

Alat Deteksi Tingkat Stress Pada Mahasiswa Berdasarkan Detak jantung dan Konduksivitas kulit dengan sensor MAX30100 dan sensor GSR Menggunakan Metode Fuzzy Logic Berbasis Arduino Nano

Devan Giri Saputra¹⁾, Aswin Rosadi, S.Kom., M.T.²⁾, Dr. Tining Haryanti, S.Kom., M.M., M.Kom.³⁾

^{1), 2), 3)} Program Studi Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surabaya

Jl Sutorejo No. 59, Surabaya

Email Devangirii@gmail.com¹⁾

Abstrak

Stres akademik merupakan persoalan yang sering dialami oleh mahasiswa, khususnya ketika menghadapi tugas akhir seperti penyusunan skripsi. Tingkat stres yang tinggi tidak hanya berdampak negatif terhadap performa akademik, tetapi juga dapat memicu kondisi psikologis serius, seperti kecemasan berlebihan, frustrasi, bahkan hingga tindakan bunuh diri.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan sebuah perangkat pendekripsi tingkat stres berbasis Arduino Nano, yang memanfaatkan sensor MAX30100 dan Galvanic Skin Response (GSR). Parameter fisiologis yang digunakan untuk mendekripsi stres meliputi detak jantung dan konduktivitas kulit. Metode yang diterapkan dalam sistem ini adalah logika fuzzy, yang memungkinkan pengolahan data fisiologis secara real-time serta mampu menangani ketidakpastian dan variasi biologis antarindividu.

Sistem ini dirancang untuk mengklasifikasikan tingkat stres ke dalam empat kategori linguistik, yaitu rileks, tenang, cemas, dan stres, dengan hasil pengukuran ditampilkan melalui layar LCD 16x2. Pengujian dilakukan dengan cara membandingkan hasil deteksi dari alat dengan skor kuesioner Perceived Stress Scale (PSS) yang telah divalidasi dan diuji reliabilitasnya.

Berdasarkan hasil evaluasi, alat menunjukkan tingkat akurasi yang cukup baik dalam mendekripsi stres. Stabilitas sensor GSR mencapai 74% pada kategori sangat stabil, sedangkan sensor MAX30100 menunjukkan 60,87% gabungan antara kategori sangat stabil dan cukup stabil. Dengan ini sistem berpotensi menjadi solusi praktis dalam memantau tingkat stres mahasiswa.

Kata Kunci: Stres Mahasiswa, Logika Fuzzy, Sensor MAX30100, Sensor GSR, Arduino Nano

Abstract

Academic stress is a common problem experienced by students, especially when facing final assignments such as writing a thesis. High levels of stress not only negatively impact academic performance but can also trigger serious psychological conditions, such as excessive anxiety, frustration, and even suicide.

This research aims to design and develop an Arduino Nano-based stress detection device, utilizing the MAX30100 sensor and Galvanic Skin Response (GSR). Physiological parameters used to detect stress include heart rate and skin conductivity. The system employs fuzzy logic, which enables real-time physiological data processing and is able to handle uncertainty and biological variations between individuals.

This system is designed to classify stress levels into four linguistic categories: relaxed, calm, anxious, and stressed, with measurement results displayed on a 16x2 LCD screen. Testing was conducted by comparing the device's detection results with validated and reliability-tested Perceived Stress Scale (PSS) questionnaire scores.

Based on the evaluation results, the device demonstrated a fairly good level of accuracy in detecting stress. The GSR sensor achieved 74% stability in the very stable category, while the MAX30100 sensor showed a combined 60.87% stability between the very stable and fairly stable categories. This system has the potential to be a practical solution for monitoring student stress levels.

Keywords : Student Stress, Fuzzy Logic, MAX30100 Sensor, GSR Sensor, Arduino Nano

1. Pendahuluan

Mahasiswa merupakan kelompok yang rentan terjadi stress. Stres berkelanjutan dapat menyebabkan gangguan fisik dan mental lainnya. Deteksi awal merupakan salah satu hal penting mencegah timbulnya dampak stres pada mahasiswa deteksi dini stres menjadi sesuatu yang sangat penting untuk mencegah dampak lebih buruk yang dapat ditimbulkan[1] Stress adalah salah satu gangguan mental dengan perubahan suasana hati yang sering dialami oleh mahasiswa terkhususnya pada mahasiswa tingkat akhir[2] Menurut World Health Organization pada tahun 2018 stres adalah salah satu faktor risiko yang paling signifikan untuk perkembangan penyakit mental. Pada tahun 2020 prevalensi yang mengalami stres diperkirakan 74% orang merasa sangat stres. Mahasiswa merupakan kelompok yang rentan mengalami gangguan stress[3] Mengenali tanda dan gejala stress lebih awal merupakan hal penting agar individu mampu mengambil langkah untuk mengatasi stresnya sebelum kondisinya memburuk dan menimbulkan banyak kerugian[4] Dalam penelitian ini, penulis merancang alat deteksi stres menggunakan dua parameter fisiologis utama, yaitu detak jantung yang diukur dengan sensor MAX30100 dan konduktivitas kulit yang diukur dengan sensor GSR (*Galvanic Skin Response*). Data yang diperoleh dari kedua sensor ini akan diolah menggunakan metode logika fuzzy (*fuzzy logic*), yang mampu menangani ketidakpastian dan ambiguitas dalam data biologis. Seluruh sistem akan dijalankan menggunakan mikrokontroler Arduino Nano.. Sebagai contoh, penelitian[5]

2. Dasar teori

2.1 Stress

Stres merupakan istilah yang membingungkan karena adanya pendapat-pendapat yang sangat beranekaragam. Dalam arti umum stres merupakan pola reaksi serta adaptasi umum, dalam arti pola reaksi menghadapi stresor, yang dapat berasal dari dalam maupun luar individu yang bersangkutan, dapat nyata maupun tidak nyata sifatnya[6] Stres sendiri dapat berbentuk bermacam-macam tergantung dan ciri-ciri individu yang bersangkutan, kemampuan untuk menghadapi (coping skills) dan sifat stresor yang dihadapinya (Cameron dan Meichenbaum). selain itu dapat menampilkan 4 tingkat stres yaitu Stres, Cemas, Tenang, dan Rileks.

Tingkat Stress	Parameter	
	GSR (Siemens)	Detak Jantung (BPM)
Rileks	<2	60 – 70
Tenang	2-4	70 – 90
Cemas	4-6	90 – 100
Stres	>6	>100

Tabel 1. Nilai GSR dan Denyut Jantung Tingkat

Jika Kondisi tubuh dalam keadaan tenang, sistem saraf parasimpatis dominan, kulit tidak banyak berkeringat, dan jantung berdetak dalam rentang normal istirahat.

1. Jika "GSR = < 2 Siemens dan Detak Jantung 60 – 70 BPM" Tubuh dalam keadaan waspada ringan, bisa karena berpikir atau beraktivitas ringan. Belum masuk tahap cemas atau stres.
2. Jika "GSR = 2 – 4 Siemens dan Detak Jantung 70 – 90 BPM" Menunjukkan respons terhadap tekanan emosional, meningkatnya aktivitas saraf simpatis, mulai ada gejala psikologis (gelisah, tidak fokus).
3. Jika "GSR = 4 – 6 Siemens dan Detak Jantung 90 – 100 BPM" Respon fisiologis tinggi, detak jantung cepat, kulit berkeringat lebih banyak (konduktivitas naik). Ini menunjukkan tingkat stres tinggi dan bisa berdampak buruk bila berlangsung lama.
4. Jika "GSR = >6 Siemens dan Detak Jantung >100 BPM" Stres pada mahasiswa merupakan masalah yang kompleks dan multifaktorial. Untuk mengidentifikasi masalah utama dan faktor fisiologis yang terkait, mari kita bahas lebih dalam

Masalah Utama yang Dihadapi Mahasiswa Terkait Stres Masalah Utama yang dihadapi Mahasiswa yang memicu terjadinya stress yaitu antara lain beban akademik yang tinggi seperti tugas kuliah yang menumpuk, ujian yang terlalu sering, dan tenggat waktu yang ketat atau sedikit, serta adanya tekanan untuk meraih prestasi akademik yang tinggi. Adapun Beberapa indikator fisiologis yang digunakan untuk mendeteksi stres meliputi:

1. Denyut Jantung (HR) dan Variabilitas Denyut Jantung (HRV): Stres dapat menyebabkan peningkatan denyut jantung dan penurunan HRV, yang mencerminkan aktivasi sistem saraf simpatis

2. Respons Kulit Galvanik (GSR): Aktivasi kelenjar keringat akibat stres meningkatkan konduktansi kulit, yang dapat diukur menggunakan sensor GSR

2.2 Logika Fuzzy

Pada tahun 1996, logika fuzzy memulai debutnya dalam video game. Menggunakan data dari Strong, Embedded, PC, Multi-Channel, atau Workstation Security Control Framework. Proses ini dapat dilakukan dalam pemrograman, instrumentasi, atau kedua kubu. Menurut standar waktu 1087, kerangka kerja pemberian yang dapat diskalakan menawarkan kemampuan untuk menangani kerentanan 1087. Jadwal kerja Fluffy dapat digunakan untuk dokumentasi, terutama untuk menarik perhatian pada jadwal kerja yang perlu ditentukan dengan menggunakan nomor model 1087, seperti informasi mengenai nilai frame 1087 yang ambigu dan batasan atau tidak pasti. jika demikian, sangat penting untuk menggambarkan model digital Frame 1087. Hanya ada dua pilihan, "ya atau tidak," "sangat baik atau salah," "valid atau tidak benar," menurut teori dua kantong tanggal [7].

Pada penelitian Sierra, Avila dan del Pozo melakukan analisis dan perbandingan yang cermat terhadap algoritma ini dan penelitian mereka menyimpulkan bahwa algoritma terbaik untuk digunakan dalam deteksi stres adalah logika fuzzy. Mereka menggunakan sistem deteksi stres berdasarkan pendekatan logika fuzzy Sugeno dan dua sinyal fisiologis yaitu GSR dan HR. Sistem tersebut mampu mendekripsi stres dengan tingkat akurasi 99,5% yang dievaluasi di antara 80 individu[8] sistem logika fuzzy Sugeno yang menerima HR (*Heart Rate*) dan GSR (*Galvanic Skin Response*) sebagai masukan dapat dianggap sebagai yang paling efisien. Dalam sistem logika fuzzy, proses penalaran umumnya terdiri dari lima langkah utama yang saling berkaitan. Berikut penjelasan masing-masing langkah

1. Fuzzifikasi
Langkah pertama adalah mengubah input tegas (crisp) menjadi nilai fuzzy dengan menentukan derajat keanggotaannya dalam himpunan fuzzy tertentu. Proses ini dilakukan menggunakan fungsi keanggotaan yang sesuai dengan karakteristik data input
2. Penerapan Operator Fuzzy
Setelah input difuzzifikasi, operator fuzzy seperti AND, OR, dan NOT diterapkan untuk menggabungkan nilai-nilai keanggotaan dari berbagai kondisi dalam aturan fuzzy. Operator ini membantu dalam menentukan sejauh mana kondisi dalam aturan terpenuhi.
3. Aplikasi Metode Implikasi
Pada tahap ini, hasil dari penerapan operator fuzzy digunakan untuk menentukan bentuk output fuzzy dari setiap aturan. Metode implikasi menghubungkan kondisi (antecedent) dengan hasil (consequent) dalam aturan IF-THEN, menghasilkan output fuzzy yang mencerminkan kontribusi masing-masing aturan.
4. Agregasi Output
Semua output fuzzy dari setiap aturan kemudian digabungkan menjadi satu himpunan fuzzy melalui proses agregasi. Tujuan dari langkah ini adalah untuk mengkonsolidasikan kontribusi dari semua aturan yang berlaku terhadap keputusan akhir
5. Defuzzifikasi
Langkah terakhir adalah mengubah himpunan fuzzy hasil agregasi menjadi nilai tegas (crisp) yang dapat digunakan untuk pengambilan keputusan atau tindakan lebih lanjut. Metode defuzzifikasi yang umum digunakan antara lain metode rata-rata tertimbang (weighted average).

Kelebihan dari metode *Fuzzy Logic* yaitu mudah dipahami karena menggunakan basis teori himpunan, sangat fleksibel artinya mampu beradaptasi terhadap perubahan-perubahan dan ketidakpastian yang menyertai permasalahan, mempunyai toleransi terhadap data yang tidak akurat, mampu memodelkan fungsi-fungsi nonlinier yang sangat kompleks[9]

2.3 Arduino Nano

Arduino merupakan sebuah platform elektronik yang bersifat open source dan sering digunakan untuk merancang dan membuat perangkat elektronik. Platform Arduino didesain dengan tujuan utama untuk mempermudah penggunaan perangkat elektronik dalam berbagai aplikasi. Arduino menawarkan kemudahan penggunaan dengan software yang user-friendly, yang membuatnya cocok untuk digunakan oleh berbagai kalangan, termasuk pemula dalam bidang elektronika. Arduino Nano adalah papan mikrokontroler kecil dan kuat yang didasarkan pada ATmega328P (versi lama) atau ATmega328 (versi terbaru).

2.4 Arduino IDE

Arduino IDE adalah perangkat lunak open-source yang digunakan untuk memprogram mikrokontroler Arduino. Arduino IDE tersedia untuk Windows, Mac OS, dan Linux dan dapat diunduh secara gratis dari situs resmi Arduino. Arduino IDE memungkinkan pengguna untuk membuat program untuk mikrokontroler Arduino dengan menggunakan bahasa pemrograman C atau C++.

2.5 MAX30100

Sensor MAX30100 menggunakan serial komunikasi I2C yang merupakan serial komunikasi open drain, dimana saat sinyal low maka menghasilkan nol volt dan saat sinyal high maka sinyal akan floating. Hasil output dari sensor dapat terbaca, jika menggunakan resistor sebagai pull-up pada pin SDA dan SCL. Karakterisasi sensor diperlukan untuk melihat nilai sensitivitas dari sensor MAX30100.

2.6 GSR (Galvanic Skin Response)

Sensor Galvanic Skin Response sensor juga dikenal sebagai konduktansi kulit metode mengukur konduktansi listrik dari kulit yang bervariasi dengan kelembaban tingkat kulit, sebuah sensor GSR adalah perangkat yang mengukur konduktansi listrik antara dua titik biasanya antara dua jari sebagai kedekatan kelenjar keringat tertinggi pada tangan dan kaki

2.7 LCD 16x2

Display elektronik adalah salah satu komponen elektronika yang berfungsi sebagai tampilan suatu data, baik karakter, huruf ataupun grafik. LCD (Liquid Crystal Display) adalah salah satu jenis display elektronik yang dibuat menggunakan teknologi CMOS logic yang bekerja dengan tidak menghasilkan cahaya tetapi memantulkan cahaya yang ada di sekelilingnya terhadap front-lit atau mentransmisikan cahaya dari back-lit. LCD ini berfungsi sebagai penampilk data baik dalam bentuk karakter, huruf, angka, ataupun grafik

3. Metodologi Penelitian

Dalam Penelitian ini dilakukan untuk mengembangkan alat deteksi tingkat stres pada mahasiswa dengan menggunakan sensor MAX30100 dan sensor GSR berbasis metode logika fuzzy pada Arduino Nano.

3.1 Pengambilan Data

Pengambilan data dalam penelitian ini dilakukan secara langsung dari tubuh responden melalui dua jenis sensor, yakni sensor GSR untuk konduktivitas kulit dan sensor MAX30100 untuk detak jantung. Kedua sensor terhubung ke Arduino Nano, yang kemudian mengirimkan data mentah secara real-time ke komputer melalui komunikasi serial. Data ini dikumpulkan dalam bentuk angka (mikrosiemens dan BPM), lalu disimpan untuk digunakan dalam proses pengolahan data lebih lanjut dengan logika fuzzy.

3.2 Pengumpulan Data Kuesioner

Kuesioner diatas berdasarkan dari [10] Stress dapat dideteksi melalui dua pendekatan utama, yaitu secara fisiologis (fisik) dan secara psikologis menggunakan kuesioner subjektif. Masing-masing pendekatan memiliki indikator yang saling berhubungan dan mendukung. Deteksi secara fisik melibatkan respons biologis tubuh terhadap stres, seperti peningkatan detak jantung, tekanan darah, gangguan tidur, kelelahan kronis, dan gangguan pencernaan. Respons-respons ini adalah manifestasi dari aktivasi sistem saraf simpatik, terutama melalui sumbu HPA (Hypothalamic-Pituitary-Adrenal) yang menyebabkan pelepasan hormon kortisol, hormon utama stres [11].

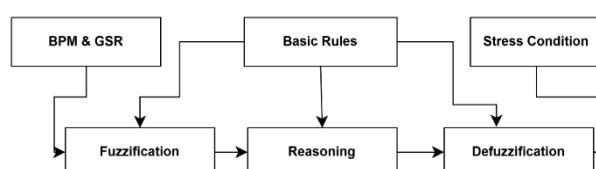
No	Pertanyaan	Skala
1	Saya merasa tertekan dengan banyaknya tugas kuliah.	1 – 5
2	Saya merasa cemas saat menghadapi ujian atau presentasi.	1 – 5
3	Saya merasa waktu yang tersedia tidak cukup untuk menyelesaikan semua tugas.	1 – 5
4	Saya merasa khawatir tentang nilai akademik saya.	1 – 5
5	Saya merasa beban akademik mengganggu keseimbangan hidup saya.	1 – 5
6	Saya merasa kesulitan bergaul dengan teman sebaya.	1 – 5
7	Saya merasa tertekan karena membandingkan diri dengan teman kuliah.	1 – 5
8	Saya merasa takut dikucilkan jika tidak mengikuti tren sosial.	1 – 5
9	Saya merasa tekanan dari keluarga terkait prestasi akademik.	1 – 5
10	Saya merasa kesepian atau tidak mendapat cukup dukungan sosial.	1 – 5
11	Saya merasa cemas mengenai keuangan pribadi.	1 – 5
12	Saya harus bekerja sambil kuliah untuk memenuhi kebutuhan.	1 – 5
13	Saya merasa stres memikirkan biaya kuliah dan kebutuhan lainnya.	1 – 5
14	Masalah keuangan mengganggu fokus belajar saya.	1 – 5
15	Saya merasa terbebani oleh pinjaman pendidikan atau hutang.	1 – 5
16	Saya merasa kehilangan motivasi untuk belajar.	1 – 5
17	Saya merasa mudah marah atau frustrasi tanpa alasan jelas.	1 – 5
18	Saya merasa lelah secara emosional hampir setiap hari.	1 – 5
19	Saya merasa pesimis terhadap masa depan saya.	1 – 5
20	Saya mengalami kesulitan mengelola waktu dan tanggung jawab.	1 – 5

Tabel 2. Tabel Kuesioner

3.3 Pengolahan Data

Setelah data dari sensor MAX30100 dan GSR diperoleh, data dikirim ke Arduino Nano yang telah diprogram dengan algoritma logika fuzzy untuk mengklasifikasikan tingkat stres. Data awal disaring untuk menghilangkan noise, lalu disusun dalam tabel. Pada tahap fuzzifikasi, nilai detak jantung dan konduktivitas kulit diubah ke kategori linguistik seperti “lambat”, “normal”, “cepat” dan “rendah”, “sedang”, “tinggi”. Sistem kemudian menerapkan aturan fuzzy berbasis IF–THEN untuk menentukan output berdasarkan kombinasi input. Hasilnya didefuzzifikasi menjadi nilai crisp yang digunakan untuk menentukan tingkat stres: rileks, tenang, cemas, atau stres. Sebagai validasi, responden juga mengisi kuesioner stres dengan 20 pernyataan skala Likert mencakup tekanan akademik, sosial, finansial, dan kesehatan mental. Hasil dari sistem dibandingkan dengan hasil kuesioner untuk setiap responden. Pendekatan ini menggabungkan data fisiologis dan psikologis guna menciptakan metode deteksi stres yang lebih holistik, objektif, dan akurat.

Berdasarkan ilustrasi blok sistem fuzzy pada Gambar 1, sistem memiliki dua input utama, yaitu detak jantung dan konduktansi kulit (GSR), yang diproses untuk mendeteksi tingkat stres melalui beberapa tahapan logika fuzzy. Tahap pertama adalah fuzzifikasi, di mana nilai numerik dikonversi ke dalam kategori linguistik: detak jantung terbagi menjadi sangat lambat, lambat, cepat, dan sangat cepat; sedangkan GSR menjadi sangat kering, kering, basah, dan sangat basah. Selanjutnya, tahap penalaran fuzzy mengevaluasi kombinasi input berdasarkan 16 aturan IF–THEN menggunakan metode inferensi minimum untuk menentukan output tingkat stres. Output ini kemudian melalui tahap defuzzifikasi, yaitu proses



Gambar 1. Block Diagram

mengubah hasil fuzzy menjadi nilai tegas (crisp) yang dapat diklasifikasikan ke dalam empat kategori stres: rileks, tenang, cemas, dan stres.

Sistem berbasis aturan fuzzy adalah sistem berbasis pengetahuan pakar yang memuat algoritma fuzzy dalam basis aturan sederhana, yang merupakan rangkaian pernyataan linguistik aturan *IF-THEN* dengan konsekuensi.

1. Jika **GSR sangat kering** dan **detak jantung sangat lambat**, maka hasilnya adalah **rileks**.
2. Jika **GSR kering** dan **detak jantung sangat lambat**, maka hasilnya adalah **rileks**.
3. Jika **GSR basah** dan **detak jantung sangat lambat**, maka hasilnya adalah **tenang**.
4. Jika **GSR sangat basah** dan **detak jantung sangat lambat**, maka hasilnya adalah **tenang**.
5. Jika **GSR sangat kering** dan **detak jantung lambat**, maka hasilnya adalah **rileks**.
6. Jika **GSR kering** dan **detak jantung lambat**, maka hasilnya adalah **tenang**.
7. Jika **GSR basah** dan **detak jantung lambat**, maka hasilnya adalah **cemas**.
8. Jika **GSR sangat basah** dan **detak jantung lambat**, maka hasilnya adalah **cemas**.
9. Jika **GSR sangat kering** dan **detak jantung cepat**, maka hasilnya adalah **tenang**.
10. Jika **GSR kering** dan **detak jantung cepat**, maka hasilnya adalah **cemas**.
11. Jika **GSR basah** dan **detak jantung cepat**, maka hasilnya adalah **cemas**.
12. Jika **GSR sangat basah** dan **detak jantung cepat**, maka hasilnya adalah **stress tinggi**.
13. Jika **GSR sangat kering** dan **detak jantung sangat cepat**, maka hasilnya adalah **tenang**.
14. Jika **GSR kering** dan **detak jantung sangat cepat**, maka hasilnya adalah **cemas**.
15. Jika **GSR basah** dan **detak jantung sangat cepat**, maka hasilnya adalah **stress tinggi**.
16. Jika **GSR sangat basah** dan **detak jantung sangat cepat**, maka hasilnya adalah **stress tinggi**

3.4 Evaluasi

Tahap evaluasi dilakukan untuk memeriksa nilai akurasi dari proses pemodelan atau hasil dari proses pelatihan dan validasi data guna menyusun kesimpulan penelitian. Pada tahap evaluasi, digunakan confusion matrix untuk mengukur kinerja suatu algoritma. Berikut ini adalah komponen dalam confusion matrix :

	Prekdisi Rileks	Prediksi Tenang	Prediksi Cemas	Prediksi Stres
Aktual Rileks	TP1	FN1	FN2	FN3
Aktual Tenang	FN4	TP2	FN5	FN6
Aktual Cemas	FN7	FN8	TP3	FN9
Aktual Stres	FN10	FN11	FN12	TP4

Tabel 3. Confusion Matrix

4. Pengujian dan Pembahasan

4.1 Pengujian Alat

Pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah alat deteksi tingkat stres berbasis Arduino Nano dengan sensor MAX30100 dan sensor GSR bekerja sesuai perancangan. Pengujian mengambil data terhadap 10 responden mahasiswa dengan membaca data detak jantung (Heart Rate) dan konduktivitas kulit (GSR), lalu memprosesnya menggunakan metode Fuzzy Logic. Pengujian dilakukan untuk mengevaluasi kinerja alat dalam mendeteksi tingkat stres mahasiswa berdasarkan parameter fisiologis detak jantung (HR) dan konduktivitas kulit (GSR). Setiap peserta diuji dengan alat secara real-time, kemudian hasil alat dibandingkan dengan hasil kuesioner



Gambar 2. Rangkaian Alat

4.2 Hasil Pengumpulan Data

No	Responden	Hasil Uji 1 BPM	Hasil Uji 2 BPM	Selisih BPM	Hasil
1	Responden 1	74.2	80.2	7.77202073	Cukup Stabil
2	Responden 2	89.5	85.9	4.10490308	Sangat Stabil
3	Responden 3	100.2	75.4	28.2460137	Kurang Stabil
4	Responden 4	77.8	90.5	15.0920974	Kurang Stabil
5	Responden 5	89.9	99.7	10.3375527	Cukup Stabil
6	Responden 6	104.1	100.3	3.71819961	Sangat Stabil
7	Responden 7	88.4	90.4	2.23713647	Sangat Stabil
8	Responden 8	76.6	85.2	10.6304079	Cukup Stabil
9	Responden 9	68.3	75.8	10.4094379	Cukup Stabil
10	Responden 10	81.6	97	17.2452408	Kurang Stabil
11	Responden 11	92.7	90.2	2.73373428	Sangat Stabil
12	Responden 12	95.1	85.9	10.1657459	Cukup Stabil
13	Responden 13	83.4	74.2	11.6751269	Cukup Stabil
14	Responden 14	77.3	100.4	25.9988745	Kurang Stabil
15	Responden 15	92.3	88.8	3.86526781	Sangat Stabil
16	Responden 16	84.8	97.5	13.9330773	Kurang Stabil
17	Responden 17	88.9	92.2	3.64439536	Sangat Stabil
18	Responden 18	70.7	84.7	18.018018	Kurang Stabil
19	Responden 19	101.5	74.9	30.1587302	Kurang Stabil
20	Responden 20	95.3	77.6	20.4742626	Kurang Stabil
21	Responden 21	72.	83.3	14.5524791	Kurang Stabil
22	Responden 22	86.	93.7	8.56983862	Cukup Stabil
23	Responden 23	102.3	98.8	3.4808553	Sangat Stabil

Tabel 4. Tabel Data

Berdasarkan data pada Tabel 4, hasil analisis menunjukkan bahwa dari total 23 responden, sebanyak 7 responden (30,43%) tergolong dalam kategori sangat stabil, 7 responden (30,43%) berada pada kategori cukup stabil, dan 9 responden (39,13%) masuk dalam kategori kurang stabil. Dengan demikian, sebanyak 60,87% dari total pengukuran menunjukkan hasil yang stabil, yaitu gabungan antara kategori sangat stabil dan cukup stabil, sementara sisanya sebesar 39,13% menunjukkan kondisi kurang stabil

4.3 Perbandingan Dengan Hasil Kuesioner

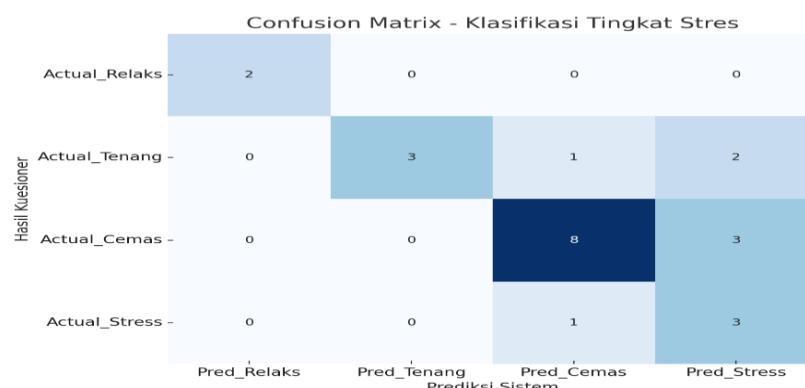
Responden	HR (BPM)	GSR (Siemens)	Hasil Alat	Hasil Kuesioner	Cocok / Tidak Cocok
Responden 1	98.3	6	Stress	Stress	Cocok
Responden 2	73.7	4.2	Cemas	Cemas	Cocok
Responden 3	63.1	3	Relaks	Relaks	Cocok
Responden 4	92.5	3.5	Cemas	Stress	Tidak Cocok
Responden 5	102	5.1	Stress	Cemas	Tidak Cocok
Responden 6	106	5	Stress	Tenang	Tidak Cocok
Responden 7	98.4	4.7	Cemas	Cemas	Cocok
Responden 8	61.2	2.7	Relaks	Relaks	Cocok
Responden 9	62.4	3.9	Tenang	Tenang	Cocok
Responden 10	69.6	5.4	Cemas	Cemas	Cocok
Responden 11	101	5.8	Stress	Cemas	Tidak Cocok
Responden 12	75	5.1	Cemas	Cemas	Cocok
Responden 13	94.8	5.1	Cemas	Cemas	Cocok
Responden 14	104	6	Stress	Tenang	Tidak Cocok
Responden 15	80.4	3.7	Cemas	Cemas	Cocok
Responden 16	85	4.2	Cemas	Cemas	Cocok
Responden 17	91.3	4.7	Cemas	Tenang	Tidak Cocok
Responden 18	98.2	6	Stress	Cemas	Tidak Cocok
Responden 19	72.5	3	Tenang	Tenang	Cocok
Responden 20	97.6	4.5	Stress	Stress	Cocok
Responden 21	68.2	3.6	Tenang	Tenang	Cocok
Responden 22	113	4.6	Stress	Stress	Cocok
Responden 23	85.9	3.8	Cemas	Cemas	Cocok

Tabel 5. Perbandingan Hasil

Memperlihatkan perbandingan antara penilaian tingkat stres yang dihasilkan oleh alat pengukur fisiologis yang didasarkan pada nilai Detak Jantung dan Respons Kulit Galvanik dengan hasil yang diperoleh dari kuesioner yang diisi oleh 23 peserta. "Hasil Alat" mencerminkan klasifikasi yang dihasilkan sistem berdasarkan nilai Detak Jantung dan Respons Kulit Galvanik, sedangkan kolom "Hasil Kuesioner" menunjukkan jawaban para responden dari kuesioner tersebut. Hasil analisis mengungkapkan bahwa terdapat kecocokan sebesar 69,6% antara sistem deteksi stres yang menggunakan sensor dengan jawaban dari kuesioner. Temuan ini menunjukkan bahwa sistem tersebut memiliki tingkat akurasi yang cukup, namun masih ada kesempatan untuk meningkatkan akurasi lebih lanjut

4.4 Confusion Matrix

Berdasarkan data yang diperoleh, dilakukan perhitungan akurasi sistem sebagai berikut:



Gambar 2. Hasil Confusion Matrix

Berdasarkan Gambar 2. menampilkan evaluasi sistem deteksi stres berbasis logika fuzzy yang dibandingkan dengan hasil kuesioner. Dari 23 data uji, sistem berhasil mengklasifikasikan 16 data secara tepat dengan akurasi 69,6%. Kategori Relaks menunjukkan hasil sempurna (presisi, recall, dan F1-score = 1.00), sementara kategori Tenang hanya memiliki recall 0.60 meskipun presisi 1.00. Kategori Cemas memiliki nilai evaluasi cukup baik (0.89), dan Stres memiliki recall tinggi (1.00) namun presisi 0.75. Secara keseluruhan, sistem bekerja cukup baik, namun masih memerlukan penyempurnaan pada desain fungsi keanggotaan dan aturan fuzzy, terutama untuk meningkatkan akurasi pada kategori Tenang.

5. Kesimpulan

Sesuai rumusan masalah dan hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa indikator fisiologis yang utama untuk mengukur tingkat stres mahasiswa adalah laju detak jantung dan respons kulit galvanik. Parameter ini terbukti efektif dalam merefleksikan reaksi fisik terhadap stres dan dapat dipakai sebagai dasar untuk mengklasifikasikan tingkat stres secara langsung. Penggabungan antara sensor MAX30100 untuk detak jantung dan sensor GSR untuk mengukur resistansi kulit telah berhasil diterapkan secara fungsional dengan menggunakan mikrokontroler Arduino Nano, yang berfungsi untuk memproses data dari kedua sensor ini.
2. Integrasi sensor MAX30100 dan sensor GSR pada sistem berbasis Arduino Nano berhasil dilakukan dengan baik. Sistem ini mampu mengakuisisi data detak jantung dan konduktivitas kulit secara real-time, memproses data tersebut, dan menampilkan hasil klasifikasi tingkat stres pada LCD 16x2. Perangkat keras bekerja stabil dengan komunikasi I2C untuk sensor MAX30100 dan input analog untuk sensor GSR.
3. Berdasarkan pengujian terhadap 23 responden, sistem menghasilkan akurasi sistem sebesar 69,6%, menunjukkan bahwa sistem paling akurat dalam mendeteksi kategori “relaks” dan “cemas”, namun masih terdapat ketidaksesuaian dalam membedakan kondisi “tenang” dan “stres”. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa sistem yang dibangun telah menjawab ketiga rumusan masalah penelitian, yaitu mengidentifikasi indikator fisiologis stres, mengintegrasikan sensor berbasis mikrokontroler, serta menerapkan metode *fuzzy logic* dalam klasifikasi tingkat stres secara real time.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini, peneliti memiliki beberapa saran yang dapat dijadikan masukan atau bahan pertimbangan untuk peneitian selanjutnya. Berikut ada beberapa saran untuk peneliti selanjutnya.

1. Menggunakan sensor yang lebih terbaru seperti Max30102 yang terbaru agar proses dari data lebih sempurna
2. Peneliti selanjutnya bisa menambah jumlah responden yang teliti agar hasil dari alat lebih akurat

Daftar Pustaka

- [1] N. Fathirachman Mahing, A. Lazuardi Gunawan, A. Foresta Azhar Zen, F. Abdurrachman Bachtiar, and S. Agung Wicaksono, “Klasifikasi Tingkat Stress dari Data Berbentuk Teks dengan Menggunakan Algoritma Support Vector Machine (SVM) dan Random Forest,” *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 10, no. 7, pp. 1527–1536, 2023, doi: 10.25126/jtiik.1078010.
- [2] D. Franciska Mey Dina, T. Haryanti, and M. Amirul Haq, “SNESTIK Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika DETEKSI GANGGUAN DEPRESI MENGGUNAKAN MACHINE LEARNING : TINJAUAN PUSTAKA,” <Https://Ejurnal.Itats.Ac.Id/Snestik> Dan <Https://Snestik.Itats.Ac.Id>, pp. 52–59, 2024, [Online]. Available: <https://ejurnal.itats.ac.id/snestik> dan <https://snestik.itats.ac.id>
- [3] Thasya Nur Oktaviona, Herlina, and T. H. Sari, “Faktor Yang Mempengaruhi Tingkat Stres Pada Mahasiswa Akhir,” *Jurnal Keperawatan Tropis Papua*, vol. 6, no. 1, pp. 26–32, 2023, doi: 10.47539/jktp.v6i1.344.
- [4] D. Suratmini and T. Afriani, “Pemanfaatan Deteksi Stres Remaja Yang Efektif Dan Efisien Melalui Aplikasi: Systematic Review,” *Jurnal Keperawatan Respati Yogyakarta*, vol. 6, no. 1, p. 542, 2020, doi: 10.35842/jkry.v6i1.293.
- [5] H. R. Fajrin, Sasmeri, L. R. Prilia, and B. Untara, “Design of stress detector with fuzzy logic method (GSR and heart rate parameters),” *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, vol. 37, no. 1, pp. 56–68, 2025, doi: 10.11591/ijeecs.v37.i1.pp56-68.
- [6] Musradinur, “STRES DAN CARA MENGATASINYA DALAM PERSPEKTIF PSIKOLOGI,” vol. 2, no. July, pp. 183–200, 2020.
- [7] R. Ismail, S. Surorejo, and P. Septiana, “SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW: PENERAPAN METODE FUZZY LOGIC DALAM SISTEM PAKAR,” *IJIR*, vol. 3, no. 2, pp. 47–53, 2022, [Online]. Available: <https://ieeexplore.ieee.org/>

-
- [8] A. D. Cantara and A. M. Ceniza, "Stress Sensor Prototype : Determining the Stress Level in using a Computer through Validated Self-Made Heart Rate (HR) and Galvanic Skin Response (GSR) Sensors and Fuzzy Logic Algorithm," *International Journal ERTV*, vol. 5, no. 03, pp. 28–38, 2020.
 - [9] 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," *International Journal of Electrical and Computer Engineering*, vol. 14, no. 2, pp. 2156–2166, 2024, doi: 10.11591/ijece.v14i2.pp2156-2166.
 - [10] P. C. Nwangwu and N. M. Eze, "Lecturers' and Students' Perception on Role of Social Support and Psychological First Aid in Assisting Financial Fraud Victims in South-East, Nigeria," *International Journal of Home Economics, Hospitality and Allied Research*, vol. 3, no. 1, pp. 325–339, 2024, doi: 10.57012/ijhhhr.v3n1.025.
 - [11] G. M. Slavich, "Safety Theory: A Biologically Based Evolutionary Perspective on Life Stress, Health, and Behavior," *Annu Rev Clin Psychol*, vol. 54, p. 20, Mar. 2020, doi: 10.1146/annurev-clinpsy-032816.