

Akuisisi Data Pendeteksi Tingkat Stres Manusia berdasarkan Suhu Tubuh, Konduktivitas Kulit, dan Detak Jantung Berbasis IoT (*Internet of Things*)

R B Rinaldi¹, B W Harini^{2*}

¹⁻²Teknik Elektro, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Sanata Dharma

Email: rbrinaldi97@gmail.com¹, wuribernard@usd.ac.id²

Abstrak. Stres adalah respons tubuh terhadap tekanan atau tantangan tertentu yang dapat mempengaruhi kesehatan mental dan fisik seseorang. Tingkat stres yang berlebihan dapat menyebabkan berbagai masalah kesehatan, seperti gangguan tidur, meningkatkan risiko penyakit jantung, dan penurunan produktivitas. Oleh karena itu, dibuatnya sebuah alat akuisisi data tingkat stres supaya mampu mendeteksi indikator-indikator tingkat stres manusia dengan mengukur parameter fisiologis seperti detak jantung, konduktivitas kulit, dan suhu tubuh. Alat dibuat dengan mikrokontroler Arduino Uno untuk mengakuisisi data tiga sensor yaitu *Pulse Heart Sensors* untuk mendeteksi detak jantung dalam satuan *Beats Per Minute* (BPM), sensor *Galvanic Skin Response* (GSR) untuk mengukur konduktivitas kulit (*usiemens*), dan sensor LM35DZ untuk mengukur suhu tubuh (°C). Hasil akuisisi data akan ditampilkan pada LCD, serta *buzzer* sebagai notifikasi tanda awal dari pengukuran. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa alat yang dirancang mampu mendeteksi indikator-indikator tingkat stres melalui pengukuran parameter tubuh manusia. Sistem dapat mendeteksi detak jantung dengan tingkat kesalahan sebesar 3,53%, konduktivitas kulit dengan tingkat kesalahan 3,61%, dan suhu tubuh dengan tingkat kesalahan 1,55%.

Kata kunci: Stres; Sensor *Galvanic Skin Response*; Sensor *Pulse Heart*; Konduktivitas kulit; suhu

Abstract. Stress is the body's response to certain pressures or challenges that can affect a person's mental and physical health. Excessive stress levels can lead to various health problems, such as sleep disorders, an increased risk of heart disease, and decreased productivity. Therefore, this tool is designed to detect indicators of human stress levels by measuring physiological parameters such as heart rate, skin conductivity, and body temperature. The purpose of this tool is to facilitate real-time monitoring of physiological conditions related to stress levels, thereby assisting in the acquisition of stress detection data based on the information obtained. The device is built using an Arduino Uno microcontroller to acquire data from three sensors: the *Pulse Heart Sensor* to detect heart rate in *Beats Per Minute* (BPM), the *Galvanic Skin Response* (GSR) sensor to measure skin conductivity (μS), and the LM35DZ sensor to measure body temperature (°C). The acquired data is displayed on an LCD, with a *buzzer* providing a notification to indicate the start of measurements. The results of this study show that the designed tool can effectively detect stress indicators through the measurement of human physiological parameters system can detect heart rate with an error rate of

3.53%, skin conductivity with an error rate of 3.61%, and the body temperature with an error rate of 1.55%.

Keywords: Stress; Galvanic Skin Response sensor; Pulse Heart Sensors, skin conductivity; temperature

1. Pendahuluan

Stres adalah respons tubuh terhadap tekanan atau tantangan tertentu yang dapat mempengaruhi kesehatan mental dan fisik seseorang[1]. Tingkat stres yang berlebihan dapat menyebabkan berbagai masalah kesehatan, seperti gangguan tidur, meningkatkan risiko penyakit jantung, dan penurunan produktivitas. Oleh karena itu, diperlukan suatu alat yang efektif untuk mendeteksi tingkat stres manusia secara cepat dan akurat.

Dalam pengembangan teknologi saat ini, akuisisi data menjadi aspek penting dalam menciptakan alat yang mampu mendeteksi stres secara *real-time*. Alat pendeteksi tingkat stres berbasis pengukuran parameter fisiologis seperti suhu tubuh, konduktivitas kulit, dan detak jantung menjadi solusi yang inovatif. Parameter-parameter ini memiliki keterkaitan yang erat dengan kondisi stres. Suhu tubuh cenderung berubah saat stres[2], konduktivitas kulit mencerminkan respons kelenjar keringat terhadap stres [3], dan detak jantung menunjukkan aktivitas sistem saraf otonom yang dipengaruhi oleh stres[4][5].

Berdasarkan permasalahan tersebut, penulis membuat alat akuisisi data untuk mendeteksi tingkat stres manusia berbasis suhu tubuh, konduktivitas kulit, dan detak jantung. Alat ini memantau dan mengolah data dari sensor suhu (LM35DZ), sensor konduktivitas kulit (*Galvanic Skin Response*/GSR), dan sensor detak jantung (*Pulse Heart Sensors*). Hasil pengukuran ditampilkan secara *real-time* pada layar LCD 20x4, memungkinkan *user* untuk memantau kondisi tubuh secara langsung melalui Layar LCD 20x4.

Sebelumnya, ada beberapa peneliti yang membuat alat pendeteksi tingkat stres seseorang. Hafidh, M., dkk menentukan tingkat stres berdasarkan dua variabel, yaitu detak jantung dan kelenjar keringat[6]. Firman Deza, dkk telah melakukan penelitian dengan judul “Alat Pendeteksi Tingkat Stres Manusia Berdasarkan Suhu Tubuh, Kelembaban Kulit, Tekanan Darah dan Detak Jantung” [7]. Kelemahan pada alat ini adalah hasil dari nilai pengukuran kurang akurat di mana pada pengukuran detak jantung masih mempunyai *error* yang cukup tinggi yaitu 11.76% dan *error* rata-rata yang dihasilkan oleh sensor GSR (*Galvanic Skin Resistance*) sebesar 3,5%. Penelitian yang dilakukan oleh Seran, dkk [8] juga menggunakan *Galvanic Skin Resistance* untuk mendeteksi stres seseorang. Alat ini juga membutuhkan penelitian lanjutan untuk dapat memperkuat hasil penelitian ini dengan membandingkannya terhadap peralatan yang standar. Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Nuril Hidayah, Martinus Mujur Rose, dan Nasron dengan judul penelitian “Rancang Bangun Alat Pendeteksi Tingkat Stres Pada Manusia Berbasis Arduino Uno”[9]. Alat ini mengukur beberapa parameter di antaranya suhu tubuh, GSR, dan detak jantung untuk kemudian diolah dan dianalisis tingkat stres tubuh. Pada penelitian ini tidak menggunakan teknologi IoT (*Internet of Things*) sehingga tidak bisa menampilkan hasil pengukuran pada jarak jauh secara *real time*. Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Mohamad Aldi Adrian, Mochamad Rizky Widiarto, Rini Suwartika Kusumadiarti tentang “*Health Monitoring System* dengan Indikator Suhu Tubuh, Detak Jantung dan Saturasi Oksigen Berbasis IoT (*Internet of Things*)”[10]. Alat ini mengukur beberapa parameter di antaranya suhu tubuh, detak jantung dan saturasi oksigen. Namun, dalam penelitian ini, tidak disediakan penyimpanan data. Penelitian lain tentang pendeteksian tingkat stres seseorang dilakukan oleh beberapa peneliti dengan metode yang berbeda-beda [11][12][13][14].

Dalam penelitian ini, alat dirancang untuk mendeteksi dan memantau tingkat stres tubuh manusia secara langsung berdasarkan indikator seperti suhu tubuh, konduktivitas kulit, dan detak jantung dengan metode yang sederhana. Perbedaan utama alat ini dibandingkan dengan penelitian sebelumnya adalah penggunaan sistem monitor *real-time* yang menampilkan hasil pengukuran langsung pada layar LCD 20x4 tanpa memerlukan konektivitas jarak jauh atau perangkat tambahan seperti modul komunikasi nirkabel. Selain itu, alat ini menggunakan kombinasi *Pulse Heart Sensors*, *Galvanic Skin Response* (GSR)[15][8],

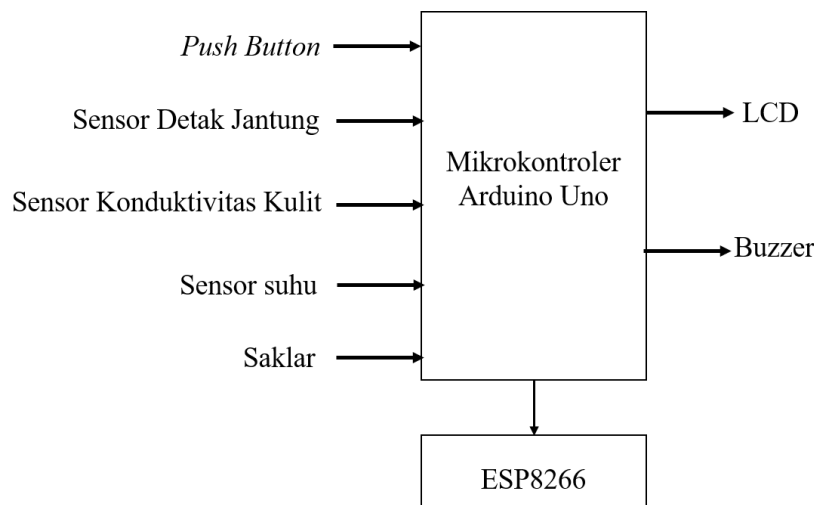
dan LM35DZ, yang memungkinkan pengukuran parameter tubuh secara akurat dan efisien melalui pengolahan data menggunakan Arduino Uno sebagai mikrokontroler utama. Hal ini menjadikan alat ini lebih sederhana, terjangkau, dan mudah dioperasikan dibandingkan dengan sistem pemantauan yang lebih kompleks.

2. Metode

2.1. Perancangan

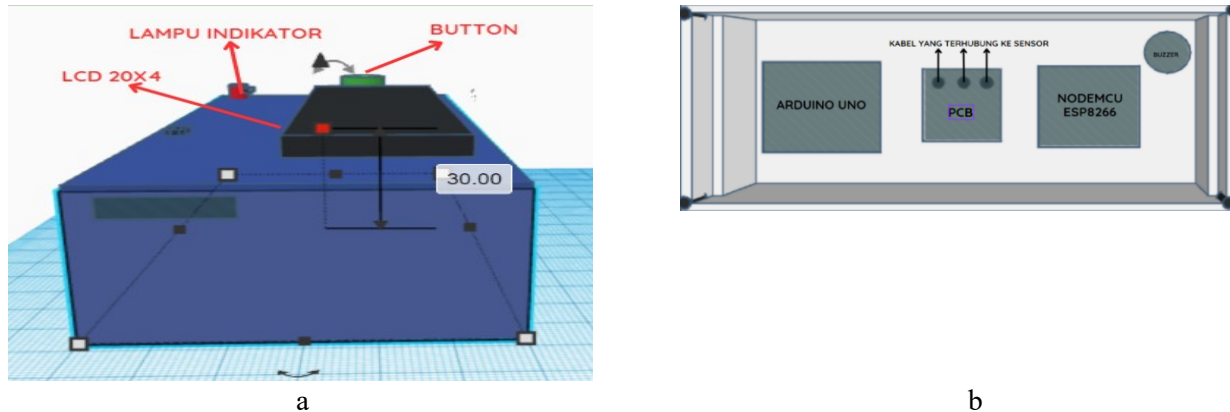
Perancangan terhadap sistem *hardware* dan *software* untuk menemukan bentuk dan model yang optimal berdasarkan permasalahan dan kebutuhan yang ada. Perancangan *hardware* dilakukan untuk menentukan ukuran dan berat alat ini untuk menghasilkan perancangan yang sesuai. Untuk perancangan *software* dilakukan untuk mengatur proses kerja pada sistem alat pengukuran yaitu pada sensor suhu, konduktivitas kulit dan detak jantung.

Pembuatan alat sesuai spesifikasi perancangan, alur kerja, dan sistem kerjanya. Pada Gambar 1 ditunjukkan blok diagram pada proses pengukuran dan penampilan suhu tubuh, konduktivitas kulit, dan detak jantung. Alur kerja pada proses pengukuran ketiga indikator tubuh manusia yaitu sensor LM35dz mengukur suhu tubuh, sensor *Galvanic Skin Response* (GSR) mengukur konduktivitas Kulit, dan sensor MPX5050dp mengukur detak jantung. Setelah ketiga sensor berhasil mengukur maka Arduino Uno akan menampilkan hasil pengukuran pada layar LCD 20x4 di mana LCD ini menampilkan hasil pengukuran berupa angka dan parameter stres tubuh yang telah ditentukan sebelumnya.



Gambar 1. Blok diagram sistem

Rancangan bentuk fisik tampak samping alat ini ditunjukkan pada Gambar 2. Alat terdiri dari push button, lampu LED, dan LCD 20x4. Untuk tinggi dari alat ini adalah 3 cm. Di dalam kotak ini terdapat Arduino uno sebagai mikrokontroler utama, NodeMCU ESP8266, PCB, dan buzzer.



Gambar 2. Rancangan bentuk fisik alat dereksi stres a. tampak luar. b. Tampak dalam

2.1.1. Perancangan Alat Ukur Detak Jantung

Untuk mengukur detak jantung digunakan *Pulse Heart Sensors* Sensor ini adalah sensor detak jantung biometrik yang digunakan untuk mendeteksi detak jantung atau *pulse rate*. *Pulse Heart Sensor* mempunyai rentang tegangan operasional +5V atau +3.3V dan konsumsi arus 4 mA. Sensor ini memiliki *inbuilt* amplifikasi dan sirkuit penghilang *noise* untuk memastikan keakuratan pengukuran. Dengan dimensi diameter 0.625 inci dan ketebalan 0.125 inci, sensor ini menggunakan LED dan sensor cahaya sekitar untuk mendeteksi perubahan aliran darah di pembuluh vena. Konfigurasi pin meliputi: Ground (Hitam) terhubung ke *ground* sistem, Vcc (Merah) terhubung ke sumber tegangan +5V atau +3.3V, dan *Signal* (Ungu) yang memberikan sinyal analog berdenyut, dihubungkan ke pin ADC mikrokontroler untuk memantau detak jantung. Sensor ini harus diposisikan di atas pembuluh darah (misalnya pada ujung jari atau daun telinga) untuk berfungsi optimal. Gambar 3 menunjukkan gambar *Pulse Heart Sensor*.



Gambar 3. *Pulse Heart Sensor*

2.1.2. Perancangan Alat Ukur Konduktifitas Kulit

Konduktivitas kulit diukur dengan menggunakan sensor GSR. Dalam pengukuran stres menggunakan sensor GSR, tingkat stres ditentukan berdasarkan nilai konduktivitas kulit sesuai dengan Tabel 1.

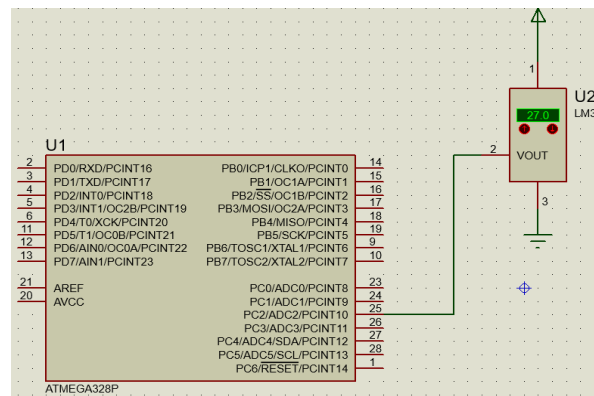
Tabel 1. Tingkat stres berdasarkan nilai konduktivitas kulit[8]

Kondisi Subjek	Kondisi Subjek	GSR (μ Siemens)	GSR(dalam tegangan)
Normal	0 - 0,425	0 – 300	0 - 1,46

Kondisi Subjek	Kondisi Subjek	GSR (μ Siemens)	GSR(dalam tegangan)
Rileks	0,426 - 1,054	301- 525	1,46 - 2,56
Stres ringan	1,054 - 1,418	526 – 600	2,57 - 2,92
Stres normal	1,419 - 2,433	601 – 725	2,93 - 3,54
Stres berat	2,334 - 4,166	726 -825	3,54 - 4,02
Stres sangat berat	>4,166	826 – 1023	4,03 - 4,99

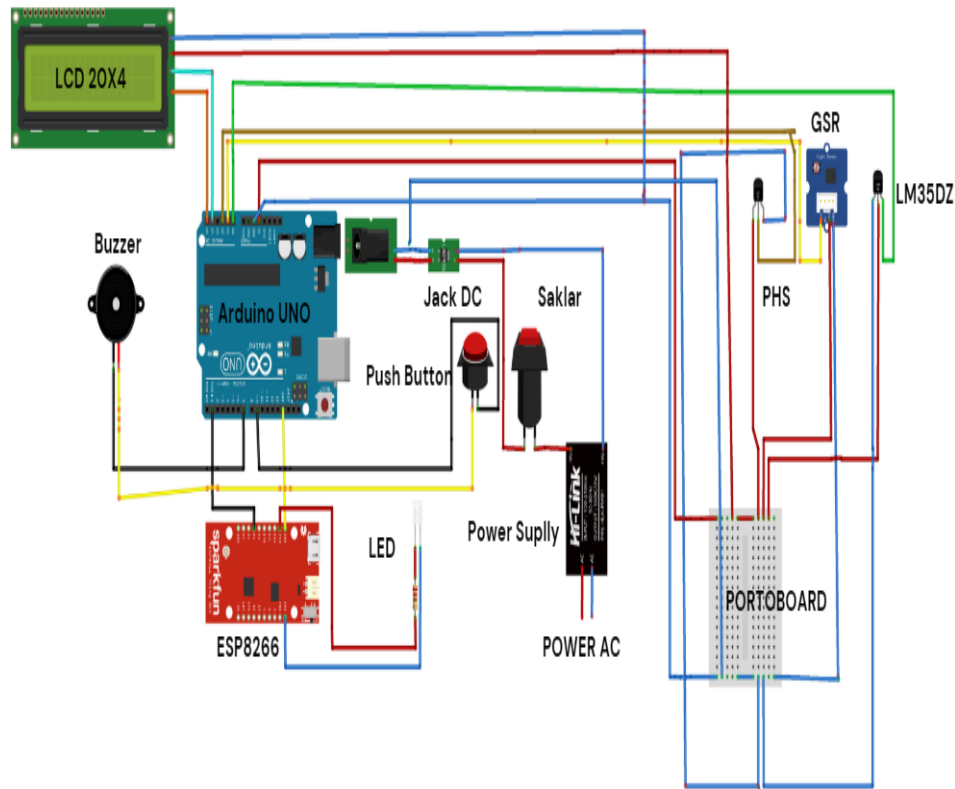
2.1.3. Perancangan Alat Ukur Suhu

Komponen utama yang digunakan pada rangkaian alat ukur suhu ini adalah sebuah sensor berbentuk IC (*Integrated Circuit*) dengan tipe LM35DZ. IC LM35DZ ini akan mengonversikan besaran suhu menjadi besaran tegangan. IC LM35DZ ini akan mengeluarkan tegangan pada kaki 2 sebagai *output* sebesar 10 mV untuk setiap kenaikan suhu sebesar 10 °C. Dalam rangkaian ini diberikan catu daya +5 Volt pada kaki 1 dan *ground* pada kaki 3. Gambar 4 merupakan gambar rangkaian *schematic* alat ukur suhu.



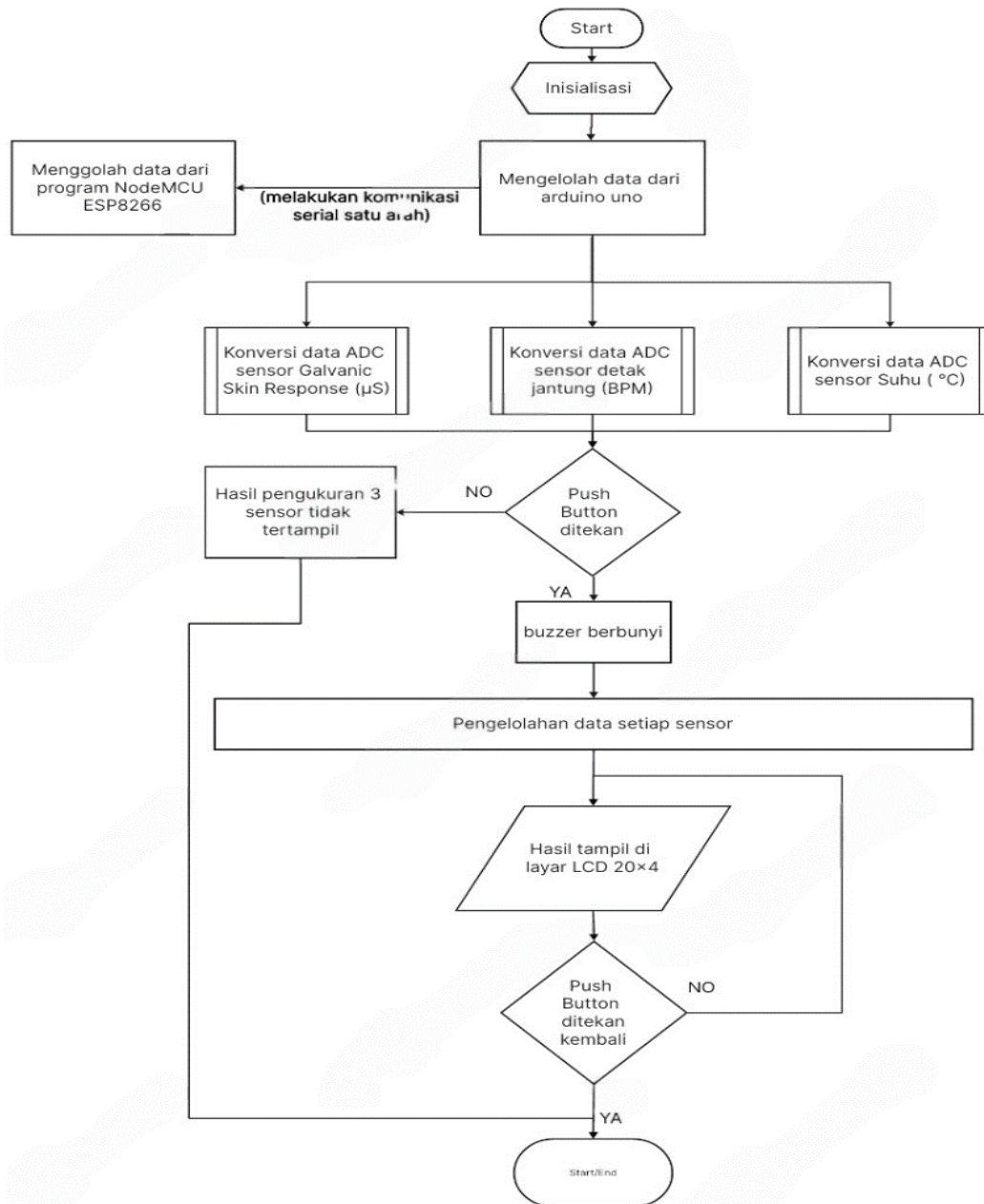
Gambar 4. Rangkaian *schematic* alat ukur suhu

Pada rangkaian alat ukur parameter stres ditambah dengan modul *Step down* LM2596 dengan tujuan untuk menurunkan tegangan dari *power supply* 12 volt menjadi 5 volt yang stabil. Tegangan 5 volt ini kemudian digunakan untuk menyuplai komponen-komponen seperti 3 sensor (LM35, GSR, dan *Heart Pulse Sensor*), LCD I2C 20x4, serta ESP8266. Modul *step down* ini bekerja dengan cara mengurangi tegangan *input* dari *power supply* dan memberikan keluaran 5 volt yang cukup untuk komponen-komponen tersebut, yang membutuhkan suplai arus terpisah dari Arduino Uno. Dalam rangkaian ini, *output* dari LM2596 diseri dengan suplai tegangan 5 volt dari Arduino Uno, sehingga keduanya dapat memberikan daya yang cukup bagi perancangan alat ini. Perkabelan alat ini ditunjukkan pada gambar 5.



Gambar 5. Perkabelan perancangan alat deteksi stres

Flowchart alur kerja sistem ditunjukkan pada gambar 6. Alur dimulai dengan inialisasi seluruh perangkat, termasuk sensor, *buzzer*, LCD, dan NodeMCU untuk berkomunikasi serial dengan Arduino melalui jalur komunikasi serial satu arah. *Flowchart* dimulai dengan inialisasi, setelah itu Arduino mengelola data dari ketiga sensor dengan mengonversi sinyal analog dari sensor GSR menjadi nilai dalam satuan mikrosiemens (μS), detak jantung menjadi nilai BPM, dan suhu tubuh menjadi derajat Celsius ($^{\circ}C$). Kemudian, sistem memeriksa apakah push button telah ditekan oleh pengguna. Jika tidak, sistem akan terus berada dalam kondisi *stand by* dan menunggu *input* lebih lanjut. Namun, jika *push button* ditekan, *buzzer* akan berbunyi sebagai notifikasi bahwa *input* telah diterima, dan sistem kemudian mengolah data dari setiap sensor untuk ditampilkan di layar LCD 20x4.



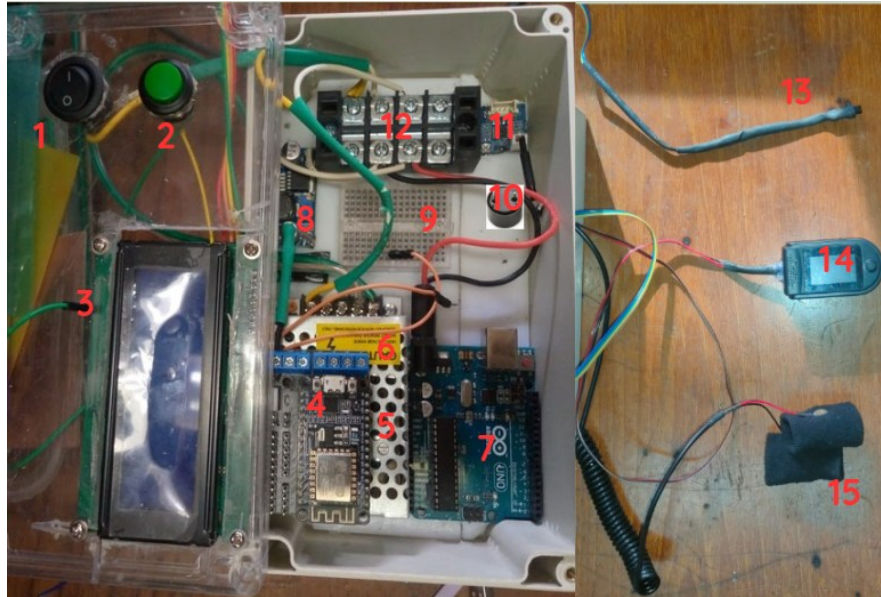
Gambar 6. Flowchart alur kerja sistem

2.2. Pengujian

Pengambilan data dilakukan dengan cara menguji ketepatan pengukuran dari ketiga sensor baik itu sensor suhu, konduktivitas kulit, dan detak jantung sehingga dari pengukuran tersebut dapat menentukan parameter dari keempat tingkatan stres yaitu rileks, tenang, cemas, dan tegang. Pengujian sistem bertujuan untuk mengetahui apakah sistem yang dibuat dapat berjalan sesuai yang diharapkan. Sistem dapat melakukan monitor sesuai dengan tingkat stres tubuh yang sebenarnya. Sensor pada alat deteksi bekerja dengan baik apabila dapat memberikan data yang akurat.

3. Hasil dan Pembahasan

Pada implementasi rancang bangun sistem alat deteksi tingkat stres ini berbentuk persegi panjang yang berukuran 30 cm x 40 cm terbuat dari bahan akrilik dan plastik *polymen*. Semua komponen *hardware* diletakkan di dalam kotak dan di pasang di atas kotak persegi panjang. Implementasi *hardware* dapat dilihat pada gambar 7. Tampilan hasil pengukuran pada LCD ditunjukkan pada gambar 8.



Gambar 7. Hasil implementasi perancangan

No	Keterangan
1	Saklar
2	Push Button
3	LCD I2C 20x4
4	Nodemcu ESP8266
5	Expansion Base Board NodeMCU ESP8266
6	Power Supply 12 voltage
7	Arduino Uno
8	Modul Step Down LM2596
9	Portoboard
10	Buxzer
11	Sensor Galvanic Sensor Response
12	Connetor pin
13	sensor LM35 DZ
14	Pulse Heart Sensors
15	Elektroda Sensor GSR

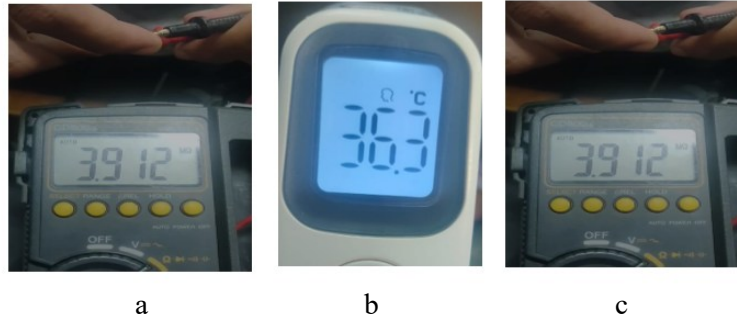


Gambar 8. Tampilan pada LCD

Pengujian sistem dilakukan untuk mengevaluasi tingkat keberhasilan sistem secara keseluruhan. Pengujian mencakup kemampuan sistem dalam menampilkan hasil pengukuran pada LCD 20x4, keberhasilan komunikasi serial untuk mengirim data ke NodeMCU ESP8266, serta keakuratan dan keberhasilan pengukuran dari ketiga sensor, yaitu sensor suhu, detak jantung, dan konduktivitas kulit, pada bagian tubuh yang telah ditentukan. Hasil pengukuran dibandingkan dengan alat standar seperti *thermogun meter*, *oximeter*, dan multimeter. Gambar 9 menunjukkan contoh tampilan hasil pengukuran sampel pada LCD yang dibandingkan dengan hasil pengukuran dengan alat ukur pada gambar 10.



Gambar 9. Penampilan LCD dari pengukur sampel



Gambar 10. (a) Pengukuran detak jantung dengan *oximeter*, (b) Pengukuran suhu dengan *thermogun meter*, (c) Pengukuran resistans dengan multimeter

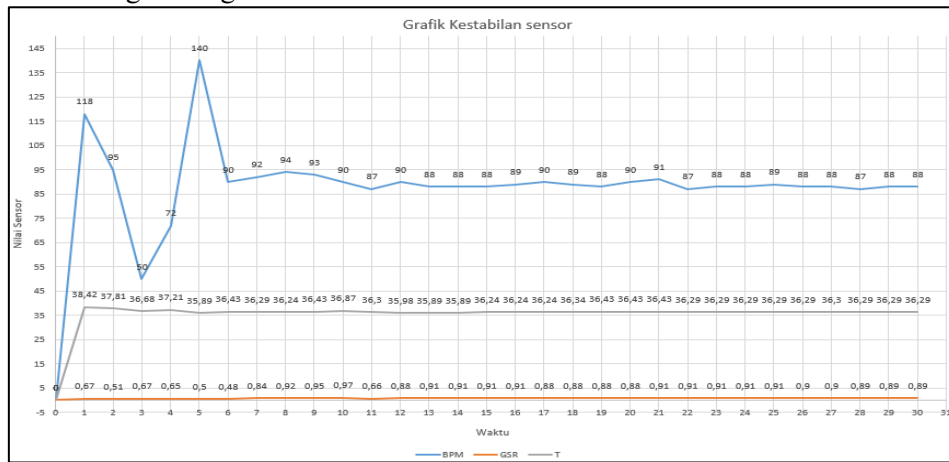
Pada hasil pengukuran alat perbandingan didapatkan hasil pengukuran untuk Detak jantung 75 BPM, suhu tubuh 36.3 °C dan resistansi kulit Sebesar 3.92 Mohm. Nilai resistans ini jika diubah ke konduktivitas kulit dengan persamaan 1 diperoleh

$$G = \frac{1}{R} = \frac{1}{3,92M} = 0,255\mu S \quad (1)$$

Gambar 10 (a), ditunjukkan pengukuran detak jantung menggunakan alat *oximeter* (gambar sebelah kiri), sedangkan Gambar 10 (b) menunjukkan pengukuran suhu menggunakan alat *thermogun meter* (gambar tengah), dan Gambar 10 (c) menunjukkan pengukuran resistans menggunakan alat multimeter (gambar sebelah kanan). Masing-masing gambar menunjukkan alat ukur perbandingan untuk masing-masing sensor.

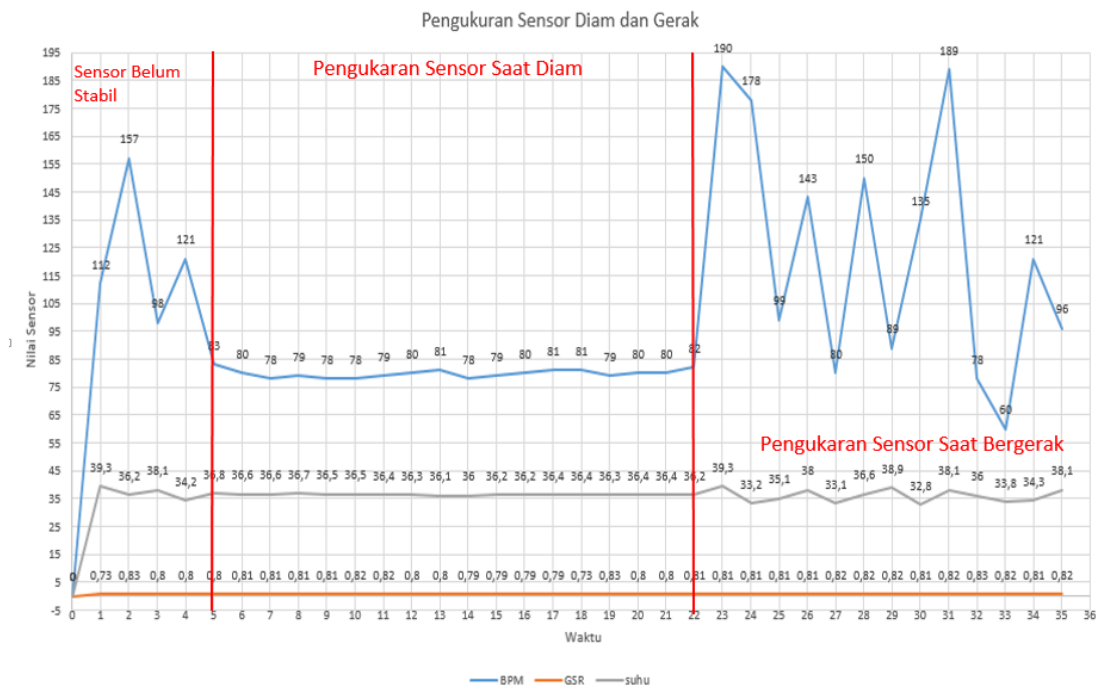
Pada gambar 11 ditunjukkan grafik kestabilan dari ketiga sensor. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa nilai detak jantung (BPM) mulai stabil setelah detik kesepuluh, di mana ketidakstabilan pada detik pertama hingga kesembilan disebabkan oleh sensor *pulse heart* yang memerlukan waktu untuk mendeteksi detak jantung melalui aliran darah. Dalam periode tersebut, sensor membutuhkan beberapa siklus detak jantung untuk menghitung rata-rata yang akurat dan menyaring noise awal. Sementara itu, konduktivitas kulit ($\mu\text{Siemens}$) mulai stabil setelah detik ke-13, dengan ketidakstabilan pada detik pertama hingga detik ke-12 disebabkan oleh waktu adaptasi sensor *Galvanic Skin Response* (GSR) dalam membaca tingkat konduktivitas kulit. Selama periode awal, hasil pengukuran dipengaruhi oleh kelembapan pada permukaan kulit serta waktu yang dibutuhkan elektroda sensor untuk beradaptasi dengan pelepasan keringat. Suhu tubuh (°C) yang diukur menggunakan sensor LM35DZ mulai menunjukkan kestabilan setelah beberapa detik awal, karena sensor memerlukan waktu untuk menyesuaikan diri dengan suhu permukaan kulit. Selain faktor sensor, kestabilan hasil pengukuran juga dipengaruhi oleh komponen listrik, seperti tegangan suplai, arus, dan kabel penghubung. Jika terjadi gerakan selama pengukuran, *noise* akibat mobilitas dapat memengaruhi keakuratan data. Pada pengujian ini, data diambil setelah detik ke-13, ketika ketiga sensor sudah menunjukkan kestabilan. Data yang stabil ini diambil dan dibandingkan dengan alat pembanding yang sudah ditentukan, seperti pengukuran BPM menggunakan *oximeter*, konduktivitas kulit menggunakan

multimeter, dan suhu tubuh menggunakan *thermogun*. Hal ini dilakukan untuk memastikan akurasi hasil pengukuran dari masing-masing sensor.



Gambar 11. Grafik perbandingan kestabilan sensor BPM, GSR, dan suhu

Pada gambar 12 ditunjukkan perbandingan hasil pengukuran antara pengukuran dalam kondisi diam dan kondisi bergerak. Secara keseluruhan, hasil pengukuran menunjukkan bahwa sensor detak jantung dan sensor suhu sangat sensitif terhadap pergerakan *user* sehingga rentan mengalami gangguan. Sebaliknya, sensor GSR cenderung lebih tahan terhadap gangguan sehingga menghasilkan yang lebih stabil meskipun *user* bergerak. Gambar 4.10. Grafik pengukuran sensor waktu diam dan bergerak.



Gambar 12. Grafik pengukuran sensor waktu diam dan bergerak

Hasil pengujian parameter indikator stres pada beberapa responden dapat dilihat pada Tabel 2. Dalam pengujian ini, data diambil dari 15 subjek, dengan tingkat error tertinggi masing-masing pengukuran sebagai berikut: 10,5% untuk error tertinggi pada sensor detak jantung, 6,81% untuk error tertinggi pada sensor konduktivitas kulit, dan 4,24% untuk error tertinggi pada sensor suhu. Error tertinggi pada sensor detak jantung dan sensor suhu terjadi pada subjek yang sama. Hal ini disebabkan oleh banyaknya gerakan tidak perlu yang dilakukan subjek saat pengambilan data, sehingga sensor menerima sinyal noise yang menyebabkan pengukuran menjadi tidak akurat. Error tertinggi pada sensor konduktivitas kulit selain disebabkan oleh mobilitas atau pergerakan berlebihan, juga dipengaruhi oleh keterbatasan alat pembanding, yaitu multimeter. Multimeter tidak seakurat alat yang dirancang khusus untuk mengukur konduktivitas kulit. Multimeter mengukur resistansi dalam satuan Ohm, dan jika pengukurannya tidak dilakukan dengan benar, hasilnya dapat menjadi kurang stabil atau tidak presisi. Kondisi kulit manusia yang berubah dengan cepat akibat faktor seperti kelembapan, suhu, atau aktivitas fisik juga memengaruhi resistansi kulit, sehingga terjadi perbedaan hasil pengukuran. Pada pengujian subjek ke-14 dan ke-15, dilakukan variasi pengukuran untuk mendapatkan data pengukuran yang berbeda. Untuk subjek ke-14, pengukuran detak jantung dilakukan setelah subjek berlari di tempat guna memacu detak jantung terlebih dahulu. Pengukuran konduktivitas kulit dilakukan secara normal t, sedangkan pengukuran suhu tubuh dilakukan dengan menggunakan permukaan gelas yang diisi air es untuk mendapatkan suhu di bawah 32 °C. Sementara itu, pada subjek ke-15, prosedur pengukuran detak jantung dan konduktivitas kulit serupa dengan subjek ke-14. Namun, untuk pengukuran suhu tubuh, menggunakan setrika yang telah diatur pada suhu yang umumnya digunakan untuk menyetrica kain tipis. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan data pengukuran suhu tubuh di atas 38 °C.

Tabel 2. Hasil pengujian parameter indikator stres pada beberapa responden

No	Pembacaan sensor			Pembacaan dengan alat ukur			Error%			Buzzer	
	HPS (BPM)	GSR (μS)	LM35 (°C)	Oxime ter (BPM)	Multi Mega (ohm)	(μS)	The rmo (°C)	BP M	μS		°C
1	111	0,38	35,7	115	2,53	0,39	36,3	3,6	4,01	1,7	Berbunyi
2	77	0,24	35,8	80	3,95	0,25	36,9	3,9	4,16	2,5	Berbunyi
3	85	0,38	35,5	81	2,51	0,39	36,5	4,7	4,84	2,8	Berbunyi
4	89	0,22	36,2	85	4,44	0,22	36,7	4,5	2,37	1,3	Berbunyi
5	106	0.82	36,3	102	1,18	0,84	36,7	3,8	3,35	1,1	Berbunyi
6	81	0,37	36.85	82	2,81	0,36	36,3	1,23	2,7	1.49	Berbunyi
7	103	0,27	37,44	108	3,53	0,28	36,9	4,85	3,7	1,34	Berbunyi
8	83	0,44	36,4	82	2.11	0,47	36,8	1,2	6,81	1.1	Berbunyi
9	78	0,77	37,15	75	1.28	0,78	36.6	3,85	1,29	1,48	Berbunyi
10	68	0,46	37,2	70	2,21	0,45	36.5	2,94	1,63	1,92	Berbunyi
11	86	0,06	36,3	88	17,2	0,05	36,6	2,22	3,1	0,93	Berbunyi
12	102	0,68	36,49	101	1,52	0.66	36,3	0,98	3,25	0,52	Berbunyi
13	95	0,71	37,84	105	1,39	0.72	36,3	10,5	3,33	4,24	Berbunyi
14	112	0,23	31,3	114	4,44	0,22	31,2	1,79	4,35	0,32	Berbunyi
15	105	0,19	41,6	102	5,5	0,18	41,8	2,86	5,26	0,48	Berbunyi
Error rata-rata								3,53	3,61	1.55	

4. Kesimpulan

Kesimpulan yang bisa diambil dari implementasi dan pengujian alat adalah sebagai berikut:

1. Sistem yang dirancang, secara keseluruhan dapat bekerja dengan baik sesuai dengan perancangan. Sistem mampu mengukur parameter detak jantung, konduktivitas kulit, dan suhu tubuh manusia. Sehingga parameter ini dapat ditampilkan melalui LCD 20x4 untuk tujuan *monitoring*.
2. Keakuratan pengukuran yang dilakukan sensor memiliki nilai rata-rata % *error* sebesar 3,53 % untuk nilai detak jantung, 3,61 % untuk konduktivitas kulit, dan 1.55 untuk nilai suhu tubuh.
3. Pada percobaan yang sudah dilakukan untuk keseluruhan sistem, khususnya bagian sensor jika terlalu banyak gerakan saat bagian tubuh sedang diukur atau terpasang sensor memakai perhitungan dari ketiga sensor ini akan jauh dari perhitungan dari perbandingan alat, dikarenakan mobilitas/gerakan yang berlebihan dapat mengakibatkan dan menghasilkan *noise*.

5. Referensi

- [1] M. S. DR. Namora Lumongga Lubis, *Depresi: Tinjauan Psikologis*. Kencana, 2016.
- [2] M. Meiriyanti, R. Elliya, and T. Triyoso, "Stres psikologis dan gejala kekambuhan gastritis kronis pada lansia: Studi cross-sectional," *Holistik J. Kesehat.*, vol. 16, no. 3, pp. 215–222, 2022, doi: 10.33024/hjk.v16i3.1537.
- [3] R. R. Akbar, M. Anissa, I. P. Hariyani, and R. Rafli, "Edukasi Masyarakat Mengenai Gejala Cemas," *Din. J. Pengabd. Kpd. Masy.*, vol. 6, no. 4, pp. 876–881, 2022, doi: 10.31849/dinamisia.v6i4.10008.
- [4] R. D. Gusti Yuli Asih, Hardani Widhiastuti, *Stres Kerja*. Semarang: Semarang University Press, 2018.
- [5] W. Kurniawati and R. Setyaningsih, "Manajemen Stress Pada Mahasiswa Tingkat Akhir dalam Penyusunan Skripsi," *J. An-Nur Kaji. Pendidik. dan Ilmu Keislam.*, vol. 5, no. 3, pp. 248–253, 2020.
- [6] 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>.
- [7] P. Madona and Firman Deza, "Alat Pendeteksi Tingkat Stress Manusia Berdasarkan Suhu Tubuh , Jurnal Politeknik Caltex Riau Alat Pendeteksi Tingkat Stress Manusia Berdasarkan Suhu Tubuh ,," *J. Elektro dan Mesin Terap.*, vol. 3, no. November 2017, pp. 31–42, 2020.
- [8] N. H. H. SERAN, R.; HARDIYANTO, "Sensor Galvanic Skin Response (GSR) Berbasis Arduino Uno Sebagai Pendeteksi Tingkat Stres Manusia," in *Prosiding SKF*, 2015, pp. 422–427.
- [9] N. Hidayah, M. Mujur Rose, and N. Nasron, "Rancang Bangun Alat Pendeteksi Tingkat Stress Pada Manusia Berbasis Arduino Uno," *PROtek J. Ilm. Tek. Elektro*, vol. 8, no. 1, pp. 31–39, 2021, doi: 10.33387/protek.v8i1.2240.
- [10] M. A. Adrian, M. R. Widiarto, and R. S. Kusumadiarti, "Health Monitoring System dengan Indikator Suhu Tubuh, Detak Jantung dan Saturasi Oksigen Berbasis Internet of Things (IoT)," *J. Petik*, vol. 7, no. 2, pp. 108–118, 2021, doi: 10.31980/jpetik.v7i2.1230.
- [11] 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," *J. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 10, no. 7, pp. 1527–1536, 2023, doi: 10.25126/jtiik.1078010.
- [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] S. Sza *et al.*, "Penerapan Decision Tree Dan Random Forest Dalam Deteksi the Application of Decision Tree and Random Forest in Detecting Human Stress Levels Based on Sleep Conditions," vol. 10, no. 7, pp. 1503–1510, 2023, doi: 10.25126/jtiik.2024117993.
- [14] I. F. Wijayanti, E. R. Widasari, and B. H. Prasetyo, "Implementasi Wearable Device untuk Sistem

- Pendeteksi Stres pada Manusia berdasarkan Suhu Tubuh dan Detak Jantung,” *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 6, no. 9, pp. 4486–4492, 2022, [Online]. Available: <http://j-ptiik.ub.ac.id>.
- [15] H. H. Rachmat and M. M. L. Say, “Evaluasi Resistansi Sensitivitas Modul Galvanic Skin Response Berbasis Arduino Nano,” *J. Media Elektro*, vol. XII, no. 2, pp. 57–65, 2023, doi: 10.35508/jme.v12i2.11809.