

Sistem pemantauan kondisi tubuh pada jaket olahraga memanfaatkan *Galvanic Skin Response (GSR)* dan *Pulse Sensor*

Ayatullah Naufal Azmi Arham¹, Maman Abdurrohman², Rahmat Yasirandi³

^{1,2,3}Fakultas Informatika, Universitas Telkom, Bandung

¹Ayatullahnaufal@students.telkomuniversity.ac.id, ²abdurohman@telkomuniversity.ac.id,

³batanganhitam@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Gaya hidup merupakan salah satu aspek yang esensial di era modern. Gaya hidup orang yang melakukan kegiatan olahraga lebih cenderung mengikuti tren yang sedang berkembang pada era modern saat ini. Produk olahraga juga menjadi tren untuk menunjang aktivitas kegiatan seseorang pada saat melakukan olahraga seperti sepatu, baju, hingga jaket olahraga. Aktivitas olahraga sendiri merupakan salah satu kegiatan yang diminati banyak orang untuk melatih fisik dan mental. Kendala umum yang dihadapi saat melakukan proses olahraga adalah stamina menurun secara drastis yang bisa mengakibatkan rasa lelah berkepanjangan. Untuk mengantisipasi penurunan kondisi kesehatan secara drastis dalam penelitian ini melakukan inovasi berupa jaket olahraga yang bisa mengetahui kondisi kesehatan bagi orang yang melakukan aktivitas olahraga. Saat ini, sulit bagi orang yang melakukan aktivitas olahraga untuk mengetahui kondisi kesehatannya. Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini membuat alat sensor yang terpasang pada jaket dan berfungsi untuk mengukur kondisi kesehatan berdasarkan detak jantung dan konduktansi keringat menggunakan *Pulse Sensor* dan *Galvanic Skin Response (GSR)*. Penelitian ini membuat perbandingan pada alat yang telah terkalibrasi dan alat yang akan diuji menggunakan kedua metode tersebut. Berdasarkan hasil penelitian didapat nilai error rate sebesar 1.7% untuk pengukuran menggunakan *Pulse Sensor* dan 0.62% untuk pengukuran menggunakan *Galvanic Skin Response (GSR)*.

Kata Kunci: Gaya Hidup, Jaket Olahraga, *pulse sensor*, *Galvanic Skin Response (GSR)*

Abstract

Lifestyle is one of the important aspects of the modern era. The lifestyle of people who do sports activities is more in line with the trends that are developing in modern times. Sports products are also a trend to support one's activities when doing sports such as shoes, clothes, and sports jackets. Sports activities themselves are one of the activities that reduce people to train physically and mentally. A common obstacle when doing sports is stamina decreases dramatically which can release prolonged fatigue. To comment on the drastic health conditions I made a sports jacket that can find out the health conditions for people who do sports activities. Nowadays, it is difficult for people who exercise to know their health condition. Based on these considerations, this study made sensors mounted on jackets and installed to measure health based on heart rate and sweat conductance using pulse sensors and Galvanic Skin Response (GSR). This study makes comparisons of calibrated devices and tools to be calculated using both methods. Based on the research results obtained an error rate of 1.7% for measurements using the Pulse Sensor and 0.62% for measurements using the Galvanic Skin Response (GSR).

Keywords: Lifestyle, Sports Jackets, pulse sensors, Galvanic Skin Response (GSR)

1. Pendahuluan

1.1 Latar belakang

Gaya hidup merupakan salah satu aspek yang esensial di era modern ini. Gaya hidup yang dijalani dapat menentukan kualitas hidup dan kesehatan tubuh [1]. Gaya hidup orang yang melakukan kegiatan olahraga lebih cenderung mengikuti trend yang sedang berkembang pada era modern saat ini, produk olahraga menjadi tren untuk menunjang aktivitas kegiatan seseorang pada saat melakukan aktivitas olahraga seperti sepatu, baju, hingga jaket olahraga.

Olahraga adalah kegiatan fisik terencana dan terstruktur melibatkan gerakan tubuh berulang-ulang dan ditunjukkan untuk kebugaran jasmani [2]. Aktivitas ini merupakan kegiatan yang bisa dinikmati oleh semua orang untuk melatih fisik dan mental mereka. Banyak persiapan yang diperlukan oleh seseorang untuk melakukan olahraga, hal yang paling utama justru kesehatan fisik dan kesiapan mental orang itu sendiri. Apabila kondisi orang tersebut dalam keadaan bagus dan prima, maka proses olahraga akan berjalan lancar. Kendala umum yang sering dihadapi oleh orang yang berolahraga adalah disaat mereka melakukan aktivitas berolahraga stamina orang tersebut dapat menurun secara drastis ketika sudah beberapa menit melakukan olahraga [3].

Beberapa indikator pada tubuh dapat digunakan untuk mengukur stamina dari orang yang berolahraga dan dua diantaranya adalah jantung dan keringat. Menurut Kadir [4], Jumlah denyut jantung tiap menit membantu dalam mendiagnosa kondisi dari seseorang terutama dalam perubahan kondisi fisik. Lalu Ali Javey [5] dalam penelitiannya menyatakan bahwa keringat pada tubuh manusia dapat digunakan untuk mengukur kondisi otot dari manusia dikarenakan begitu banyak senyawa kimiawi yang informatif terutama mengenai kondisi tubuh. Beberapa penelitian telah dilakukan untuk menunjang aktifitas olahraga terutama untuk mengetahui kondisi kesehatan dari seseorang pada saat berolahraga dengan menggunakan denyut jantung dan keringat.

Penelitian ini akan membuat sebuah inovasi berupa jaket olahraga yang dapat memantau kondisi kesehatan seseorang yang melakukan kegiatan olahraga dengan menggunakan dua parameter sensor yaitu sensor detak jantung, dan sensor keringat.

1.2 Topik Penelitian Batasan

Topik yang diangkat dalam tugas akhir ini yaitu melakukan deteksi kondisi kesehatan pada orang yang berolahraga dengan menggunakan parameter *pulse sensor* / detak jantung, dan sensor *Galvanic Skin Response (GSR)* / Kadar keringat yang terhubung ke arduino. Penelitian ini memiliki beberapa batasan yaitu:

1. Penelitian dilakukan untuk memantau kondisi kesehatan pada orang yang berolahraga berumur 18 – 25 tahun yang memiliki kondisi kesehatan prima.
2. Ruang lingkup penelitian dilakukan untuk olahraga Lari.
3. Menggunakan Arduino Uno sebagai mikrokontroler yang digunakan untuk membuat sistem
4. Pemantauan yang dilakukan adalah pemantauan terhadap kondisi detak jantung menggunakan *pulse sensor*, dan kadar keringat menggunakan *Galvanic Skin Response (GSR)*.

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian Tugas Akhir ini adalah membuat *prototype* jaket untuk mengetahui kondisi kesehatan orang yang berolahraga dengan menggunakan dua parameter, yaitu *pulse sensor* untuk mengukur detak jantung dan *Galvanic Skin Response (GSR)* untuk mengukur kadar kerigat.

1.4 Organisasi Tulisan

Organisasi dalam tugas akhir ini adalah pada bagian pertama membahas mengenai latar belakang dari dilakukannya penelitian ini. Kemudian pada bagian kedua membahas mengenai studi

terkait atau teori pendukung dari penelitian yang dilakukan. Pada bagian ketiga merupakan gambaran dan rancangan dari penelitian yang dilakukan baik berupa software, hardware, dan alur sistem. Pada bagian keempat membahas mengenai hasil dari pengujian sistem yang telah dilakukan beserta analisis. Bagian kelima berisi kesimpulan akhir dari penelitian yang dilakukan dan saran.

2. Studi Terkait

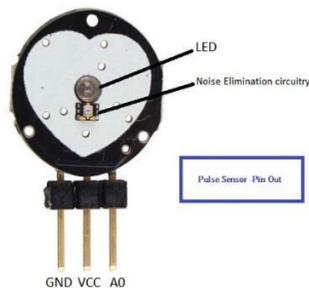
2.1 Penelitian Terkait

Penelitian mengenai alat untuk mendeteksi detak jantung telah dilakukan sebelumnya oleh Wohingati [6]. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan kondisi dari alat dan kondisi nyata. Perhitungan secara manual melakukan perhitungan detak jantung melalui arteri radialis yang berada pada pergelangan tangan. Dilakukan selama 1 menit karena satuan yang digunakan berupa *Bite Per Minute (BPM)*. Sementara perhitungan melalui Alat, yaitu melihat nyala dan redupnya indikator ketika melakukan pengukuran. Dalam pengukuran ini, indikator led menyala dan meredup sesuai detak jantung manual. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan alat dengan indikator menghasilkan hasil yang sama dengan menggunakan cara konvensional.

Lalu penelitian mengenai *Sensor Galvanic Skin Response (GSR)* juga dilakukan oleh Seran [7] dengan membuat sistem alat menggunakan rangkaian sensor GSR dengan rangkaian pembagi tegangan dan *low-pass filter*. Dari hasil yang didapatkan, semakin tinggi konduktivitas kulit maka akan semakin tinggi tingkat stress yang dialami seseorang. Hasil dari analisis yang dilakukan pada rangkaian, diketahui bahwa frekuensi yang diloloskan dari rangkaian adalah frekuensi yang lebih rendah dari frekuensi *cutoff* sekitar 3.2 Hz.

Terakhir penelitian mengenai *Sensor Galvanic Skin Response (GSR)* untuk mendeteksi kesehatan pada manusia dilakukan oleh Noraziah [8] dengan membuat sistem game yang mampu mengendalikan dan mengukur tingkat konduktivitas kulit pemainnya. Dari sistem yang dibuat, dapat membantu pengguna untuk mengurangi stress dalam bermain game dan mendapatkan kesadaran tentang masalah perlindungan lingkungan terhadap teknologi global.

2.2 Sensor Detak Jantung (*Pulsesensor*)



Gambar 1 - Sensor Detak Jantung (*Pulsesensor*)

Menurut Kadir [4], Jumlah denyut jantung tiap menit membantu dalam mendiagnosa kondisi dari seseorang terutama dalam perubahan kondisi fisik. Denyut jantung dapat dihitung dengan menggunakan *Pulsesensor*. Menurut Wohingati [6] sensor ini dapat digunakan untuk

mempermudah penggabungan antara pengukuran detak jantung dengan aplikasi data kedalam pengembangannya. *Pulsesensor* mencakup sebuah aplikasi monitoring yang bersifat *opensource*.

Bagian depan sensor ini memiliki sisi yang unik dengan logo berbentuk hati. Sisi ini yang membuat kontak dengan kulit. Pada sisi ini dapat dilihat sebuah lubang bulat kecil yang mana bersinar *LED* dari belakang dan ada juga persegi tepat dibawah *LED*. Persegi kecil itu adalah sensor cahaya, persis seperti yang digunakan dalam gawai untuk menyesuaikan kecerahan layar dalam kondisi cahaya yang berbeda.

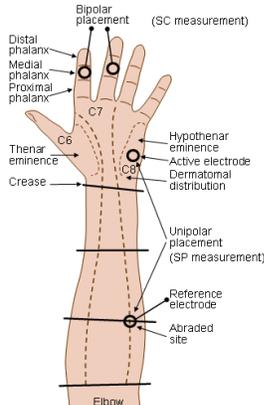
Pada *pulsesensor* digunakan *LED* berwarna hijau, karena sensor yang digunakan yaitu *APDS-9008* yang memiliki sensitifitas sebesar 565nm. Dalam hal ini *LED* hijau memiliki panjang gelombang 495-570 nm sehingga sesuai dengan kebutuhan sensor tersebut [6].

2.3 Galvanic Skin Response (GSR)



Gambar 2 - Sensor GSR (Garvanic Skin Response)

Menurut Seran [7], perubahan resistansi kulit dapat diukur oleh peralatan listrik khusus dengan sensitivitas yang besar. Alat tersebut merupakan sensor GSR. Sensor GSR terdiri dari 2 lembar aluminium foil yang terhubung kabel ke rangkaian. Sensor ini berfungsi untuk menangkap sinyal-sinyal listrik yang ada pada kulit tangan. Sensor ini berpedoman pada kemampuan konduktivitas kulit. Kulit manusia menunjukkan berbagai bentuk fenomena bioelektrik khususnya pada daerah jari-jari, telapak tangan dan telapak kaki. Hal ini disebabkan jumlah serabut syaraf sensory unit pada jaringan bawah kulit daerah jari-jari, telapak tangan, dan kaki, jauh lebih banyak dibandingkan di organ-organ lain. Sehingga pada pengukuran bio sinyal GSR, elektrode pengukuran ditempatkan lebih baik melalui dua jari tangan (jari tengah dan jari telunjuk) seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3 - Area Respon Elektrodermal Pada Tangan

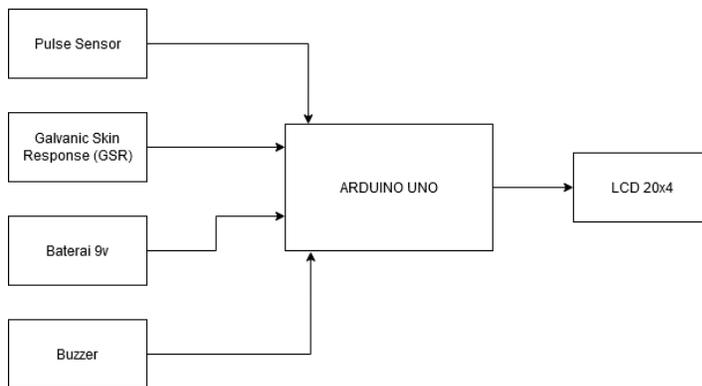
3. Perancangan Sistem

3.1 Perancangan Sistem dan Skenario Pengujian

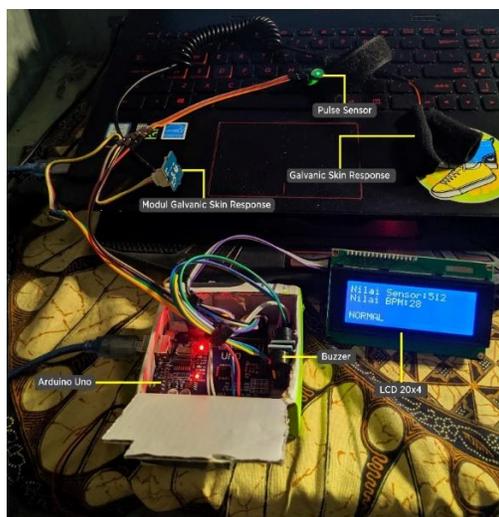
Pada perancangan sistem dan skenario pengujian membahas terkait penyelesaian Tugas Akhir yang membahas gambaran umum sistem, komponen *software* dan *hardware*, serta *requirement system* dan skenario pengujian.

- **Gambaran Umum Sistem**

Sistem ini berfokus pada pengukuran kondisi kesehatan tubuh saat melakukan kegiatan olahraga yang terdiri dari beberapa komponen elektronika. Komponen elektronika tersebut terdiri dari Arduino uno, *pulse sensor*, *Galvanic Skin Response (GSR)*, catu daya 12v, dan LCD 20x4. Blok diagram dan alat pengukur kondisi kesehatan pada jaket olahraga menggunakan *pulse sensor* dan *Galvanic Skin Response (GSR)* berbasis Arduino yang diintegrasikan dengan LCD 20x4 dapat dilihat pada gambar 4 dan gambar 5.

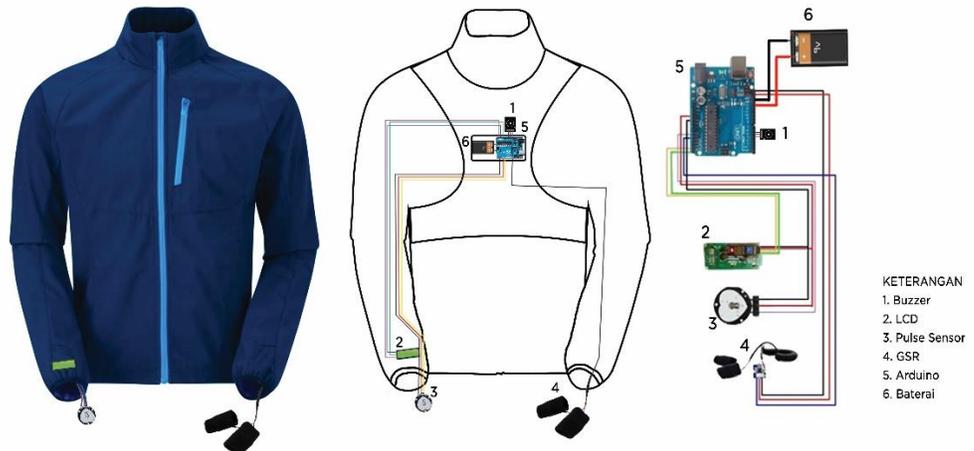


Gambar 4 - Diagram Blok Sistem



Gambar 5 - alat pengukur kondisi kesehatan pada jaket olahraga menggunakan *pulse sensor* dan *Galvanic Skin Response (GSR)*

Desain Alat & Jaket

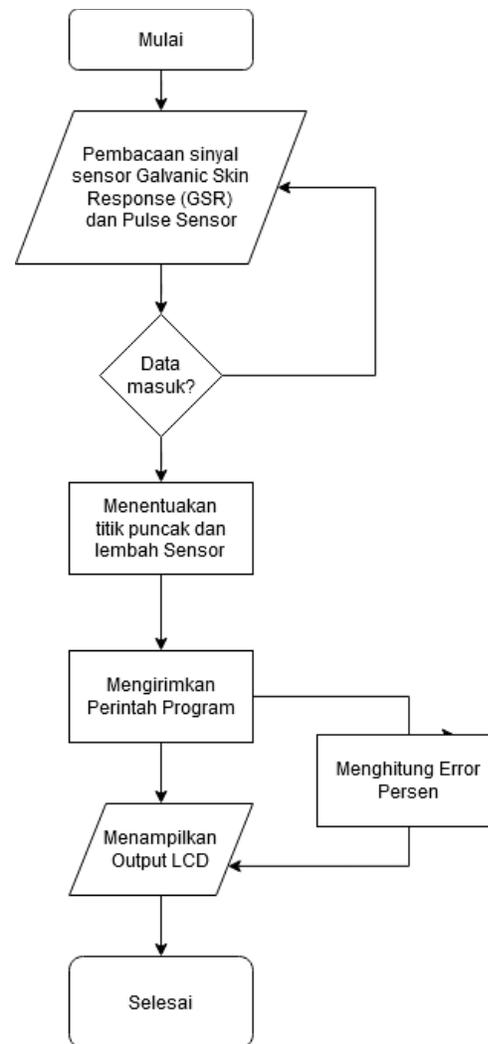


Gambar 6 – Desain Jaket

Pada gambar 6 merupakan desain alat dan jaket yang sudah di konsultasikan dengan salah satu dosen di Fakultas Industri Kreatif di Telkom University. Jaket yang dirancang *support* dengan inovasi fashion di era moderen ini. Perancangan desain juga sesuai dengan keamanan dan fungsionalitas untuk orang melakukan olahraga lari. Bahan yang dipakai pada jaket tersebut terbuat dari polyester, karena menurut Lianto [9] bahan ini cocok dipakai untuk orang yang bekerja di luar ruangan karena mudah untuk menyerap sinar matahari sehingga dapat mencukupi asupan vitamin D bagi seseorang. Dalam Jaket terdapat komponen alat elektronika yang digunakan yaitu LCD 20x4, Arduino Uno, *Pulse Sensor*, dan *Sensor Galvanic Skin Response (GSR)*. Untuk Arduino Uno akan diletakan di bagian depan jaket lalu terhubung dengan LCD 20x4 yang terletak di bagian lengan kanan untuk memantau kondisi kesehatan dari sensor *Galvanic Skin Response (GSR)* dan *Pulse Sensor*, lalu untuk *Pulse Sensor* dan *Galvanic Skin Response (GSR)* akan ditempel dilengan kanan dan kiri orang yang melakukan olahraga untuk mendeteksi detak jantung dan kadar keringan orang tersebut.

Diagram Alir Sistem

Untuk diagram alir sistem, proses awal dari sistem yang dibuat adalah inisialisasi, lalu setelah proses inisiasi selesai maka sistem akan melanjutkan ke proses pembacaan sensor. Jika data masuk, maka program akan melanjutkan ke proses selanjutnya yaitu menentukan titik puncak dan lembah dari sensor *Galvanic Skin Response (GSR)* dan *Pulse Sensor*, setelah proses selesai maka dilanjutkan ke pengiriman program untuk ditampilkan di LCD 20x4. Diagram alir ditunjukkan pada gambar 7.



Gambar 7 - Diagram Alir Sistem

3.2 Komponen Perangkat Keras dan Perangkat Lunak

- **Komponen Perangkat Keras**

Perangkat keras yang akan digunakan memiliki spesifikasi sebagai berikut:

1. Sensor Detak Jantung (Pulsesensor)
2. Garvanic Skin Response (GSR)
3. Arduino Uno
4. LCD Monitor 20x4
5. Batre 9v

- **Komponen Perangkat Lunak**

1. Bahasa pemrograman Arduino untuk pembacaan sensor dan kontrol pada souce node.

3.3 Requirement System

1. Sistem dapat memonitoring detak jantung
2. Sistem dapat memonitoring kadar keringat

3. Sistem dapat menampilkan output dari kedua sensor melalui LCD 20x4

3.4 Klasifikasi Sistem

- **Pengukuran konduktansi kulit (GSR)**

Konduktansi kulit adalah kegiatan pada tubuh manusia yang menyebabkan variasi kontinyu dalam karakteristik listrik dari kulit. Karakteristik listrik dalam kulit manusia dapat dipengaruhi oleh resistansi kulit yang bervariasi tergantung keringat yang dikendalikan sistem syaraf simpatik. Konduktansi kulit merupakan indikasi psikologis atau fisiologis gairah yang dikendalikan oleh sistem syaraf otonom. Jika cabang simpatik dari system saraf otonom sangat terangsang, maka aktivitas kelenjar keringat juga meningkat, dengan ini konduktansi kulit dapat menjadi ukuran untuk mengukur kondisi kesehatan pada tubuh manusia berdasarkan kelenjar keringat yang dikeluarkan [10].

Pada penelitian sebelumnya nilai konduktansi kulit subjek dikelompokkan ke tingkat stres. Data hasil pengelompokkan ini diambil dari hasil penelitian sebelumnya [7]. Nilai konduktansi ditampilkan dalam tabel 2 dengan satuan μ Siemens (analog) dan dalam bit (digital).

Table 1 - Tingkat Stress Berdasarkan Konduktansi Kulit

Kondisi Subyek	GSR (μ Siemens)	GSR (dalam bit)
Normal	0 - 0.415	0-300
Rileks	0.417 – 1.054	301-525
Stress Ringan	1.058 – 1.418	526-600
Stress Sedang	1.424 – 2.433	601-725
Stress Berat	2.444 – 4.166	726-825
Stress Sangat Berat	>4.166	826-1023

Selain digunakan untuk mengukur tingkat stress pada manusia, *Galvanic Skin Response (GSR)* juga bisa digunakan untuk indikator kesehatan saat berolahraga pada manusia. Menurut Sofwan [11] kelenjar keringat akan aktif bila tubuh berada dalam kondisi stress, atau berada pada kondisi tertekan. Hal ini bisa menjadi tolak ukur untuk pengambilan kondisi kesehatan pada orang yang berolahraga dari kelenjar keringat yang ia keluarkan saat berolahraga [12]. Semakin banyak konduktansi kulit maka semakin banyak keringat yang dikeluarkan, hal ini menjadi acuan untuk klasifikasi kondisi kesehatan pada tubuh orang yang berolahraga dengan nilai konduktansi ditampilkan dalam tabel 2 dengan satuan μ Siemens (analog) dan dalam bit (digital).

Table 2 - Klasifikasi nilai konduktansi kulit untuk dua parameter

Kondisi Subyek	GSR (μ Siemens)	GSR (dalam bit)
Normal	0 – 1.418	0 – 600
Dehidrasi Ringan	1.424 – 4.166	601 - 825
Dehidrasi Berat	> 4.166	> 826

- **Pengukuran detak jantung (Pulse Sensor)**

Denyut merupakan pemeriksaan pada pembuluh nadi atau arteri. Ukuran kecepatannya diukur pada beberapa titik denyut misalnya denyut arteri radialis pada pergelangan tangan, arteri brachialis pada lengan atas, arteri karotis pada leher, arteri

poplitea pada belakang lutut, arteri dorsalis pedis atau arteri tibialis posterior pada kaki [13]. Jantung dapat dijadikan sebuah indikator kesehatan, hal ini dapat diamati dengan terjadinya peningkatan denyut nadi pada saat beristirahat. Waktu yang tepat untuk mengecek denyut nadi adalah saat kita bangun pagi dan sebelum melakukan aktivitas apapun. Pada saat itu kita masih relaks dan tubuh masih terbebas dari zat-zat pengganggu seperti nikotin dan kafein. Kita dapat mengecek sendiri dengan merasakan denyut nadi di bagian tubuh tertentu [6].

Dalam pengukuran detak jantung ini berguna untuk mengetahui kondisi tubuh dengan mengacu pada jenis kelamin dan umur. Berikut pengelompokan tingkatan detak jantung orang dewasa saat berolahraga yang berumur 18 – 25 tahun [6].

Table 3 - Klasifikasi nilai Detak Jantung (bpm) orang dewasa saat berolahraga

Kondisi	Detak jantung normal saat berolahraga (bpm)
Normal	40 - 105
Aktivitas Ringan	106 – 135
Aktivitas berat	>136

• **Rule Based System**

Rule based system atau yang juga disebut *rule based expert system* merupakan metode untuk menyimpan, mengadopsi dan memanipulasi pengetahuan pakar/manusia untuk menyelesaikan masalah tertentu. *Rule based expert system* tersusun dari berbagai set aturan kondisi berupa statemen "if-then" yang dibentuk berdasarkan pengetahuan data lampau agar dapat digunakan menyelesaikan kasus data dimasa depan [14].

Dalam penelitian ini rule based system digunakan untuk menentukan aturan yang dirancang menjadi 3 bagian berdasarkan inputan dari sensor *Galvanic Skin Response (GSR)* dan *Pulse Sensor*. Pada tabel 4 merupakan *Rule based system* yang akan menjadi acuan pada program Arduino.

Table 4 - Rule based System

Kondisi	GSR (dalam bit)	Pulse Sensor
Normal	0 – 725	40 - 105
Kelelahan	726 - 825	106 – 135
Kondisi Buruk	> 826	>136

3.5 Validitas Metode Pengujian

$$E\% = \frac{Ht - Hp}{Ht} \times 100\% \quad (1)$$

- E% = Error Persen
- Ht = Alat yang sudah Terkalibrasi
- Hp = Alat yang diuji

Penelitian ini menggunakan hasil dari error persen untuk menghitung validitas dari metode yang digunakan yaitu metode *Rule Based System*. Pengujian pulse sensor dan *Galvanic Skin Ratio (GSR)* yaitu membandingkan alat yang sudah terkalibrasi (Ht) dan alat yang akan diuji (Hp).

Untuk Pulse Sensor menggunakan alat *fingertrip pulse oximeter* sebagai pembanding, dan *Galvanic Skin Ratio (GSR)* menggunakan alat *Galvanic Skin Ratio (GSR)* juga yang telah terkalibrasi.

4. Evaluasi

Pada bagian ini, ditampilkan data hasil pengujian yang telah dikumpulkan dan selanjutnya akan dievaluasi agar diperoleh hasil analisis dari pengujian sistem.

4.1 Skenario Pengujian

- **Skenario Pengujian Sistem**

Pengujian disini adalah menggunakan prototype jaket yang sudah jadi dengan dilengkapi *Pulse Sensor* dan *Galvanic Skin Response (GSR)* kepada 7 orang yang berusia dewasa dengan umur 18 – 25 tahun agar bisa mengetahui kinerja alat yang sudah dibuat. Pegujian dilakukan saat responden melakukan kegiatan olahraga lari menggunakan jaket olahraga yang telah dirancang dan dilengkapi dengan *Pulse Sensor* dan *Galvanic Skin Response (GSR)* dengan durasi waktu 15 menit olahraga. Dalam pengujian alat tidak dilakukan dengan observasi pada penderita suatu penyakit, pengujian alat dilakukan kepada responden yang memiliki kondisi kesehatan baik.

Pada skenario pengujian, sensor diletakkan pada tangan orang yang berolahraga untuk mendeteksi nilai data sensor yang sesuai dengan parameter yang dibutuhkan. Setelah mendapatkan data dari sensor detak jantung dan kadar keringat pada orang yang berolahraga, lalu sistem akan menampilkan di LCD hasil keluaran dari kedua sensor tersebut. Jika orang yang berolahraga memiliki kondisi prima atau sesuai yang telah di klasifikasikan, yaitu jika nilai konduktansi / kadar keringat 0-725 dan nilai detak jantung 40 – 105 maka LCD 20x4 akan menampilkan indikator Normal, tapi jika sebaliknya diatas angka normal maka LCD 20x4 akan menampilkan indikator Kelelahan dan mengeluarkan suara dari buzzer yang tertanam dalam Arduino. Hal ini agar orang yang melakukan olahraga bisa tahu kondisi kesehatannya lewat indikator pada tampilan LCD 20x4 dan Buzzer.



Gambar 8 - Skenario pengujian alat

4.2 Hasil Penelitian

- Pengujian Sensor Galvanic Skin Response (GSR)

Table 5 - Tabel Pengujian GSR

No	Objek	Ht	Hp	E%
1	Orang 1	219	220	0.46
2	Orang 2	253	254	0.39
3	Orang 3	229	232	1.31
4	Orang 4	298	302	1.34
5	Orang 5	538	540	0.37
6	Orang 6	524	525	0.19
7	Orang 7	346	347	0.28
Hasil rata-rata Error persen (%)				0.62%

Berdasarkan tabel di atas hasil pengujian pengujian GSR dilakukan dengan membandingkan alat yang diuji (Hp) dengan alat yang sudah terkalibrasi (Ht). alat yang terkalibrasi menggunakan alat yang sudah dibuat oleh (Meivita) [3] dimana alat tersebut sudah terkalibrasi dengan pembanding GSR yang ada di salah satu rumah sakit. Dari data perhitungan tersebut mendapatkan hasil error terbesar 1.34%, error terkecil 0.19%, dan error rata-rata 0.62%.

- Pengujian Pulse Sensor

Table 6 - Tabel Pengujian Pulse Sensor

No	Objek	Ht	Hp	E%
1	Orang 1	72	74	2.8
2	Orang 2	86	85	1.2
3	Orang 3	86	88	2.3
4	Orang 4	95	96	1.0
5	Orang 5	76	77	1.3
6	Orang 6	60	59	1.6
7	Orang 7	107	105	1.9
Hasil rata-rata Error persen (%)				1.7%

Pengujian pulse sensor sama dengan pengujian Galvanic Skin Response (GSR) yaitu dengan membandingkan alat yang diuji (Hp) dengan alat yang sudah terkalibrasi (Ht) menggunakan alat *fingertip pulse oximeter* sebagai pembanding. Pada tabel diatas dijelaskan bahwa terdapat 7 responden yang diuji. Dari ke 7 responden tersebut didapatkan nilai hasil persentase *error* rata-rata sebesar 1,7%.

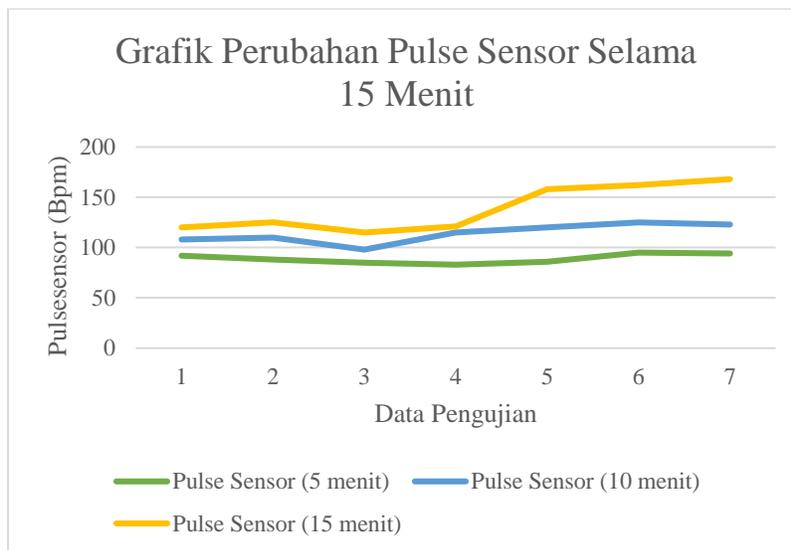
4.3 Hasil Pengujian

Dalam pengukuran yang dilakukan pada 7 orang laki-laki diatas 18 tahun dilakukan menggunakan metode *fartlek* yaitu jenis latihan yang menggunakan interval kecepatan yang berubah-ubah. Hasil pengukuran yang dilakukan mendapatkan hasil 4 orang dengan keadaan normal ketika sudah berolahraga selama 15 menit dan 3 orang dengan kondisi kelahan setelah melakukan olahraga selama 15 menit. Setiap 5 menit dapat terlihat perubahan niali dari kedua sensor tersebut.

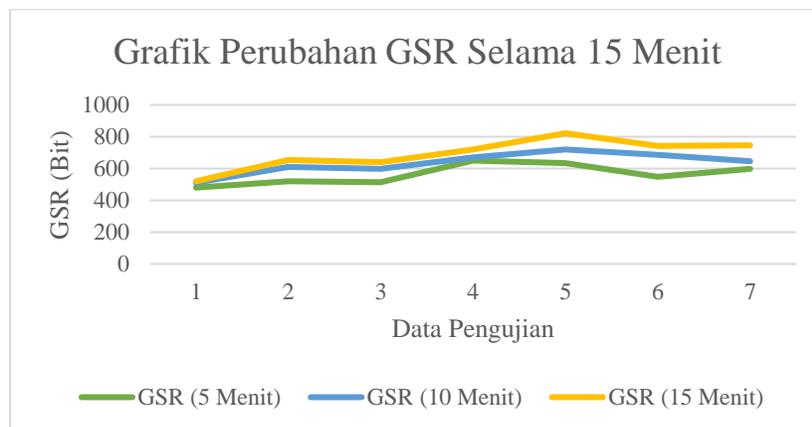
Perubahan nilai kedua sensor dapat dilihat dari grafik 1 dan 2 Selanjutnya untuk hasil pengukuran yang telah dilakukan dapat dilihat di tabel 7.

Table 7 - Hasil Pengujian

Nama	Umur (Tahun)	Jenis Kelamin	Pulse Sensor (5 menit)	GSR (5 Menit)	Pulse Sensor (10 menit)	GSR (10 Menit)	Pulse Sensor (15 menit)	GSR (15 Menit)	Kondisi
Orang 1	22	Laki-laki	92	480	108	511	120	520	Normal
Orang 2	22	Laki-laki	88	520	110	610	125	654	Normal
Orang 3	24	Laki-laki	85	515	98	598	115	640	Normal
Orang 4	23	Laki-laki	83	650	115	670	121	721	Normal
Orang 5	23	Laki-laki	86	635	120	720	158	822	Kelelahan
Orang 6	21	Laki-laki	95	548	125	686	162	742	Kelelahan
Orang 7	25	Laki-laki	94	598	123	647	168	747	Kelelahan



Grafik 1 - Grafik Perubahan Pulse Sensor Selama 15 menit



Grafik 2- Grafik Perubahan GSR Selama 15 menit

5. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah pemantauan kondisi tubuh pada jaket olahraga memanfaatkan *Galvanic Skin Response (GSR)* untuk mendeteksi kadar keringat dan *Pulse Sensor* untuk mendeteksi detak jantung berhasil dibuat oleh penulis dan dapat digunakan untuk memantau kondisi tubuh pengguna jaket. Dari hasil yang di dapatkan semakin tinggi kadar keringat dan detak jantung maka semakin berkurang kondisi tubuh dari orang yang berolahraga. Pada penelitian ini juga didapat nilai error dari *Galvanic Skin Response (GSR)* sebesar 0,62 persen dan nilai error dari *Pulse Sensor* sebesar 1,7 persen. Untuk kedepannya penelitian ini dapat dikembangkan agar perangkat dapat diintegrasikan melalui *smartphone*.

Daftar Pustaka

- [1] R. Seran, Hardiyanto, N. Husna, and Hendro, "Sensor Galvanic Skin Response (GSR) Berbasis Arduino Uno Sebagai Pendeteksi Tingkat Stres Manusia," *Pros. Skf 2015*, pp. 422–427, 2015.
- [2] M. A. Irawan, "Nutrisi, Energi, & Performa olahraga," *Polt. Sport Sci. Perform. Lab*, vol. 1, 2007.
- [3] P. A. Vijaya and G. Shivakumar, "Galvanic Skin Response: A Physiological Sensor System for Affective Computing," *Int. J. Mach. Learn. Comput.* vol. 3, no. 1, pp. 31–34, 2013, doi: 10.7763/ijmlc.2013.v3.267.
- [4] K. Akash, W. L. Hu, N. Jain, and T. Reid, "A classification model for sensing human trust in machines using EEG and GSR," *ACM Trans. Interact. Intell. Syst.*, vol. 8, no. 4, 2018, doi: 10.1145/3132743.
- [5] I. Ghiffari, "Perancangan Ulang Jaket Joging Untuk Masyarakat Kota (Studi Kasus : Masyarakat Kota Bandung)" vol. 4, no. 3, pp. 1522–1529, 2017.
- [6] N. D. Meivita, S. B. Utomo, and B. Supeno, "Rancang Bangun Alat Ukur Kondisi Kesehatan Pada Pendaki Gunung Berbasis Fuzzy Logic," *Semin. Nas. Apl. Teknol. Inf.*, pp. 13–18, 2016.
- [7] A. Noraziah, C. Ming, M. Wahab, N. Zin, and T. Herawan, "Integrated Environmental Protection Biofeedback Game (IEPBG) Using Galvanic Skin Response (GSR) Sensor," *Inf. Technol.* vol. 2, pp. 228–233, 2012.
- [8] E. Sulisty, "Alat Pendeteksi Denyut Nadi Berbasis Arduino Yang Diinterfaskan Ke Komputer," *Manutech J. Teknol. Manufaktur*, vol. 8, no. 02, pp. 7–11, 2019, doi: 10.33504/manutech.v8i02.2.
- [9] F. Lianto, D. Husin, and J. Damai, "Pembuatan Jaket Dengan Fabrikasi Arsitektural Untuk Industri Kecil di Jalan Damai," *J. Bakti Masy. Indones.*, vol. 2, no. 2, pp. 117–125, 2019.
- [10] G. W. Wohingati and A. Subari, "Alat Pengukur Detak Jantung Menggunakan Pulse sensor Berbasis Arduino Uno R3 Yang Diintegrasikan Dengan Bluetooth," *Gema Teknol.*, vol. 17, no. 2, pp. 65–71, 2015, doi: 10.14710/gt.v17i2.8919.
- [11] A. F. Santamaria, A. Serianni, P. Raimondo, M. Froio, and F. De Rango, "Smart wearable device for health monitoring in the internet of things (IoT) domain," *Simul. Ser.*, vol. 48, no. 9, pp. 259–264, 2016, doi: 10.22360/summersim.2016.scsc.044.
- [12] M. N. Mudhoffar, C. S. Wahyunung, and C. Nugraha, "Perancangan Alat Ukur Stres Melalui Galvanic Skin Response Menggunakan Sistem Minimum Microcontroller," *Reka Integr.*, vol. 02, no. 03, pp. 257–266, 2014.
- [13] S. S. Thomas, A. Saraswat, A. Shashwat, and V. Bharti, "Sensing heart beat and body temperature digitally using Arduino," *Int. Conf. Signal Process. Commun. Power Embed. Syst. SCOPES 2016 - Proc.*, pp. 1721–1724, 2017, doi: 10.1109/SCOPES.2016.7955737.
- [14] A. Kadir, "Adaptasi Kardiovaskular Terhadap Latihan Fisik," *J. Ilm. Kedokt.*, vol. Desember 2, 2009.
- [15] Y. Estrada, "Alat pengukuran tingkat ke stress an manusia," *Fak. Tek. Elektro Univ. Semarang*, 2016.
- [16] A. Alim, "Persepsi atlet terhadap kebutuhan cairan (hidrasi) saat latihan fisik dan recovery pada unit kegiatan mahasiswa olahraga Universitas Negeri Yogyakarta," pp. 1–13.
- [17] S. Bouwstra, W. Chen, and L. Feijs, "Smart Jacket Design for Neonatal Monitoring with Wearable Sensors," *IEEE Comput. Soc.*, no. June 2014, pp. 162–169, 2009, doi: 10.1109/P3644.39.
- [18] A. Bastian and M. Nur Yasir Utomo, "Sistem Informasi Monitoring dan Penjadwalan Waktu Pengisian Tangki BBM BTS Berbasis Web Menggunakan Rule Based Expert System," pp. 35–40, 2019.
- [19] W. Gao *et al.*, "Fully integrated wearable sensor arrays for multiplexed in situ perspiration analysis," *Nature*, vol. 529, no. 7587, pp. 509–514, 2016, doi: 10.1038/nature16521.