

RANCANG BANGUN ALAT PENGECEKAN SUHU TUBUH DAN KONDUKTANSI LISTRIK PADA KULIT SEBAGAI UPAYA MENINGKATKAN KESADARAN KESEHATAN MASYARAKAT

Taqi Rafifianto¹, Insani Abdi Bangsa², dan Rahmat Hidayat³

^{1,2,3} Teknik Elektro, Universitas Singaperbangsa Karawang

Jl. HS.Ronggo Waluyo, Puseurjaya, Kec. Telukjambe Timur, Kabupaten Karawang, Jawa Barat
taqi.raffianto16138@student.unsika.ac.id, iabdi.bangsa@ft.unsika.ac.id, rahmat.hidayat@staff.unsika.ac.id

Abstrak

Pengukuran Suhu tubuh dan konduktansi listrik pada kulit merupakan informasi yang sangat penting bagi masyarakat dalam pengecekan kesehatan. Pada perancangan alat ini menggunakan perangkat sensor DS18B20 untuk pengukuran suhu yang memiliki tingkat akurasi yang besar dan *error* yang kecil. Pada perangkat sensor *Galvanic Skin Response* (GSR) yang berfungsi untuk mengukur nilai konduktansi berdasarkan kondisi seseorang. Perancangan system ini berbasis Arduino UNO sebagai mikrokontroler. Pengukuran suhu tubuh dilakukan dengan 4 partisipan dengan umur dan jenis kelamin yang berbeda, pengambilan data dilakukan dengan 10 kali pengukuran untuk sensor DS18B20 kemudian data suhu dibandingkan dengan termometer digital yang berstandarisasi untuk di uji akurasi, presisi dan *error* nya. Pada pengujian GSR dilakukan dengan 4 kondisi yang berbeda yaitu dimulai dari kondisi tenang, membaca, bermain game, kardio ringan.

Kata kunci: Sensor DS18B20, Sensor *Galvanic Skin Response* (GSR), Arduino UNO

PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang sangat pesat, membawa perubahan pula dalam kehidupan manusia, salah satunya dibidang biomedis. Seiring berkembangnya zaman tidak lepas dari berbagai macam penyakit, tanda-tanda Kesehatan atau kondisi manusia dapat diketahui diantaranya yaitu dari suhu tubuh dan konduktansi listrik pada kulit.

Dalam mendeteksi kondisi manusia dapat dilihat dari berbagai aktivitas yang sudah dilakukannya, kemudian dapat dilihat dari parameter suhu tubuh dan konduktansi listrik pada kulit. Pengukuran suhu tubuh sangat bermanfaat sebagai salah satu petunjuk penting untuk deteksi awal adanya suatu penyakit [4]. Hal ini tentunya berpengaruh terhadap kesehatan manusia, karena dapat mengganggu keseimbangan tubuh dan pikiran.

Pengecekan Kesehatan sangat penting untuk dilakukan, akan tetapi tidak semua orang mendapatkan pelayanan medis seperti di rumah sakit ataupun klinik. Masyarakat secara umum belum mempunyai pengetahuan dan perilaku hidup sehat dan kondisi lingkungan yang kurang baik. Penggunaan puskesmas di daerah terpencil antara lain dipengaruhi oleh akses pelayanan yang tidak hanya disebabkan masalah jarak, tetapi terdapat dua faktor penentu (determinan) yaitu determinan penyediaan yang merupakan faktor-faktor pelayanan, dan determinan permintaan yang

merupakan faktor-faktor pengguna [2].

Sebagai bentuk agar hal-hal di atas dapat direalisasikan, maka dibutuhkan alat yang dapat mempermudah seseorang dalam melakukan pengecekan suhu tubuh dan konduktansi listrik pada kulit secara cepat dan efektif. Sensor DS18B20 adalah sensor yang dapat mengukur suhu tubuh manusia dengan tingkat akurasi ± 0.5 °C dan memiliki kecepatan konversi suhu yang tergolong cepat yaitu maksimal 750 ms. Pengukuran konduktansi listrik dapat diukur dengan sensor *galvanic skin response* (GSR). Banyak faktor-faktor yang mempengaruhi konduktansi pada kulit yang disebabkan oleh berbagai macam aktivitas manusia sehingga menimbulkan kelenjar keringat, dimulai dari aktivitas ringan hingga berat.

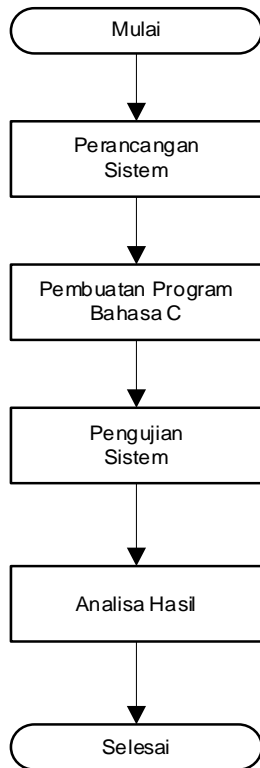
Hasil penelitian ini bertujuan untuk memudahkan seseorang untuk memantau suhu tubuh dan konduktansi listrik pada kulit seseorang. Sensor DS18B20 dan Sensor GSR sudah terintegrasi didalam sistem ini sehingga mudah untuk digunakan dan juga alat ini memiliki bentuk yang cukup ringan dan kecil sehingga dapat dibawa kemana saja.

METODE PENELITIAN

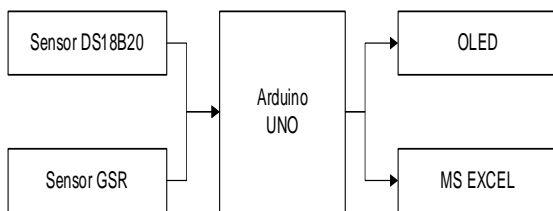
Pembuatan Sistem

Pada pembuatan sistem ini dilakukan beberapa Langkah dalam pembuatannya diantaranya melakukan perancangan sistem

yaitu dengan membuat skematik rangkaian dan desain perangkat. Pada pembuatan program Bahasa C dilakukan untuk memprogram mikrokontroller Arduino UNO untuk memproses hasil input dari masing-masing sensor. Pengujian sistem yaitu berupa hasil dari beberapa pengukuran yang dilakukan yang kemudian hasilnya di Analisa dari beberapa metode yang dibuat.

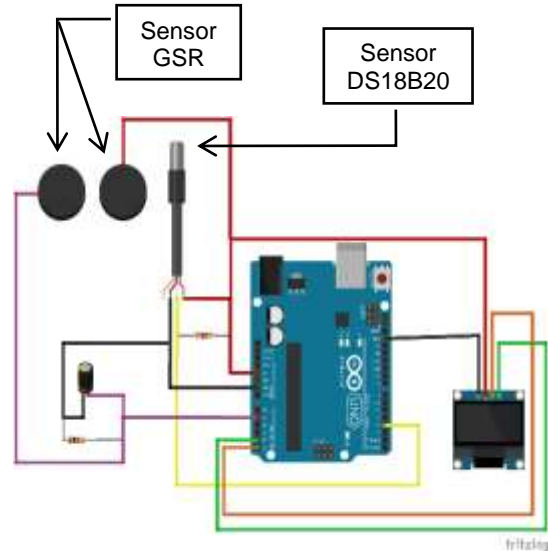


Gambar 1. Flowchart Pembuatan Sistem



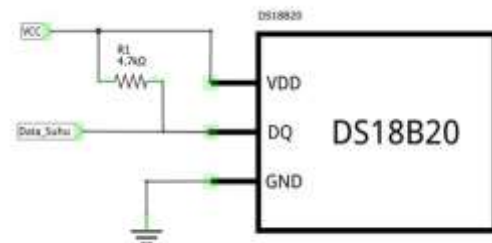
Gambar 2. Diagram Alur Sistem

Pada perancangan sistem ini terintegrasi dengan Arduino UNO yang outputnya dihasilkan pada perangkat OLED untuk sensor suhu DS18B20 sedangkan pada sensor GSR menggunakan output pada software PLX DAQ (*Parallax Data Acquisitions*) yang terhubung dengan Microsoft Excel dan *Hardware*. Skematik rangkaian keseluruhan seperti pada gambar 3.



Gambar 3. Skematik Keseluruhan Perangkat

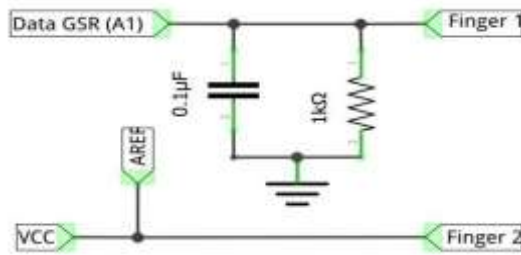
Perancangan Sistem Sensor DS18B20



Gambar 4. Skematik Sensor Suhu DS18B20

Pada gambar 4 rangkaian skematik DS18B20 yaitu sensor untuk mendeteksi suhu yang hanya membutuhkan 1 *wire* saja. Pada rangkaian ini sensor DS18B20 terhubung dengan resistor 4.7 kΩ yang di *pull up*. Jika tidak ditambahkan resistor *pull up* maka sensor tidak akan membaca data atau nilai. Resistor *pull up* berfungsi untuk mencegah nilai *float* atau nilai berada antara *high* dan *low* sehingga sensor DS18B20 ketika ditambahkan resistor *pull up*, maka sensor akan menampilkan output dari hasil pembacaan atau deteksi.

Perancangan Sistem Sensor GSR



Gambar 5. Skematik Sensor GSR

Pada gambar 5 adalah skematik sensor GSR (*Galvanic Skin Response*) yang dirancang dari beberapa alat dan bahan. Pada pengujian GSR dapat dilakukan dengan meletakkan jari di atas selembar aluminium foil. Pada perancangan GSR menggunakan pita *velcro*, yang akan berfungsi sebagai penahan jari. Sementara satu sensor menginduksi tegangan listrik, yang lain mengukur potensial listrik yang tersisa. Pada sistem ini sensor mengukur kelembapan dan konduktansi listrik dari kulit yang bervariasi dengan kelembapan tingkat kulit.

Sensor ini berpedoman pada kemampuan konduktansi kulit yang terhubung ke kabel rangkaian sensor yang berfungsi untuk mendeteksi kelembapan kulit seseorang. Komponen utama dari sensor GSR ini terdiri dari 2 lembar elektroda aluminium foil untuk menangkap sinyal-sinyal listrik yang ada pada kulit. Konduktansi kulit merupakan indikasi psikologis atau fisiologis gairah yang dikendalikan oleh sistem saraf otonom. Jika cabang simpatis dari sistem saraf otonom sangat terangsang, maka aktivitas kelenjar keringat juga meningkat, hal ini menyebabkan resistansi kulit menurun serta konduktansi nya meningkat.

Metode Penelitian

Metode dalam penelitian ini dilakukan secara kuantitatif. Data Kuantitatif merupakan data yang dinyatakan dalam bentuk angka yang bisa didapatkan dari hasil pengukuran atau observasi. Pada tahapan ini dilakukan beberapa tahap yang dilakukan seperti observasi, studi pustaka, dan studi literatur dari beberapa referensi yang diambil.

Metode Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan diambil dari beberapa subjek yang diuji, Sehingga data yang dihasilkan merupakan data yang bersifat objektif serta dapat dianalisis secara statistik dan matematika. Adapun beberapa Langkah yang dilakukan dalam pengumpulan data Metode Pengumpulan Data Kuantitatif pada penelitian ini yaitu dengan statistika deskriptif.

Pada metode ini dilakukan pemilihan suatu subjek yang telah ditentukan untuk digunakan sebagai data sampel yang akan dikumpulkan kemudian dikelompokkan dalam tabel berdasarkan hasil pengukuran. Metode selanjutnya yaitu melakukan observasi yang dapat dilakukan dengan mengumpulkan beberapa referensi dari beberapa data atau pun jurnal sebagai acuan untuk membandingkan dari data yang telah terkumpul kemudian di analisis.

Metode Analisis

Menganalisa data kuantitatif dilakukan supaya data penelitian bisa dipahami dan dimengerti. Hasilnya, permasalahan terkait penelitian pun dapat terselesaikan dengan baik. Berdasarkan dari metode pengumpulan data yang dilakukan dengan statistika deskriptif, analisis dapat dilakukan dari tabel pengukuran sensor dan grafik perbandingan dari beberapa hasil pengujian.

Metode Pengukuran

Pada metode sebelumnya telah diketahui analisis data kuantitatif yang digunakan pada penelitian ini, Langkah selanjutnya adalah melakukan metode pengukuran. Pada metode ini dilakukan beberapa perhitungan dari sampel atau data yang telah diambil, diantaranya adalah:

Mean: Rata-rata nilai untuk variabel tertentu.

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

Standar Deviasi: Suatu indeks yang menggambarkan sebaran data terhadap rata-ratanya.

$$SD = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}}{n - 1}$$

Akurasi: Derajat kepastian (*exactness*) atau kedekatan (*closeness*) pengukuran dibandingkan terhadap nilai yang diharapkan atau diinginkan (*expected/desired value*).

$$\text{Akurasi Relatif, } A = 1 - \left| \frac{Y_n - X_n}{Y_n} \right|$$

% Akurasi = 100% - % Kesalahan (error)

Error: Deviasi atau simpangan dari nilai

sebenarnya (*true/actual value*) dari nilai yang diinginkan (*desired value*).

$$\% \text{ Error} = \left| \frac{Y_n - X_n}{Y_n} \right| \times 100$$

Keterangan: Y_n = Nilai yang Diharapkan

X_n = Nilai yang Diukur

Standard Error: Indeks yang menggambarkan sebaran rata-rata sampel terhadap rata-rata dari rata-rata keseluruhan kemungkinan sampel (rata-rata populasi).

$$SE = \frac{SD}{\sqrt{n}}$$

Metode Pengukuran yang digunakan berupa skala rasio. Data yang didapat kemudian dihitung dalam statistik deskriptif, yaitu diantaranya nilai rata-rata, standar deviasi, akurasi, *error*, dan standar *error*. Hasil yang didapat dari pengukuran kemudian dibandingkan dengan hasil alat benchmark atau alat yang sesuai nilai standar. Data kemudian dimasukkan ke dalam lembar pengolah angka atau tabel (*spreadsheet*) untuk mengaturnya dalam format tertentu.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian sensor suhu dilakukan pada beberapa partisipan dengan rentang usia yang berbeda. Pengujian pengukuran suhu dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran yang diperoleh dari rancang bangun alat ini dengan alat *benchmark* konvensional, data terukur dalam satuan celsius (°C) serta diambil setiap 1-2 menit sekali.

Hasil pengukuran suhu tubuh dari beberapa partisipan kemudian diolah untuk mencari beberapa parameter meliputi nilai rata-rata dari keseluruhan sampel, standar deviasi, kesalahan (*error*), standar *error*, serta ketelitian dari masing-masing pengukuran sensor yang ditujukan untuk menentukan perbedaan kualitas kerja dan nilai akurasi masing-masing sensor.

Pada sensor GSR pengujian dilakukan dengan 1 partisipan yang melakukan aktivitas berbeda. Pengujian modul GSR ini bertujuan untuk mengetahui perubahan nilai sinyal-sinyal konduktansi listrik yang merespon oleh tubuh melalui kulit terhadap beberapa kondisi aktivitas yang dilakukan.

Pengujian Pengukuran Sensor Suhu

Subsistem modul suhu tubuh (DS18B20) dinyatakan berhasil jika memenuhi kriteria atau spesifikasi seperti pada tabel 1 sebagai berikut:

Tabel 1. Parameter Pengujian Sensor Suhu DS18B20

Parameter Pengukuran	Nilai Pengukuran
Error	≤ 5 %
Akurasi	≥ 95 %

Data berikut ini merupakan hasil yang diperoleh dari hasil pengukuran terhadap 4 partisipan dengan umur yang berbeda, dengan masing-masing partisipan 10 kali pengukuran. Dalam proses pengambilan data partisipan dikondisikan tenang tidak melakukan aktivitas yang berlebihan. Pada pengukuran ini menggunakan sensor DS18B20 dan thermometer digital sebagai pembanding yang sudah berstandarisasi CE, ISO 13485, ISO 9001.

Tabel 2. Pengukuran Pada Laki-laki 23 Tahun

Laki-laki 23 Tahun		
Pengujian	Sensor Suhu (°C)	Thermometer Digital (°C)
1	36	36
2	37	37
3	36	36
4	37	37
5	36	36
6	36	36
7	36	37
8	37	37
9	36	36
10	36	36
Rata-rata	36,3	36,4
Standar Deviasi	0,5	0,5
Akurasi (%)	99,7	
Error (%)	0,3	
Standar Error	0,2	0,2

Tabel 3. Pengukuran Pada Laki-laki 17 Tahun

Laki-laki 17 Tahun		
Pengujian	Sensor Suhu (°C)	Thermometer Digital (°C)
1	35	36
2	35	36
3	35	36
4	36	36
5	35	36
6	35	35
7	35	36
8	35	36
9	35	36
10	35	36

Rata-rata	35,1	35,9
Standar Deviasi	0,3	0,3
Akurasi (%)	97,7	
Error (%)	2,3	
Standar Error	0,1	0,1

Tabel 4. Pengukuran Pada Perempuan 53 Tahun

Perempuan 53 Tahun		
Pengujian	Sensor Suhu (°C)	Thermometer Digital (°C)
1	35	36
2	35	36
3	35	36
4	35	36
5	35	36
6	35	36
7	35	36
8	36	36
9	36	36
10	36	37
Rata-rata	35,3	36,1
Standar Deviasi	0,5	0,3
Akurasi (%)	98	
Error (%)	2	
Standar Error	0,2	0,1

Tabel 5. Pengukuran Pada Perempuan 21 Tahun

Laki-laki 23 Tahun		
Pengujian	Sensor Suhu (°C)	Thermometer Digital (°C)
1	35	35
2	35	35
3	35	35
4	35	35
5	35	35
6	35	35
7	35	36
8	36	36
9	36	36
10	36	36
Rata-rata	35,3	35,4
Standar Deviasi	0,5	0,5
Akurasi (%)	99,7	
Error (%)	0,3	
Standar Error	0,2	0,2

Berdasarkan dari hasil pengujian pada tabel 2, 3, 4, dan 5, pengukuran suhu dilakukan dengan menggenggam sensor pada telapak tangan. Hasil yang didapat tidak jauh berbeda

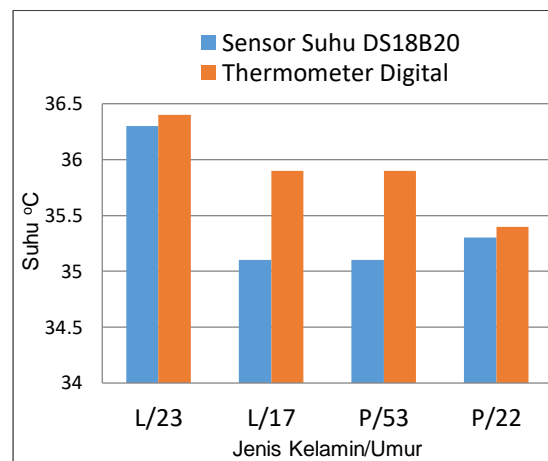
dengan hasil pengukuran termometer digital yang sudah berstandarisasi. Pada tabel 3 sering terjadi *error* pada sensor, akan tetapi nilai pengukuran suhu masih berdekatan atau tidak jauh berbeda dengan thermometer digital. Banyak yang mempengaruhi faktor ketidakakuratan dalam melakukan pengukuran salah satunya adalah faktor suhu lingkungan yang menyebabkan sensor DS18B20 sering tidak akurat karena sensor DS18B20 memiliki kecepatan membaca data yang tergolong cepat yaitu selama 750 ms. Dalam melakukan pengambilan data suhu ini dilakukan dengan menggenggam telapak tangan.

Dari hasil beberapa pengukuran sensor DS18B20 yang dilakukan, untuk membandingkan hasil keseluruhan parameter yang diambil datanya maka dibuatlah tabel sebagai berikut.

Tabel 6. Hasil Nilai Rata-rata Keseluruhan Parameter

Parameter	Nilai
Rata-rata Error (%)	1,3
Standar Deviasi	0,5
Standar Error	0,2
Akurasi (%)	98,7

Kemudian dari hasil pengukuran rata-rata sensor DS18B20 untuk mempermudah dalam membandingkan dengan alat benchmark yang digunakan dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Grafik Hasil Rata-rata Pengukuran Sensor dan Thermometer

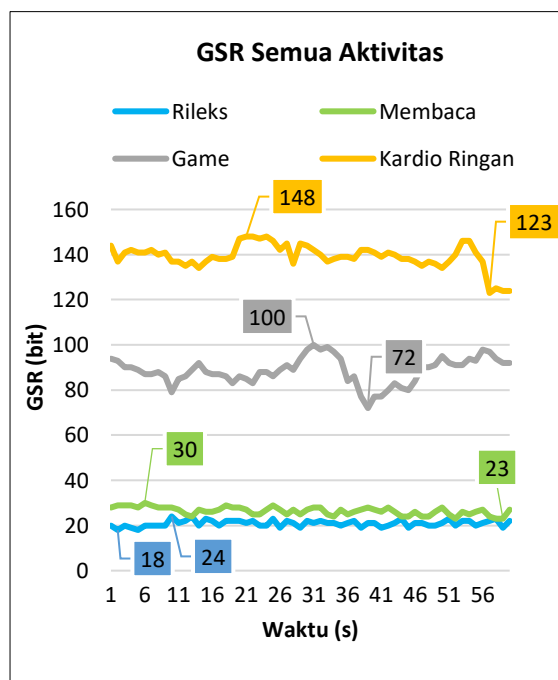
Pengujian Pengukuran Sensor GSR

Pengujian dilakukan terhadap subjek dengan beberapa aktivitas berbeda yaitu saat kondisi rileks, membaca, bermain game, dan melakukan aktivitas kardio. Data hasil pengujian yang terukur berupa nilai GSR dalam bit.

Setelah data didapat, kemudian nilai GSR yang terukur pada subjek dikelompokkan ke tingkat konduktansi kulit. Penelitian sebelumnya [16], mengelompokkan data konduktansi kulit menjadi berbagai kondisi subjek. Nilai konduktansi kulit ditampilkan dalam tabel 7 berikut dengan satuan GSR dalam bit (digital).

Tabel 7. Tingkat Kondisi Seseorang Berdasarkan Konduktansi Kulit

Kondisi	GSR (Bit)
Normal	0 – 525
Stress Ringan	526 – 600
Stress Sedang	601 – 725
Stress Berat	726 – 825
Stress Sangat Berat	826 - 1023



Gambar 7. Grafik Hasil Pengujian Sensor GSR

Pada gambar 7 yang menunjukkan Grafik, menunjukkan nilai konduktansi kulit yang terbaca dari 1 orang partisipan laki-laki berumur 17 Tahun dengan 4 aktivitas yang berbeda yaitu: kardio ringan, bermain game, membaca dan rileks atau santai. Pada setiap kondisi dilakukan pengambilan data dengan waktu sampel 60 detik. Pada pengujian ini menggunakan software PLX DAQ (*Parallax Data Acquisitions*) pada Microsoft Excel yang terintegrasi dengan *hardware*.

Berdasarkan grafik pada gambar 7, nilai GSR dalam bit pada keadaan rileks memiliki nilai maksimum yang terukur yaitu 24, dengan nilai minimum mendekati nol dan nilai rata-rata hasil pengukuran sebesar 20,1(bit). Ketika

keadaan subjek dengan aktivitas membaca, nilai maksimum yang terukur yaitu 30, dengan nilai minimum sebesar 24 GSR dalam bit dan nilai rata-rata hasil pengukuran sebesar 26,5(bit). Kemudian terjadi kenaikan pada keadaan subjek dengan aktivitas bermain game dengan nilai maksimum yang terukur yaitu 101, dan minimum sebesar 77 dan nilai rata-rata hasil pengukuran sebesar 89,5 (bit). Sedangkan saat subjek melakukan aktivitas kardio nilai GSR mengalami kenaikan yang cukup signifikan dengan nilai maksimum yang terukur yaitu 148, dan minimum sebesar 110 GSR dalam bit dan nilai rata-rata hasil pengukuran sebesar 134 (bit).

Pada pengujian ini nilai GSR yang terukur ketika subjek dalam keadaan rileks memiliki nilai terendah dibandingkan dengan keadaan lain. Hal ini disebabkan karena pada keadaan rileks, ekskresi kelenjar keringat pada kulit rendah dan resistansi kulit tinggi, sehingga konduktansi listrik pada kulit menjadi rendah. Sedangkan pada keadaan subjek dengan aktivitas kardio, nilai yang terukur naik cukup signifikan. Hal ini dikarenakan, ekskresi keringat berlebih pada kulit setelah melakukan aktivitas olahraga.

PENUTUP

Kesimpulan

Perancangan pada percobaan pengujian ini sudah memenuhi spesifikasi, yaitu pada sensor DS18B20 nilai pengukuran akurat karena memiliki nilai akurasi $\geq 95\%$ dan $error \leq 5\%$ sehingga perangkat ini dapat digunakan oleh masyarakat umum. Pada pengujian Sensor *Galvanic Skin Response* (GSR) dari berbagai kondisi didapatkan hasil nilai yang menunjukkan peningkatan pada kondisi seseorang. Hal ini didapatkan setelah pengujian dari kondisi tenang atau rileks sampai dengan kardio ringan. Nilai tertinggi didapatkan dari aktivitas kardio ringan yang memang dapat menimbulkan perubahan aktivitas kelenjar pada kulit. pada sensor GSR kondisi seseorang dikatakan normal jika nilai konduktansi berada pada rentang 0-525 bit, hasil ini sesuai dengan pengujian dari 4 aktivitas berbeda yang nilai nya berada pada rentang kategori normal.

Saran

Setelah Melakukan observasi pada penelitian ini agar terciptanya alat dengan inovasi yang lebih baik lagi maka pada sensor suhu agar lebih baik lagi menggunakan sensor suhu secara non kontak agar bisa digunakan lebih dari satu orang dan efektif dalam

penggunaannya. Penelitian selanjutnya perlu dilakukan khususnya pada pengujian sensor GSR akan lebih baik lagi jika menambahkan variabel seperti resistansi, konduktansi listrik dalam satuan microsiemens dan pengolahan sinyal agar bisa memperkuat hasil yang didapat.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih saya tujukan kepada beberapa pihak yang membantu dalam Penelitian dengan judul "Rancang Bangun Alat Pengecekan Suhu Tubuh dan Konduktansi Listrik Pada Kulit Sebagai Upaya Meningkatkan Kesadaran Kesehatan Masyarakat". Terutama kepada Dosen pembimbing, partisipan yang bersedia menjadi relawan untuk membantu penelitian serta teman-teman yang membantu dalam proses perancangan dan memberi solusi pada penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Rozaq, Imam Abdul, Yulita Noor DS, "Uji Karakterisasi Sensor Suhu DS18B20 Waterproof Berbasis Arduino Uno Sebagai Salah Satu Parameter Kualitas Air", Universitas Muria Kudus.
- [2] Suharmiati, Dkk, "Faktor-Faktor yang Memengaruhi Keterjangkauan Pelayanan Kesehatan di Puskesmas Daerah Terpencil Perbatasan Di Kabupaten Sambas", Pusat Humaniora, Kebijakan Kesehatan dan Pemberdayaan Masyarakat, Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan, Kementerian Kesehatan RI, Jl. Indrapura 17 Surabaya, 2012.
- [3] Runjing Zhou, dkk, "Design of Temperature Measurement System Consisted of FPGA and DS18B20", China, 2020.
- [4] Alif, Yoga, "Perbandingan Kualitas Antar Sensor Suhu dengan Menggunakan Arduino Pro Mini", e-Jurnal NARODROID, Vol. 2 No.2 2016. Universitas Widya Kartika Surabaya, 2016.
- [5] Nurazizah, Eliia. Dkk, "Rancang Bangun Termometer Digital Berbasis Sensor DS18B20 Untuk Penyandang Tunanetra", e-Proceeding of Engineering: Vol.4, No.3 Desember 2017. Universitas Telkom. Bandung, 2017"
- [6] Gde, Anak Agung, "Implementasi dan Analisis Data Logger Sensor Temperature Menggunakan Web Server Berbasis Embedded System", Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan Vol. 17, No. 1, Januari 2020. STIKOM Indonesia, 2020
- [7] Adil, Ratna., "Alat bantu monitoring rate jantung, suhu tubuh dan kontrol tetesan infus pada ruang perawatan rumah sakit", Electronic Engineering Polytechnic of Surabaya (EEPIS), 2011.
- [8] Witjaksono Andri Y, dkk, "Rancang bangun alat pendeteksi stress menggunakan GSR dan Detak jantung", PENS-ITS, Surabaya
- [9] P. H. M. Noer, "Rancang bangun deteksi stress pada sistem pemantau kesehatan manusia berbasis android", Skripsi, Teknik, Universitas Lampung, Bandar Lampung, 2018.
- [10] I Nengah Sandi, "Pengaruh Suhu dan Kelembaban Relatif Udara Terhadap Penampilan Fisik Dalam Olahraga", Program Studi Magister Fisiologi Olahraga Universitas Udayana, Bali.
- [11] Ali Satia Graha, "Adaptasi Suhu Tubuh Terhadap Latihan dan Efek Cedera di Cuaca Panas dan Dingin", Universitas Negeri Yogyakarta.
- [12] K. Subramanya, Member, IEEE, Vishnuprasada V. Bhat, and Sandeep Kamath, "A wearable device for monitoring galvanic skin response to accurately predict changes in blood pressure indexes and cardiovascular dynamics", Annual IEEE India Conference (INDICON), 2013.
- [13] Giulia Crifaci, et al, "ECG and GSR measure and analysis using wearable systems: application in anorexia nervosa adolescents", 8th International Symposium on Image and Signal Processing and Analysis (ISPA 2013), Trieste, Italy, 2013.
- [14] Mingyang Liu, Di Fan, Xiaohan Zhang, Xiaopeng Gong, "Human Emotion Recognition Based on Galvanic Skin Response Signal Feature Selection and SVM", Jilin University Instrument Science and Engineering Institute, Changchun, 130021, China, 2016.
- [15] Nita Nurlina, Torib Hamzah,S.Pd,M.Pd, Dra.Dwi Herry Andayani,MM, "Uji Thermometer Suhu Tubuh Contact dan NonContact", Jurusan Teknik Elektromedik, Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Surabaya.
- [16] D. Yolanda, "Mengukur Tingkat Stres Pada Manusia Menggunakan Galvanic Skin Response (GSR) Dengan Metode Jaringan Syaraf Tiruan Berbasis Arduino Uno", Universitas Andalas, Padang (2014)