

# Sistem Pendeteksi Stres pada Manusia Menggunakan Metode *Fuzzy Logic* Berbasis *Internet of Things*

Irmayanti<sup>1</sup>, Hasmina Tari Mokui<sup>\*</sup>, dan Wa Ode Siti Nur Alam<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Halu Oleo

Email: [irmayanti4106@gmail.com](mailto:irmayanti4106@gmail.com), [hasmina.mokui@uho.ac.id](mailto:hasmina.mokui@uho.ac.id)

<sup>\*</sup>Corresponding Author: Hasmina Tari Mokui ([hasmina.mokui@uho.ac.id](mailto:hasmina.mokui@uho.ac.id))

**Abstract** — Stress is the body's response to stressors. One way to detect whether someone is experiencing stress is by using electronic devices. The purpose of this study is to design and evaluate the performance of stress detection systems in humans using the Internet of Things (IoT)-based Fuzzy Logic Method. The Fuzzy logic implemented in this system applies the Fuzzy Mamdani Rule with three input parameters sourced from the Galvanic Skin Response Sensor, Ear Clip Heart Rate Sensor and LM35DZ Sensor. In addition, this stress detection system utilizes two types of microcontrollers, i.e. Arduino Nano and Arduino Wemos. The output of this stress detection system is displayed on the liquid crystal display and can be accessed on android applications, providing easy access remotely and showing stress levels in a wider range. Based on the performance evaluation of the stress detection system when calibrated using Matlab Software, the obtained average error and accuracy rate are 7.5% and 92.5% respectively. Thus, this stress detection system has good accuracy and performance.

**Keyword** — Mamdani Fuzzy Logic; Internet of Things; Microcontroller, Sensors, Stress.

**Abstrak** — Stress merupakan respons tubuh terhadap stressor. Salah satu cara untuk mendeteksi apakah seseorang mengalami stress adalah dengan menggunakan perangkat elektronik. Tujuan penelitian ini adalah untuk merancang dan melakukan evaluasi unjuk kerja sistem pendeteksi stress pada manusia yang menggunakan Metode Logika Fuzzy berbasis *Internet of Things* (IoT). Logika Fuzzy yang diimplementasikan pada sistem ini menggunakan Aturan Fuzzy Mamdani dengan tiga parameter masukan yang bersumber dari Sensor Galvanic Skin Response, Sensor Ear Clip Heart Rate dan Sensor LM35DZ. Selain itu, sistem pendeteksi stress ini memanfaatkan dua jenis Mikrokontroler yaitu Arduino Nano dan Arduino Wemos. Luaran sistem pendeteksi stress ini ditampilkan pada *liquid crystal display* serta dapat diakses pada aplikasi Android sehingga memberikan kemudahan akses dari jarak jauh serta menunjukkan level stress dalam rentang yang lebih luas. Berdasarkan evaluasi unjuk kerja sistem pendeteksi stress ketika dilakukan kalibrasi menggunakan perhitungan Software Matlab, diperoleh nilai *error* rata-rata dan tingkat akurasi secara berturut-turut adalah sebesar 7.5% dan 92.5%. Dengan demikian, sistem pendeteksi stress ini memiliki akurasi dan unjuk kerja yang baik.

**Kata kunci** — Fuzzy logic Mamdani; Internet of Things; Mikrokontroler; Sensor; Stres.

## I. PENDAHULUAN

Isu kesehatan mental telah menjadi permasalahan nasional khususnya di tengah masa pandemik yang berkepanjangan beberapa tahun ini. Permasalahan kesehatan mental khususnya gangguan stress dan kecemasan dapat dialami oleh siapa saja termasuk anak-anak dan remaja. Menurut catatan lembaga konseling Personal Growth, empat

dari lima anak usia 2 – 15 tahun juga mengalami stress. Stress yang berasal dari tuntutan akademik melebihi kemampuan individu disebut stress akademik [1]. Menurut [2], permasalahan remaja yang beragam dan tidak dapat mereka atasi akan menimbulkan stress yang berdampak pada kenakalan remaja. Selain itu, kondisi pandemik juga berdampak pada terjadinya stress akademik pada mahasiswa [3]. Stress pada manula juga dipicu dengan adanya perubahan hormonal dari tubuh, khususnya mereka yang mengalami andropause [4]. Dengan demikian, stress ini dapat dirasakan oleh berbagai kalangan usia, mulai dari balita sampai masyarakat lanjut usia yang mengalami andropause.

Salah satu cara untuk mendeteksi apakah seseorang mengalami stress adalah dengan menggunakan perangkat elektronik yang sudah banyak dikembangkan oleh para peneliti. Pada [5] telah dilakukan review terhadap berbagai *mental health monitoring apps* untuk depresi dan *anxiety* dikalangan remaja. Holmes dan Rahe membuat suatu alat untuk mengukur stress yang bernama *The Social Readjustment Rating Scale* (SRRS) [6]. Sementara itu, Primaldhi mengukur stress kerja menggunakan *Occupational Stress Inventory* [7]. Dalam penelitian yang lain, Wijono mengukur stress kerja berdasarkan kerangka Spielberger [8]. Pada [3] juga dilakukan penelitian mengenai deteksi stress menggunakan *electronic nose* dan *galvanic skin response*.

Beberapa metode pengukuran termasuk pemanfaatan *Artificial Intelligence (AI)* untuk mendeteksi tingkat stress manusia telah banyak diterapkan dan setiap metode memiliki kelebihan dan kekurangannya masing-masing. Salah satu metode pengukuran dalam alat deteksi stress menggunakan logika *fuzzy*, yaitu logika yang dikembangkan dari teori *fuzzy* untuk menyelesaikan masalah dengan menggunakan nilai samar-samar dalam suatu tingkat kebenaran dan dapat diselesaikan dengan pendekatan proses linguistik. Keunggulan logika *fuzzy* dibandingkan dengan metode *Proportional Integral Derivative Controller (PID)* yang umum digunakan di antaranya logika *fuzzy* mampu mengakomodasi banyak *input* dan *output* serta menggunakan pendekatan bahasa yang memudahkan pengendalian. Dari hasil penelitian yang dilakukan oleh [9], perancangan alat deteksi tingkat stress menggunakan logika *fuzzy* dapat mendeteksi stress dengan empat tingkatan stress yaitu “Rileks”, “Tenang”, “Cemas dan “Tegang”. Hasil pengukuran menggunakan metode logika *fuzzy* dapat dikembangkan lebih lanjut menggunakan *Internet of Things*

(IoT). IoT berperan sebagai jaringan global yang menghubungkan benda fisik dan virtual melalui eksploitasi *data capture* serta layanan komunikasi melalui sensor dan koneksi. IoT juga berlandaskan pada konsep pemanfaatan benda untuk berkomunikasi antara satu dengan yang lain melalui sebuah jaringan internet [10]. Konsep *Fuzzy Logic* dan IoT ini dapat dikembangkan lebih lanjut untuk pengembangan perangkat pendeteksi stress.

Pengembangan perangkat deteksi stres ditujukan sebagai upaya preventif menanggulangi kenakalan remaja sejak dini. Alat deteksi stres pada manusia menggunakan metode logika *fuzzy* berbasis *internet of things* dapat menunjukkan level stres pada rentang yang lebih luas. Selain itu, luarannya dapat diakses dari jarak jauh. Namun performa alat ini, khususnya ketepatan deteksi stres pada remaja, masih perlu diuji lebih jauh. Berdasarkan uraian tersebut, maka penelitian ini bertujuan untuk melakukan perancangan dan evaluasi performa perangkat deteksi stres pada manusia menggunakan metode *fuzzy logic* berbasis *Internet of Things*".

## II. TEORI DAN KONSEP DASAR

### A. Stres

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), stres merupakan gangguan atau pergolakan mental dan emosional yang disebabkan oleh faktor luar. Sedangkan, dalam ilmu kedokteran, Hans Selye menjelaskan stres sebagai akibat atau respons tubuh terhadap *stressor* [11].

Setiap individu yang mengalami stres dapat diketahui melalui gejala fisik maupun psikologis. Gejala fisik yaitu gangguan jantung, tekanan darah tinggi, ketegangan pada otot, dan telapak tangan terasa dingin. Sedangkan gejala psikologis yaitu cemas, mudah tersinggung dan kelelahan yang hebat. Sementara itu, Handoyo membagi stres dalam empat kondisi yaitu tegang, cemas, tenang dan rileks [9].

TABEL 1

PARAMETER TINGKAT STRES PADA USIA DEWASA MUDA

Kondisi	Parameter		
	GSR (Siemens)	HR (bpm)	T (°C)
Rileks	< 2	60 – 70	36 – 37
Tenang	2 – 4	70 – 90	35 – 36
Cemas	4 – 6	90 – 100	33 – 35
Tegang	> 6	> 100	< 33

### B. Logika Fuzzy

Logika *fuzzy* meniru cara berfikir manusia dengan konsep sifat kesamaran suatu nilai [12]. Salah satu metode yang sering digunakan yaitu mamdani dengan tahapan untuk memperoleh nilai *output* yaitu sebagai berikut [9], [13]:

- 1) Pembentukan himpunan *fuzzy* untuk variabel *input* dan *output*
- 2) Pembentukan basis pengetahuan *fuzzy* dengan *rule* berbentuk *if-then*
- 3) Penerapan fungsi implikasi MIN dan operator AND
- 4) *Defuzzifikasi* menggunakan metode *centroid* dengan rumus sebagai berikut:

$$X = \frac{\int_a^p \mu(x)dx}{\int_a^p \mu(x)dx} \tag{1}$$

### C. Internet of Things

*Internet of Things* (IoT) adalah sebuah konsep yang memiliki tujuan menebarkan manfaat internet yang tersambung terus-menerus [14]. Dalam bahasa sederhana digambarkan sebagai terhubungnya objek fisik ke jaringan internet, dimana objek fisik yang dimaksud adalah peralatan elektronik yang melakukan *sensing* atau *actuator* [15]. Prinsip kerja IoT yaitu menggunakan komunikasi antara mesin-mesin yang terhubung secara otomatis tanpa adanya campur tangan *user* dan dalam jarak berapapun. Internet menjadi penghubung diantara kedua interaksi mesin sementara *user* bertugas mengatur dan mengawasi alat tersebut secara langsung [14].

### D. Mikrokontroler

Mikrokontroler merupakan peralatan elektronika digital memiliki input serta output yang kendalinya dapat diprogram ulang dengan suatu cara khusus [16]. Misalnya Arduino Nano [17] dan Arduino Wemos [18].

### E. Sensor Suhu LM35DZ

Sensor merupakan jenis transduser mengubah besaran mekanis, magnetis, panas, sinar, dan kimia menjadi tegangan dan arus listrik [19]. Sensor suhu mempunyai prinsip kerja mengubah suhu menjadi tegangan *output* dengan nilai tegangan *output* berbanding lurus dengan suhu [20].

### F. Galvanic Skin Response

*Galvanic Skin Response* (GSR) merupakan perubahan psikologis pada kulit disebabkan adanya pergerakan kelenjar keringat. Kelenjar keringat akan aktif ketika tubuh seseorang berada dalam keadaan stres atau tertekan. Sehingga dapat menjadi indikator pengukuran stres melalui sentuhan kulit [21].

### G. Ear Clip Heart Rate

Denyut nadi dapat diukur dengan satuan nilai BPM (Beats per Minute). Manusia dapat mengukur denyut nadi mereka dengan merasakan denyutan yang bekerja secara kontraksi dan relaksasi pada arteri nadi [22]. Sensor yang digunakan untuk menghitung denyut nadi salah satunya adalah *Grove - Ear Clip Heart Rate* sensor [9].

## III. METODE PENELITIAN

### A. Alat dan bahan

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 2 dan 3.

TABEL 2

ALAT YANG DIGUNAKAN DALAM PENELITIAN

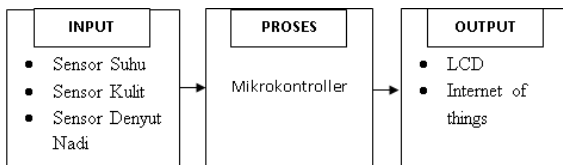
No	Nama	Merek	Jenis
1.	Obeng	Baku	BK – 3051
2.	Solder	Masda	40 Watt
3.	Multimeter	Helex	Digital
4.	Lem tembak	Krisbow glue gun	60 Watt

TABEL 3  
BAHAN YANG DIGUNAKAN DALAM PENELITIAN

No	Nama	Model	Nilai
1.	Sensor Detak Jantung	Ear Clip Heart Rate	3 – 5.25 Volt
2.	Sensor Kulit	Galvanic Skin Response (GSR)	3.3 – 5 Volt
3.	Sensor Suhu	LM35	4 – 30 Volt
4.	Mikrokontroler	Arduino Wemos	3.3 Volt
5.	Baterai	Lithium 18560	3,7 Volt
6.	Liquid Crystal Display (LCD)	4DLCD32Q	-0.3 – 4.6 Volt
7.	Kabel	Awg 6X24	-
8.	Kapasitor	Elektrolit	-
9.	Resistor	220Ω	-
10.	Saklar	DPST	-
11.	Papam PCB	-	-
12.	Timah Solder	-	-
13.	Lem	-	-

B. Perancangan Arsitektur Sistem

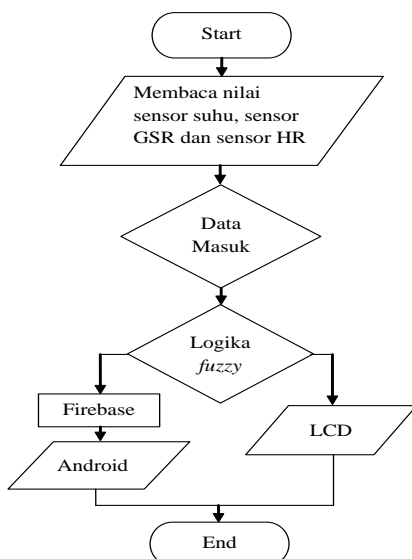
Perangkat pendeteksi stres menggunakan metode *fuzzy logic* berbasis *IoT* ini diharapkan dapat digunakan oleh orang tua pasien, pasien dan psikiater. Oleh karena itu blok diagram perancangan arsitektur sistem perangkat pendeteksi stress ini ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Blok diagram arsitektur sistem

C. Diagram Alir Sistem

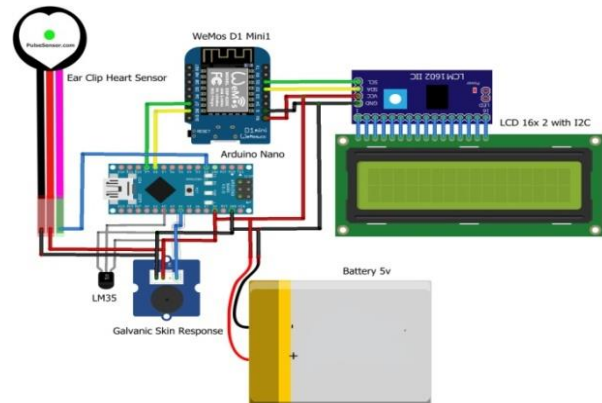
Diagram alir sistem perangkat pendeteksi stress ditampilkan pada Gambar 2, dimana input data diperoleh dari sensor suhu, sensor GSR dan sensor HR. Selanjutnya dilakukan pengolahan data dengan menggunakan Logika Fuzzy dan ditampilkan pada perangkat Android dan LCD.



Gambar 2. Diagram alir sistem perangkat pendeteksi stress

D. Perancangan Perangkat Keras

Realisasi perangkat keras sistem pendeteksi stress ditampilkan pada Gambar 3.

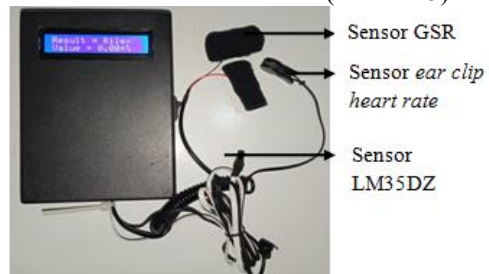


Gambar 3. Skema perancangan perangkat keras

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Perancangan

Perangkat deteksi stress manusia ini menggunakan logika fuzzy untuk mendeteksi 4 tingkatan stress mulai tahap “*stress*”, “*worried*”, “*calm*” dan “*Rilex*”. Gambar 4 menunjukkan hasil rancang bangun perangkat pendeteksi stress ini. Perangkat pendeteksi stress ini memanfaatkan *Internet of Things* sehingga untuk mengoperasikannya diperlukan jaringan internet. Adapun luaran alat ini dapat dilihat melalui *liquid crystal display* (LCD) dan aplikasi android bernama “*Your Condition*” (Gambar 5).



Gambar 4. Hasil rancang bangun alat deteksi stress pada manusia

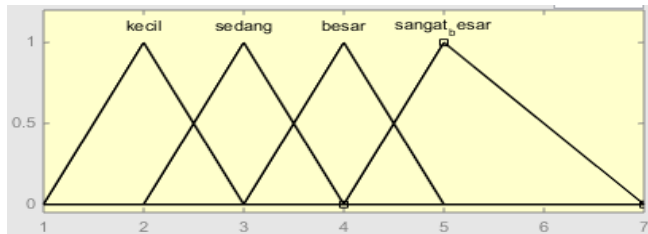
Your Conditions				
Time	GSR	Heart Rate	Temp	Result
15:43:43	4.00	87.00	36.91	Worried 53.40%
15:43:47	4.00	87.00	36.91	Worried 53.40%
15:43:47	4.00	87.00	36.84	Worried 53.40%
15:43:49	4.00	87.00	36.84	Worried 53.40%
15:43:52	4.00	87.00	36.84	Worried 53.40%
15:43:52	4.00	89.00	36.84	Worried 53.40%
15:43:52	3.00	89.00	36.84	Worried 53.40%
15:43:52	3.00	89.00	36.71	Worried 53.40%
15:43:52	3.00	89.00	36.71	Worried 58.26%
15:43:56	3.00	89.00	36.71	Worried 58.26%
15:43:56	3.00	89.00	36.56	Worried 58.26%

Gambar 5. Tampilan android perangkat pendeteksi stress

B. Parameter Logika Fuzzy Sensor

1) Sensor Galvanic Skin Response

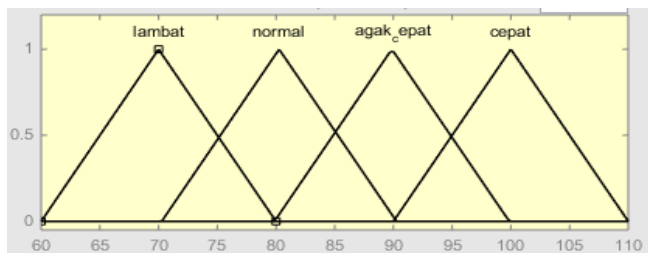
Adapun parameter logika fuzzy, nilai keanggotaan sensor galvanic skin response (GSR) ditentukan dengan mengubah nilai pasti menjadi nilai samar sebagaimana yang ditampilkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Parameter logika fuzzy sensor galvanic skin response

2) Sensor Ear Clip Heart Rate

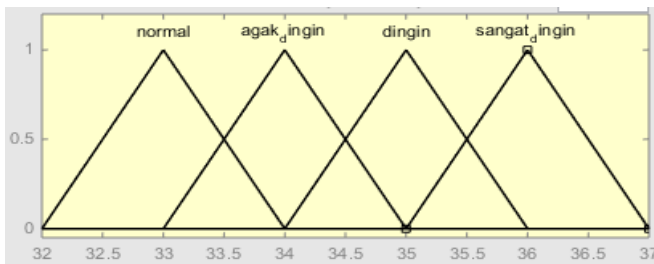
Adapun parameter logika fuzzy, nilai keanggotaan sensor ear-clip heart rate ditentukan dengan mengubah nilai pasti menjadi nilai samar (Gambar 7).



Gambar 7. Parameter logika fuzzy sensor ear clip heart rate

3) Sensor Suhu

Adapun parameter logika fuzzy, nilai keanggotaan sensor temperature (suhu) ditentukan dengan mengubah nilai pasti menjadi nilai samar (Gambar 8).



Gambar 8. Parameter logika fuzzy sensor suhu

C. Unjuk Kerja Sensor

1) Sensor Suhu

Adapun hasil unjuk kerja sensor suhu LM35DZ pada pengguna dengan perbandingan pengukuran menggunakan termometer analog ditampilkan pada Tabel 4.

TABEL 4  
UNJUK KERJA SENSOR SUHU

No.	Responden	Hasil pengukuran		Error (%)
		Termometer (°C)	M35DZ (°C)	
1.	Aisyah Hikmawati	36.6	34.76	5.29
2.	Isma	36.8	35.71	3.05
3.	Sri Wahyunita	36.7	34.36	6.81
4.	Hariyana	36.1	34.81	3.7
5.	Hariyani	37.1	35.41	4.77
6.	Yuliana	36.8	34.58	6.4
7.	Nanda Yesriyanti	36.9	35.43	4.15
8.	Nurfida Rafa	36.1	33.30	8.4
9.	Nurhayati A.	37.2	35.45	4.9
10.	Susliwati	36.5	34.81	4.85
Jumlah				52.32
Rata-rata error (%)				5.2

Berdasarkan Tabel 4, sensor LM35DZ memiliki rata-rata nilai error sebesar 5.2% dan tingkat akurasi sebesar 94.5%.

2) Sensor Ear Clip Heart Rate

Adapun hasil unjuk kerja sensor ear clip heart rate pada pengguna dengan perbandingan pengukuran menggunakan stetoskop ditunjukkan pada Tabel 5.

TABEL 5  
UNJUK KERJA SENSOR EAR CLIP HEART RATE

No.	Responden	Hasil pengukuran		Error (%)
		Stetoskop (bpm)	HR (bpm)	
1.	Aisyah Hikmawati	86	88	2.27
2.	Isma	98	99	1.01
3.	Sri Wahyunita	76	76	0
4.	Hariyana	105	96	9.8
5.	Hariyani	90	89	1.12
6.	Yuliana	78	76	2.6
7.	Nanda Yesriyanti	80	78	2.6
8.	Nurfida Rafa	93	93	0
9.	Nurhayati A.	115	100	15
10.	Susliwati	84	82	2.4
Jumlah				36.8
Rata-rata error (%)				3.6

Berdasarkan Tabel 5, sensor LM35DZ memiliki rata-rata nilai error sebesar 3.6% dan tingkat akurasi sebesar 96.4%.

3) Galvanic Skin Response

Adapun hasil unjuk kerja sensor suhu galvanic skin response pada pengguna ditampilkan pada Tabel 6.

TABEL 6  
UNJUK KERJA SENSOR GALVANIC SKIN RESPONSE

No.	Responden	Hasil pengukuran GSR (siemens)
1.	Aisyah Hikmawati	3
2.	Isma	4
3.	Sri Wahyunita	2
4.	Hariyana	3
5.	Hariyani	3
6.	Yuliana	3
7.	Nanda Yesriyanti	4
8.	Nurfida Rafa	4
9.	Nurhayati A.	4
10.	Susliwati	4

Hasil unjuk kerja sensor *Galvanic Skin Response* merupakan hasil pengujian sensor semata tanpa perbandingan dengan alat yang lain. Hal ini dikarenakan belum ada alat untuk mengukur konduktivitas kelenjar keringat secara spesifik selain sensor ini.

D. Unjuk Kerja Sistem

Untuk membuktikan keakuratan hasil pengukuran logika fuzzy sistem deteksi stres pada manusia maka dilakukan kalibrasi menggunakan Software Matlab/Simulink. Cara untuk membandingkannya yaitu nilai input dari setiap sensor pada alat dimasukkan menjadi variabel input logika fuzzy pada aplikasi matlab. Sehingga akan dihasilkan nilai output yang menjadi pembandingan antara hasil logika fuzzy alat dengan hasil logika fuzzy matlab. Dengan demikian akan diperoleh validasi persentase hasil pengukuran. Adapun tahapan untuk mendapat hasil pengukuran logika fuzzy pada toolbox matlab adalah sebagai berikut:

1) Tahapan *Fuzzyfikasi*

Proses *Fuzzyfikasi* menggunakan empat variabel yaitu Sensor *Galvanic Skin Response*, Sensor *Ear Clip Heart Rate*, Sensor LM35DZ dan tingkatan stres.

Adapun *Fuzzyfikasi* variabel Sensor *Galvanic Skin Response* menggunakan himpunan *fuzzy* dengan representasi kurva segitiga pada Gambar 6, kemudian dirumuskan menjadi persamaan berikut:

$$\mu (\text{Kecil}) = \begin{cases} 0 & x \leq 1 \text{ atau } x \geq 3 \\ \frac{x-1}{2-1} & 1 \leq x \leq 2 \\ \frac{3-x}{3-2} & 2 \leq x \leq 3 \end{cases} \quad (2)$$

$$\mu (\text{Sedang}) = \begin{cases} 0 & x \leq 2 \text{ atau } x \geq 4 \\ \frac{x-2}{3-2} & 2 \leq x \leq 3 \\ \frac{4-x}{4-3} & 3 \leq x \leq 4 \end{cases} \quad (3)$$

$$\mu (\text{besar}) = \begin{cases} 0 & x \leq 3 \text{ atau } x \geq 5 \\ \frac{x-3}{4-3} & 3 \leq x \leq 4 \\ \frac{5-x}{5-4} & 4 \leq x \leq 5 \end{cases} \quad (4)$$

$$\mu (\text{Sangat besar}) = \begin{cases} 0 & x \leq 1 \text{ atau } x \geq 3 \\ \frac{x-4}{5-4} & 4 \leq x \leq 5 \\ \frac{7-x}{7-5} & 5 \leq x \leq 7 \end{cases} \quad (5)$$

Adapun *Fuzzyfikasi* variabel Sensor *Ear Clip Heart Rate* menggunakan himpunan *fuzzy* dengan representasi kurva segitiga pada Gambar 7 kemudian dirumuskan menjadi:

$$\mu (\text{Lambat}) = \begin{cases} 0 & x \leq 60 \text{ atau } x \geq 80 \\ \frac{x-60}{70-60} & 60 \leq x \leq 70 \\ \frac{80-x}{80-70} & 70 \leq x \leq 80 \end{cases} \quad (6)$$

$$\mu (\text{Normal}) = \begin{cases} 0 & x \leq 70 \text{ atau } x \geq 90 \\ \frac{x-70}{80-70} & 70 \leq x \leq 80 \\ \frac{90-x}{90-80} & 80 \leq x \leq 90 \end{cases} \quad (7)$$

$$\mu (\text{Agak cepat}) = \begin{cases} 0 & x \leq 80 \text{ atau } x \geq 100 \\ \frac{x-80}{90-80} & 80 \leq x \leq 90 \\ \frac{100-x}{100-90} & 90 \leq x \leq 100 \end{cases} \quad (8)$$

$$\mu (\text{Cepat}) = \begin{cases} 0 & x \leq 90 \text{ atau } x \geq 110 \\ \frac{x-90}{100-90} & 90 \leq x \leq 100 \\ \frac{110-x}{110-100} & 100 \leq x \leq 110 \end{cases} \quad (9)$$

Adapun *Fuzzyfikasi* variabel Sensor LM35DZ menggunakan himpunan *fuzzy* dengan representasi kurva segitiga pada Gambar 8 kemudian dirumuskan menjadi:

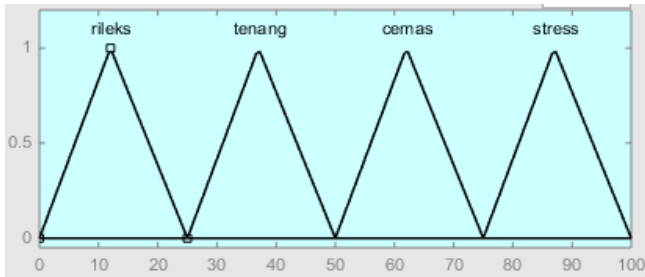
$$\mu (\text{Normal}) = \begin{cases} 0 & x \leq 32 \text{ atau } x \geq 34 \\ \frac{x-32}{33-32} & 32 \leq x \leq 33 \\ \frac{34-x}{34-33} & 33 \leq x \leq 34 \end{cases} \quad (10)$$

$$\mu (\text{Agak dingin}) = \begin{cases} 0 & x \leq 33 \text{ atau } x \geq 35 \\ \frac{x-33}{34-33} & 33 \leq x \leq 34 \\ \frac{35-x}{35-34} & 34 \leq x \leq 35 \end{cases} \quad (11)$$

$$\mu (\text{Dingin}) = \begin{cases} 0 & x \leq 34 \text{ atau } x \geq 36 \\ \frac{x-34}{35-34} & 34 \leq x \leq 35 \\ \frac{36-x}{36-35} & 35 \leq x \leq 36 \end{cases} \quad (12)$$

$$\mu (\text{Sangat dingin}) = \begin{cases} 0 & x \leq 35 \text{ atau } x \geq 37 \\ \frac{x-35}{36-35} & 35 \leq x \leq 36 \\ \frac{37-x}{37-36} & 36 \leq x \leq 37 \end{cases} \quad (13)$$

Fuzzyfikasi variabel tingkatan stres menggunakan himpunan fuzzy dengan representasi kurva segitiga pada Gambar 9.



Gambar 9. Parameter logika fuzzy tingkatan stres

Selanjutnya, dirumuskan menjadi persamaan berikut:

$$\mu (\text{Rileks}) = \begin{cases} 0 & x \leq 10 \text{ atau } x \geq 25 \\ \frac{x-10}{12-10} & 10 \leq x \leq 12 \\ \frac{25-x}{25-12} & 12 \leq x \leq 25 \end{cases} \quad (14)$$

$$\mu (\text{Tenang}) = \begin{cases} 0 & x \leq 25 \text{ atau } x \geq 50 \\ \frac{x-25}{37-25} & 25 \leq x \leq 37 \\ \frac{50-x}{50-37} & 37 \leq x \leq 50 \end{cases} \quad (15)$$

$$\mu (\text{Cemas}) = \begin{cases} 0 & x \leq 50 \text{ atau } x \geq 75 \\ \frac{x-50}{62-50} & 50 \leq x \leq 62 \\ \frac{75-x}{75-62} & 62 \leq x \leq 75 \end{cases} \quad (16)$$

$$\mu (\text{Stres}) = \begin{cases} 0 & x \leq 75 \text{ atau } x \geq 100 \\ \frac{x-75}{87-75} & 75 \leq x \leq 87 \\ \frac{100-x}{100-87} & 87 \leq x \leq 100 \end{cases} \quad (17)$$

2) Tahapan Rule Based

Adapun rule yang digunakan berdasarkan aturan *if-then*, mengenai rule fuzzy tingkat stres yaitu:

- If GSR is kecil and HR is lambat and suhu is sangat dingin then hasil is rileks
- If GSR is kecil and HR is lambat and suhu is dingin then hasil is rileks
- If GSR is kecil and HR is lambat and suhu is agak dingin then hasil is tenang
- If GSR is kecil and HR is lambat and suhu is normal then hasil is cemas
- If GSR is kecil and HR is normal and suhu is sangat dingin then hasil is rileks
- If GSR is kecil and HR is normal and suhu is dingin then hasil is tenang
- If GSR is kecil and HR is normal and suhu is agak dingin then hasil is tenang
- If GSR is kecil and HR is normal and suhu is normal then hasil is cemas
- If GSR is kecil and HR is agak cepat and suhu is sangat dingin then hasil is tenang

- If GSR is kecil and HR is agak cepat and suhu is dingin then hasil is tenang
- If GSR is kecil and HR is agak cepat and suhu is agak dingin then hasil is cemas
- If GSR is kecil and HR is agak cepat and suhu is normal then hasil is cemas
- If GSR is kecil and HR is cepat and suhu is sangat dingin then hasil is tenang
- If GSR is kecil and HR is cepat and suhu is dingin then hasil is tenang
- If GSR is kecil and HR is cepat and suhu is agak dingin then hasil is cemas
- If GSR is kecil and HR is cepat and suhu is normal then hasil is cemas
- If GSR is sedang and HR is lambat and suhu is sangat dingin then hasil is rileks
- If GSR is sedang and HR is lambat and suhu is dingin then hasil is tenang
- If GSR is sedang and HR is lambat and suhu is agak dingin then hasil is tenang
- If GSR is sedang and HR is lambat and suhu is normal then hasil is tenang
- If GSR is sedang and HR is normal and suhu is sangat dingin then hasil is tenang
- If GSR is sedang and HR is normal and suhu is dingin then hasil is tenang
- If GSR is sedang and HR is normal and suhu is agak dingin then hasil is tenang
- If GSR is sedang and HR is normal and suhu is normal then hasil is cemas
- If GSR is sedang and HR is agak cepat and suhu is sangat dingin then hasil is cemas
- If GSR is sedang and HR is agak cepat and suhu is dingin then hasil is tenang
- If GSR is sedang and HR is agak cepat and suhu is agak dingin then hasil is cemas
- If GSR is sedang and HR is agak cepat and suhu is normal then hasil is cemas
- If GSR is besar and HR is lambat and suhu is sangat dingin then hasil is tenang
- If GSR is besar and HR is lambat and suhu is dingin then hasil is tenang
- If GSR is besar and HR is lambat and suhu is agak dingin then hasil is cemas
- If GSR is besar and HR is lambat and suhu is normal then hasil is cemas
- If GSR is besar and HR is normal and suhu is sangat dingin then hasil is tenang
- If GSR is besar and HR is normal and suhu is dingin then hasil is tenang

If GSR is besar and HR is normal and suhu is agak dingin then hasil is cemas  
 If GSR is besar and HR is normal and suhu is normal then hasil is cemas  
 If GSR is besar and HR is agak cepat and suhu is sangat dingin then hasil is cemas  
 If GSR is besar and HR is agak cepat and suhu is dingin then hasil is cemas  
 If GSR is besar and HR is agak cepat and suhu is agak dingin then hasil is cemas  
 If GSR is besar and HR is agak cepat and suhu is normal then hasil is cemas  
 If GSR is besar and HR is cepat and suhu is sangat dingin then hasil is cemas  
 If GSR is besar and HR is cepat and suhu is dingin then hasil is cemas  
 If GSR is besar and HR is cepat and suhu is agak dingin then hasil is cemas  
 If GSR is besar and HR is cepat and suhu is normal then hasil is stres  
 If GSR is sangat besar and HR is lambat and suhu is sangat dingin then hasil is tenang  
 If GSR is sangat besar and HR is lambat and suhu is dingin then hasil is tenang  
 If GSR is sangat besar and HR is lambat and suhu is agak dingin then hasil is cemas  
 If GSR is sangat besar and HR is lambat and suhu is normal then hasil is cemas  
 If GSR is sangat besar and HR is normal and suhu is sangat dingin then hasil is tenang  
 If GSR is sangat besar and HR is normal and suhu is dingin then hasil is cemas  
 If GSR is sangat besar and HR is normal and suhu is agak dingin then hasil is cemas  
 If GSR is sangat besar and HR is normal and suhu is normal then hasil is cemas  
 If GSR is sangat besar and HR is agak cepat and suhu is sangat dingin then hasil is cemas  
 If GSR is sangat besar and HR is agak cepat and suhu is dingin then hasil is cemas  
 If GSR is sangat besar and HR is agak cepat and suhu is agak dingin then hasil is cemas  
 If GSR is sangat besar and HR is agak cepat and suhu is normal then hasil is stres  
 If GSR is sangat besar and HR is cepat and suhu is sangat dingin then hasil is cemas  
 If GSR is sangat besar and HR is cepat and suhu is dingin then hasil is cemas  
 If GSR is sangat besar and HR is cepat and suhu is agak dingin then hasil is stres  
 If GSR is sangat besar and HR is cepat and suhu is normal then hasil is stres

3) Tahapan Fungsi Implikasi

Fungsi implikasi yang digunakan yaitu MIN dengan operator AND. Sehingga nilai yang diperoleh berasal dari nilai minimum variabel GSR, HR dan Suhu untuk memetakan daerah fuzzy tingkatan stres.

4) Tahapan Defuzzyfikasi

Tahapan defuzzyfikasi menggunakan metode cetroid dengan Persamaan 1 sehingga menghasilkan nilai output 45.1 %. Hasil pengukuran unjuk kerja logika fuzzy alat ketika dilakukan kalibrasi menggunakan perhitungan logika fuzzy aplikasi matlab ditampilkan pada Tabel 7.

TABEL 7  
 UNJUK KERJA PERANGKAT DETEKSI STRESS MANUSIA

No.	Responden	Hasil pengukuran		Error (%)
		Matlab (%)	Alat (%)	
1.	Aisyah Hikmawati	45.1 (calm)	46.16 (calm)	2.29
2.	Isma	61.7 (worried)	62.36 (worried)	1.06
3.	Sri Wahyunita	26.9 (calm)	30.59 (calm)	12.06
4.	Hariyana	51.7 (worried)	62.37 (worried)	17.1
5.	Hariyani	37.4 (calm)	48.37 (calm)	22.7
6.	Yuliana	37.4 (calm)	37.37 (calm)	0.08
7.	Nanda Yesriyanti	48.1 (calm)	37.38 (calm)	28.7
8.	Nurfida Rafa	71.4 (worried)	71.36 (worried)	0.06
9.	Nurhayati A.	61.16 (worried)	62.38 (worried)	1.96
10.	Susliwati	44.4 (calm)	44.19 (calm)	0.5
Jumlah				75,51
Rata-rata error (%)				7.5

Berdasarkan perhitungan nilai error dengan rata-rata error pada Tabel 7 diperoleh bahwa alat deteksi stres pada manusia ini memiliki rata-rata nilai error sebesar 7.5% dan tingkat akurasi sebesar 92.5%. Hasil perbandingan unjuk kerja alat secara keseluruhan maka diperoleh nilai error sebagaimana ditampilkan pada Tabel 8. Dengan tingkat akurasi yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa perangkat deteksi stress ini memiliki unjuk kerja dan tingkat akurasi yang sangat baik.

TABEL 8  
 HASIL PERBANDINGAN UNJUK KERJA ALAT

No.	Perbandingan	Nilai	
		Error (%)	Tingkat akurasi (%)
1.	Sensor LM35DZ dengan Termometer	5.2	94.5
2.	Sensor Ear Clip Heart Rate dengan Stetoskop	3.6	96.4
3.	Logika fuzzy alat dengan logika fuzzy aplikasi Matlab	7.5	92.5

## V. KESIMPULAN

Sistem deteksi stres pada manusia yang didesain menggunakan metode logika fuzzy berbasis *Internet of Things* telah mampu mendeteksi empat tingkatan stres mulai tahap “*stress*”, “*worried*”, “*calm*” dan “*Rilex*” dan hasilnya bisa diketahui pada tampilan *liquid crystal display* dan diakses melalui Aplikasi Android bernama *your condition*.

Sistem deteksi stress pada manusia ini menggunakan input yang berasal dari Sensor suhu LM35DZ, Sensor *ear clip heart rate* serta Sensor *galvanic skin response* dimana ketiganya menunjukkan unjuk kerja dan akurasi yang sangat baik. Berdasarkan evaluasi performa alat deteksi stres ketika dilakukan kalibrasi dengan Software Matlab menghasilkan nilai rata-rata *error* yang cukup kecil dan tingkat akurasi yang sangat baik. Untuk pengembangan alat ke depannya, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menyertakan data pengukuran yang lebih banyak serta mempertimbangkan data medis responden untuk memperoleh hasil yang lebih akurat.

## DAFTAR ACUAN

- [1] M. Purwati and A. Rahmandani, “Hubungan Antara Kelekatan Pada Teman Sebaya Dengan Stres Akademik Pada Mahasiswa Teknik Perencanaan Wilayah Dan Kota Universitas Diponegoro Semarang,” *J. Empati*, vol. 7, no. 2, pp. 456–466, Jun. 2020, doi: 10.14710/empati.2018.21664.
- [2] J. M. Sitepu, “Peran Kompetensi Sosial Terhadap Coping Stress Pada Remaja,” *Analitika*, vol. 9, no. 2, p. 85, 2017, doi: 10.31289/analitika.v9i2.1392.
- [3] C. M. Durán Acevedo, J. K. Carrillo Gómez, and C. A. Albarracín Rojas, “Academic stress detection on university students during COVID-19 outbreak by using an electronic nose and the galvanic skin response,” *Biomed. Signal Process. Control*, vol. 68, no. May, 2021, doi: 10.1016/j.bspc.2021.102756.
- [4] N. Asmaningrum, D. Wijaya, and C. A. Wijaya, “Dukungan Sosial Keluarga Sebagai Upaya Pencegahan Stres Pada Lansia Dengan Andropause Di Desa Gebang Wilayah Kerja Puskesmas Patrang Kabupaten Jember,” *J. Ilmu Kesehat. Masy.*, vol. 10, no. 1, 2015.
- [5] J. E. Williams and J. Pykett, “Mental health monitoring apps for depression and anxiety in children and young people: A scoping review and critical ecological analysis,” *Soc. Sci. Med.*, vol. 297, no. May 2021, p. 114802, 2022, doi: 10.1016/j.socscimed.2022.114802.
- [6] L. Acuña, D. A. G. García, and C. A. Bruner, “The social readjustment rating scale of holmes and rahe in Mexico: A rescaling after 16 years,” *Rev. Mex. Psicol.*, vol. 29, no. 1, pp. 16–32, 2012.
- [7] J. A. A. Rumeser and T. E. Tambuwun, “Hubungan Antara Tingkat Stres Kerja dengan Pemilihan Coping Stress Strategy Karyawan di Kantor Pusat Adira Insurance,” *Humaniora*, vol. 2, no. 1, p. 214, 2011, doi: 10.21512/humaniora.v2i1.2972.
- [8] S. Wijono, “Pengaruh Kepribadian Type A dan Peran Terhadap Stres Kerja Manajer Madya,” *J. Insa.*, vol. 8, no. 3, pp. 188–197, 2006.
- [9] M. A. Hamzah, “Perancangan Alat Deteksi Tingkat Stress Dengan Metode Fuzzy Logic Berbasis Mikrokontroler Arduino,” *J. IT*, vol. 7, no. 2, pp. 123–132, 2016.
- [10] A. Kusumaningrum, A. Pujiastuti, and M. Zeny, “Pemanfaatan Internet of Things Pada Kendali Lampu,” *Compiler*, vol. 6, no. 1, pp. 53–59, 2017, doi: 10.28989/compiler.v6i1.201.
- [11] N. Tua and L. Gaol, “Teori Stres : Stimulus , Respons , dan Transaksional,” vol. 24, no. 1, pp. 1–11, 2016, doi: 10.22146/bpsi.11224.
- [12] P. K. Hadya, “Tingkat Stres Menggunakan Metode Fuzzy Logic,” 2014.
- [13] S. Kusumadewi and H. Purnomo, *Aplikasi logika fuzzy untuk pendukung keputusan*. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2004.
- [14] Kurniawan, *Purwa Rupa IoT (Internet of Things) Kendali Lampu Gedung (Studi Kasus pada Gedung Perpustakaan Universitas Lampung)*. 2016.
- [15] A. Kurniawan, *Mengenal Microsoft Azure IoT, Pertama*. Jakarta: PT. Elex Media Komputindo, 2016.
- [16] R. Fajrika hadnis Putra, K. Muslim Lhaksmana, and D. Adytia, “Aplikasi IoT untuk Rumah Pintar dengan Fitur Prediksi Cuaca,” *Ind.Journalon Comput.*, vol. 5, no. 1, pp. 1746–1760, 2018.
- [17] H. Muchtar and A. Hidayat, “Implementasi Wavecom Dalam Monitoring Beban Listrik Berbasis Mikrokontroler,” *J. Teknol.*, vol. 9, no. 1, p. 1, 2017, doi: 10.24853/jurtek.9.1.1-5.
- [18] D. Setiadi and M. N. Abdul Muhaemin, “Penerapan Internet Of Things (IoT) Pada Sistem Monitoring Irigasi (Smart Irigasi),” *Infotronik J. Teknol. Inf. dan Elektron.*, vol. 3, no. 2, p. 95, 2018, doi: 10.32897/infotronik.2018.3.2.108.
- [19] Z. R. Sapura, “Perancangan Monitoring Suhu Ruangan Menggunakan Arduino Berbasis Android Di PT. Tunggal Idaman Abdi Cabang Palembang,” *J. Teknol. Inf.*, vol. 8, no. 2, p. 37, 2016, doi: 10.32767/jti.v8i2.114.
- [20] I. Usuman and H. Ardhi, “Sistem Pendeteksi Suhu Dan Asap Pada Ruangan Tertutup Memanfaatkan Sensor Lm35 Dan Sensor Af30,” *Berk. Fis.*, vol. 13, no. 2, pp. B1–B6, 2010.
- [21] J. A.N., “Galvanic Skin Response Measurement and Analysis,” *Galvanic Ski. Response Meas. Anal.*, vol. 10, p. 2015, Jun. 2015.
- [22] S. Nugraha and A. Jabarrau, “Prototipe Sistem Monitoring Denyut Nadi Berbasis Wireless,” *Sustainable*, vol. 5, no. 01, pp. 26–30, 2016.