

DETEKTOR KONDISI PSIKOLOGIS TUBUH BERDASAR SUHU TUBUH, HEART RATE DAN GALVANIC SKIN RESPONSE YANG TERUKUR PADA TANGAN KANAN

Leon Cicero Sinaga, Diana Lestariningsih*, Hartono Pranjoto, Andrew Joewono, Albert Gunadhi, Lanny Agustine

Program Studi Teknik Elektro, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya

*e-mail : diana@ukwms.ac.id

ABSTRACT

This study developed a device to detect the psychological condition of the body in 3 levels, namely relaxed, calm and stress based on measurements of body temperature (degrees Celsius), heart rate (bpm), and skin conductivity (GSR) only on the right hand. Relaxed conditions are characterized by body temperature between 36-37 °C, heart rate between 60-70 bpm, and GSR between 0.4-1 μmho. Calm conditions are characterized by body temperature between 35-35.9 °C, heart rate between 71-90 bpm, and GSR between 1.1-1.4 μmho. Stress conditions are characterized by body temperature lower than 33 °C, heart rate between 100-140 bpm, and GSR more than 4.1 μmho. Device testing was carried out on 4 healthy subjects. A relaxed and calm state was simulated by testing on subjects shortly after waking. Stress conditions were simulated by testing after subjects exercised lightly for 15 minutes. Test results showed the device can measure body temperature and heart rate with an accuracy of 98.7% and 93.7%. The accuracy of detecting the psychological condition of the body based on heart rate and GSR is according to design. The test results also showed that exercise simulations in healthy people could not meet the range of body temperature parameters for stressful conditions.

ABSTRAK

Penelitian ini mengembangkan perangkat untuk mendeteksi kondisi psikologis tubuh dalam 3 tingkatan yaitu rileks, tenang dan stres berdasarkan pengukuran suhu tubuh (derajat celcius), heart rate (bpm), dan konduktivitas kulit (GSR) hanya pada pada tangan kanan. Kondisi rileks ditandai dengan suhu tubuh antara 36-37 °C, heart rate antara 60-70 bpm, dan GSR antara 0,4-1 μmho. Kondisi tenang ditandai dengan suhu tubuh antara 35-35,9 °C, heart rate antara 71-90 bpm, dan GSR antara 1,1-1,4 μmho. Kondisi stres ditandai dengan suhu tubuh lebih rendah dari 33 °C, heart rate antara 100-140 bpm, dan GSR lebih dari 4,1 μmho. Pengujian perangkat dilakukan pada 4 orang subyek sehat. Kondisi rileks dan tenang disimulasikan dengan pengujian pada subjek sesaat setelah bangun tidur. Kondisi stres disimulasikan dengan pengujian setelah subyek berolahraga ringan selama 15 menit. Hasil pengujian menunjukkan perangkat dapat mengukur suhu tubuh dan heart rate dengan akurasi 98,7% dan 93,7%. Ketepatan deteksi kondisi psikologis tubuh berdasarkan heart rate dan GSR sudah sesuai desain. Hasil pengujian juga menunjukkan bahwa simulasi olahraga pada orang sehat belum dapat memenuhi rentang parameter suhu tubuh untuk kondisi stres.

Keywords: *stres, heart rate, konduktivitas kulit, suhu*

I. Pendahuluan

Stres adalah gangguan atau kekacauan mental dan emosional yang disebabkan oleh faktor luar (dalam kbbi.web.id). Dalam pengertian lain stres merupakan suatu keadaan tertekan baik itu secara fisik maupun psikologis. Stres sering timbul karena peristiwa hidup sehari-hari yang bisa dialami oleh semua orang tanpa memandang jenis kelamin, status sosial, umur, dan kepercayaan. Stres dapat disebabkan karena kondisi sosial, ekonomi, kesehatan dan terutama saat ini sebagai dampak dari pandemi Covid-19 yang berlangsung hampir 3 tahun lamanya. Pada awal pandemi di tahun 2020

terdapat ada lebih dari 1.500 orang Indonesia yang mengalami stres akibat Corona. (Kaligis, Indraswari, and Ismail 2020; Supriyatna and Aranditio 2020) Kondisi tersebut terdeteksi dari jumlah pasien yang melakukan pemeriksaan masalah psikologis yang mayoritas berupa kondisi cemas, depresi, dan trauma psikologis. (Supriyatna and Aranditio 2020)

Salah satu cara untuk mengetahui apakah seseorang sedang dalam kondisi stres adalah dengan melakukan konsultasi dengan psikolog dan melakukan tes tertentu. Ada banyak faktor psikologis yang perlu dipertimbangkan untuk menentukan seseorang sedang dalam kondisi

stres atau tidak. Selain itu, stres juga dapat diamati dari respon tubuh diantaranya seperti detak jantung, perubahan suhu tubuh, dan konduktivitas kulit akibat perubahan kelembaban. (Mehrad 2020) Kondisi stres masih dapat berlanjut walaupun masalah sudah teratasi karena adanya stimulus yang membuat teringat akan peristiwa penyebab stres tersebut. (Mehrad 2020) Untuk itu, pada penelitian ini dikembangkan detektor kondisi psikologis tubuh berdasar 3 parameter tubuh untuk membantu individu mencermati keadaan psikologis dirinya secara mandiri, sehingga dapat menentukan langkah dan aktivitas yang sebaiknya dilakukan untuk keselamatan dan kenyamanan dirinya.

II. Dasar Teori

II.1 Parameter Stres

Stres pada manusia dapat terjadi melalui berbagai faktor baik itu faktor eksternal maupun internal. Pada umumnya stres pada tubuh diakibatkan oleh gangguan atau tekanan secara psikologis yang menjadi awal penyebab berbagai macam penyakit dan gangguan kejiwaan. Beberapa contoh efek stres adalah gangguan yang menyebabkan gangguan ingatan, gangguan otak dalam memproses suatu data, dada terasa sakit, palpitasi jantung, pusing, napas pendek, tangan dan kaki menjadi dingin, gangguan pencernaan, tubuh menjadi lemah, dan peningkatan aktivitas kelenjar keringat. Gangguan-gangguan tersebut mempengaruhi alam bawah sadar dan menyebabkan perubahan fungsi kerja tubuh. Pada penelitian ini yang dipantau oleh alat adalah perubahan aktivitas jantung, aktivitas kelenjar keringat, dan suhu tubuh. (Ulfa and Fahriza 2019)

Pada tubuh manusia terdapat 3 tipe kelenjar keringat yaitu apocrine, eccrine, dan apoeccrine yang tersebar di seluruh tubuh dan mempunyai perannya masing-masing dengan respon mengeluarkan keringat. Pada tubuh manusia kelenjar eccrine banyak tersebar pada permukaan kulit yang berambut. Kelenjar ini mempunyai peran penting dalam pengaturan suhu tubuh. Pada kondisi psikologis tubuh normal, kelenjar eccrine menghasilkan keringat untuk menurunkan suhu tubuh. Kelenjar eccrine juga dapat ditemui pada kulit telapak tangan dan kaki. Kelenjar pada area tersebut biasanya aktif karena stimulus sentuhan lokal dan ketegangan mental. Keringat pada telapak tangan dan kaki bisa juga disebut *emotional sweating* atau berkeringat karena perubahan emosi. Walaupun jalur sentral dari *emotional sweating* belum dapat dijelaskan secara rinci, diperkirakan ada hubungannya dengan sistem limbik. (Asahina, M., Poudel, A. & Hirano 2015; Ahmad and Zakaria 2015) Sistem limbik adalah bagian otak yang berperan dalam pembentukan tingkah laku dan emosi, termasuk amigdala dan cingulate cortex. Bagian ini sangat penting untuk pemrosesan emosional dan sebagian besar fungsi kognitif. Jadi,

pengukuran keringat di telapak tangan atau kaki bisa digunakan untuk evaluasi fungsi simpatik dan aktivitas sistem limbik pada gangguan otonom dan kejiwaan. (Asahina, M., Poudel, A. & Hirano 2015) Efek dari aktifitas kelenjar keringat adalah menurunnya suhu tubuh pada orang yang mengalami stres atau biasa disebut berkeringat dingin. Keadaan basah-keringnya kulit dapat dideteksi dari perubahan konduktansi kulit atau disebut *Galvanic Skin Resistance* (GSR).

Stres juga bisa menyebabkan bertambahnya kecepatan detak jantung. Saat tubuh mengalami stres, baik secara emosional maupun secara fisik, maka tubuh akan melepaskan hormon stres atau disebut hormon kortisol. Hormon inilah yang dapat menyebabkan kenaikan detak jantung dan tekanan darah. Efek yang dapat ditimbulkan oleh kenaikan detak jantung dan tekanan darah yang tinggi adalah menyebabkan serangan jantung, gagal jantung, dan juga aritmia bahkan kepada orang yang tidak mempunyai riwayat penyakit jantung sekalipun. (Yaribeygi et al. 2017)

Perubahan respon tubuh yang terjadi saat seseorang mengalami stres dapat digunakan menjadi parameter untuk menentukan tingkat stres. Tingkat kondisi stres tubuh dapat dibedakan berdasarkan kecepatan detak jantung, suhu tubuh dan konduktansi kulit (GSR) seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.1 dan 2.2 berikut.

Tabel 1. Parameter tingkat stres berdasar detak jantung dan suhu tubuh (Deza, Madona, and Rahmardy 2017; Fadhillah and Stefanus 2018)

Kondisi	Parameter	
	HR (bpm)	T (°C)
Rileks	60 - 70	36 - 37
Tenang	70 - 90	35 - 36
Cemas	90 - 100	33 - 35
Stres	100-140	T<33

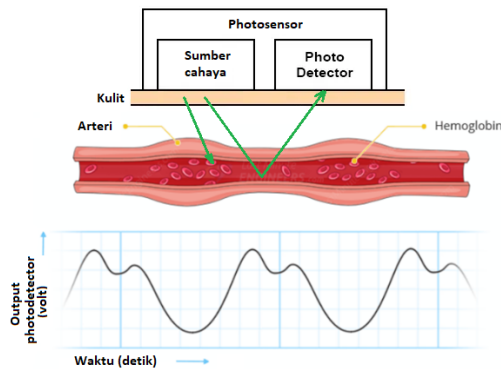
Tabel 2. Parameter tingkat konduktansi kulit manusia (Wiradharma, Mukhtar, and Cahyadi 2022)

Kondisi	GSR (µmho)
Normal	0 - 0.415
Rileks	0.417 - 1.054
Stres Ringan (Tenang)	1.058 - 1.418
Stres Sedang	1.424 - 2.433
Stres Berat (Cemas)	2.444 - 4.166
Stres Sangat Berat	>4.166

II.2 Pulse Sensor

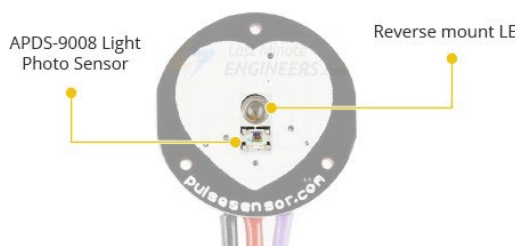
Pulse sensor adalah sebuah sensor yang digunakan untuk mengukur denyut jantung manusia yang biasanya ditempatkan di ujung jari. Pulse sensor terdiri dari photodetektor dan LED sebagai sumber Cahaya yang menggunakan prinsip pemantulan cahaya. Kepadatan keping darah pada pembuluh darah di bawah kulit akan

mempengaruhi intensitas cahaya pantul LED yang sampai kembali ke photodetektor. Kepadatan keping darah meningkat saat jantung memompa darah. Darah mengalir melalui pembuluh arteri dari yang besar hingga kecil seperti pada arteri ujung jari. Jika volume darah pada ujung jari bertambah maka intensitas cahaya pantul yang sampai pada photodetektor akan semakin kecil karena sebagian besar cahaya LED akan diserap oleh darah, dan begitu pula sebaliknya. Ilustrasi kondisi aliran darah pada arteri dan fluktuasi sinyal output photodetektor dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Prinsip kerja *Photosensor* dan grafik outputnya

Keakuratan hasil pengukuran pulse sensor sangat bergantung pada posisi jari dan gerakan tubuh pengguna. Pulse sensor yang digunakan pada penelitian ini menghasilkan cahaya hijau dengan panjang gelombang 510 nm dan menggunakan sensor cahaya APDS-9008 dengan puncak sensitivitas gelombang 565 nm seperti ditunjukkan pada Gambar 2. Pulse sensor memiliki diameter fisik 15,8 mm.



Gambar 2. Pulse Sensor (<https://www.mindkits.co.nz/store/picturepopup.aspx?id=107418>)

II. 3 Sensor Galvanic Skin Response

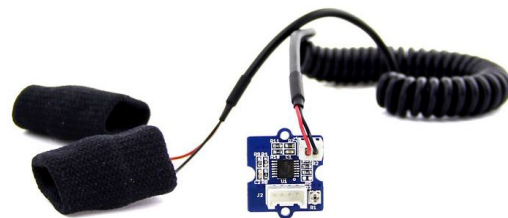
Galvanic skin response (GSR) sensor adalah sensor yang digunakan untuk mengukur konduktansi pada kulit manusia yang bervariasi berdasarkan tingkat kelembabannya. Sensor ini bekerja dengan mengukur perubahan resistansi pada kulit yang dipengaruhi oleh keadaan kelenjar keringat manusia. Saat seseorang mengalami emosi yang kuat, kelenjar keringat akan terstimulus mengeluarkan keringat

sehingga terjadi perubahan daya tahan listrik pada kulit.

Telapak tangan dan kaki memiliki kelenjar keringat dengan tingkat eccrine yang tinggi dan sangat responsif terhadap rangsangan emosional dan psikologis. Kelenjar akan memproduksi keringat bening dan tidak berbau. Oleh sebab itu, elektroda sensor GSR biasanya ditempatkan pada bagian kulit di daerah seperti pada permukaan kulit jari tangan. Sensor bekerja dengan menggunakan 2 buah elektroda yang terhubung dengan jari tengah dan jari manis. Perubahan kelembaban kulit akan menghasilkan perubahan tegangan listrik antara kedua elektroda pada output sensor GSR. (Seran et al. 2015) Nilai konduktansi kulit dapat diperoleh dari hasil perhitungan berdasar nilai beda tegangan listrik antara kedua elektroda tersebut.

Sensor GSR dapat bekerja pada tegangan 3.3V dan 5V dengan dimensi fisik 19,5 mm x 19,5 mm. Sensitivitas sensor dapat diubah-ubah dengan mengatur potensiometer yang tersedia. Sensor GSR Grove mempunyai 4 buah kaki, seperti ditunjukkan pada Gambar 3, yaitu kaki Vcc (Merah), Ground (Hitam), NC (Putih), dan A0 (Kuning) sebagai output dari sensor. Satuan konduktansi adalah Siemens atau mho. Nilai konduktansi bisa didapat dari rumus (1) (Wiradharma, Mukhtar, and Cahyadi 2022; Seran et al. 2015) berikut:

$$\text{Konduktansi (G)} = 1/R \quad (1)$$



Gambar 3. Galvanic skin response sensor (https://digiwarestore.com/5098-thickbox_default/galvanic-skin-response-gsr-grove-296229.jpg)

II.4 Contactless Temperature Sensor MLX90614

Sensor MLX90614 adalah sensor yang digunakan untuk mengukur temperatur suatu objek dengan mendeteksi radiasi inframerah yang dipancarkan oleh objek tersebut pada rentang jarak tertentu. Termometer yang menggunakan sensor inframerah menggunakan termofil yang mengubah energi panas menjadi tegangan listrik. (Urbach and Wildian 2019) Sensor ini memiliki dimensi fisik 16,9 mm x 11,3 mm. Sensor ini dapat membaca gelombang elektromagnetik yang dipancarkan suatu objek mulai dari gelombang 700 nm hingga 14.000 nm, dan dapat mengukur temperatur tubuh manusia dengan akurat pada jarak kira-kira 2 cm - 5 cm dengan rentang suhu terukur -70 °C hingga 380 °C. Sinyal output dari termofil akan dikuatkan

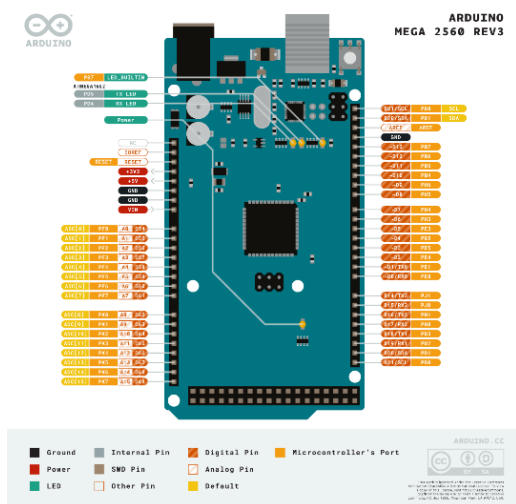
oleh low-offset operational amplifier kemudian diubah menjadi data 17-bit oleh ADC melalui FIR dan IIR low pass digital filter. Output sensor dapat diakses melalui komunikasi serial I2C dari pin SDA dan SCL seperti ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Sensor Suhu MLX90614 (<https://www.edukasiElektronika.com/2020/09/sensor-suhu-non-contact-mlx90614-gy-906.html>)

II.5 Mikrokontroler Arduino Mega

Mikrokontroler Arduino Mega adalah sebuah papan sirkuit dengan dimensi 10,15 cm x 5,33 cm, yang berbasis ATmega 2560 dengan 54 pin I/O digital seperti terlihat pada Gambar 5. Fasilitas Arduino Mega yang digunakan pada penelitian ini adalah ADC, PWM, dan komunikasi serial.



Gambar 5. Arduino Mega (<https://domoticzfaq.ru/arduino-mega-dimensions/>)

II.6 TFT LCD Shield Arduino 2,4"

Thin-Film Transistor Liquid Crystal Display merupakan modul display yang memiliki total 28 pin seperti tampak Gambar 6. TFT LCD dapat digunakan untuk menampilkan tulisan, gambar dan grafik dengan baik dan berwarna dengan kualitas gambar 240 x 320 pixel. TFT LCD juga memiliki fitur pengontrol RGB pixel terpisah yang dapat memberikan tampilan hitam putih dengan resolusi yang lebih baik. Selain itu TFT LCD juga merupakan layar *touch screen* dengan sentuhan jari.



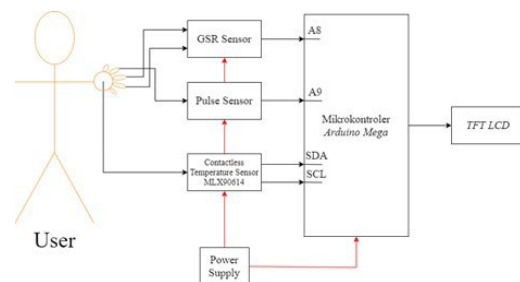
Gambar 6. TFT LCD (<https://roboticsdna.in/product/arduino-unottft2-4-inch/>)

III. Metodologi Penelitian

Penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahap meliputi perancangan perangkat keras, perancangan perangkat lunak, realisasi perangkat keras, realisasi perangkat lunak, integrasi kedua bagian dan pengujian.

III.1 Perancangan Perangkat Keras

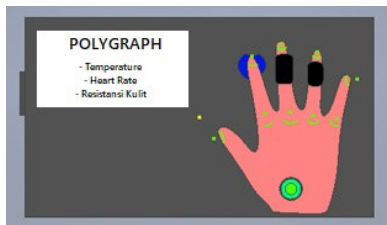
Parameter yang digunakan untuk memantau tingkat stres adalah konduktansi kulit, kecepatan detak jantung, dan suhu tubuh. Untuk itu, pada perangkat keras digunakan 3 jenis sensor yang terhubung pada jari-jari tangan kanan *user* seperti terlihat pada Gambar 7. Konduktansi kulit dideteksi menggunakan sensor GSR Grove yang outputnya adalah tegangan listrik analog dengan dua buah elektroda yang dipasang ke jari tengah dan jari manis. Kecepatan detak jantung dideteksi menggunakan pulse sensor yang outputnya juga tegangan listrik analog. Pulse sensor dipasang pada jari telunjuk. Sedangkan suhu tubuh dideteksi secara non-kontak menggunakan sensor temperature MLX90614 yang outputnya adalah data serial 17-bit melalui komunikasi serial I2C.



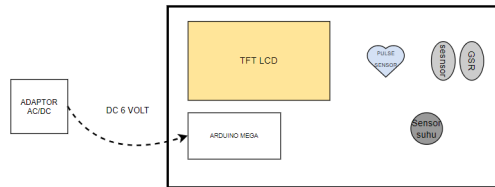
Gambar 7. Diagram blok alat

Output analog dari pulse sensor terhubung ke pin A9 pada modul mikrokontroler Arduino Mega, dan output analog sensor GSR terhubung ke pin A8 untuk dikonversi menjadi data digital masing-masing 10-bit oleh ADC internal secara bergantian. Sedangkan sensor suhu terhubung langsung ke pin SDA dan SCL pada mikrokontroler Arduino Mega. Data yang telah diolah oleh mikrokontroler akan ditampilkan di TFT LCD 2,4" yang terhubung ke modul mikrokontroler Arduino Mega. Proses yang dilakukan oleh Arduino Mega akan dibahas pada perancangan perangkat lunak.

Analogi bentuk alat tampak depan ditunjukkan pada Gambar 8, dan penempatan bagian-bagian alat dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 8. Penggunaan Alat Tampak Depan



Gambar 9. Penempatan sensor-sensor, mikrokontroler, dan LCD

Dimensi alat adalah 18 cm x 11 cm x 6 cm. Sumber daya alat menggunakan sebuah adaptor 6V.

III.3 Perancangan Perangkat Lunak

Perangkat lunak pada Arduino Mega berfungsi untuk konversi output analog pulse sensor dan sensor GSR ke data digital, serta mendapatkan data output sensor suhu melalui komunikasi serial. Data output ketiga sensor digunakan untuk menentukan tingkat stres pengguna berdasarkan Tabel 1 dan 2 untuk 3 kondisi psikologis tubuh yaitu stres, rileks, dan tenang. Disamping itu, perangkat lunak juga berfungsi untuk mendeteksi penekanan dan posisinya pada TFT LCD.

Pertama-tama bagian perangkat lunak untuk pulse sensor membutuhkan waktu membangun objek sebelum digunakan. Untuk itu, pada perangkat lunak diawali dengan proses *loading* sebelum sensor-sensor boleh dihubungkan ke tangan subjek. Perangkat mengkonversi output sensor GSR ke digital. Nilai yang diperoleh dikonversi dengan persamaan menjadi nilai konduktansi dengan satuan μmho . Selanjutnya perangkat lunak mengkonversi output pulse sensor menjadi digital. Nilai tersebut dikonversi ke kecepatan detak jantung dalam bpm (beat per minute). Kemudian perangkat lunak akan berkomunikasi dengan sensor suhu melalui komunikasi serial I2C untuk mendapatkan data output 17-bitnya yang kemudian dikonversi menjadi suhu dalam satuan derajat celsius. Untuk mendapatkan nilai yang stabil, maka diambil rata-rata dari 20 nilai terukur dari data digital masing-masing output sensor yang digunakan untuk pengambilan keputusan. Kecepatan pengambilan data adalah setiap 50ms, sehingga rata-rata perangkat membutuhkan waktu 3 detik untuk menghasilkan keputusan kondisi psikologis tubuh. Rentang nilai parameter untuk 3 level kondisi psikologis

tubuh yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1 dan 2.

Metode deteksi level stres adalah jika kecepatan detak jantung dan suhu masuk dalam rentang tersebut atau jika nilai GSR yang masuk dalam rentang tersebut. Sehingga ada 3 seleksi kondisi pada perangkat lunak yaitu sebagai berikut:

- Kondisi Rileks yaitu jika kecepatan detak jantung antara 60 – 70 bpm dan suhu tubuh antara 36 – 37 derajat celsius, atau jika terdeteksi nilai GSR antara 0,4 - 1.
- Kondisi Tenang yaitu jika kecepatan detak jantung antara 71 – 90 bpm dan suhu tubuh antara 35 – 35,9 derajat celsius, atau jika terdeteksi nilai GSR antara 1,1 – 1,4.
- Kondisi Stres yaitu jika kecepatan detak jantung antara 100 – 140 bpm dan suhu tubuh kurang dari 33 derajat celsius, atau jika terdeteksi nilai GSR lebih besar dari 4,1.

Jika kondisi terukur tidak masuk pada ketiga klasifikasi tersebut, maka perangkat lunak akan kembali melakukan pembacaan output sensor-sensor. TFT LCD akan menampilkan informasi kondisi psikologis tubuh apakah dalam kondisi stres, kondisi rileks, atau dalam kondisi tenang sesuai dengan batasan parameter yang sudah ditentukan. Data yang ditampilkan pada layar LCD berupa nilai rata-rata dari suhu ($^{\circ}\text{C}$), kecepatan detak jantung (bpm), dan konduktansi kulit (GSR - μmho).

IV. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Pengukuran dan pengujian dilakukan pada parameter-parameter yang sudah ditentukan untuk membuktikan kinerja perangkat yang telah direalisasikan pada penelitian ini. Pengukuran dan pengujian yang dilakukan meliputi:

1. Pengukuran dan pengujian suhu tubuh dan *heart rate*.
2. Pengujian keseluruhan kinerja perangkat.

Data hasil pengukuran dibandingkan dengan hasil pengukuran dari alat ukur suhu Thermogun Shenzhen Hezhizhou HT-668 dan Pulse Oximeter X1805.

Gambar 10 menunjukkan tampilan perangkat yang telah direalisasikan dan posisi tangan pada perangkat. Perangkat ini didesain untuk digunakan pada tangan kanan. TFT LCD memperlihatkan hasil pengukuran SUHU, GSR (konduktivitas kulit), BPM (heart rate), dan kesimpulan KONDISI subyek secara keseluruhan dari hasil pengukuran. Jari tengah dan jari manis subyek dililit dengan sensor GSR. Permukaan jari telunjuk menyentuh pulse sensor yang terletak di bawah jari. Sedangkan telapak tangan dan sensor suhu diatur agar berapa pada jarak $\pm 3\text{cm}$.



Gambar 10. Tampilan perangkat yang digunakan pada tangan kanan

Pengukuran dan pengujian yang telah dilakukan langsung pada 4 orang subyek sehat. Perangkat dipasang pada tangan kanan subyek seperti ditunjukkan pada Gambar 10. Pengukuran dilakukan 2 kali untuk setiap subyek yaitu pada pagi hari sesaat setelah bangun tidur sebelum melakukan aktifitas untuk mengamati parameter terukur dalam kondisi tenang atau rileks. Kondisi stres diciptakan dengan subyek melakukan olah raga ringan selama 15 menit. Langkah pengukuran dan pengujian serta hasil-hasilnya dibahas pada sub-sub bab berikut.

IV.1 Pengujian Akurasi Pengukuran Parameter Suhu dan Heart Rate

Pengujian dilakukan dengan cara mengamati hasil pengukuran yang teramati di LCD perangkat untuk nilai SUHU dan BPM terukur. Parameter juga diukur menggunakan alat ukur suhu Thermogun dan pulse oximeter sebagai alat ukur pembandingan. Hasil pengukuran dan pengujian ditunjukkan pada Tabel 3 untuk pengukuran suhu tubuh, dan Tabel 4 untuk pengukuran *heart rate*.

Tabel 3. Hasil Pengukuran dan Pengujian Perangkat untuk Suhu Tubuh

Kondisi 1: Suhu tubuh subyek sesaat setelah bangun tidur				
Subyek	Suhu Alat (°C)	Suhu Thermogun (°C)	Selisi h	% Error
1	35,3	35,1	0,2	0,5
2	35,2	35,6	0,4	1,1
3	35,2	35,3	0,1	0,2
4	36,7	36,1	0,6	1,8
Kondisi 2: Suhu tubuh subyek setelah 15 menit olahraga				
1	35,8	36,1	0,3	0,8
2	35,8	35,1	0,74	2,1
3	36,1	36,9	0,78	2,1
4	34,7	35,3	0,57	1,6
Rata – rata % Error				1,3

Hasil pengukuran dan pengujian kinerja perangkat dalam mengukur suhu tubuh dari Tabel 3 menunjukkan error pengukuran perangkat terhadap alat ukur pembandingan rata-rata sebesar 1,3%, sehingga akurasi pengukuran suhu pada perangkat mencapai 98,7%.

Hasil pengukuran dan pengujian kinerja perangkat dalam mengukur kecepatan detak jantung (*heart rate*) dari Tabel 4 menunjukkan error pengukuran perangkat terhadap alat ukur pembandingan rata-rata sebesar 6,3%, sehingga akurasi pengukuran *heart rate* pada perangkat mencapai 93,7%.

Tabel 4. Hasil Pengukuran dan Pengujian Perangkat untuk *Heart Rate*

Kondisi 1: Heart rate subyek dari bangun tidur				
Subyek	BPM Alat	BPM Oximeter	Selisih	% Error
1	84	88	4	4,5
2	79	83	4	4,5
3	85	80	5	6,2
4	62	80	18	22,5
Kondisi 2: Heart rate subyek setelah 15 menit olah raga				
1	132	128	4	3,1
2	103	100	3	3
3	138	133	5	3,7
4	106	103	3	2,9
Rata – rata % Error				6,3

IV.2 Pengujian keseluruhan kinerja perangkat

Pengujian dilakukan untuk menentukan kemampuan perangkat dalam mendeteksi kondisi psikologis tubuh subyek berdasarkan 3 parameter yang formulanya telah ditetapkan berdasar rentang nilai parameter dari Tabel 1 dan 2. Hasil pengujian juga dilakukan dalam dua kondisi yaitu sesaat setelah subyek bangun tidur dan setelah 15 menit melakukan olah raga ringan. Pada tahap ini dilakukan pengukuran nilai ketiga parameter dan mengamati keputusan kondisi yang dideteksi oleh perangkat yang dikembangkan ini. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 5.

Hasil pengukuran dari Tabel 5 saat kondisi 1 menunjukkan bahwa subjek ke-1 sampai ke-3 suhu tubuh (antara 35-35,9 °C) dan *heart rate*-nya (antara 71-90 bpm) masuk dalam skala tenang dengan GSR masuk dalam skala kondisi rileks (antara 0,4 - 1 µmho). Perangkat lunak memprioritaskan pada hasil deteksi suhu dan *heart rate* sehingga KONDISI yang ditampilkan adalah “Tenang”. Sedangkan pada subyek ke-4 ketiga parameter masuk dalam rentang kondisi rileks (suhu tubuh 36 – 37 °C, *heart rate* 60 – 70 bpm, GSR 0,4 – 1 µmho), dan tampilan LCD sesuai dengan kondisi tersebut. Saat subyek telah melakukan olah raga selama 15 menit, pada Tabel 5 kondisi 2 teramati parameter ukur *heart rate* dan GSR berada pada rentang nilai untuk kondisi stres (*heart rate* 100 – 140 bpm, GSR > 4,1 µmho) sedangkan parameter suhu tidak mendukung untuk mensimulasikan kondisi stres karena dengan berolahraga suhu tubuh orang sehat masih diatas 33 °C, sehingga kondisi tersebut tidak masuk dalam ketiga kondisi

psikologis tubuh yang diatur dalam perangkat lunak.

Tabel 5. Hasil Pengujian Keseluruhan Kinerja Perangkat

Kondisi 1: Pengujian pada subyek sesaat setelah bangun tidur				
Subyek	Heart rate (bpm)	Suhu (°C)	GSR (µmho)	Kondisi
1	84,02	35,3	1,06	tenang
2	79	35,2	0,7	tenang
3	85	35,2	1	tenang
4	61,35	36,76	1	rileks
Kondisi 2: Pengujian pada subyek setelah 15 menit olahraga				
1	132,1	35,8	6,16	-
2	103,0	35,8	5,12	-
3	145,7	36,1	7,06	-
4	106,2	34,7	4,12	-

V. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengukuran dan pengujian, dapat disimpulkan bahwa perangkat yang dikembangkan pada penelitian ini dapat digunakan sebagai alat pendukung untuk mengukur kondisi psikologis seseorang untuk 3 tingkatan kondisi yaitu rileks, tenang, dan stres berdasarkan parameter *heart rate*, suhu dan konduktansi kulit. Hasil pengujian pada 4 orang subyek sesaat setelah bangun tidur menunjukkan 100% terdeteksi dalam kondisi tenang. Pengujian perangkat terhadap subyek setelah 15 menit berolahraga untuk parameter *heart rate* dan GSR menunjukkan dapat mendukung untuk mensimulasikan kondisi stress, namun suhu tubuh tidak dapat digunakan sebagai parameter simulasi kondisi stres karena lebih tinggi dari batas.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih pada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya yang telah mendukung dalam proses pelaksanaan penelitian ini dan publikasi hasilnya.

Referensi

- Ahmad, Asma Hayati, and Rahimah Zakaria. 2015. "Pain in Times of Stress." *Malaysian Journal of Medical Sciences* 22 (LC): 51–60. <http://journal.usm.my/journal/8SpecialIssueNeuroscience20153.pdf>.
- Asahina, M., Poudel, A. & Hirano, S. 2015. "Sweating on the Palm and Sole: Physiological and Clinical Relevance." *Clin Auton Res* 25: 153–159. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s10286-015-0282-1>.
- Deza, Firman, Putri Madona, and Nezwal Rahmardy. 2017. "Alat Pendeteksi Tingkat Stress Manusia Berdasarkan Suhu Tubuh, Kelembaban Kulit, Tekanan Darah Dan Detak Jantung (Human Stress Level Detection Tool Based on Body Temperature, Skin Moisture, Blood Pressure and Heart Rate)." *Jurnal Elektro Dan Mesin Terapan* 3 (2): 31–42. <https://doi.org/https://doi.org/10.35143/elementer.v3i2.194>.
- Fadhilah, Khansa, and Albert Stefanus. 2018. "Perangkat Pemantau Kesehatan Mental Berbasis IoT." In *Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar*, 9:840–47. <https://jurnal.polban.ac.id/ojs-3.1.2/proceeding/article/view/1158>.
- Kaligis, Fransiska, Madhyra Tri Indraswari, and Raden Irawati Ismail. 2020. "Stress during COVID-19 Pandemic: Mental Health Condition in Indonesia." *Medical Journal of Indonesia* 29 (4): 436–41. <https://doi.org/10.13181/mji.bc.204640>.
- Mehrad, Aida. 2020. "DOI: <https://doi.org/10.24297/Jssr.V15i.8750>." *JOURNAL OF SOCIAL SCIENCE RESEARCH* 15: 185–90. <https://doi.org/DOI:https://doi.org/10.24297/jssr.v15i.8750>.
- Seran, Regina, Hardiyanto, Nikmatul Husna, and Hendro. 2015. "Sensor Galvanic Skin Response (GSR) Berbasis Arduino Uno Sebagai Pendeteksi Tingkat Stres Manusia." *Prosiding Skf*, 422–27.
- Supriyatna, Iwan, and Stephanus Aranditio. 2020. "Suara Dot Com Website.Pdf." *Suara.Com*. 2020. <https://www.suara.com/news/2020/05/01/125216/data-psikiater-1522-orang-indonesia-depresi-akibat-corona#:~:text=Suara.com -Perhimpunan Dokter Spesialis Kedokteran Jiwa mencatat,depresi akibat pandemi virus corona COVID-19 di Indonesia.>
- Ulfa, Lutfiana, and Muhammad Rizqi Fahriza. 2019. "Faktor Penyebab Stress Dan Dampaknya Bagi Kesehatan." <https://doi.org/https://doi.org/10.31219/osf.io/h4cnv>.
- Urbach, Tandini Ulfa, and Wildian Wildian. 2019. "Rancang Bangun Sistem Monitoring Dan Kontrol Temperatur Pemanasan Zat Cair Menggunakan Sensor Inframerah MLX90614." *Jurnal Fisika Unand* 8 (3): 273–80. <https://doi.org/10.25077/jfu.8.3.273-280.2019>.
- Wiradharma, Komang, Husnaeni Mukhtar, and Willy Anugrah Cahyadi. 2022. "Sensor Galvanic Skin Response (Gsr) Berbasis Arduino Nano Sebagai Pengukur Perubahan Konduktansi Listrik Kulit Dalam Kondisi Tenang Atau Distress." *Jurnal E-Proceeding of Engineering* 9 (2): 219.

<https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/view/17720>.

12. Yaribeygi, Habib, Yunes Panahi, Hedayat Sahraei, Thomas P. Johnston, and Amirhossein Sahebkar. 2017. "The Impact of Stress on Body Function: A Review." *EXCLI Journal* 16: 1057–72. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.17179/excli2017-480>.