

Rancang Bangun Alat Pendeteksi Gejala Awal Ketegangan (Stress) Pada Manusia Menggunakan Sensor DS18B20, GSR (Galvanic Skin Response) dan *Pulse Sensor*

(*Health Condition Monitoring System Before and After Sports Using Pulse Sensor and DS18B20 Sensor with Naive Bayes Method*)

Sumiati^[1], I Gede Putu Wirama Wedashwara W^[1], Ariyan Zubaidi^[1]

^[1]Dept Informatics Engineering, Mataram University

Jl. Majapahit 62, Mataram, Lombok NTB, INDONESIA

Email: sumiati121110@gmail.com, [wirarama, zubaidi13]@unram.ac.id

Stress is a common response to demands on the body. This demand is a necessity to adapt and it causes the body's balance to be disturbed, stress is not only experienced by the elderly but also experienced by young people. Students are a group that is vulnerable to stress. Students who are carrying out practicums and preparing their thesis often experience stress due to academic demands because they have to meet deadlines so that it is not uncommon for students to experience stress. It is necessary to note that stress can occur at any time because stress is a part of human life that cannot be avoided but can be controlled. With the existence of stress that cannot be avoided by everyone in order to avoid losses caused by stress, an automatic early detection system is needed for the initial symptoms of a person's tension (stress) using sensors: GSR (Galvanic Skin Response) sensor, Pulse sensor & Sensor DS18B20, the three sensors detect three parameters: body temperature, skin moisture & heart rate where the conclusion of individual values (relax, anxiety, calm, stress) has been determined in advance according to health values, in this study the Fuzzy Tsukamoto method was applied because it has a tolerance to data and is highly flexible and can provide responses based on qualitative, inaccurate, and ambiguous information. That way the system built shows the ability of the three parameters to detect relaxed conditions of 11%, calm 43%, anxiety 28% and stress 18% with a duration of 1 to 2 minutes for each user. With a system built, individuals will remain aware of their health and still be able to adapt themselves so as not to affect mental health.

Key words: *Wemos D1 R32, Pulse Sensor, Galvanic Skin Response, ds18b20, stress, fuzzy tsukamoto, temperature, humidity, heart rate.*

I. PENDAHULUAN

Salah satu masalah kesehatan terbesar yang memiliki dampak pada kinerja akademik adalah masalah stress akademik [1]. Mahasiswa menjadi kelompok yang rentan terhadap stress. Stress yang biasanya dialami mahasiswa disebabkan adanya tuntutan kehidupan dan tanggung jawab akademik [2]. Tuntutan tersebut membawa perubahan yang lebih tinggi terhadap setiap individu untuk mampu bersaing dan berkompetisi dalam kehidupannya, apalagi mahasiswa yang sedang melaksanakan praktikum dan menyusun skripsi seringkali mengalami stress akibat tuntutan akademik karena harus mengejar *deadline* sehingga tak jarang mahasiswa mengalami stress. Oleh karena itu individu harus bisa beradaptasi tidak mengalami suatu kejenuhan dan penuh tekanan, Sedangkan stress dapat terjadi setiap waktu karena stress merupakan bagian dari kehidupan manusia yang

tidak dapat dihindarkan tetapi dapat dikendalikan

orang tentu akan berbeda-beda yaitu berdasarkan usia dan pengalaman olahraga yang sudah dilakukan. Seorang atlet akan memiliki intensitas target lebih tinggi dibandingkan dengan penggemar olahraga biasa, meskipun rutin berolahraga. Oleh karena itu atlet memiliki risiko cedera yang lebih tinggi [1].

Stress adalah respon umum terhadap adanya tuntutan pada tubuh. Tuntutan tersebut adalah keharusan untuk menyesuaikan diri dan itu menyebabkan keseimbangan tubuh terganggu. Gejala secara fisik individu yang mengalami stress, antara lain ditandai oleh : gangguan jantung, tekanan darah tinggi, ketegangan pada otot, sakit kepala, telapak tangan dan atau kaki terasa dingin, pernapasan tersengal-sengal, kepala terasa pusing, perut terasa mual-mual, gangguan pada pencernaan, susah tidur, bagi wanita akan mengalami gangguan menstruasi, dan gangguan seksual (impotensi) [4].

Dengan keberadaan stress yang tidak bisa terelakan oleh setiap orang maka diperlukan sistem pendeteksian otomatis sejak dini terhadap kondisi ketegangan (stress) seseorang. Pengukuran denyut jantung, suhu tubuh dan kelembapan kulit saat ini masih menggunakan peralatan yang terpisah atau belum terintegrasi sehingga kurang efektif dan efisien. Contohnya seperti thermometer dan stetoskop merupakan alat yang biasa digunakan oleh tenaga medis untuk mengukur suhu tubuh dan denyut jantung, alat-alat tersebut digunakan secara terpisah untuk memonitoring kondisi kesehatan manusia. Dengan adanya permasalahan tersebut guna menghindari kerugian yang ditimbulkan oleh stress, maka dari itu untuk mengidentifikasi dan mengukur gejala awal stress secara fisiologi penulis memiliki ide untuk mempermudah individu dalam mengontrol atau lebih waspada dalam keadaan Kesehatan mental yakni dengan membuat alat pendeteksi gejala awal stress pada manusia yaitu untuk mengetahui laju denyut jantung, suhu tubuh maupun kelembapan kulit seseorang berada dalam kondisi rileks, tenang, cemas atau stress. penulis menggunakan sensor DS18B20 digunakan untuk mendeteksi suhu tubuh seseorang dengan satuan *celcius* ($^{\circ}\text{C}$), *pulse sensor* digunakan untuk

mendeteksi detak jantung seseorang dalam satuan *beat per minute* (bpm) dan GSR (Galvanic Skin Response) digunakan untuk mendeteksi respon kulit melalui kelenjar keringat seseorang dengan satuan (*siemens*). Instrumentasi tersebut merupakan beberapa prediktor yang dianggap mampu untuk mendeteksi tingkat stres seseorang menjadi beberapa tingkatan [4]

Tabel 1. 1 Parameter tingkat stress pada usia dewasa lebih dari 17 tahun [6].

Kondisi	Parameter		
	HR (bpm)	T (°C)	GSR (<i>siemens</i>)
Rilex	60-70	36-37	<2
Tenang	70-90	35-36	2 - 4
Cemas	90-100	33-35	4 – 6
Stres	>100	<33	>6

Sesuai dengan tabel diatas tingkatan stres pada sistem yang akan dibuat dibagi menjadi 4 bagian yakni Rilex, Tenang, Cemas dan Stres. Penelitian ini dilakukan pada individu umur 18-25 tahun yang tidak dalam keadaan gangguan jiwa dan tidak sedang berolahraga dengan menggunakan tiga sensor yaitu *pulse sensor*, GSR (Galvanic skin Response) dan DS18B20, data dari ketiga sensor tersebut akan diproses oleh wemos D1 R32 sebagai mikrokontroler yang mengelolah data dengan penerapan metode *Fuzzy Tsukamoto* kemudian hasil dari data dikirim ke protocol HTTP kemudian data yang tersimpan ke database akan dikelola dan akan ditampilkan ke *website*.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Pada penelitian berikut melakukan perancangan dan pembuatan sistem deteksi tingkat stress manusia berbasis android dengan menggunakan parameter suhu tubuh, *heart rate* dan *galvanic skin response* dimana dilakukan pengujian dengan cara membandingkan hasil dari pengukuran alat dengan hasil dari pengukuran manual yang dilakukan oleh seorang dokter psikologi Kemudian dari hasil perbandingan tersebut akan didapatkan apakah alat yang dibuat bisa digunakan sebagai alat pendeteksi tingkat stress manusia. maka kesimpulan mengenai sistem kerja dari rangkaian yaitu alat yang dibuat memiliki persentase keberhasilan sebesar 40% yang diambil dari 5 data sample obyek yang diukur [7]. Begitupun pada penelitian ini mendeteksi gejala awal ketegangan pada manusia atau stress, sama-sama menggunakan tiga parameter yang sama yaitu denyut jantung, suhu tubuh dan kelembaban kulit tetapi untuk mengukur tingkat denyut jantung pada penelitian ini menggunakan *pulse sensor*, merngukur tingkat kelembaban kulit megggunakan GSR (Galvanic Skin Response) dan untuk mengukur tingkat suhu tubuh menggunakan DS18B20 sedangkan pada penelitian sebelumnya untuk mengukur tingkat suhu tubuh menggunakan 2 sensor yaitu LM35 dan DS18B20 yakni terlalu memboros alat jika menggunakan satu saja sudah cukup jadi penulis menggunakan cukup satu alat untuk satu parameter, untuk mengukur tingkat kelembaban kulit yaitu Galvhanic Skin Response (GSR) dan untuk mengukur detak jantung menggunakan *heart rate sensor* selain itu penelitian sebelumnya masih menggunakan bluetooth untuk serial komunikasinya sedangkan penulis menggunakan wifi.

Penelitian berikut ini membuat alat yang mampu

mengukur tingkat kesetresan manusia dengan variabel yang diukur yaitu suhu tubuh menggunakan sensor suhu DS18B20, kelembaban kulit untuk mengukur konduktansi listrik dari kulit yaitu Galvanic Skin Response (GSR) dan detak jantung sensor yang digunakan yaitu pulse sensor. Ketiga variable tersebut diproses menggunakan mikrokontroler ATMega328, yang akan ditampilkan pada LCD guna mengetahui pengukuran tingkat kestresan manusia Kemudian alat diuji coba secara menyeluruh untuk mengetahui kinerja alat pengukur kesetresan manusia. Berdasarkan hasil dari uji coba dapat disimpulkan bahwa alat pengukur kesetresan manusia telah layak digunakan sebagai sarana untuk menentukan tingkat kesetresan manusia yang diklasifikasikan sebagai rileks, comas, tenang dan stress Tingkat akurasi ketiga parameter menunjukkan presentase untuk sensor heart 98.67%, sensor suhu 97.77% dan sensor kelembaban kulit 98.45% [8]. Begitupun penelitian yang penulis lakukan sama-sama menggunakan ketiga parameter yang sama tetapi pada penelitian ini penulis mengelola data sensor dari ketiga variable tersebut diproses menggunakan mikrokontroler Wemos D1 R32 dan kemudian ditampilkan pada *website*.

Penelitian yang dilakukan pada sebuah perusahaan produksi peleburan baja dimana terdapat sebuah divisi yang harus mempersiapkan mental dan kesehatan para pekerja yang berkerja diperusahaan tersebut. Dimana perusahaan membutuhkan alat berupa alat cek kesehatan asing untuk setiap pekerja yang sebagian besar berkerja di bagian produksi bagian peleburan baja. Di divisi itu para pekerja harus tenang dan sehat. Untuk memudahkan pengecekan kesehatan dan kondisi tubuh pekerja, maka dibuatlah alat berupa pendeteksi tingkat ketegangan tubuh manusia atau tingkat stress pekerja keseluruhan alat dibagi menjadi beberapa bagian yaitu handphone android. mikrokontroler Arduino Uno R3, Sensor Detak Jantung MAX30100, dan sensor konduktansi kulit GSR. Bagi yang menggunakan alat ini sudah dimudahkan yaitu sistemnya berupa Internet of Things (IoT) dan biasa diterapkan di android pekerja Alat ini telah diuji dan dapat digunakan sebagai strede android melalui koneksi WIFI atau jaringan internet tanpa harus memeriksa secara manual implementasi sensor detak jantung MAX30100 dan sensor kundutansi listrik GSR menggunakan mikrokontroller arduino pada alat pendeteksi tingkat stress-ridtva anferditya di Dalam bidang pekerjaan pada keadaan ekstrem sangat dibutuhkan ketenangan dan fokus yang sangat tinggi para pekerja dibidang itu saat ini belum semua memperhatikan hal ini dikarenakan kurangnya alat yang dapat menghitung itu secara bersamaan [9]. Penelitian serupa juga yang dilakukan oleh penulis yaitu membuat alat deteksi gejala awal ketegangan atau stress pada mahasiswa yang membedakan dari penelitian sebelumnya penulis menggunakan tiga parameter dan sensor untuk mengecek ketegangan individu yaitu detak jantung menggunakan *pulse sensor*, suhu tubuh menggunakan sensor DS18B20 dan kelembaban kulit menggunakan GSR (Galvanic Skin Response).

Penelitian berikut ini yaitu mendeteksi tinggi level kejenuhan atau ketegangan manusia dengan memeperhitungkan tekanan darah, detak jantung dan GSR (Galvanic Skin Resistance). Alat pendeteksi *stress*

pada manusia yang sudah dirancang ini memiliki sensor GSR yang berfungsi sebagai pendeteksi nilai konduktansi kulit dari dua jari di satu tangan, sensor MPX5050dp yang berfungsi sebagai pendeteksi tekanan darah dan detak jantung. Digunakannya ATMEga8535 karena mikrokontroler ini mudah didapat dan juga sangat murah dari segi biaya yang digunakan. ADC yang digunakan untuk mengubah tegangan analog ke data digital sudah berada di dalam mikrokontroler. Besarnya tekanan darah, detak jantung dan nilai GSR akan ditampilkan oleh penampil LCD 16x2. Tiap-tiap sensor akan mengambil data sesuai parameter yang diukur kemudian membandingkannya dengan tabel batasan tingkat stress manusia pada usia dewasa muda (20-29 tahun). Dari hasil perbandingan dengan tabel tersebut, maka akan diperoleh suatu keputusan yang menampilkan kondisi tingkat *stress* pada manusia [10]. Begitupun penelitian yang penulis lakukan namun untuk parameter yang penulis lakukan yaitu detak jantung menggunakan *sensor pulse*, suhu tubuh menggunakan sensor DS18B20 dan kelembaban kulit menggunakan sensor GSR (Galvanic Skin Response) kemudian data yang dihasilkan dari ketiga sensor tersebut diproses pada wemos D1 R32 sebagai mikrokontroler dan hasilnya akan ditampilkan pada website, bedanya dengan penelitian sebelumnya penulis tidak menggunakan parameter tekanan darah karena penulis menggunakan sensor detak jantung, jika detak jantung cepat maka tekanan darah meningkat karena sesuai dengan pompa jantung.

Penelitian berikut ini dilakukan untuk memonitoring denyut nadi sebagai cara cepat menentukan stres yang dilakukan oleh Fachrul Rozie, dimana Denyut jantung atau nadi merupakan indikasi penting dalam bidang kesehatan yang berguna sebagai bahan evaluasi efektif dan cepat serta berfungsi untuk mengetahui kondisi kesehatan pada tubuh seseorang. Metode pengukuran jumlah denyut nadi telah digunakan dokter untuk menentukan stres, relaksasi, tingkat kebugaran fisik, dan kondisi mesid. Alat monitoring Denyut Nadi (MDN) dirancang untuk menampilkan denyut nadi secara *realtime* dan kontinyu di *smartphone* Android. Alat ini menggunakan sensor *pulse* yang diletakan pada ujung jari tangan sebagai alat pendeteksi denyut nadinya yang diproses dengan mikrokontroler Arduino Uno dan menggunakan *smartphone* Android sebagai basis sistem yang diterapkan untuk mengoperasikan dan menampilkan data denyut nadi. Sistem koneksi antara alat dan *smartphone* Android menggunakan media *Bluetooth*. Berdasarkan hasil pengujian bisa disimpulkan bahwa alat ini bisa berkerja dengan baik dengan perbandingan selisish hasil uji dengar alat Spot Vital Signs (SVS) sebesar 0,07-2,47 BPM dengan batas toleransi 5BPM. Alat ini juga dapat menyimpan data hasil pengukuran denyut nadi di aplikasi *smartphone* Android, sehingga dapat diolah untuk keperluan lebih lanjut [11]. Penelitian serupa yang dilakukan penulis yaitu merancang alat deteksi gejala awal stres pada manusia yang menggunakan parameter denyut nadi, kelembaban kulit dan suhu tubuh.

III. METODE PERANCANGAN

A. Alat dan Bahan

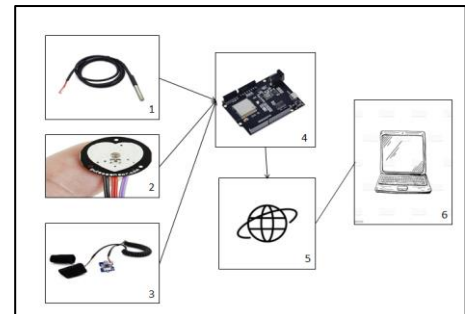
Dalam merancang sistem deteksi gejala awal ketegangan (stress) pada manusia menggunakan sensor DS18B20, GSR (Galvanic Skin Response) dan *Pulse*

Sensor ada beberapa alat dan bahan yang dibutuhkan, yaitu :

1. Alat penelitian
 - a. Perangkat keras
 - Laptop
 - USB
 - Solder / Obeng
 - b. Perangkat lunak
 - Arduino Nano IDE 1.8.8
 - *Visual studio code*
 - *Jupiter Notebook (Python 3)*
 - *Fritzing*
 - *Browser*
 - XAMPP
 - *bootstrap*
2. Bahan penelitian
 - a. 1 Wemos D1 R32 sebagai mikrokontroler
 - b. 1 buah sensor denyut jantung *pulse sensor* untuk mengukur denyut jantung
 - c. 1 buah sensor suhu DS18B20 untuk mengukur suhu tubuh
 - d. 1 buah sensor kelembabanGSR (Galvanic skin Response) untuk mengukur kelembaban kulit
 - e. 2 buah set kabel *jumper*
 - f. 1 resistor 4.7 k

B. Rancangan Arsitektur Sistem

Gambaran dari perancangan arsitektur sistem deteksi gejala awal ketegangan (stress) pada manusia menggunakan sensor ds18b20, *pulse sensor* dan GSR (Galvanic skin Response) yang akan dibuat dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3. 1 Rancangan Arsitektur Sistem

Pada tahap perancangan arsitektur sistem akan dilakukan perancangan terhadap arsitektur dari sistem yang akan dibangun. Adapun beberapa penjelasan dari rancangan arsitektur sistem berikut ini sesuai pada gambar di atas:

1. DS18B20 yaitu sensor yang digunakan untuk mengukur suhu tubuh pengguna hasil pembacaan yang dilakukan sensor mengambil keputusan dan akan dikirimkan ke mikrokontroler.
2. *Pulse sensor* yaitu sensor yang digunakan untuk mengukur jumlah denyut jantung per menit pengguna hasil pembacaan yang dilakukan sensor mengambil keputusan dan akan dikirimkan ke Mikrokontroler.
3. Sensor GSR (Galvanic skin Response) yaitu sensor yang digunakan untuk mengukur kondisi kelembaban kulit pengguna hasil pembacaan yang dilakukan sensor akan dikirimkan ke Mikrokontroler.
4. Proses ke 4 yaitu data dari ketiga sensor dikirim ke mikrokontroler Wemos D1 R32 digunakan untuk mengelola data sensor GSR (Galvanic skin

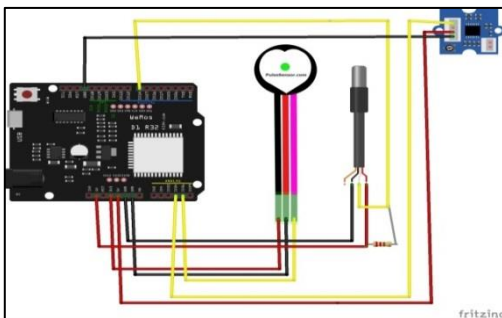
Response), *pulse sensor*, DS18B20, kemudian data kirimin ke *website*.

5. Kemudian data dipindahkan melalui kabel USB kepenyimpanan perangkat dan ditampilkan melalui *website localhost*.

C. Rancangan Perangkat Keras

Pada Gambar 3.3 merupakan gambaran rancangan perangkat keras dari perancangan sistem deteksi gejala awal ketegangan (stress) pada manusia menggunakan sensor *galvanic skin response* sensor DS18B20 dan *pulse sensor*. Berikut merupakan penjelasan dari masing-masing sensor dan rangkaian yang terdapat pada Gambar 3.3

1. Mikrokontroler Wemos D1 R32 dihubungkan dengan tiga sensor yaitu sensor DS18B20 unruk membaca nilai dari suhu tubuh, *pulse sensor* untuk membaca nilai dari detak jantung dan sensor *galvanic skin response* untuk mendeteksi atau membaca nilai kelembapan kulit
2. Sensor GSR (Galvanic skin Response) pada sensor GSR terdapat 3 pin yang digunakan untuk menghubungkan ke Wemos D1 R32 pin GND ke GND wemos, pin VCC ke 5 volt sedangkan pin data atau sinyal disambungkan ke analog IO34.
3. Sensor DS18B20 Sensor ini memiliki 3 buah kabel yang terhubung ke mikrokontroler. Kabel pertama yaitu kabel hitam GND yang terhubung ke pin GND. Kemudian kabel merah VCC yang terhubung ke pin 5V dan kabel kuning data atau sinyal yang terhubung ke pin digital 4, diberikan resistor sebesar 4.7ohm untuk menghubungkan kabel kuning dan merah.
4. Pulse sensor merupakan sensor yang dapat membaca denyut jantung. Pada rangkaian yang akan dibangun pulse sensor memiliki 3 buah kabel male yang terhubung ke mikrokontroler Wemos D1 R32 yaitu kabel berwarna putih GND yang terhubung ke pin GND, kabel berwarna abu-abu VCC yang terhubung ke pin 3v3 dan kabel berwarna ungu yang terhubung ke pin analog IO36.

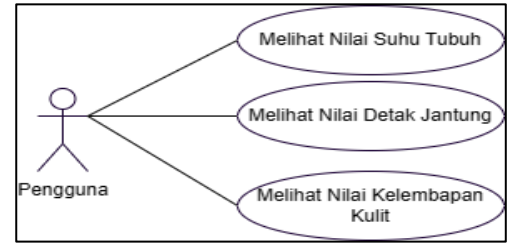


Gambar 3. 2 Rancangan Perangkat Keras

D. Perancangan Perangkat Lunak

Pada tahap perancangan perangkat lunak, dilakukan perancangan sistem untuk merancang aplikasi *website* dengan tujuan mempermudah *user* dalam menggunakan sistem. *Website* yang dibangun menggunakan perancangan XAMPP sebagai *local database* MySQL dan Apache *website server* dan HTML, CSS, MYSQL dan Bootstrap.

E. Use Case Diagram

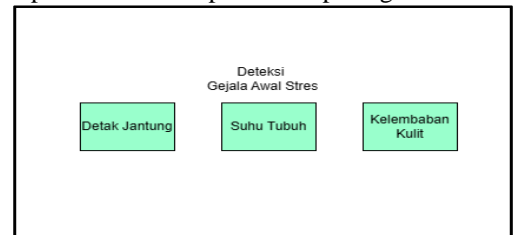


Gambar 3. 4 Use Case Diagram.

Gambar usecase diagram dapat dilihat pada gambar 3.5, pengaksesan pada sistem hanya dilakukan 1 *user* yakni mahasiswa, dapat dilihat *user* bisa melihat fitur apa saja yang disediakan oleh sistem dimana hasil deteksi kelembapan kulit, denyut jantung, suhu tubuh.

F. Interface website

Tampilan Halaman hasil monitoring ketegangan stress pada manusia dapat dilihat pada gambar 3.6.



Gambar 3. 3 Interface

Pada tampilan sistem hasil monitoring ketegangan stress ini, yang akan ditampilkan yakni berupa detak jantung, suhu tubuh, kelembapan kulit, status dan unduh. Untuk hasil nilai dari suhu tubuh didapatkan dari sensor DS18B20, nilai detak jantung didapatkan dari *pulse sensor* dan untuk nilai kelembapan kulit didapatkan dari sensor GSR (Galvanic Skin Respons). Kesimpulan hasil status yang didapatkan diperhitungkan menggunakan metode *fuzzy tsukamoto* sesuai pada Tabel 1.1.

G. Fuzzy Tsukamoto

Metode tsukamoto merupakan metode yang mana untuk setiap konsekuen pada aturan *IF-THEN* harus di representasikan pada suatu himpunan *fuzzy* dengan fungsi keanggotaan yang monoton. Pada kesempatan ini peneliti ingin menerapkan teori *Fuzzy* untuk memperediksi nilai dari beberapa parameter gejala awal stress. Sistem inferensi pada metode tsukamoto dapat mengklasifikasi masalah penentuan nilai deteksi gejala awal stres. Sistem pendukung keputusan dengan menggunakan metode tsukamoto adalah menerapkan parameter atau variable data pendukung yang meliputi jumlah detak jantung, suhu tubuh dan kelembababn kulit. Pada metode tsukamoto setiap rule yang ada diterapkan dengan menggunakan himpunan fuzzy dengan fungsi keanggotaan yang konstan, teori fuzzy tsukamoto adalah metode yang memiliki toleransi pada data dan sangat fleksibel. Kelebihan metode tsukamoto adalah bersifat intuitif dan dapat memberikan tanggapan berdasarkan informasi yang bersifat kualitatif, tidak akurat, dan ambigu [26].

$$Z = \frac{\alpha_1 Z_1 + \alpha_2 Z_2}{\alpha_1 + \alpha_2}$$

Terdapat empat tahap dalam penentuan nilai deteksi gejala awal menggunakan metode Tsukamoto

1. Fuzzyfikasi

Fuzzyfikasi adalah tahapan untuk memetakan input dan output nilai dalam himpunana fuzzy. Data input

adalah set yang tajam untuk menjadi transformasikan ke himpunan fuzzy berdasarkan jangkauan untuk menjadi variable. Ada dua aspek yang harus diperhatikan pertimbangan selama proses fuzzyfikasi, yaitu nilai input dan output dan fungsi anggota, yaitu digunakan untuk menentukan nilai fuzzy dari input dan output nilai-nilai tajam. Tiga input dan satu output digunakan, termasuk detak jantung, suhu tubuh dan kelembaban kulit [20].

2. Inferensi

Inferensi yaitu menggunakan fungsi implikasi min untuk mendapatkan nilai α -predikat tiap-tiap rule ($\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots \alpha_n$). Nilai α -predikat digunakan untuk menghitung keluaran inferensi secara tegas untuk $z_1, z_2, z_3, \dots z_n$.

Setelah membentuk anggota fungsi, langkah selanjutnya adalah untuk mengembangkan basis aturan. Basis aturan terdiri dari fuzzy basis aturan berbasis logika untuk menyatakan kondisi dengan menggunakan 64 rule.

Tabel 3.1 Range untuk Rules [3].

Kondisi	Parameter			Nilai
	GSR	Detak jantung	Suhu tubuh	
Rilex	<2	60-80	35-37	0-25
Tenang	2-4	70-90	34-36	25-50
Cemas	3-5	80-100	33-35	50-75
Stress	>6	>100	<33	75-100

3. Defuzzyfikasi

Defuzzyfikasi adalah suatu estimasi nilai keluaran fuzzy menjadi nilai keluaran tegas. Rumus yang digunakan pada tahap ini adalah rata-rata terbobot.

$$Z = \frac{\alpha_1 Z_1 + \alpha_2 Z_2}{\alpha_1 + \alpha_2}$$

H. Implementasi Sistem

Setelah tahap perancangan akan dilakukan proses implementasi dimana dilakukan penyusunan konfigurasi perangkat keras dan pembuatan perangkat lunak dari rancangan yang telah dibuat kemudian menghubungkan keduanya menjadi sebuah sistem menggunakan protokol komunikasi HTTP. Tahap implementasi sistem terbagi menjadi 2 yaitu:

1. 1. Penyusunan Perangkat Keras

Pulse Sensor, DS18B20, GSR, ESP32 Wemos D1 R32 akan disusun menjadi satu rangkaian elektronik yang akan digunakan untuk mengontrol sistem deteksi ketegangan pada manusia. Proses penyusunan perangkat disesuaikan dengan rancangan yang telah dibuat pada tahap perancangan perangkat keras sistem.

2. 2. Pembuatan Perangkat Lunak

Dilakukan pembuatan aplikasi *website* sederhana *software* XAMPP sebagai *local database* MySQL dan Apache *website server*. Perangkat lunak sistem pendeteksi berbasis *web* dan penerapan metode *Fuzzy Tsukamoto*.

I. Pengujian dan Evaluasi Sistem

Tahap pengujian dan evaluasi sistem akan dilakukan pengujian pada keseluruhan sistem yang telah dibuat. Pengujian dilakukan untuk mengamati dan

menganalisis fitur-fitur pada sistem deteksi gejala awal stress apakah sistem yang dibangun sudah sesuai dengan yang diharapkan atau belum.

Pada tahap pengujian dan evaluasi sistem akan dilakukan pengujian terhadap sistem yang telah dibangun dan akan dilakukan evaluasi apabila sistem tidak berjalan sesuai dengan yang diharapkan. Pengujian pertama dilakukan terhadap perangkat keras, yaitu apakah sensor yang digunakan sudah dapat membaca denyut jantung, kelembaban dan suhu tubuh. Pengujian kedua dilakukan pada keseluruhan sistem yang telah diterapkan metode *Fuzzy Tsukamoto*. Pengujian akan dilakukan pada 5 mahasiswa dalam 1 kelas yang sama baru melaksanakan perkuliahan, praktikum ataupun konsultasi skripsi. Pengujian dilakukan pada mahasiswa dalam 1 kelas yang sama untuk mengetahui ketegangan pada masing-masing mahasiswa dengan pelajaran dan deadline yang sama yang dihadapi. Pengujian terakhir dilakukan untuk evaluasi metode *Fuzzy Tsukamoto* yaitu dengan menggunakan sistem Inferensi *Fuzzy*, dimana proses sistem Inferensi *Fuzzy* ini mengubah nilai keluaran *Fuzzy* menjadi nilai keluaran tegas.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

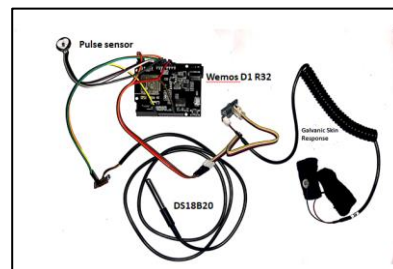
Pada bab hasil dan pembahasan akan dibahas tentang hasil dari penelitian yang berjudul “Rancang Bangun Alat Pendeteksi Gejala Awal Ketegangan (Stress) Pada Manusia Menggunakan sensor DS18B20, GSR (Galvanic Skin Response) dan *Pulse Sensor*” yang telah dilakukan, yang meliputi arsitektur sistem dan hasil pengujian sistem

A. Implementasi Sistem

Pada Tahap ini akan membahas tentang implementasi rancangan perangkat keras dan rancangan perangkat lunak berdasarkan rancangan yang telah dibahas pada bab sebelumnya.

A.1 Implementasi Rancangan Perangkat Keras

Pada tahap ini akan membahas tentang implementasi rancangan perangkat keras pada penelitian “Rancang Bangun Alat Pendeteksi Gejala Awal Ketegangan (Stress) Pada Manusia Menggunakan sensor DS18B20, GSR (Galvanic Skin Response) dan *Pulse Sensor*”. Tampilan yang telah dirancang secara keseluruhan perangkat keras dari sistem deteksi gejala awal ketegangan (stress) pada manusia dapat dilihat pada gambar 4.1 dibawah ini.



Gambar 4.1 Rancangan perangkat keras

Secara keseluruhan terdapat 4 buah komponen utama yaitu Wemos D1 R32, sensor DS18B20, *pulse sensor*, GSR (Galvanic Skin Response). 4 buah komponen ini akan dirancang menjadi satu kesatuan yang memiliki tugas masing-masing. Wemos D1 R32 berfungsi sebagai mikrokontroler yang dapat mengontrol keseluruhan komponen yang dimana nantinya komponen yang digunakan akan bekerja sesuai perintah dari Wemos D1 R32 sekaligus sebagai modul wifi untuk menghubungkan data dari perangkat keras dan

ditampilkan pada perangkat lunak (website) melalui internet, sensor DS18B20 berfungsi sebagai sensor yang dapat melakukan pembacaan suhu pada tubuh manusia skala 3 detik, *pulse sensor* berfungsi sebagai sensor yang mampu pembacaan denyut jantung atau nadi pada manusia, sensor *galvanic skin response* berfungsi sebagai sensor yang mampu pembacaan kelembaban kulit pada manusia skala 5 detik. Berikut dibawah ini merupakan hasil keseluruhan dari rancangan perangkat keras deteksi gejala awal stres.

Fungsi dari masing-masing adalah sebagai berikut :

1. Wemos D1 R32 digunakan sebagai mikrokontroler untuk memperoleh nilai dari ketiga sensor yaitu : *pulse sensor*, *galvanic skin response* dan DS18B20.
2. Pulse sensor digunakan untuk memperoleh denyut jantung dalam waktu per satu menit atau dalam satuan BPM.
3. Sensor DS18B20 digunakan untuk mengukur suhu tubuh untuk mengetahui kondisi pengguna.
4. *Galvanic skin response* digunakan untuk mengukur nilai dari kelembaban kulit manusia melalui dua jari yaitu jari tengah dan telunjuk.

A.2 Pembangunan Program Pada Alat Dereksi Gejala

Awal Ketegangan

Dalam pembangunan alat deteksi gejala awal stress yang digunakan adalah Arduino IDE. Program yang akan dibangun yaitu agar sensor dapat bekerja sesuai dengan fungsinya yaitu dapat mengambil nilai denyut dan suhu di mana pulse sensor untuk mengambil nilai denyut jantung dan sensor DS18B20 untuk suhu tubuh, kemudian program untuk menghubungkan alat dengan jaringan internet sehingga dapat melakukan pertukaran data dari alat ke *web server*. Berikut *source code* dari board Wemos D1 R32 untuk mengukur nilai dari ketiga sensor kemudian dikirim ke *website* :

```
#include <OneWire.h>
#include <DallasTemperature.h>
#define ONE_WIRE_BUS 14
```

Source code diatas merupakan *library* yang digunakan untuk mengakses seluruh seri dari sensor DS18B20.

```
#include "WiFi.h"
#include "HTTPClient.h"
const char* ssid = "realme ";
const char* pass = "0987654321";
const char* host = "192.168.80.231";
```

Source code diatas merupakan untuk koneksi *wifi* dengan menginisialisasi variabel yang digunakan untuk wemos terhubung dengan *wifi* yang mana “const char* ssid” menyimpan nilai dari nama *wifi* yang akan dihubungkan, “const char pass” merupakan variabel yang menyimpan *password* atau sandi dari *wifi*, sedangkan “const char* host” merupakan variabel yang menyimpan *ip address* internet dari PC atau yang digunakan.

```
OneWire oneWire(ONE_WIRE_BUS);
//pulse sensor- detak jantung
// Variables
int PulseSensorPurplePin = 36;
// Pulse Sensor PURPLE WIRE
connected to ANALOG PIN 0
int LED21 = 21; // The on-
board Arduion LED
```

```
int jantung; //
holds the incoming raw data. Signal
value can range from 0-1024
int Threshold = 3450;
```

Source code di atas “OneWire oneWire(ONE_WIRE_BUS);” merupakan protocol komunikasi sensor DS18B20 inialisasi variabel untuk pin dan variabel untuk menyimpan nilai pembacaan dari *pulse sensor* (detak jantung), pada *script* “int PulseSensorPurplePin = 36;” dilakukan inialisasi bernama PulseSensorPurplePin dengan nilai integer 36, pada *script* “int jantung;” dilakukan inialisasi variable bernama jantung yang nantinya akan menyimpan nilai sensor yang diperoleh oleh sensor sedangkan untuk *script* “int Threshold” dilakukan inialisasi variable dengan nilai 3450.

```
//GSR- kelembaban kulit
int const PULSE_SENSOR_PIN = 34;
// 'S' Signal pin connected to DIO34
float kelembapan;
// Store incoming ADC data. Value
can range from 0-4095
int Threshold2 = 550; //
Determine which Signal to "count as
a beat" and which to ignore.
```

Pada *script* “int const PULSE_SENSOR_PIN = 34;” dilakukan inialisasi bernama PULSE_SENSOR_PIN dengan nilai integer 34 sebagai sinyal pin untuk koneksi ke DIO34. Pada *script* “float kelembapan;” dilakukan inialisasi variabel bernama kelembapan yang nantinya akan menyimpan nilai sensor dengan tipe data *float* sehingga nilainya bisa lebih detail. Pada *script* “int Threshold2” dilakukan inialisasi variabel dengan nilai 550 untuk membantu proses perhitungan data.

```
void setup(void) {
//detak jantung
pinMode(21,OUTPUT); // pin
that will blink to your heartbeat!
Serial.begin(9600); //
Set's up Serial Communication at
certain speed.

//suhu tubuh
sensorSuhu.begin();
```

Pada *script* “pinMode(21,OUTPUT);” dengan “Serial.begin(9600);” dilakukan set serial komunikasi agar sensor GSR (*galvanic skin response*) dapat terbaca dan terhubung ke mikrokontroler yang digunakan. Pada *script* “sensorSuhu.begin();” dilakukan pemanggilan untuk memulai fungsi sensor suhu.

```
//kelembaban kulit
WiFi.begin(ssid, pass);
Serial.println("Connecting...");
while(WiFi.status() !=
WL_CONNECTED)
{
Serial.print(".");
delay(500);
```

```

    }
    Serial.println("Connected");
}

```

Source code diatas merupakan fungsi untuk melakukan koneksi jaringan komunikasi berupa koneksi wifi, agar sistem menyambung ke wifi mikrokontroler yang berguna, sehingga sistem dan komunikasi data dapat berjalan.

```

void loop(void) {
//detak jantung
    jantung =
    analogRead(PulseSensorPurplePin); //
    Read the PulseSensor's value.
    jantung =
    map(jantung, 0, 4095, 0, 140);

    Serial.println("=====");
    Serial.print("Detak Jantung : ");
    Serial.println(jantung);
    // Send the Signal value to Serial
    Plotter.
    if(jantung > Threshold){
    // If the signal is above "550", then
    "turn-on" Arduino's on-Board LED.
        digitalWrite(21,HIGH);
    }
    else {
        digitalWrite(21,LOW);
    // Else, the sigal must be below
    "550", so "turn-off" this LED.
    }
    delay(3000);
}

```

Source code diatas merupakan fungsi perulangan yang berisi perhitungan masing-masing sensor yang digunakan, untuk sensor detak jantung dikarenakan hasil pada serial monitor masih belum sesuai dengan nilai yang diharapkan, jadi dilakukan fungsi mapping pada script "jantung = map(jantung,0,4095,0,140);" sehingga nilai keluaran dapat sesuai dengan nilai yang diinginkan. Kemudian terdapat script looping untuk proses data apabila "if(jantung > Threshold){ " maka sensor akan dihidupkan, dan jika tidak maka sensor kan dimatikan, perulangan dilakukan dengan jeda setiap 3 detik sekali.

```

//suhu tubuh
    suhuSekarang = ambilSuhu();
    Serial.print("Suhu Tubuh : ");
    Serial.println(suhuSekarang);
    delay(3000);
}

```

Source code "suhuSekarang = ambilSuhu();" dilakukan inisialisasi variabel bernama suhuSekarang yang akan menyimpan nilai dari sensor suhu yang digunakan, kemudian script "Serial.println(suhuSekarang);" digunakan untuk menampilkan nilai sensor pada serial monitoring, jeda waktu yang digunakan disini yakni 3 detik sekali untuk meyimpan data.

```

//kelembaban kulit GSR
    kelembapan =
    analogRead(PULSE_SENSOR_PIN); // Read
    the sensor value
    kelembapan =
    map(kelembapan, 0, 4095, 0, 7);

    Serial.print("Kelembapan Kulit
    (GSR) : ");
    Serial.println(kelembapan);
    // Send the signal value to serial
    plotter
    delay(3000);

    Serial.print("=====");
}

```

Source code diatas "kelembapan = analogRead(PULSE_SENSOR_PIN)"dilakukan inisialisasi variabel untuk menyimpan nilai sensor kulit, pada sensor ini juga dilakukan mapping "kelembapan = map(kelembapan,0,4095,0,7);" agar nilai keluaran dapat sesuai dengan yang diharapkan, kemudian hasil perhitungan mapping akan ditampilkan pada script "Serial.println(kelembapan);"

```

//kirim data ke server
WiFiClient client;
const int httpPort = 80;
if( !client.connect(host,httpPort))
{
    Serial.println("Connection
    Failed");
    return;
}
}

```

Source code diatas merupakan fungsi untuk melakukan pengiriman data ke server, dimana dibuat variabel tambahan untuk membantu menyimpan data, port yang digunakan yakni 80 yang disesuaikan pada xampp yang digunakan apabila koneksi jaringan tidak berhasil dilakukan maka akan muncul tulisan "Connection Failed";", dan jika berhasil maka akan dilanjutkan pada code selanjutnya.

```

//kirim data sensor ke database
    String Link;
    HTTPClient http;

    Link = "http://" + String(host)
    +
    "/multisensor/kirimdata.php?jantung="
    + String(jantung) + "&suhuSekarang="
    + String(suhuSekarang) +
    "&kelembapan=" + String(kelembapan);

    //eksekusi alamat link
    http.begin(Link);
    http.GET();

    //baca respon setelah berhasil
    kirim nilai sensor
    String respon =
    http.getString();
    Serial.println(respon);
    http.end();

    delay(1000);
}
}

```

Source code diatas merupakan fungsi yang digunakan untuk mengirim data sensor ke database yang dimiliki, dimana pada variabel "Link" akan dilakukan

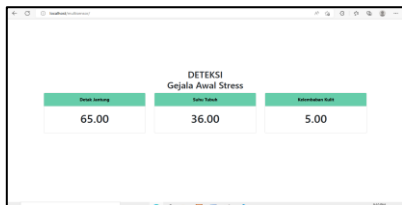
penyesuaian alamat agar pengiriman data dapat tetap berhasil terkirim ketiap tabel yang diinginkan. Kemudian pada *scrip* “`http.begin(Link); http.GET();`” merupakan proses untuk mengeksekusi alamat link yang telah dibuat. Lalu pada *script* “`String respon = http.getString();`” digunakan untuk membaca respon setelah berhasil mengirim nilai sensor, nilai data diambil dalam bentuk tipe data *string* dan kemudian datanya akan ditampilkan pada serial monitoring.

```
float ambilSuhu()
{
    sensorSuhu.requestTemperatures();
    float suhu =
    sensorSuhu.getTempCByIndex(0);
    return suhu;
}
```

Source code diatas merupakan fungsi untuk mengambil nilai dari sensor suhu, dimana pada *script* “`sensorSuhu.requestTemperatures();`” dilakukan *request* untuk mendapatkan nilai dari sensor yang dimiliki kemudian dibuat variabel tambahan untuk membantu menyimpan nilai sensor yang bertipe data *float*, dan terakhir pada *script* “`float suhu = sensorSuhu.getTempCByIndex(0);`” digunakan fungsi untuk menyesuaikan nilai sensor yang diambil sehingga nilai yang dimunculkan sudah sesuai dengan yang didapatkan oleh sensor ketika dicoba.

4.1.3 Realisasi Penggunaan Website

Penggunaan *website* sebagai perangkat lunak untuk mengetahui kondisi atau keadaan seseorang dapat memberitahu status seseorang apakah (rilex, tenang, cemas & stress) maupun menampilkan kondisi seseorang meliputi kondisi suhu tubuh, detak jantung dan kelembaban kulit. Berikut merupakan tampilan *interface* dari *website* sebagai perangkat lunak Pada gambar 4.4



Gambar 4.4 Tampilan Website

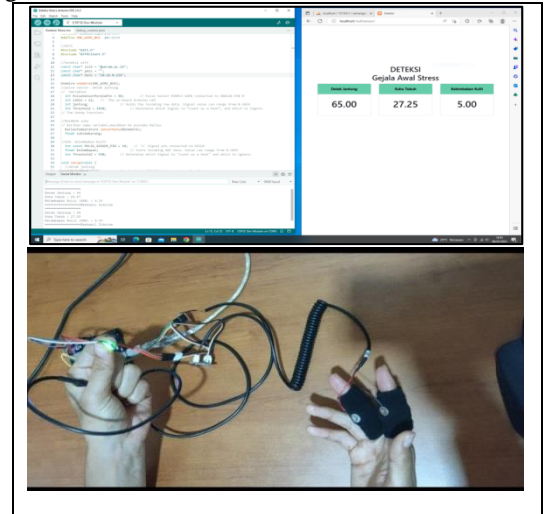
A.3 Pengujian dan Evaluasi Sistem

Pengujian sistem merupakan proses mencoba atau mengeksekusi perangkat keras dan perangkat lunak untuk menguji apakah sistem sudah berjalan sesuai yang diharapkan. Kemudian dilakukan proses evaluasi apabila sistem belum sesuai dengan yang diharapkan peneliti. Pengujian pertama yang dilakukan yaitu pengujian terhadap perangkat keras yang dilakukan dengan menguji fungsi dari masing-masing komponen. Kedua pengujian terhadap *interface* yang di gunakan untuk menampilkan hasil yaitu dengan mencoba masing-masing menu yang ada pada sistem web. Metode yang digunakan untuk menguji sistem adalah menggunakan metode black box. Pengujian ketiga dilakukan terhadap metode fuzzy tsukamoto yang digunakan untuk prediksi hasil kondisi. Pengujian dilakukan dengan menentukan akurasi dari metode.

A.4 Hasil Pengujian Perangkat Keras

Pada proses pengujian perangkat keras pada sistem dilakukan dengan metode black box yaitu dengan

menguji fungsi dari masing-masing perangkat atau sensor. Pengujian perangkat keras dilakukan untuk mengetahui apakah fungsi dan keluaran dari perangkat keras yang digunakan sudah sesuai atau tidak. Berikut merupakan hasil pengujian dari perangkat keras yang digunakan :



Gambar 4.5 Pengujian sekaligus semua sensor

Tabel 4.1 Hasil Uji [3].

pengujian	Detak jantung	Suhu tubuh	Kelembapan kulit	kondisi	Nilai akhir	sesuai
User 1 (1)	92.00	35.03	3.00	Cemas	50.7250608	✓
User 1 (2)	90.00	35.90	2.00	Tenang	42.8251455	✓
User 1 (3)	90.00	36.72	2.00	Tenang	39.44805195	✓
User 2 (1)	91.00	36.87	1.00	Tenang	36.6209857	✓
User 2 (2)	80.00	36.10	1.00	Rilex	22.3214258	✓
User 2 (3)	80.00	36.20	1.00	Rilex	10.7142858	✓
User 3 (1)	140.00	29.56	5.00	Stress	75.0	✓
User 3 (2)	95.00	30.06	5.00	Cemas	50.0	✓
User 3 (3)	120.00	30.06	5.00	Stress	75.0	✓
User 4 (1)	72.00	30.31	6.00	Cemas	68.055555	✓
User 4 (2)	65.00	29.06	6.00	Cemas	64.5333334	✓
User 4 (3)	90.00	30.06	7.00	Stress	84.7431077	✓
User 5 (1)	90.00	36.00	2.00	Tenang	42.0995671	✓
User 5 (2)	92.00	36.03	2.00	Tenang	43.85213033	✓
User 5 (3)	89.00	36.80	2.00	Tenang	36.43563358	✓

Dapat dilihat diatas merupakan hasil monitoring untuk hasil pengujian fungsi keseluruhan sistem. Untuk pengujian keseluruhan sistem yaitu dilakukan terhadap 5 responden dengan usia antara 18-25 tahun. Pengujian dilakukan pada mahasiswa setelah melakukan perkuliahan pengujian selakukan kurang lebih 1 menit. Pada penelitian ini terdapat 4 label atau hasil deteksi kondisi mahasiswa setelah melakukan perkuliahan bahwa kondisi mental mahasiswa untuk melakukan aktivitas yang berlebihan harus bisa beradaptasi dan menyesuaikan diri berdasarkan jumlah denyut jantung, kelembapan kulit dan suhu tubuh. Terdapat label rilex yang menandai bahwa mahasiswa dengan kondisi mental yang sehat dan tidak ada tekanan. Untuk label tenang di sini menunjukkan bahwa kondisi mahasiswa aman, untuk label cemas menunjukkan kondisi mahasiswa dalam keadaan kurang aman atau adanya tekanan dan perlu melakukan penyesuaian diri. Terakhir yaitu label stres yang menunjukkan mahasiswa penuh dengan tekanan sehingga tingkat ketegangan meningkat, mahasiswa perlu beradaptasi sehingga dapat menyesuaikan diri dengan lingkungan. Dapat dilihat responden 1 dengan hasil kondisi tenang (39.44805195) dimana dilakukan pengujian 3 kali pengambilan dengan durasi waktu kurang lebih 1.5 sampai 2 menit, responden 2 dapat dilihat dengan hasil akhir kondisi Rilex (10.7142858), responden 3 dapat dilihat pada dengan hasil

akhir kondisi stress (75.0), responden 4 dapat dilihat dengan hasil akhir kondisi *stress* (84.7431077), dan responden 5 hasil status kondisi kesehatan mental yaitu tenang (36.43563358), maka kesimpulannya dilihat dari pengujian 5 responden mahasiswa, terdapat beberapa mahasiswa rentan terhadap gangguan gejala awal ketegangan dikarenakan cemas sudah termasuk dalam kondisi mental yang tertekan begitupun dengan stres merupakan kondisi mental seseorang kurang sehat. Berikut merupakan persentase keseluruhannya 11% rileks, 43% tenang, 18% stres dan 28% cemas.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka kesimpulan yang didapatkan dari penelitian ini antara lain sebagai berikut :

1. Sistem deteksi gejala awal stress pada manusia dengan menjadikan sensor DS18B20, sensor GSR (Galvanic Skin Response) dan *pulse sensor* sebagai indikasi serta menampilkan nilai setiap sensor dan kondisi seseorang pada *website* dengan menggunakan internet mampu bekerja dengan baik dengan persentase keseluruhan yang didapatkan 11% rileks, 43% tenang, 18% stres dan 28% cemas.
2. Sistem yang telah dibangun sudah dapat melakukan pembacaan nilai denyut jantung, suhu tubuh dan kelembaban kulit serta dapat memberitahu kondisi kesehatan ketegangan seseorang menggunakan sensor DS18B20, *pulse sensor* dan sensor *galvanic skin response* dengan mikrokontroler Wemos D1 R32 sebagai pengendali.
3. Kemampuan sistem dalam mengirim nilai ke website tergolong cepat dengan tiga parameter sekaligus hanya memakan waktu kurang lebih 1.5 sampai 2 menit .

5.2 Saran

Berikut ini beberapa saran untuk mengembangkan penelitian selanjutnya agar sistem berjalan lebih baik:

1. Penelitian berikutnya diharapkan dapat mendapat parameter lain untuk mengukur tingkat gejala awal stress yaitu tekanan darah, agar pengukuran tingkat gejala awal stress lebih akurat.
2. Penelitian berikutnya diharapkan dapat membuat alat deteksi gejala awal stress berbentuk portabel agar memudahkan pengguna.
3. Penelitian berikutnya diharapkan dapat menampilkan fitur status pada *website* untuk mengetahui secara langsung dari *interface website*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. Hamzah, R. Hamzah, B. Kulia, S. Akademik, and D. Anxiety, "Faktor-Faktor Yang Berhubungan Dengan," vol. 4, no. 2, pp. 59–67, 2020.
- [2] Shela.N.S.A "Design Monitoring Ketegangan Mental Seseorang (Stress) Berbasis Fuzzy Logic Dengan Menggunakan Sistem Operasi Android"2018
- [3] A. Fuzzy, L. Untuk, A. Pendeteksi, and M. Suhu, "Digital Digital Repository Universitas Universitas Jember Jember Digital Digital Repository Repository Universitas Universitas Jember Jember," 2015.
- [4] B. Nata, S. Muhandiani, and R. Setiawan, "Galvanic Skin Response dan Skin Temperature untuk Mendeteksi Stres pada Manusia," vol. 9, no. 1, 2020.
- [5] M. A. Hamzah, "Perancangan Alat Deteksi Tingkat Stress Dengan Metode Fuzzy Logic Berbasis Mikrokontroler Arduino," vol. 7, no. 2, pp. 123–132, 2016.
- [6] O. E. Suwanto, "Alat Pendeteksi Parameter Stress Manusia Berbasis Mikrokontroler ATmega 16," vol. 8, no. 1, pp. 1–9, 2012.
- [7] W. T. Bakti and N. K. Wardati, "Alat Deteksi Tingkat Stres Manusia Berbasis Android Berdasarkan Suhu Tubuh , Heart Rate dan Galvanic Skin Response (GSR)," vol. 1, no. 2, pp. 93–98, 2019, doi: 10.32528/elkom.v1i2.3089.
- [8] T. Akhir, M. Pada, P. Studi, and T. Elektro, "Alat pengukuran tingkat ketegangan manusia," 2016.
- [9] M. Arduino *et al.*, "Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan," vol. 7, no. 1, 2021, doi: 10.5281/zenodo.4541278.
- [10] D. Menggunakan and G. S. R. Dan, "Rancang Bangun Alat Pendeteksi Stress Pada Manusia Berbasis Mikrokontroler ATmega8535," 2019.
- [11] F. Rozie, F. Hadary, F. T. P. W, D. Nadi, B. Berdasarkan, and P. Terkait, "Jumlah Denyut Nadi / Jantung Berbasis Android," pp. 1–10.
- [12] N. Hidayah, "Rancang Bangun Alat Pendeteksi Tingkat Stress Pada Manusia Berbasis Arduino Uno," vol. 8, no. 1, pp. 31–39, 2021.
- [13] A. D. Limantara, Y. Cahyo, S. Purnomo, and S. W. Mudjanarko, "Pemodelan Sistem Pelacakan Lot Parkir Kosong Berbasis Sensor Ultrasonic dan Internet Of Things (IoT) Pada Lahan Parkir Diluar Jalan," no. November, pp. 1–2, 2017.
- [14] P. P. Ray, "A survey on Internet of Things architectures," *J. King Saud Univ. - Comput. Inf. Sci.*, vol. 30, no. 3, pp. 291–319, 2018, doi: 10.1016/j.jksuci.2016.10.003.
- [15] M. R. Ilhami and A. T. Hanuranto, "Rancang Bangun Alat Pendeteksi Dini Penyakit Jantung Koroner Berbasis Internet Of Things (IoT) (Early Detection Tool Architecture Coronary Heart Disease Based Internet Of Things (IoT)," vol. 6, no. 2, pp. 4736–4747, 2019.
- [16] A. A. Amir, A. Lawi, M. P. Lukman, P. Studi, I. Komputer, and U. Hasanuddin, "Sistem Diagnosa dan Perkembangan Tingkat Stres Berbasis Internet of Things dan Cloud Computing," pp. 1–7.
- [17] J. S. D. Raharjo, R. Tullah, and H. Setiana, "Sistem Informasi Pemesanan Dan Pembelian Tiket Bus Online Berbasis Web Pada P . O . Budiman," vol. 9, no. 2, pp. 120–125, 2019.
- [18] A. R. Pratama, M. Hannats, H. Ichsan, and A. Kusyanti, "Implementasi Algoritme AES Pada Pengiriman Data Sensor DHT11 Menggunakan Protokol Komunikasi HTTP," vol. 3, no. 4, pp. 3781–3789, 2019.
- [19] M. Septiani, R. Aulianita, V. Sofica, and N. Hasan, "Sistem Informasi Penjualan Kayu Kusen Berbasis Website," vol. 9, no. 2, pp. 103–107, 2021.
- [20] F. Pradana, F. A. Bachtiar, and E. R. Widasari, "Fuzzy Tsukamoto Implementation to Detect Physiological Condition on IoT - Based e - Learning Users," vol. 12, no. 7, 2022, doi: 10.18178/ijiet.2022.12.7.1668.
- [21] F. Pembebanan and T. Pln, "Fanoel_Thamrin,"

- 2012.
- [22] M. Z. Arifin and M. N. Salafinah, "Implementasi Teori Fuzzy Tsukamoto Untuk Memprediksi Tingkat Kelulusan Mahasiswa Institut Agama Islam Negeri Jember," *ARITMATIKA J. Ris. Pendidik. Mat.*, vol. 1, no. 1, pp. 22–35, 2020, doi: 10.35719/aritmatika.v1i1.2.