

Prototipe Smart Health Monitoring Untuk Deteksi Kecemasan Berbasis Internet of Things Dengan Metode Fuzzy Logic Menggunakan Nodemcu Esp32

Arika Karpna^{1*}, Veri Arinal²

^{1,2} Sekolah Tinggi Ilmu Komputer Cipta Karya Informatika, Jl. Radin Inten II No.8 5, RT.5/RW.14, Duren Sawit, Kec. Duren Sawit, Kota Jakarta Timur, Daerah Khusus Ibukota Jakarta 13440

Keywords:

Internet of Things, Anxiety Detection, NodeMCU ESP32, Physiological Sensors, Fuzzy Logic

Correspondent Email:

¹arikakarpina27@gmail.com

² veriarinal@gmail.com

Abstrak. Kecemasan merupakan salah satu gangguan psikologis yang dapat memengaruhi kesehatan mental dan fisik seseorang. Deteksi dini terhadap tingkat kecemasan diperlukan agar penanganan dapat dilakukan lebih cepat dan tepat. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan prototipe Smart Health Monitoring yang mampu mendeteksi tingkat kecemasan secara real-time menggunakan sensor detak jantung (pulse sensor) dan sensor galvanic skin response (GSR). Sistem ini diimplementasikan menggunakan mikrokontroler ESP32 dan menerapkan metode logika fuzzy dengan fungsi keanggotaan segitiga (triangular membership function) serta metode defuzzifikasi centroid untuk menentukan tingkat kecemasan. Pengujian dilakukan terhadap 10 responden dengan berbagai kondisi psikologis. Hasil menunjukkan bahwa 80% interpretasi sistem sesuai dengan kondisi nyata responden, sedangkan 20% tergolong cukup akurat. Sistem ini juga terhubung dengan aplikasi Blynk untuk pemantauan jarak jauh, serta dilengkapi dengan tampilan LCD dan notifikasi suara berdasarkan tingkat kecemasan. Temuan ini menunjukkan bahwa sistem memiliki potensi sebagai alat bantu deteksi dini kecemasan dengan tingkat akurasi yang tinggi dan kemudahan penggunaan. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar dalam pengembangan teknologi pemantauan kesehatan mental di masa mendatang.



Copyright © [JITET](http://www.jitet.org) (Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan). This article is an open access article distributed under terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY NC)

Abstract. Anxiety is one of the psychological disorders that can affect a person's mental and physical health. Early detection of anxiety levels is essential for timely and appropriate intervention. This study aims to develop a prototype of a Smart Health Monitoring system capable of detecting anxiety levels in real-time using a pulse sensor and a galvanic skin response (GSR) sensor. The system is implemented using the ESP32 microcontroller and applies fuzzy logic with triangular membership functions and the centroid defuzzification method to determine anxiety levels. The system was tested on 10 respondents with varying psychological conditions. Results showed that 80% of the system's interpretations matched the respondents' actual conditions, while 20% were considered fairly accurate. The system is also connected to the Blynk application for remote monitoring and is equipped with an LCD display and audio notifications based on the detected anxiety level. These findings indicate that the system has strong potential as an early detection tool for anxiety, offering high accuracy and ease of use. This research is expected to serve as a foundation for further development of mental health monitoring technology in the future.

1. PENDAHULUAN

Kesehatan mental merupakan aspek penting dalam kehidupan manusia, namun sering kali kurang mendapatkan perhatian yang memadai. Salah satu gangguan yang paling umum adalah gangguan kecemasan (anxiety disorder), yakni kondisi psikologis yang ditandai dengan kekhawatiran berlebihan disertai gejala fisiologis seperti peningkatan detak jantung, keringat berlebih, serta gangguan tidur [1][2]. Gangguan ini dapat menurunkan kualitas hidup, produktivitas, dan kesejahteraan sosial penderitanya.

Menurut laporan World Health Organization (WHO), pada tahun 2019 tercatat sekitar 301 juta individu di dunia mengalami gangguan kecemasan, termasuk 58 juta anak-anak dan remaja[1]. Namun, banyak kasus tidak terdiagnosis karena rendahnya kesadaran masyarakat dan stigma sosial yang masih melekat terhadap kesehatan mental.

Kemajuan teknologi informasi dan komunikasi telah membuka peluang baru dalam upaya deteksi dini kondisi kesehatan mental. Teknologi seperti Internet of Things (IoT) dan kecerdasan buatan (Artificial Intelligence/AI) telah digunakan secara luas untuk pengembangan sistem pemantauan kesehatan real-time [3][4]. NodeMCU ESP32, sebagai salah satu mikrokontroler berbasis IoT yang populer, menawarkan fleksibilitas, harga yang terjangkau, serta kemudahan integrasi dengan berbagai sensor fisiologis[5][6].

Penelitian sebelumnya membuktikan bahwa sensor detak jantung dan galvanic skin response (GSR) efektif untuk mengukur tanda-tanda stres dan kecemasan [7][8]. Namun, sebagian besar sistem yang ada masih bersifat pasif—hanya menampilkan data tanpa analisis otomatis.

Logika fuzzy menjadi solusi untuk mengolah data fisiologis yang bersifat tidak pasti, dengan mengubahnya menjadi informasi linguistik seperti "rendah", "sedang", atau "tinggi". Silvana et al. [9] menggunakan fuzzy logic Mamdani untuk diagnosis gangguan mental dengan akurasi tinggi, sementara Fajrin et al.[10] menunjukkan bahwa logika fuzzy efektif dalam mendeteksi tingkat stres berdasarkan suhu tubuh dan tekanan darah.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sebuah prototipe alat pemantauan kecemasan

berbasis IoT menggunakan NodeMCU ESP32 yang dilengkapi dengan metode logika fuzzy. Sistem akan memanfaatkan data dari sensor detak jantung dan GSR untuk menganalisis tingkat kecemasan dan memberikan notifikasi langsung melalui LCD serta suara.

Berbeda dengan penelitian yang berfokus penuh pada pengembangan aplikasi berbasis smartphone atau layanan cloud, penelitian ini mengembangkan prototipe hardware yang dapat beroperasi secara mandiri tanpa ketergantungan pada aplikasi tambahan. Namun demikian, sebagai nilai tambah, sistem ini juga dilengkapi dengan integrasi opsional ke platform Blynk guna menampilkan hasil data numerik seperti detak jantung dan nilai GSR secara real-time melalui smartphone. Integrasi ini bersifat komplementer dan tidak mempengaruhi fungsi utama sistem, yang tetap mampu menampilkan informasi secara lokal melalui LCD dan speaker. Dengan demikian, prototipe yang dikembangkan diharapkan dapat menjadi solusi yang praktis, efisien, dan inklusif untuk deteksi dini kecemasan secara mandiri maupun terhubung.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Smart Health Monitoring

Smart Health Monitoring adalah sistem yang dirancang untuk memantau kondisi fisiologis seseorang secara otomatis menggunakan sensor dan teknologi mikrokontroler. Sistem ini memungkinkan pembacaan data seperti detak jantung, suhu, atau tekanan darah untuk selanjutnya dianalisis secara langsung. Dalam beberapa studi, teknologi ini juga telah digunakan untuk mengirim data ke cloud guna pemberian peringatan dini kepada tenaga medis[11]. Penelitian ini mengadaptasi konsep tersebut dalam bentuk alat prototipe untuk mendeteksi kecemasan, dengan fokus pada pemrosesan lokal menggunakan logika fuzzy.

2.2 Deteksi Kecemasan

Deteksi kecemasan adalah proses identifikasi tanda-tanda fisik atau emosional yang menunjukkan bahwa seseorang sedang berada dalam kondisi cemas. Kecemasan merupakan respons alami tubuh terhadap tekanan atau ancaman, namun dalam intensitas tinggi dapat menimbulkan gangguan psikologis

dan fisiologis seperti jantung berdebar cepat, napas pendek, berkeringat, atau tangan gemetar. Deteksi kecemasan dapat dilakukan melalui analisis sinyal fisiologis seperti galvanic skin response (GSR), yang merefleksikan perubahan tingkat listrik pada kulit saat individu mengalami stres atau kecemasan. Penggunaan teknologi pengolahan sinyal dan algoritma machine learning telah meningkatkan akurasi dalam mengklasifikasikan tingkat kecemasan dan stres, sehingga mendukung pengembangan sistem monitoring kesehatan mental otomatis berbasis sensor dan data[8].

Menurut Louise (dalam Swarjana, 2012) Kecemasan memiliki beberapa tanda-gejala klinis dan juga karakteristik diagnostik. Tanda-gejala klinis mencakup gejala fisiologis, psikologis atau emosional, perilaku, intelektual atau kognitif dan karakteristik diagnostik[6].

2.3 Internet of Things(IOT)

Internet of Things (IoT) adalah konsep menghubungkan perangkat fisik ke jaringan internet yang mampu berkomunikasi dan mentransfer data secara otomatis ke cloud, sehingga memungkinkan aplikasi seperti monitoring kesehatan dan pengelolaan kota pintar. Dimana berbagai perangkat fisik seperti alat elektronik, kendaraan, bangunan, hingga peralatan rumah tangga dapat saling terhubung melalui jaringan internet dan bertukar data secara otomatis. Perangkat-perangkat ini biasanya dilengkapi dengan sensor, modul komunikasi, dan sistem pemrosesan data yang memungkinkan mereka untuk berinteraksi tanpa memerlukan campur tangan manusia secara langsung. IoT menciptakan sebuah ekosistem digital yang mampu mengintegrasikan berbagai sistem dan perangkat untuk bekerja secara kolaboratif, sehingga dapat meningkatkan efisiensi dan mempercepat proses dalam berbagai sector[6][12].

2.4 NodeMCU ESP32

NodeMCU ESP32 merupakan mikrokontroler berbasis IoT yang dilengkapi dengan Wi-Fi dan Bluetooth, serta prosesor yang efisien untuk pemrosesan data sensor secara real-time. Perangkat ini populer digunakan dalam pengembangan prototipe sistem monitoring karena kemudahan pemrograman, fleksibilitas, dan kemampuan

integrasinya dengan berbagai sensor,[13],[14],[15]. Penerapannya dalam berbagai sistem, seperti monitoring suhu[16] maupun kesehatan, menunjukkan keandalannya dalam pemrosesan dan pengiriman data. Selain itu, ESP32 juga mampu menangani algoritma logika fuzzy secara langsung di perangkat keras, tanpa memerlukan server eksternal.

2.5. Logika Fuzzy

Logika fuzzy adalah metode yang digunakan untuk membantu pengambilan keputusan saat data yang ada bersifat tidak pasti atau tidak jelas. Tidak seperti logika klasik yang hanya mengenal benar atau salah, logika fuzzy memungkinkan suatu kondisi memiliki tingkat kebenaran di antara dua ekstrem, misalnya "rendah", "sedang", atau "tinggi"[17]. Metode ini sangat cocok untuk mengolah data sensor yang bervariasi, dan telah banyak diterapkan dalam berbagai sistem, termasuk sistem pengendalian berbasis IoT[18].

2.6 Galvanic Skin Response (GSR)

Galvanic Skin Response (GSR) adalah metode pengukuran konduktivitas kulit yang berubah-ubah sebagai respons terhadap aktivitas emosi, seperti stres atau kecemasan. Ketika seseorang mengalami perubahan emosi, kelenjar keringat di kulit akan aktif, sehingga resistansi atau konduktivitas kulit ikut berubah. Perubahan ini dapat dideteksi menggunakan sensor GSR sebagai indikator kondisi emosional seseorang[7]. Menurut Seran dalam Romadan et al. (2025), perubahan resistansi kulit dapat diukur menggunakan sensor GSR, yaitu perangkat elektronik dengan sensitivitas tinggi yang dirancang untuk mendeteksi sinyal bioelektrik pada kulit. Fenomena bioelektrik paling banyak muncul di area seperti jari-jari tangan dan telapak tangan, sehingga pengukuran GSR umumnya dilakukan dengan meletakkan elektroda pada dua jari, yaitu jari tengah dan telunjuk[19].

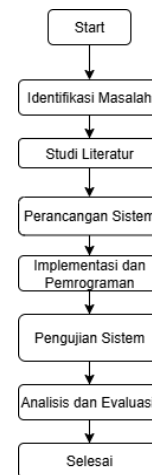
2.7 Sensor Detak Jantung /Pulse Sensor

Pulse sensor adalah perangkat biometrik yang digunakan untuk mengukur detak jantung seseorang dalam satuan beats per minute (BPM) melalui deteksi perubahan volume darah di pembuluh darah[20]. Sensor ini bekerja dengan memanfaatkan LED dan photodetector untuk menangkap sinyal denyut

darah yang terjadi saat jantung memompa. Pulse sensor beroperasi pada tegangan +5V atau +3.3V dengan konsumsi arus sekitar 4 mA, serta dilengkapi dengan rangkaian penguat sinyal dan penghilang noise untuk menjaga akurasi pengukuran. Sensor ini umumnya dipasang pada bagian tubuh yang memiliki aliran darah kuat, seperti ujung jari atau daun telinga[21]. Output yang dihasilkan berupa sinyal analog berdenyut yang kemudian dibaca melalui pin ADC mikrokontroler dan diproses oleh sistem monitoring[21]. Karena kemudahannya dalam pengaplikasian dan kemampuannya mendeteksi aktivitas jantung secara real-time, pulse sensor banyak digunakan dalam berbagai sistem pemantauan kesehatan berbasis IoT.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimental kuantitatif untuk mengembangkan dan menguji sistem Smart Health Monitoring berbasis mikrokontroler ESP32. Sistem ini dirancang untuk mendeteksi tingkat kecemasan berdasarkan dua sinyal fisiologis utama, yaitu detak jantung dan konduktivitas kulit (GSR). Data dari kedua sensor tersebut diolah menggunakan metode logika fuzzy Mamdani, dengan fungsi keanggotaan segitiga (triangular membership function) dan metode defuzzifikasi centroid. Output berupa status kecemasan ditampilkan melalui LCD, dikirim ke aplikasi Blynk, dan direspons melalui suara otomatis dari DFPlayer Mini. Terdapat beberapa tahapan untuk menyelesaikan penelitian ini adapun tahap pengerjaan dalam penelitian ini bias di pada Gambar1.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

3.1.1. Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan dilakukan dengan 2

cara:

1. **Pengujian Langsung**
Setiap Responden diminta menyentuh sensor selama +1menit. Sistem Membaca nilai analog dari pulse sensor dan GSR sensor, lalu memprosesnya menggunakan algoritma fuzzy yang di tanam pada ESP32. Data yang terekam berupa:

- Nilai BPM
- Nilai GSR
- Nilai Output Fuzzy(Z)
- Status Kecemasan

2. **Wawancara Responden**

Setelah pengujian, responden mengisi kuesioner tertutup dan terbuka untuk menilai kenyamanan penggunaan alat, kemudahan membaca hasil, serta kecocokan output dengan kondisi yang dirasakan.

3.1.2. Studi Literatur

Peneliti melakukan studi literatur dari berbagai sumber ilmiah seperti jurnal, prosiding, dan buku yang berkaitan dengan:

- Logika fuzzy Mamdani
- Deteksi kecemasan dengan sensor fisiologis
- Mikrokontroler ESP32
- Implementasi sensor GSR dan pulse
- Sistem IoT monitoring (Blynk, DFPlayer)

Salah satu acuan yang digunakan adalah penelitian oleh Ridho dkk. (2022)[22] dari Jurnal JITET yang mengimplementasikan fuzzy logic.

3.1.3. Penerapan Logika Fuzzy

Sistem pengambilan keputusan dalam prototipe ini menggunakan metode logika fuzzy Mamdani untuk menginterpretasikan data fisiologis menjadi tingkat kecemasan, dengan dua input yaitu detak jantung (BPM) dan GSR (Galvanic Skin Response), serta satu output yaitu kategori kecemasan..

3.1.4. Fuzzifikasi

Fuzzifikasi merupakan tahap awal dalam sistem logika fuzzy yang berfungsi untuk mengubah data numerik hasil pembacaan sensor menjadi nilai linguistik. Nilai-nilai linguistik ini seperti “Normal”, “Cepat”, atau “Sangat Cepat” untuk detak jantung, dan “Kering”, “Lembap”, atau “Basah” untuk GSR. Tujuan dari proses ini adalah agar sistem dapat menangani ketidakpastian data fisiologis yang bersifat tidak pasti dan bervariasi antar individu.

Variabel input dikonversi ke nilai fuzzy berdasarkan fungsi keanggotaan segitiga (triangular membership function), sebagaimana ditunjukkan pada persamaan :

$$\mu(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 0 \text{ atau } x \geq c \\ \frac{x-a}{b-a} & a < x < b \\ 1, & x = b \\ \frac{c-x}{c-b} & b < x < c \end{cases}$$

Kategori Variable GSR di bagi menjadi 3 yaitu :

- Kering: (0,800, 1600)
- Lembap: (1200,1700,2200)
- Basah : (2000, 2500, 2800)

Sedangkan untuk Variable BPM digunakan tiga himpunan:

- Rendah: (50,60, 80)
- Sedang: (70, 90, 110)
- Tinggi : (100,120,150)

3.1.5. Inferensi

Inferensi dilakukan berdasarkan aturan fuzzy yang ditentukan sebelumnya. Sistem menggunakan aturan IF-THEN seperti:

- IF BPM Tinggi AND GSR Basah THEN Cemas Tinggi
- IF BPM Sedang AND GSR Lembap THEN Cemas Sedang
- IF BPM Rendah AND GSR Kering THEN Cemas Rendah

3.1.6. Defuzzifikasi

Defuzzifikasi dilakukan dengan metode centroid, rumusnya sebagai berikut:

$$z = \frac{\sum_{i=1}^n \mu_i \cdot z_i}{\sum_{i=1}^n \mu_i}$$

Nilai output Z kemudian diinterpretasikan menjadi status kecemasan sebagai berikut:

- $Z \leq 40 \rightarrow$ Kecemasan Rendah
- $40 < Z \leq 75 \rightarrow$ Kecemasan Sedang
- $Z > 75 \rightarrow$ Kecemasan Tinggi

3.1.7. Perancangan Sisten

Perancangan sistem dilakukan dengan pendekatan modular yang terdiri dari perangkat keras (hardware) dan perangkat lunak (software). Tujuan dari rancangan ini adalah membangun sistem monitoring kecemasan yang bersifat real-time, portable, dan otomatis, dengan output berupa tampilan visual, notifikasi suara, serta dashboard IoT.

1. Alat dan bahan yang di gunakan pada penelitian ini ditunjukkan pada tabel:

Tabel 1. Alat Yang digunakan

No	Alat yang digunakan
1	Lem tembak
2	Infraboard
3	Solder

Tabel 2. Bahan Yang digunakan

NO	Nama	Model
1	Mikrokontroller	ESP32
2	Sensor Detak Jantung	Pulse sensor
3	Sensor Konduktivitas kulit	GSR (Galvanic Skin Respon)
4	Liquid Crystal Display (LCD)	4DLCD32Q
5	Pemutar suara	DFPlayer Mini MP3

6	Penyimpanan suara	Micro SD	32GB
7	Bread board mini	-	

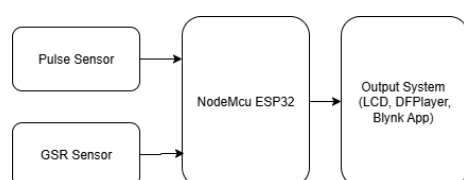
2. Perancangan Perangkat Keras

Realisasi perangkat keras sistem pendeteksi Kecemasan ditampilkan pada Gambar 2.

Gambar 2. Skema Perancangan Hardware

3.1.4 Blok Diagram Sistem

Berikut Adalah Block Diagram dari sistem yang dirancang



Gambar 3. Diagram Sistem

3.1.5 Langkah-Langkah Implementasi Sistem

1. Perakitan Sistem :

ESP32 DevKit V1 digunakan sebagai mikrokontroler pusat. Pulse sensor dan GSR sensor dihubungkan ke pin analog untuk membaca data fisiologis.

2. Pemrograman Sistem :

Sistem diprogram menggunakan Arduino IDE. Pembacaan sensor, fuzzy logic, dan pengiriman data ke Blynk ditulis menggunakan bahasa C++.

3. Logika Fuzzy:

- Fuzzifikasi: BPM dan GSR dikonversi ke nilai fuzzy menggunakan fungsi keanggotaan segitiga.
- Inferensi: Aturan fuzzy IF-THEN diterapkan untuk memetakan kombinasi input ke output.
- Defuzzifikasi: Nilai fuzzy dihitung menjadi nilai crisp menggunakan metode centroid.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

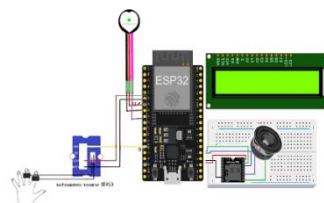
4.1 Hasil Pengembangan Sistem

Penelitian ini berhasil mengembangkan sistem Smart Health Monitoring berbasis IoT menggunakan ESP32, dengan dua sensor utama

yaitu sensor detak jantung (pulse sensor) dan sensor GSR. Data yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan sistem logika fuzzy Mamdani dengan fungsi keanggotaan triangular, menghasilkan interpretasi tingkat kecemasan (Rendah, Sedang, Tinggi).

4.2 Hasil Pengujian

Pengujian dilakukan terhadap 10



responden dari berbagai rentang usia. Pengujian dilakukan dengan membaca nilai detak jantung (BPM) dan nilai sensor GSR untuk menganalisis tingkat kecemasan menggunakan logika fuzzy Mamdani dengan fungsi keanggotaan triangular. Nilai output fuzzy kemudian di-defuzzifikasi menggunakan metode centroid dan diklasifikasikan dalam tiga kategori: rendah, sedang, dan tinggi.

Berikut ini adalah hasil pengujian yang ditampilkan pada LCD, dikirim ke dashboard Blynk, serta diuji validitasnya dengan melakukan wawancara langsung terhadap setiap responden mengenai kondisi kecemasan mereka:

Tabel 3. Hasil Pengujian Alat

Responden	Usia	BPM	GSR	Z	Status
Neshya	10	51	1253	25	rendah
Rocco Tan	15	142	1719	60	Sedang
Yuli	35	144	1968	60	Sedang
Aji	23	146	1951	60	sedang
Azizah	21	51	1519	25	Rendah
kiki	31	58	1991	25	Rendah
Anita	22	51	1929	25	Rendah
Sandi	22	131	1434	60	Sedang
Zidan	14	145	1827	60	Sedang
Arika	25	95	1994	60	Sedang

Responden dengan kondisi tidak cemas memiliki nilai Z rendah ($Z = 25$) dan dikategorikan rendah. Responden dengan aktivitas atau pikiran yang menyebabkan stres menunjukkan nilai Z di atas 60, dikategorikan sedang. Hasil menunjukkan hubungan antara nilai BPM dan GSR terhadap tingkat

kecemasan, di mana detak jantung yang lebih tinggi dan GSR yang lebih basah (lebih besar) berkontribusi pada peningkatan nilai kecemasan.

4.3 Hasil Interpretasi

Dari 10 responden:

- 4 responden (40%) terdeteksi dalam kategori rendah.
- 6 responden (60%) masuk kategori sedang.
- 0 responden (0%) masuk kategori tinggi.

Evaluasi Fungsionalitas Sistem:

Berdasarkan wawancara dengan 10 responden, diperoleh data persepsi terhadap kenyamanan dan akurasi alat sebagai berikut:

- Kenyamanan Alat = 9
- Mudah memahami hasil alat = 10
- Alat cukup akurat = 2
- Alat sangat Akurat = 8

Berdasarkan wawancara, hasil interpretasi sistem cukup sesuai dengan kondisi aktual responden, di mana kondisi rileks cenderung menghasilkan nilai Z rendah, dan kondisi penuh tekanan atau kelelahan menghasilkan nilai Z sedang.

4.4. Akurasi Sistem

Dari 10 data hasil pengujian, sebanyak 8 data (80%) sesuai dengan kondisi nyata responden (melalui observasi dan wawancara), dan 2 data (20%) masuk kategori cukup akurat. Maka akurasi sistem dapat dikatakan tinggi.

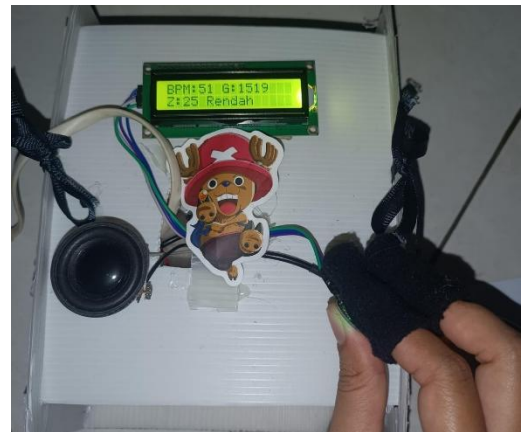
Perhitungan Akurasi:

$$Akurasi = \frac{Jumlah\ Data}{Jumlah\ Sesuai}$$

$$kondisi\ sangat\ akurat = \frac{10}{8} = 80\%$$

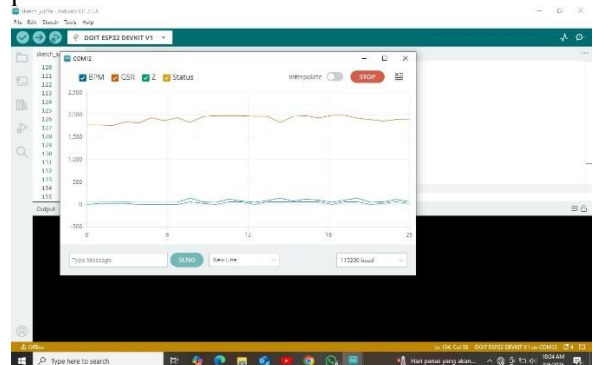
4.5 Tampilan Hasil Output

- LCD Display: Menampilkan BPM, GSR, nilai Z, dan status kecemasan.



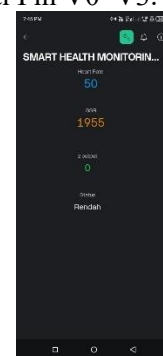
Gambar 4. Tampilan LCD

- Serial Plotter: Menampilkan grafik real-time dari BPM, GSR, dan Z untuk pemantauan visual.



Gambar 5. Tampilan Serial Plotter

- Blynk Dashboard: (Jika ada internet) Menampilkan nilai secara real-time pada Virtual Pin V0-V3.



Gambar 6. Tampilan Blynk

Jika tidak ada koneksi internet, maka hanya LCD dan Serial Plotter yang aktif. Hal ini merupakan salah satu keterbatasan dari sistem yang dikembangkan.

4.4 Diskusi Temuan

Penggunaan logika fuzzy dalam sistem ini memungkinkan interpretasi nilai sensor yang bersifat ambigu dan bervariasi antarindividu. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sebagian besar interpretasi tingkat kecemasan yang dihasilkan oleh sistem sesuai dengan kondisi psikologis responden saat dilakukan pengujian.

Sebagai contoh, responden dengan kondisi tenang, istirahat, atau tidak memikirkan apapun menghasilkan status kecemasan rendah dengan nilai z output sekitar 25. Sementara itu, responden yang mengalami tekanan akibat tugas, skripsi, atau pekerjaan menunjukkan status sedang dengan nilai z output berada di kisaran 50–60.

Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi nilai BPM dan GSR yang dianalisis menggunakan fuzzy logic mampu mencerminkan tingkat kecemasan secara relatif konsisten. Sistem ini juga mendapatkan respon positif dari para responden, dengan tingkat kenyamanan penggunaan yang baik dan kemudahan dalam memahami tampilan hasil. Sebanyak 80% responden menyatakan sistem ini akurat atau sangat akurat berdasarkan pengalaman penggunaan.

Namun demikian, perlu dicatat bahwa akurasi masih dapat ditingkatkan dengan menambahkan lebih banyak data latih, melakukan kalibrasi sensor yang lebih presisi, serta memperhitungkan faktor eksternal seperti suhu, kelembapan, dan kondisi medis lainnya.

Berdasarkan pengujian dan tanggapan, berikut adalah temuan utama:

1. Respons sensor menunjukkan hasil stabil:
 - GSR: ~2550 saat tidak disentuh → turun ke 1700–1900 saat disentuh
 - Pulse sensor: terbaca baik jika jari tidak bergerak
2. Fuzzy logic mampu menangani ketidakpastian sinyal:
 - Menggunakan aturan fuzzy dan fungsi keanggotaan segitiga
 - Defuzzifikasi centroid menghasilkan nilai Z yang merepresentasikan kecemasan secara kuantitatif

3. Akurasi deteksi kecemasan cukup tinggi:

- 8 dari 10 responden menyatakan hasil sistem sesuai dengan kondisi mereka
- 2 responden menyatakan hasil cukup akurat, umumnya karena sensor pulse yang tidak stabil saat jari bergerak

4. Respons suara dan visual membantu:

- DFPlayer memainkan suara peringatan berdasarkan status kecemasan
- LCD menampilkan nilai BPM, GSR, Z , dan status secara real-time
- Blynk digunakan untuk monitoring berbasis aplikasi IoT

4.3 Kelebihan Sistem

- Real-time & otomatis: proses dari input ke output berlangsung dalam waktu ± 1 detik
- Portabel & murah: menggunakan komponen berbasis mikrokontroler ESP32

Mudah digunakan: cukup dengan menyentuh sensor dan menunggu output muncul.

4.4 Kekurangan Sistem

- Sensor pulse sangat sensitif terhadap gerakan
- Kalibrasi GSR perlu disesuaikan pada setiap pengguna dengan kelembapan kulit berbeda
- Tidak didesain untuk kondisi klinis/psikiatri berat

4.5 Implikasi dan potensi pengembangan

- Sistem ini berpotensi digunakan untuk

- pemantauan mandiri kecemasan ringan, misalnya oleh pelajar atau pekerja dalam kondisi stres
- Dapat dikembangkan dengan integrasi AI atau machine learning untuk klasifikasi yang lebih kompleks
- Dapat dikombinasikan dengan sensor suhu atau pernapasan untuk meningkatkan akurasi diagnosis

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian sistem Smart Health Monitoring menggunakan sensor detak jantung (pulse sensor) dan sensor GSR berbasis logika fuzzy dengan metode triangular membership function, sistem berhasil mengklasifikasikan tingkat kecemasan responden ke dalam tiga kategori: rendah, sedang, dan tinggi.

Dari sepuluh responden yang diuji, delapan di antaranya (80%) menunjukkan hasil klasifikasi yang sesuai dengan kondisi nyata berdasarkan observasi dan wawancara, sementara dua sisanya (20%) tergolong cukup akurat. Hal ini menunjukkan bahwa sistem memiliki tingkat akurasi yang tinggi dan dapat digunakan sebagai alat bantu deteksi dini kecemasan dengan pendekatan yang sederhana namun efektif.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dan bantuan selama proses penelitian ini berlangsung. Ucapan terima kasih disampaikan kepada dosen pembimbing atas arahan dan bimbingannya, serta kepada para responden yang telah bersedia berpartisipasi dalam pengujian sistem..

DAFTAR PUSTAKA

- [1] T. L. Osborn, C. M. Wasanga, and D. M. Ndeti, *Transforming mental health for all*. 2022. doi: 10.1136/bmj.o1593.
- [2] S. K. M. M. P. H. D. P. H. I Ketut Swarjana, *Konsep Pengetahuan, Sikap, Perilaku,*

Persepsi, Stres, Kecemasan, Nyeri, Dukungan Sosial, Kepatuhan, Motivasi, Kepuasan, Pandemi Covid-19, Akses Layanan Kesehatan -- Lengkap Dengan Konsep Teori, Cara Mengukur Variabel, Dan Contoh Kuesioner. Penerbit Andi, 2022. [Online]. Available: <https://books.google.co.id/books?id=aPFfeAAAQBAJ>

- [3] A. Mihaat, N. Mohd Saad, E. F. Shair, A. B. N. Aslam, and R. Abdul Rahim, "Smart Health Monitoring System Utilizing Internet Of Things (Iot) And Arduino," *Asian J. Med. Technol.*, vol. 2, no. 1, pp. 35–48, 2022, doi: 10.32896/ajmedtech.v2n1.35-48.
- [4] P. Sundaravadivel, V. Goyal, and L. Tamil, "I-RISE: An IoT-based semi-immersive affective monitoring framework for anxiety disorders," *Dig. Tech. Pap. - IEEE Int. Conf. Consum. Electron.*, vol. 2020-Janua, 2020, doi: 10.1109/ICCE46568.2020.9043156.
- [5] S. A. Kokalki, A. R. Mali, P. A. Mundada, and R. H. Sontakke, "Smart health band using IoT," *IEEE Int. Conf. Power. Control. Signals Instrum. Eng. ICPCSI 2017*, pp. 1683–1687, 2018, doi: 10.1109/ICPCSI.2017.8392000.
- [6] D. P. Caniogo *et al.*, *Internet of Things (IoT): Inovasi, Implementasi, dan Masa Depan*. Yayasan Tri Edukasi Ilmiah, 2024. [Online]. Available: <https://books.google.co.id/books?id=10YIEQAAQBAJ>
- [7] M. Hafidh, W. Maulana, and E. R. Widasari, "Sistem Deteksi Stres berdasarkan Detak Jantung dan Kelenjar Keringat menggunakan Metode K-Nearest Neighbours," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 7, no. 3, pp. 1108–1115, 2023, [Online]. Available: <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- [8] A. Al-Nafjan and M. Aldayel, "Anxiety Detection System Based on Galvanic Skin Response Signals," *Appl. Sci.*, vol. 14, no. 23, 2024, doi: 10.3390/app142310788.
- [9] M. Silvana, R. Akbar, Derisma, M. Audina, and Firdaus, "Development of Classification Features of Mental Disorder Characteristics Using the Fuzzy Logic Mamdani Method," *2018 Int. Conf. Inf. Technol. Syst. Innov. ICITSI 2018 - Proc.*, pp. 410–414, 2018, doi: 10.1109/ICITSI.2018.8696043.
- [10] H. R. Fajrin, Sasmeri, L. R. Prilia, B. Untara, and M. A. F. Nurkholid, "Fuzzy logic method-based stress detector with blood pressure and body temperature parameters," *Int. J. Electr. Comput. Eng.*, vol. 14, no. 2, pp. 2156–2166, 2024, doi:

- 10.11591/ijece.v14i2.pp2156-2166.
- [11] M. P. Savaridass, N. Ikram, R. Deepika, and R. Aarnika, "Development of smart health monitoring system using Internet of Things," *Mater. Today Proc.*, vol. 45, no. xxxx, pp. 986–989, 2021, doi: 10.1016/j.matpr.2020.03.046.
- [12] Irmayanti, H. Tari Mokui, dan Wa Ode Siti Nur Alam, and C. Author, "Sistem Pendeteksi Stres pada Manusia Menggunakan Metode Fuzzy Logic Berbasis Internet of Things," *J. Fokus Elektroda*, vol. 7, no. 3, pp. 185–192, 2022, [Online]. Available: <https://elektroda.uho.ac.id/>
- [13] F. Ilhami, P. Sokibi, and A. Amroni, "Perancangan Dan Implementasi Prototype Kontrol Peralatan Elektronik Berbasis Internet of Things Menggunakan Nodemcu," *J. Digit*, vol. 9, no. 2, p. 143, 2019, doi: 10.51920/jd.v9i2.115.
- [14] I. F. Hanif and A. Rachman, "Sistem Deteksi Ketegangan Mental Menggunakan Metode Forward Chaining," vol. 9, no. September, pp. 73–79, 2022.
- [15] M. N. Esp and B. Thingspeak, "Prototype of Soil Moisture Monitoring System for Chili Plants Based on Internet of Things Using Fuzzy Logic Method with NodeMCU ESP8266 , Blynk , and ThingSpeak Prototipe Sistem Monitoring Kelembapan Tanah pada Tanaman Cabai Berbasis Internet of Things de," vol. 5, no. January, pp. 130–140, 2025.
- [16] M. A. Ridla and M. F. Rahman, "Perancangan Prototype Monitoring Suhu Berbasis Internet Of Things (IoT)," *JUSIFOR J. Sist. Inf. dan Inform.*, vol. 3, no. 1, pp. 72–79, 2024, doi: 10.33379/jusifor.v3i1.4367.
- [17] L. A. Zadeh, "Fuzzy logic," *Comput. Complex. Theory, Tech. Appl.*, vol. 9781461418, pp. 1177–1200, 2013, doi: 10.1007/978-1-4614-1800-9_73.
- [18] M. Rusli, U. B. Press, and U. B. Media, *Dasar Perancangan Kendali Logika Fuzzy*. Universitas Brawijaya Press, 2017. [Online]. Available: <https://books.google.co.id/books?id=mwR ODwAAQBAJ>
- [19] and R. Y. Arham, Ayatullah Naufal Azmi, Maman Abdurrohman, "Sistem pemantauan kondisi tubuh pada jaket olahraga memanfaatkan Galvanic Skin Response (GSR) dan Pulse Sensor.," *eProceedings Eng. 7.3*, vol. 7, no. 3, pp. 10008–10020, 2020, [Online]. Available: <https://openlibrarypublications.telkomunive>
- rsity.ac.id/index.php/engineering/article/download/14221/13959
- [20] D. B. S. Budi, R. Maulana, and H. Fitriyah, "Sistem Deteksi Gejala Hipoksia Berdasarkan Saturasi Oksigen Dengan Detak Jantung Menggunakan Metode Fuzzy Berbasis Arduino," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komputer.*, vol. 3, no. 2, pp. 1925–1933, 2019, [Online]. Available: <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- [21] T. Elektro and U. S. Dharma, "Akuisisi Data Pendeteksi Tingkat Stres Manusia berdasarkan Suhu Tubuh , Konduktivitas Kulit , dan Detak Jantung Berbasis IoT (Internet of Things)," vol. 2, no. 1, 2025.
- [22] R. Alamsyah, E. Ryansyah, A. Y. Permana, and R. Mufidah, "Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis Menggunakan Logika Fuzzy Dengan Teknologi Internet of Things Berbasis Esp8266 Dan Aplikasi Blynk," *J. Inform. dan Tek. Elektro Terap.*, vol. 12, no. 2, pp. 862–868, 2024, doi: 10.23960/jitet.v12i2.4007.