah di paparkan, didapatkan sebuah permasalahan yaitu membutuhkan penyesuaian kehangatan tubuh dengan suhu tubuh yang terdeteksi. Sehingga rumusan masalah dari tugas akhir ini adalah Bagaimana cara merancang, mengimplementasi dan menguji *Fuzzy* pada sistem dengan indikator suhu tubuh serta bagaimana cara menguji tingkat keberhasilan sistem pengingat suhu jaket?

Batasan masalah pada penelitian ini yaitu *Output* yang dihasilkan indikator adalah peningkatan suhu pada jaket. Parameter *input fuzzy* pada tugas akhir ini sensor suhu yang dipasang pada pergelangan jaket. Untuk mengukur suhu tubuh menggunakan sensor MLX90614. Mikrokontroler yang digunakan adalah ESP8266 pada *board* nodemcu. *Heating pad* yang digunakan hanya 4 pad

Tujuan

Berdasarkan perumusan masalah yang telah dibuat maka didapatkan tujuan pembuatan tugas akhir ini adalah merancang serta mengimplementasikan Jaket Penganhang jacket menggunakan *fuzzy logic*, dan juga menganalisis sistem kerja dari Jaket Penganhang jacket.

Organisasi Tulisan

Pada bagian 1 menjelaskan mengenai latar belakang adanya masalah, rumusan masalah, tujuan dan batasan masalah dari penelitian ini. Pada bagian 2 dijelaskan mengenai studi yang terkait dengan penelitian ini. Pada bagian 3 dijabarkan implementasi metode penelitian yang digunakan. Pada bagian 4 mengenai pengujian dari perancangan yang telah dihasilkan. Pada bagian 5 dijelaskan kesimpulan yang dapat menjawab permasalahan pada penelitian ini, serta saran dari penulis untuk penelitian selanjutnya.

2. Studi Terkait

Pada penelitian [1] dijelaskan bahwa jika suhu tubuh manusia berada di bawah 36°C seseorang dapat dikatakan hipotermia. Hipotermia memiliki tiga tingkatan yang berbeda, yaitu ringan, sedang, dan berat, seseorang yang memiliki tingkat hipotermia yang berat dapat menyebabkan kematian. Hipotermia disebabkan oleh banyak faktor antara lain berada di udara dingin atau terlalu lama terpapar air dingin. [2] Untuk mengetahui suhu tubuh seseorang dapat dilakukan dengan pengukuran dengan cara membaca temperatur suhu, untuk pengukuran panas atau dingin dapat menggunakan pengukuran suhu berupa celsius, sehingga dapat dengan mudah menentukan seberapa panas atau dinginnya, sesuai yang dijelaskan pada literatur [9] pada literatur [8] juga dijelaskan bahwa Sistem termoregulator tubuh harus dapat mencapai dua gradient suhu yang sesuai, yaitu: a) antara suhu inti dengan suhu permukaan, b) antara suhu permukaan dengan suhu lingkungan. Dari keduanya, gradient suhu inti dengan suhu permukaan adalah yang terpenting untuk kelangsungan fungsi tubuh yang optimal.

Pada penelitian [3] dijelaskan bahwa sensor mlx90416 memanfaatkan radiasi gelombang inframerah. Sensor ini memiliki kalibrasi akurasi yang tinggi. Hasil pengukuran suhu benda dapat dilakukan lebih cepat dibandingkan menggunakan sensor suhu LM35. Sensor MLX90614 memiliki kalibrasi akurasi yang tinggi. Rentang temperatur yang dapat terbaca pada sensor ini berkisar -40 hingga 125 °C untuk suhu sekitar dan -70 hingga 382,2 °C untuk suhu objek. [3][5] ESP8266 merupakan suatu pengontrol mikro yang dapat dijadikan solusi jaringan WiFi mandiri yang dapat menjembatani dari pengontrol mikro ke WiFi dan juga mampu menjalankan aplikasi mandiri. Modul

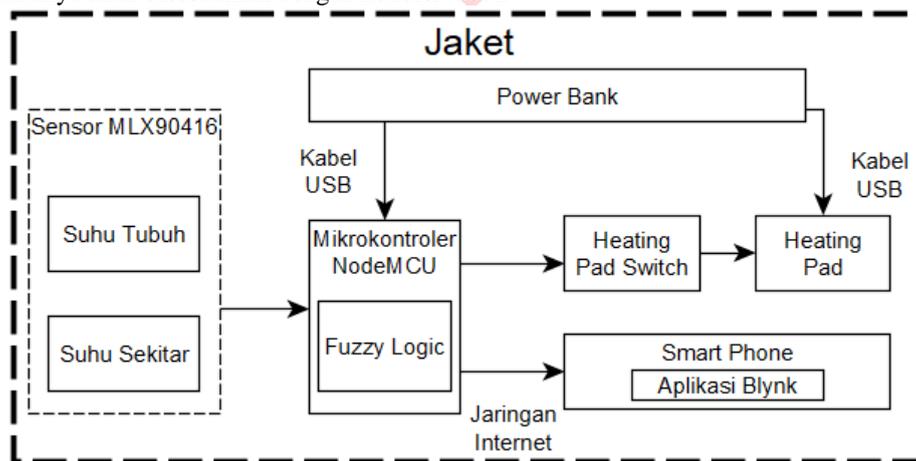
ini dilengkapi dengan konektor USB bawaan dan beragam pin-out. Dengan kabel micro USB. Sesuai datasheet pada literatur [4]

Pada literatur [6][7] dijelaskan bagaimana cara kerja metode fuzzy. *Fuzzy logic* memungkinkan suatu kondisi berada pada keadaan selain benar atau salah, logika fuzzy menyediakan fleksibilitas yang sangat berharga untuk penalaran, yang memungkinkan untuk memperhitungkan ketidakakuratan dan ketidakpastian. salah satu keuntungan logika fuzzy untuk membentuk penalaran manusia adalah bahwa aturannya diatur dalam bahasa alami.[7] Sistem pada *fuzzy logic* memiliki 3 komponen utama, yaitu *Fuzzification*, *Inference*, dan *Defuzzification*. Pada tahap *Fuzzification* yaitu bertugas sebagai sebuah inputan yang mana didalamnya terdapat nilai kebenaran bersifat pasti, lalu dikonversikan pada bentuk *fuzzy input* berupa nilai linguistik yang ditentukan semantiknya melalui fungsi keanggotaan, kemudian *Inference*, pada bagian ini terdapat dua model aturan, yaitu model Mamdani dan model Sugeno dimana pada tahap ini melakukan penalaran menggunakan *fuzzy input* dan *fuzzy rules* yang telah ditentukan sehingga menghasilkan *fuzzy output*, dan yang terakhir *Defuzzification* bagian ini mengubah *fuzzy output* menjadi *crisp value* berdasarkan fungsi keanggotaan yang telah ditentukan[7]

3. Sistem yang Dibangun

Gambaran Umum sistem

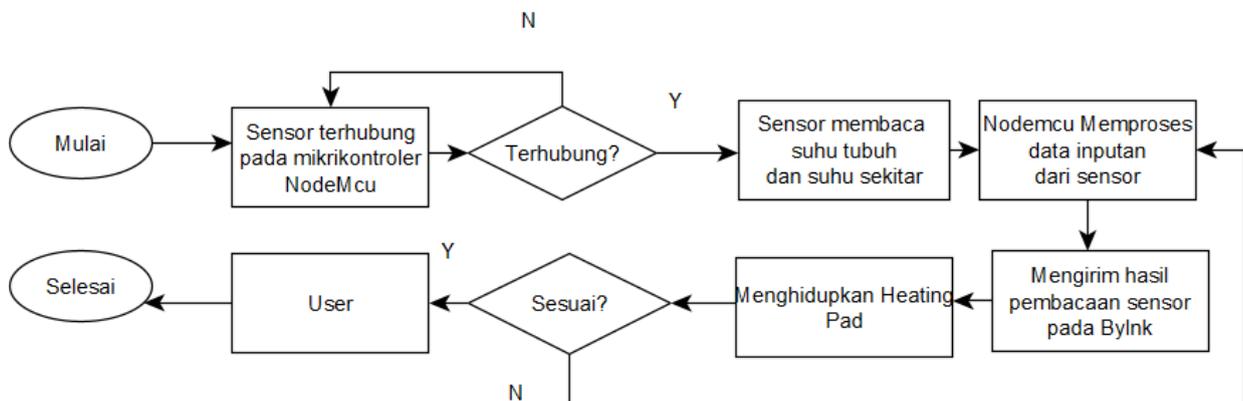
Alat dan bahan yang digunakan pada perancangan sistem antara lain, arduino, heating pad, jaket serta sensor mlx90614, dan. Sensor mlx90614 diletakan pada pergelangan tangan yang nantinya akan digunakan untuk mengukur suhu tubuh manusia. Suhu tersebut kemudian akan di proses sebagai masukan pada fuzzy logic. Di mana sensor tersebut digunakan untuk membaca kosisi suhu tubuh serta suhu sekitar. fuzzy logic akan tertanam pada mikrokontroler arduino yang terpasang pada jaket untuk menentukan panas dari kondisi tubuh. Untuk daya pada mikrokontroler dan heating pad menggunakan power. Heating pad yang digunakan memiliki 3 tingkatan panas yang nantinya akan disesuaikan dengan kondisi tubuh



Gambar 1 Perancangan Sistem

Alur diagram sistem

Pada bagian ini Terdapat alur diagram *system* yang menjelaskan bagaimana cara kerja system secara bertahap. Alur diagram system dapat dilihat Pada Gambar 2



Gambar 2 Alur Diagram Sistem

Desain algoritma fuzzy

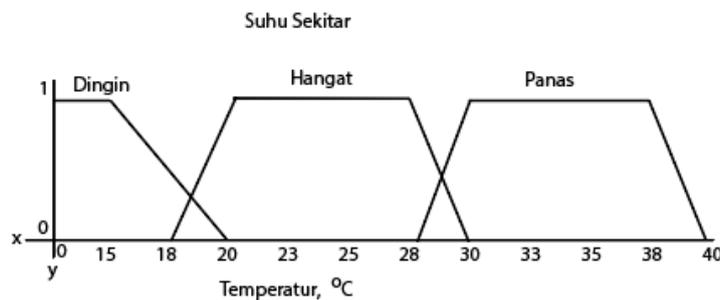
Himpunan Fuzzy memiliki derajat keanggotaan dengan bilangan real pada interval 0 sampai dengan 1. Pada Arsitektur fuzzy logic terdiri dari input, proses, dan output. Pada input terdapat parameter suhu tubuh serta suhu sekitar. Pada proses data suhu tubuh serta suhu sekitar diolah berdasarkan rules yang telah dibuat. Dan pada output terdapat parameter tingkat kehangatan pada heating pad. Pada output juga dilakukan proses defuzzyfikasi untuk mengetahui angka tingkatan heating pad bahaya yaitu dari 0 – 4.

Jenis	Nama	Kategori	Fuzzy Set
Data Input	Suhu Tubuh	Hipotermia rendah	(31, 32, 34, 35)
		Hipotermia sedang	(27, 28, 31, 32)
		Hipotermia Berat	(0, 0, 27, 28)
	Suhu Sekitar	Dingin	(0, 0, 15, 20)
		Sejuk	(18, 20, 28, 30)
		Panas	(28, 30, 38, 40)
Data Output	Tingkatan Heating Pad	Level 0	(0, 0, 1, 1)
		Level 1	(1, 1, 2, 2)
		Level 2	(2, 2, 3, 3)
		Level 3	(3, 3, 4, 4)

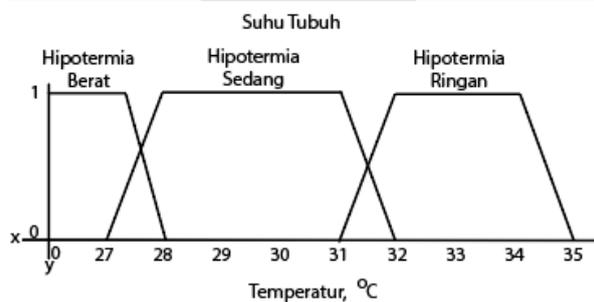
Table 1 Model Fuzzy Inference Rule

nilai kategori dan fuzzy set ditentukan dengan rentang sesuai dengan hasil pembacaan dari sensor berupa suhu tubuh dan suhu sekitar. Untuk suhu tubuh rentang nilainya adalah 25 – 35 Celcius dan untuk suhu sekitar rentang nilainya adalah 0 – 40 celcius.

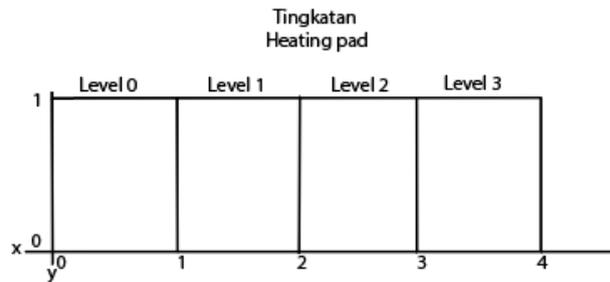
Terdapat tiga buah fungsi keanggotaan, yaitu fungsi keanggotaan suhu tubuh, suhu sekitar, dan tingkat heating pad.



Gambar 3 Gambar Fungsi Keanggotaan Suhu Sekitar



Gambar 4 Gambar Fungsi Keanggotaan Suhu Tubuh



Gambar 5 Gambar Fungsi Keanggotaan Tingkatan Heating Pad

Pada perancangan sistem ini terdapat Sembilan aturan fuzzy yang telah ditentukan, setiap aturan memiliki kategori parameter yang berbeda satu sama lain.

Table 2. Rule base fuzzy logic

Suhu Sekitar	Suhu Tubuh		
	Hipotermia rendah	Hipotermia Sedang	Hipotermia Berat
Dingin	Level 1	Level 2	Level 3
Sejuk	Level 1	Level 2	Level 3
Panas	Level 0	Level 2	Level 2

Spesifikasi Sistem

Pada tugas akhir ini, terdapat beberapa perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan. Pada Tabel , terdapat daftar dan fungsionalitas dari perangkat yang digunakan

Table 3 Spesifikasi Sistem

Jenis Perangkat	Fungsionalitas
Mikrokontroler Nodemcu	Digunakan sebagai penerima data dari sensor
Sensor Mlx90416	Digunakan sebagai pembaca data suhu tubuh serta suhu sekitar
Heating pad	Digunakan sebagai alat untuk meningkatkan suhu pada penggunaan jaket
Aplikasi bylnk[10]	Digunakan sebagai menampilkan hasil dari pembacaan sensor
Power Bank	Digunakan sebagai daya pada node mcu serta heating pad

Berikut ini merupakan tahapan dari metode fuzzy.

- Algorithm 1** Fuzzy logic algorithm
1. Define the linguistic variables and terms (initialization)
 2. Construct the membership functions (initialization)
 3. Construct the rule base (initialization)
 4. Convert crisp input data to fuzzy values using the membership functions (fuzzification)
 5. Evaluate the rules in the rule base (inference)
 6. Combine the results of each rule (inference)
 7. Convert the output data to non-fuzzy values (defuzzification)

Gambar 6 Tahapan Fuzzy Logic

4. Evaluasi

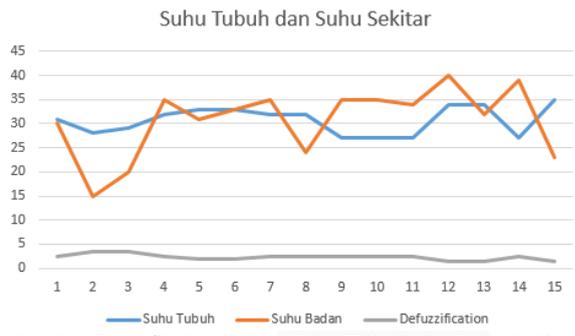
Pada tahap ini merupakan evaluasi perancangan yang telah dibuat menggunakan metode fuzzy logic Pengujian dilakukan pada tempat yang memiliki suhu yang rendah, serta dilakukan selama beberapa kali untuk mendapatkan hasil yang maksimal.

4.1 Hasil Pengujian

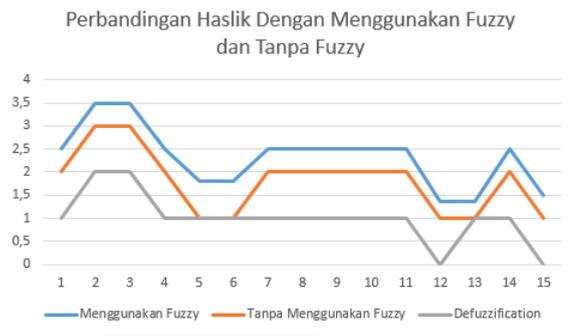
Hasil Pengujian diolah kemudian menghasilkan keluaran tingkatan pada heating pad, yang dapat terlihat perubahannya dalam bentuk grafik dan tabel

Table 4 Perbandingan hasil Keluaran Menggunakan Fuzzy dan Tanpa Menggunakan Fuzzy

No	Suhu Tubuh	Suhu Sekitar	Defuzifikasi	Hasil Dengan Fuzzy (Level)	Hasil Tanpa fuzzy (Level)
1	31	30	2,5	2	1
2	28	15	3,5	3	2
3	29	20	3,5	3	2
4	32	35	2,5	2	1
5	33	31	1,8	1	1
6	33	33	1,8	1	1
7	32	35	2,5	2	1
8	32	24	2,5	2	1
9	27	35	2,5	2	1
10	27	35	2,5	2	1
11	27	34	2,5	2	1
12	34	40	1,37	1	0
13	34	32	1,37	1	1
14	27	39	2,5	2	1
15	35	23	1,5	1	0



Gambar 7 Grafik Perubahan Suhu Tubuh dan Suhu Sekitar



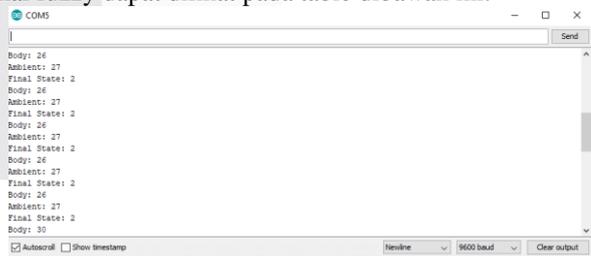
Gambar 8 Hasil Perbandingan Keluaran yang Dihasilkan

Perbandingan Pengujian Memakai Fuzzy dan Tanpa Memakai Fuzzy

Perbandingan pengujian memakai fuzzy dan tanpa memakai fuzzy dapat dilihat pada table dibawah ini:



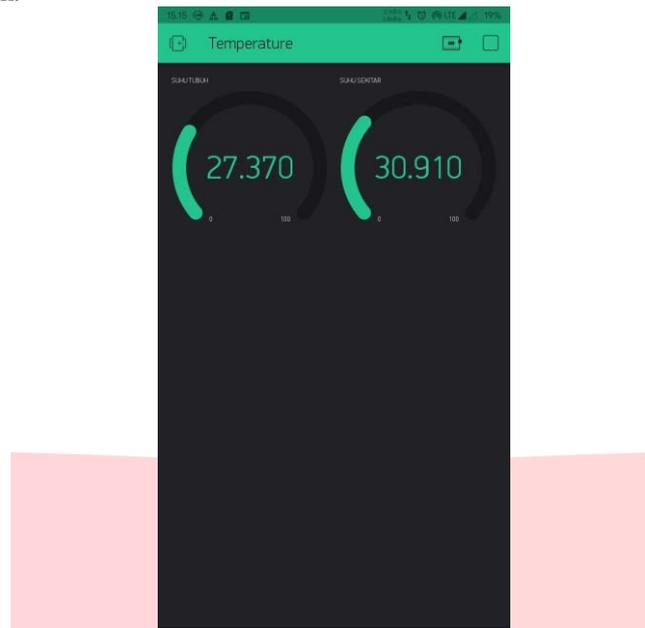
Gambar 9 Hasil monitoring pada arduino ide menggunakan fuzzy logic



Gambar 10 Hasil monitoring pada arduino ide tanpa menggunakan fuzzy logic

Dari hasil pengujian yang ditunjukkan pada table 4 dapat terdapat perbedaan hasil yang terjadi. Pada tabel 4 ditunjukkan bahwa dengan hasil pengujian menggunakan fuzzy logic menghasilkan keputusan yang lebih sesuai dengan keadaan kondisi tubuh dan kondisi duhu sekitar. Sedangkan hasil tanpa fuzzy pada tabel 4 keluaran yang dihasilkan dominan mengeluarkan level 1 sedangkan kondisi tubuh dan kondisi suhu sekitar berada di bawah jarak yang di tentukan. Dapat diambil kesimpulan bahwa dengan menggunakan algoritma fuzzy logic hasil yang di keluaran lebih baik dibanding tanpa menggunakan fuzzy logic, dikarenakan hasil keluaran yang dihasilkan lebih tepat dengan kondisi suhu tubuh dan suhu sekitar. Dari hasil inputan yang dibaca oleh sensor akan ditampilkan pada aplikasi bylink yang berfungsi untuk menampilkan suhu yang terbaca oleh sensor mlx9416. Berikut ini

tampilan dari aplikasi blynk.



Gambar 11 Aplikasi Blynk

4.2 Analisis Hasil Pengujian

Dari hasil pengujian maka didapat perbandingan antara penggunaan menggunakan metode fuzzy serta sistem tanpa menggunakan metode fuzzy, pada tabel dapat dijelaskan bahwa keluaran yang dihasilkan oleh sistem menggunakan fuzzy logic didapatkan hasil yang sesuai dengan fuzzy rule yang telah di buat yaitu level 0, level 1, level 2, dan level 3 sedangkan pada sistem tanpa menggunakan fuzzy rule hasil yang didapat hanya level 2. Terdapat perbedaan keputusan yang dihasilkan pada kedua sistem yang digunakan, bahwa penggunaan fuzzy logic pada sistem lebih optimal dibandingkan tanpa menggunakan fuzzy logic. Hasil dari suhu yang terbaca oleh sensor dapat terbaca berupa suhu tubuh dan suhu sekitar yang ditampilkan pada aplikasi blynk yang bertujuan untuk memudahkan pengguna mengetahui kondisi suhu secara langsung.

5. Kesimpulan

5.1 Kesimpulan

Pada perancangan Jaket Pemanas jacket yang di rancang menggunakan mikrokontroler serta heating pad dapat bekerja sesuai harapan, *output* yang di hasilkan dapat sesuai dengan *fuzzy rule* yang telah ditentukan dan disesuaikan dengan kondisi suhu tubuh dan suhu sekitar [9][2] sistem ini juga telah terhubung dengan aplikasi blynk sehingga nilai dari suhu tubuh dan suhu sekitar dapat diketahui oleh pengguna. Algoritma fuzzy yang diimplementasikan pada penelitian ini dapat berjalan lebih optimal dibandingkan sistem tanpa menggunakan fuzzy. Hasil yang dihasilkan oleh fuzzy telah sesuai dengan rule yang telah di rancang, yaitu, level 3, level 2, level 1, level 0, dapat dijelaskan bahwa level 3 menunjukkan kondisi suhu tubuh dan suhu sekitar berada di titik rendah, level 2 menunjukkan bahwa kondisi suhu tubuh dan suhu sekitar berada di titik tengah, level 1 bahwa menunjukkan kondisi suhu tubuh dan suhu sekitar berada di titik ringan, dan level 0 menunjukkan bahwa kondisi suhu tubuh dan suhu sekitar berada di titik normal. Dari hasil pengujian dapat ditarik kesimpulan bahwa penggunaan algoritma fuzzy logic berjalan lebih baik dibandingkan tanpa menggunakan fuzzy logic. Karena hasil keputusan yang dikeluarkan lebih optimal. Dengan perancangan sistem ini diharapkan pengguna mendapatkan kenyamanan sesuai dengan kondisi suhu tubuh.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan, dapat menggunakan algoritma lain sehingga didapat perbandingan yang lebih baik, serta mencoba menggunakan power yang lebih kuat, serta penyesuaian dengan rangkaian sehingga tidak menimbulkan kerusakan yang berlebih, heating pad yang digunakan dapat diperbanyak sehingga panas yang dihasilkan dapat lebih terasa. Perancang berikutnya juga dapat menambahkan sensor lm35 untuk mendapatkan hasil suhu tubuh yang berbeda di setiap heating pad, serta dapat menambahkan sensor bluetooth untuk mengirim pembacaan hasil yang telah dibaca oleh sensor.

Daftar Pustaka

- [1] NursingTime.net, "Physical and social causes of hypothermia," pp. 12-15, 11 12 2013.
- [2] JJustad, "Health and Safety Guidelines," *Hypothermia and Cold Related Injuries*, pp. 1-6, 2015.
- [3] J. P. Y. C. D. H. Ni Putu Yuni N, "Studi Penerapan Sensor MLX90614 Sebagai Pengukur Suhu Tinggi," *Prosiding Simposium Nasional Inovasi dan Pembelajaran Sains 2015 (SNIPS 2015)*, pp. 89-92, 2015.
- [4] Handson Technology, "User Manual V1.2," *ESP8266 NodeMCU WiFi Devkit*, pp. 1-22.
- [5] Melexis, "Single and Dual Zone Infra Red Thermometer in TO-39," *Single and Dual Zone Infra Red Thermometer in TO-39*, pp. 1-40, 3 October 2009.
- [6] J. P. D. Mangey Ram, *Diagnostic Techniques in Industrial Engineering*, Cham: Springer Nature, 2018.
- [7] Suyanto, S.T.,MSC, *Artificial Intelligence*, Bandung: Informatika, 2011.
- [8] Y. Kukus, W. Supit and F. Lintong, "SUHU TUBUH: HOMEOSTASIS DAN EFEK TERHADAP KINERJA," *Jurnal Biomedik*, vol. 1, pp. 107-118, 2009.
- [9] think metric. *Temperature*. Diakses dari <https://thinkmetric.org.uk/basics/temperature/>, pada 4 Januari 2019
- [10] blynk, "The most popular mobile app for the IOT. Works with anything: ESP8266, Arduino, Raspberry Pi, SparkFun and others.," diakses dari <https://www.blynk.cc/>, pada 13 Desember 2018