

PROTOTYPE PENGUKUR DETAK JANTUNG, SATURASI OKSIGEN, DAN SUHU TUBUH MANUSIA SECARA PORTABLE

Septiar Rizkiansyah Sunarto^a, Alona Situmeang^b, Veronica Ernita Kristianti^c

^a Fakultas Teknologi Industri, septiarrizkiansyah9@gmail.com, Universitas Gunadarma

^b Fakultas Teknologi Industri, alona@staff.gunadarma.ac.id, Universitas Gunadarma

^c Fakultas Teknologi Industri, veronica@staff.gunadarma.ac.id, Universitas Gunadarma

ABSTRACT

In the world of health, there are many things that must be done to evaluate a person's health, including measuring heart rate, oxygen saturation and human body temperature. Measuring heart rate is very important because heart rate is a form of cardiovascular activity, while measuring oxygen saturation is the oxygen level which plays an important role in the metabolic processes of the human body and measuring body temperature as an important indicator of a person's health. The development of technology for measuring heart rate, oxygen saturation and body temperature is becoming increasingly important because it requires continuous or periodic monitoring of these three parameters which can help detect diseases or health conditions that require medical attention early. This measurement tool is designed to be portable so that it can be accessed anywhere independently by the user

Keywords: Measurement Tool, Heart Rate, Oxygen Saturation, Body Temperature, Portable

ABSTRAK

Dalam dunia kesehatan banyak hal yang harus dilakukan dalam mengevaluasi kesehatan seseorang, diantaranya melakukan pengukuran detak jantung, saturasi oksigen, dan suhu tubuh manusia. Pengukuran detak jantung sangat penting karena detak jantung merupakan bentuk aktivitas kardiovaskular, sedangkan pengukuran saturasi oksigen merupakan kadar oksigen yang berperan penting dalam proses metabolisme tubuh manusia dan pengukuran suhu tubuh sebagai indikator penting dari kesehatan seseorang. Pengembangan teknologi alat pengukur detak jantung, saturasi oksigen, dan suhu tubuh menjadi semakin penting dikarenakan membutuhkan pemantauan secara terus-menerus atau berkala terhadap ketiga parameter ini yang dapat membantu mendeteksi secara dini penyakit atau kondisi kesehatan yang memerlukan perhatian medis. Alat pengukuran ini dirancang secara yang portabel sehingga dapat diakses dimana saja secara mandiri oleh pengguna

Kata Kunci: Alat Pengukuran, Detak Jantung, Saturasi Oksigen, Suhu Tubuh, Portable

1. PENDAHULUAN

Dalam dunia kesehatan, pengukuran detak jantung, saturasi oksigen, dan suhu tubuh merupakan faktor kritis dalam menilai kondisi kesehatan seseorang. Detak jantung adalah parameter vital yang mencerminkan aktivitas jantung dan dapat memberikan informasi tentang kesehatan kardiovaskular (penyakit yang disebabkan adanya gangguan pada jantung dan pembuluh darah) seseorang, detak jantung normal adalah 60 - 100 beat per menit (BPM) [3]. Detak jantung normal manusia digunakan untuk menyalurkan oksigen melalui darah ke seluruh tubuh. Saturasi oksigen mengukur kadar oksigen dalam darah, yang penting untuk menilai fungsi pernapasan dan sirkulasi, Nilai saturasi oksigen normal berkisar antara 95 - 100 persen (%) [4]. Sementara itu, suhu tubuh adalah indikator penting dari aktivitas metabolisme dan dapat memberikan petunjuk awal terkait adanya infeksi atau kondisi medis lainnya, suhu tubuh normal adalah 35 - 38 celcius (°C) [5].

Pemantauan secara terus-menerus atau berkala terhadap ketiga parameter ini dapat membantu deteksi dini penyakit atau kondisi kesehatan yang memerlukan perhatian medis. Oleh karena itu,

pengembangan alat pengukur detak jantung, saturasi oksigen, dan suhu tubuh menjadi suatu inovasi yang sangat penting dalam upaya meningkatkan pemantauan kesehatan masyarakat.

Dalam konteks ini, pengembangan teknologi alat pengukur detak jantung, saturasi oksigen, dan suhu tubuh menjadi semakin penting. Sensor MAX30100 dan sensor DS18B20 menawarkan solusi teknologi yang menjanjikan dalam hal ini. Sensor MAX30100, berdasarkan prinsip photoplethysmography (PPG), menggunakan sumber cahaya dari LED (Light Emitting Diode) dan PD (Photodetector) untuk mendeteksi adanya perubahan volume darah dalam pembuluh darah, mampu mengukur detak jantung dan saturasi oksigen dengan akurasi tinggi[1]. Sensor DS18B20, yang menggunakan prinsip resistensi suhu, perubahan resistansi atau hambatan listrik dari suatu bahan ketika suhunya berubah. Umumnya, semakin tinggi suhu bahan, semakin tinggi pula resistansinya, memberikan pengukuran suhu tubuh yang stabil dan andal[2]. Penelitian ini mengintegrasikan kedua sensor dengan mikrokontroler ESP32 dan merancang alat pengukur kesehatan yang portabel, mudah digunakan, dan dapat diakses secara mandiri oleh individu.

2. METODE PENELITIAN

Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka kemudian masalah pada penelitian ini adalah bagaimana merancang dan membuat alat yang dapat mengukur detak jantung, saturasi oksigen menggunakan sensor MAX30100 dan alat yang dapat mengukur suhu tubuh menggunakan sensor DS18B20 berbasis mikrokontroler ESP32.

Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian alat pengukuran ini adalah sebagai berikut:

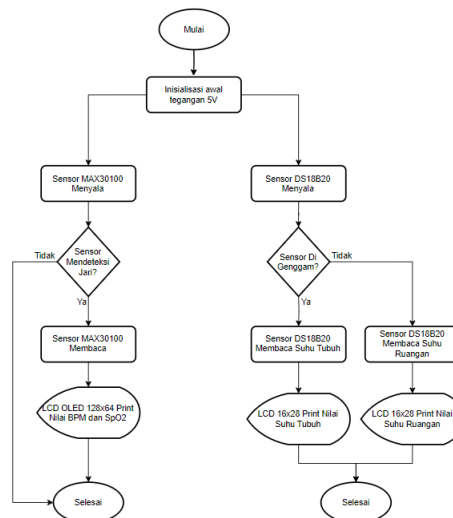
1. Alat ini dirancang sebagai pengukur detak jantung, saturasi oksigen, dan suhu tubuh pada manusia.
2. Pengujian akurasi dan validasi hasil pengukuran yang dilakukan oleh alat yang dirancang.
3. Alat pengukur akan menggunakan sensor MAX30100 untuk mengukur detak jantung dan saturasi oksigen, serta sensor DS18B20 untuk mengukur suhu tubuh, dan berbasis mikrokontroler ESP32.
4. Alat pengukur akan dirancang agar mudah dibawa dan digunakan oleh pengguna, serta memiliki antarmuka yang intuitif.

Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah, merancang dan membuat alat pengukur detak jantung, saturasi oksigen, dan suhu tubuh pada manusia dengan menggunakan sensor MAX30100 dan sensor DS18B20 berbasis mikrokontroler ESP32 dan melakukan pengujian perbandingan keakuratan sensor MAX30100 dan sensor DS18B20 dengan alat konvensional yaitu pulse oximetry (LK88) dan thermometer.

Perancangan Sistem

Flowchart pada gambar 1 adalah suatu bagan dengan simbol-simbol tertentu yang menggambarkan urutan proses dan hubungan antara suatu proses (instruksi) dengan proses lainnya pada alat pengukur detak jantung, oksigen dalam tubuh, dan suhu tubuh.

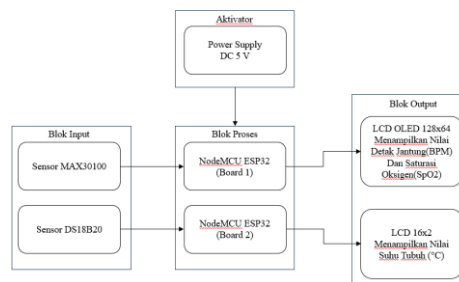


Gambar 1. Flowchart Alat Pengukur Detak Jantung, Saturasi Oksigen, dan Suhu Tubuh Menggunakan Sensor MAX30100 Dan Sensor DS18B20 Berbasis ESP32

Cara kerja alat ini dimulai dengan inisialisasi awal tegangan 5V untuk menyalakan 2 board ESP32, kemudian jika piranti mikrokontroler tidak aktif maka percobaan selesai dan apabila board 1 menyala maka indikator LED pada sensor MAX30100 akan ikut menyala, setelah itu letakan jari pada sensor untuk mengukur detak jantung (BPM) dan oksigen dalam tubuh (SpO2), setelah posisi jari pas ESP32 akan memproses data dan akan dikirim ke LCD OLED, Kemudian jika board 2 menyala sensor DS18B20 juga otomatis menyala dan jika sensor digenggam akan langsung mengukur suhu pada tubuh apabila sensor tidak digenggam sensor akan mengukur suhu ruangan yang hasilnya akan dikirim ke LCD 16x2.

Blok Diagram

Sistem pada alat pengukur detak jantung, saturasi oksigen, dan suhu tubuh terdiri dari aktivator, blok input, blok proses, dan blok output yang dapat dilihat pada Gambar 2.



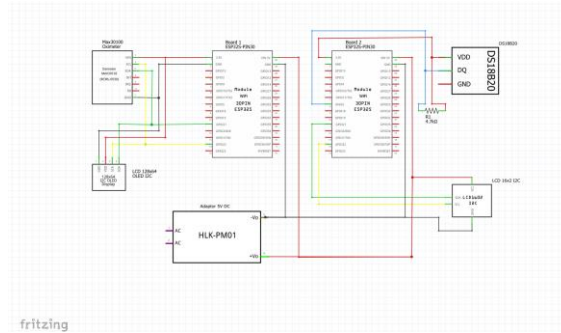
Gambar 2. Diagram Blok Alat Pengukur Detak Jantung, Saturasi Oksigen, dan Suhu Tubuh Menggunakan Sensor MAX30100 & Sensor DS18B20 Berbasis ESP32

Gambar 2 terdapat empat bagian, bagian aktivator, blok input, blok proses, dan blok output. Perancangan alat ini menggunakan tegangan masukan sebagai aktivator yaitu tegangan 5V DC untuk menyalakan NodeMCU ESP32 lalu dari NodeMCU ESP32 terdapat tegangan 3,3V dan Vin yang bernilai 5V untuk bagian blok input dan blok output, lalu bagian blok input yang terdiri dari sensor MAX30100 yang berguna sebagai pengukur detak jantung dan saturasi oksigen dan sensor DS18B20 yang berguna untuk mengukur suhu pada tubuh ke bagian blok proses, setelah dari blok input terdapat blok proses yaitu NodeMCU ESP32 yang berguna untuk menerima masukan data digital dari sensor MAX30100 dan sensor DS18B20 yang ada di bagian blok input dan memprosesnya untuk di jadikan output, lalu NodeMCU ESP32 yang digunakan sebagai media pengiriman dari hasil pemrosesan yang akan dikirim ke bagian blok output yang terdiri dari 2 layar LCD, LCD OLED 128x64 yang digunakan untuk menampilkan hasil dari sensor MAX30100 yang berupa nilai detak jantung dan nilai saturasi oksigen dan LCD 16x2 yang

digunakan untuk menampilkan hasil dari sensor DS18B20 yang berupa nilai suhu pada tubuh. Untuk mengaktifkan NodeMCU ESP32 menggunakan power supply 5V DC.

Skematik Rangkaian Secara Keseluruhan

Pada skematik rangkaian secara lengkap yang dapat digunakan sebagai dasar membuat rangkaian yang terdapat pada gambar 3 di bawah ini :



Gambar 3. Skematik Rangkaian Alat Pengukur Detak Jantung, Saturasi Oksigen, Dan Suhu Tubuh Menggunakan Sensor MAX30100 Dan Sensor DS18B20 Berbasis ESP32

Pada rangkaian ini menggunakan 2 board yaitu NodeMCU ESP32, sensor MAX30100 dan sensor DS18B20 sebagai input, LCD OLED 128x64 dan LCD 16x2 sebagai outputnya. Dalam rangkaian ini menggunakan masing-masing 1 board pada 1 sensor dan 1 LCD.

Board pertama adalah rangkaian pengukur detak jantung (BPM) dan oksigen dalam tubuh (SpO₂), yang terdiri dari sensor MAX30100 sebagai input, NodeMCU ESP32 sebagai proses, dan LCD OLED 128x64 sebagai output. Pada sensor MAX30100 menggunakan pin VIN yang dihubungkan dengan pin 1 (3,3V) pada NodeMCU ESP32 yang juga dihubungkan dengan pin VDD pada LCD OLED 128x64, pada sensor MAX30100 pin GND yang dihubungkan dengan pin GND pada NodeMCU dan LCD OLED 128x64, pada sensor MAX30100 pin SDA yang dihubungkan dengan pin 21 pada NodeMCU ESP32 yang juga dihubungkan dengan pin SDA pada LCD OLED 128x64, pada sensor MAX30100 pin SCL yang dihubungkan dengan pin 22 pada NodeMCU ESP32 yang juga dihubungkan dengan pin SCK pada LCD OLED 128x64. Sensor MAX30100 yang berfungsi sebagai pengukur detak jantung (BPM) dan oksigen dalam tubuh (SpO₂) yang akan dikirim ke NodeMCU ESP32 dan akan ditampilkan pada LCD OLED 128x64.

Board kedua adalah rangkaian pengukur suhu tubuh, yang terdiri dari sensor DS18B20 sebagai input, NodeMCU ESP32 sebagai proses, LCD 16x2 sebagai output, dan resistor 4k7Ω pull up yang berfungsi sebagai sinyal stabil dan stabilisasi tegangan jalur data / pin DQ pada gambar skematik di sensor DS18B20. Pada sensor DS18B20 pin VDD yang dihubungkan dengan pin 1 (3,3V) yang juga dihubungkan dengan pin 1 pada resistor 4k7Ω, pada sensor DS18B20 pin GND yang terhubung dengan pin GND pada NodeMCU ESP32 dan LCD 16x2, pada sensor DS18B20 pin data / DQ yang dihubungkan dengan pin 5 pada NodeMCU ESP32 yang juga dihubungkan dengan pin 2 pada resistor 4k7Ω, pada NodeMCU pin VIN (5V) dihubungkan dengan pin VCC pada LCD 16x2, pada NodeMCU pin 21 dihubungkan dengan pin SDA pada LCD 16x2, pada NodeMCU pin 22 dihubungkan dengan pin SCL pada LCD 16x2. Sensor DS18B20 yang berfungsi sebagai pengukur suhu pada tubuh yang akan dikirim ke NodeMCU ESP32 dan akan ditampilkan pada LCD 16x2.

Rumus Akurasi

Nilai tingkat akurasi merupakan suatu tingkat kedekatan antara nilai prediksi dengan nilai aktual. Nilai akurasi digunakan untuk mengetahui seberapa dekat hasil pengukuran atau prediksi dengan nilai yang sebenarnya. Ini merupakan metrik penting dalam mengevaluasi performa suatu model atau sistem, terutama dalam konteks klasifikasi atau prediksi. Semakin tinggi nilai akurasi, semakin baik performa model atau sistem tersebut.

$$\text{Akurasi} = 1 - \left(\frac{|\text{Sensor MAX30100} - \text{Alat Koonvensional}|}{\text{Alat Koonvensional}} \times 100\% \right) \quad (2.1)$$

$$\text{Akurasi Rata - Rata (\%)} = \frac{\text{Jumlah Total}}{\text{Banyaknya Nilai}} \quad (2.2)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Perancangan Perangkat Keras (Hardware) Alat Pengukur Detak Jantung, Saturasi Oksigen, Dan Suhu Tubuh

Hasil perancangan perangkat keras hardware dalam penelitian ini akan menghasilkan nilai detak jantung dalam satuan beat per menit (BPM), nilai saturasi oksigen dalam satuan (%), dan nilai temperatur dalam satuan ($^{\circ}\text{C}$).



Gambar 4. Alat Pengukur Detak Jantung, Saturasi Oksigen dan Suhu Tubuh

Gambar 4. menunjukkan alat yang sudah di rakit. Komponen-komponen yang terdapat di dalam perangkat keras (hardware) alat pengukur detak jantung, saturasi oksigen, dan suhu tubuh ini meliputi modul sensor MAX30100, sensor DS18B20, ESP32, LCD I2C 16x2, LCD OLED 128x64, resistor 4.7k Ω , Adaptor 5V, kabel jumper, PCB matrix, kabel USB tipe micro.

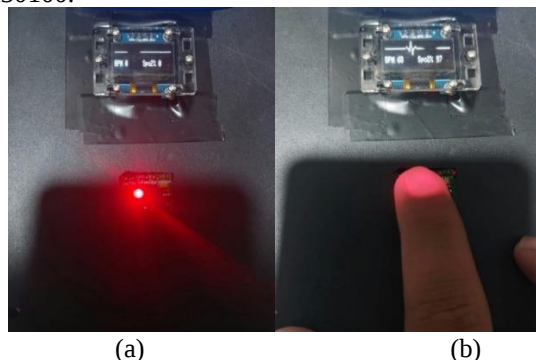
Hasil Pengujian Alat Pengukur Detak Jantung, Saturasi Oksigen, Dan Suhu Tubuh

Hasil pengujian alat untuk mengukur nilai detak jantung, saturasi oksigen, dan suhu tubuh dilakukan dengan membandingkan alat standar medis yang biasa digunakan oleh tenaga medis yaitu pulse oximetry dan thermometer dengan alat yang sudah dirancang peneliti. Cara tersebut dilakukan untuk mengetahui tingkat akurasi dari alat yang sudah dirancang sehingga dapat digunakan sebagai alternatif alat pengukur detak jantung, saturasi oksigen, dan suhu tubuh.

Jumlah seluruh sampel yang digunakan untuk pengujian yaitu 10 responden dengan rentang usia dari remaja sampai dewasa, data dapat dilihat pada tabel 1 untuk pengukuran detak jantung, tabel 2 untuk pengukuran saturasi oksigen, dan tabel 3 untuk pengukuran suhu tubuh. Dari seluruh data yang didapatkan dapat digunakan untuk pengujian akurasi alat. dilakukan pada saat responden sedang beristirahat atau tidak melakukan aktivitas.

Hasil Pengujian Sensor Detak Jantung Dan Saturasi Oksigen Menggunakan Sensor MAX30100

Hasil pengujian sensor MAX30100 dilakukan dengan cara membandingkan pengukuran sensor dengan alat konvensional yang sudah ada. Karakterisasi sensor MAX30100 terbagi dua, yaitu karakterisasi nilai detak jantung (BPM) dan saturasi oksigen (SpO₂). Nilai detak jantung (BPM) dan saturasi oksigen (SpO₂) dibandingkan menggunakan pulse oximetry. Hal ini bertujuan agar dapat mengetahui nilai akurasi rata-rata pada sensor MAX30100.



Gambar 5. Pengujian Keakuratan BPM & SpO₂ Pada Sensor Max30100 (a) Posisi Jari Belum Diletakkan Pada Sensor (b) Posisi Setelah Jari Diletakkan Pada Sensor

Gambar 5. menunjukkan Tampilan pada gambar 5(a) menunjukkan tampilan LCD sebelum diletakkan jari pada Sensor MAX30100. Pada LCD menghasilkan nilai 0 BPM untuk pengukuran detak jantung dan 0% untuk pengukuran saturasi oksigen (SpO2). Setelah jari diletakkan pada sensor MAX30100 maka nilai detak jantung dan saturasi oksigennya akan berubah seperti pada gambar 5(b). Langkah-langkah pengambilan data dengan memanfaatkan sensor MAX30100 untuk mengukur nilai detak jantung (BPM) dan saturasi oksigen (SpO2) yang terbaca. Informasi hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 1 dan tabel 2.

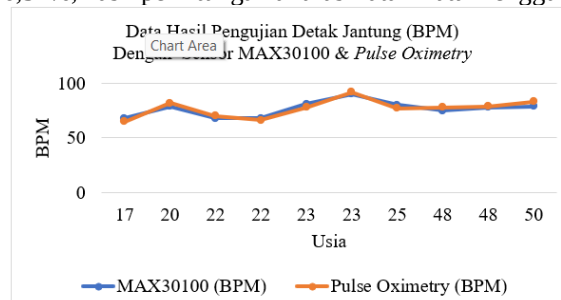
Tabel 1 menunjukkan hasil pengukuran detak jantung dari alat sensor MAX30100 dan alat pulse oximetry. Data diambil dari sampel yang beragam seperti faktor usia dan kondisi tubuh. Dapat dilihat bahwa pengukuran dengan sensor MAX30100 dan pulse oximetry menunjukkan perbedaan, hal ini dikarenakan nilai dari detak jantung yang berubah-ubah karena jantung memompa darah setiap detiknya sehingga nilainya sering berubah-ubah. Selain itu juga dikarenakan faktor kondisi tubuh dari setiap respon tidak sama.

Tabel 1. Data Hasil Pengujian Keakuratan Detak Jantung (BPM) Dengan Sensor MAX30100 & Pulse Oximetry

No	Usia	Detak Jantung Normal (BPM)	MAX30100 (BPM)	Pulse Oximetry (BPM)	Akurasi (%)
1	17	60 - 100	68	65	95,38
2	20	60 - 100	79	82	96,34
3	22	60 - 100	68	70	97,14
4	22	60 - 100	68	66	96,96
5	23	60 - 100	81	78	96,15
6	23	60 - 100	90	92	97,82
7	25	60 - 100	80	77	96,10
8	48	60 - 100	75	78	96,15
9	48	60 - 100	78	79	98,73
10	50	60 - 100	79	83	95,18
Akurasi rata-rata					96,51

Tabel 1 merupakan data hasil pengujian keakuratan detak jantung (BPM) menggunakan sensor MAX30100 didapatkan hasil yang tidak jauh berbeda dengan pengukuran detak jantung (BPM) menggunakan pulse oximetry, detak jantung normal pada manusia mencapai 60 – 100 detak per detik [3], hasil perhitungan akurasi menggunakan persamaan (2.1).

Hasil pengujian akurasi detak jantung (BPM) menggunakan sensor MAX30100 mendapatkan hasil rata – rata sebesar 96,51%, hasil perhitungan akurasi rata – rata menggunakan persamaan (2.2).



Gambar 6. Grafik Data Hasil Pengujian Detak Jantung (BPM) Menggunakan Sensor MAX30100 & Pulse Oximetry

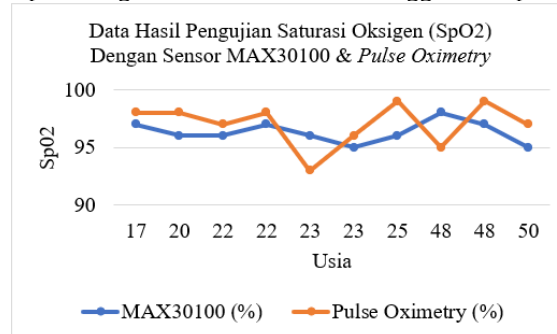
Gambar 6 merupakan gambar grafik data hasil pengujian detak jantung menggunakan sensor MAX30100 dengan rentang usia 17 sampai dengan 50 tahun, hasil keakuratan sensor MAX30100 terbukti dapat menyamai pulse oximetry menggunakan persamaan (2.1), sebagai tolak ukur tingkat keakurasian. Tabel 2 menunjukkan hasil pengukuran saturasi oksigen (SpO2) pada alat sensor MAX30100 dan alat standar pulse oximetry. Pengambilan data dilakukan sebanyak 10 kali dengan responden yang sama seperti saat pengukuran detak jantung. Hasil pengukuran yang didapatkan menunjukkan nilai yang cukup stabil untuk pengukuran saturasi oksigen (SpO2). Hal ini dikarenakan nilai saturasi oksigen relatif stabil dalam keadaan normal maupun dalam keadaan melakukan pekerjaan yang berat. Pada saat melakukan aktivitas yang berat maka nilai saturasi oksigen tidak membutuhkan tambahan oksigen sehingga nilainya cukup stabil.

Tabel 2. Data Hasil Pengujian Keakuratan Saturasi Oksigen (SpO₂) Dengan Sensor MAX30100 & Pulse Oximetry

No	Usia	Saturasi Oksigen Normal (%)	MAX30100 (%)	Pulse Oximetry (%)	Akurasi (%)
1	17	95 - 100	97	98	98,97
2	20	95 - 100	96	98	97,95
3	22	95 - 100	96	97	98,96
4	22	95 - 100	97	98	98,97
5	23	95 - 100	96	93	96,77
6	23	95 - 100	95	96	98,95
7	25	95 - 100	96	99	96,96
8	48	95 - 100	98	95	96,84
9	48	95 - 100	97	99	97,97
10	50	95 - 100	95	97	97,93
Akurasi rata-rata					97,91

Pada tabel 2 data hasil pengujian keakuratan saturasi oksigen (SpO₂) menggunakan sensor MAX30100 didapatkan hasil yang tidak jauh berbeda dengan pengukuran saturasi oksigen (SpO₂) menggunakan pulse oximetry, saturasi oksigen normal pada manusia mencapai 95 – 100 (%) [4], hasil perhitungan akurasi menggunakan persamaan (2.1).

Hasil pengujian akurasi saturasi oksigen (SpO₂) menggunakan sensor MAX30100 mendapatkan hasil rata – rata sebesar 97,91%, hasil perhitungan akurasi rata – rata menggunakan persamaan (2.2).

Gambar 7. Grafik Data Hasil Pengujian Saturasi Oksigen (SpO₂) Menggunakan Sensor MAX30100 & Pulse Oximetry

Gambar 7 grafik data hasil pengujian saturasi oksigen (SpO₂) menggunakan sensor MAX30100 dengan rentang usia 17 sampai dengan 50 tahun, hasil keakuratan sensor MAX30100 terbukti dapat menyamai pulse oximetry menggunakan persamaan (2.1), sebagai tolak ukur tingkat keakuratan.

Hasil Pengujian Sensor Suhu Tubuh Menggunakan Sensor DS18B20

Hasil pengujian sensor DS18B20 dilakukan dengan cara membandingkan pengukuran sensor dengan alat konvensional yang sudah ada. Sensor DS18B20 nilai suhu tubuh (°C). Nilai suhu pada tubuh (°C) dikarakterisasi menggunakan thermometer. Hal ini bertujuan agar dapat mengetahui nilai rata-rata suhu tubuh (°C) antara kedua alat sebagai pembandingan akurasi.



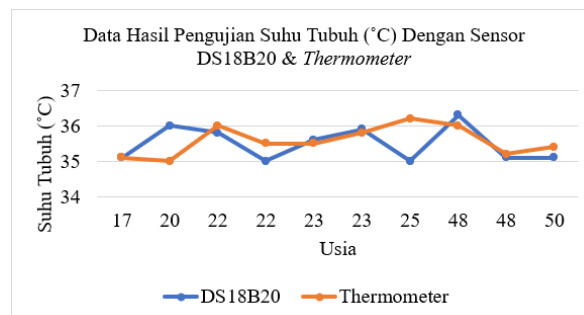
Gambar 8. Pengujian Keakuratan Suhu Tubuh (°C) Pada Sensor DS18B20 (a) Sensor Belum Digenggam (b) Sensor Digenggam

Pada gambar 8 menunjukkan Tampilan pada gambar 8(a) menunjukkan tampilan LCD sebelum sensor DS18B20 digenggam. Pada LCD menghasilkan nilai 30,9 °C (nilai suhu ruang). Setelah sensor DS18B20 digenggam, maka sensor akan membaca suhu tubuh dan nilai akan berubah seperti pada gambar 8(b). Langkah-langkah pengambilan data dengan memanfaatkan sensor DS18B20 untuk mengukur nilai suhu tubuh (°C) yang terbaca. Informasi hasil pengujian dapat ditemukan dalam tabel 3.

Tabel 3. Data Hasil Pengujian Keakuratan Suhu Tubuh ($^{\circ}\text{C}$) Dengan Sensor DS18B20 & Thermometer

No	Usia	Suhu Tubuh Normal ($^{\circ}\text{C}$)	Sensor DS18B20 ($^{\circ}\text{C}$)	Thermometer ($^{\circ}\text{C}$)	Akurasi (%)
1	17	35 - 38	35,1	35,1	100
2	20	35 - 38	36	35	97,14
3	22	35 - 38	35,8	36	99,44
4	22	35 - 38	35	35,5	98,85
5	23	35 - 38	35,6	35,5	99,71
6	23	35 - 38	35,9	35,8	99,72
7	25	35 - 38	35	36,2	96,68
8	48	35 - 38	36,3	36	99,16
9	48	35 - 38	35,1	35,2	99,71
10	50	35 - 38	35,1	35,4	99,15
Akurasi rata-rata					99

Tabel 3 data hasil pengujian keakuratan suhu tubuh menggunakan sensor DS18B20 didapatkan hasil yang tidak jauh berbeda dengan pengukuran suhu tubuh menggunakan thermometer, suhu tubuh normal pada manusia mencapai 35 – 38 $^{\circ}\text{C}$ [5], hasil perhitungan akurasi menggunakan persamaan (2.1). Hasil pengujian akurasi menggunakan sensor DS18B20 mendapatkan hasil rata – rata sebesar 99%, hasil perhitungan akurasi rata – rata menggunakan persamaan (2.2).

Gambar 9. Grafik Data Hasil Pengujian Suhu Tubuh ($^{\circ}\text{C}$) Menggunakan Sensor DS18B20 & Thermometer

Gambar 9 grafik data hasil pengujian suhu tubuh ($^{\circ}\text{C}$) menggunakan sensor DS18B20 dengan rentang usia 17 sampai dengan 50 tahun, hasil keakuratan sensor DS18B20 terbukti dapat menyamai thermometer menggunakan persamaan (2.1), sebagai tolak ukur tingkat keakurasian.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Perancangan dan pengukuran akurasi alat pengukur detak jantung, saturasi oksigen, dan suhu tubuh dengan menggunakan sensor MAX30100 dan sensor DS18B20 berbasis mikrokontroler ESP32 telah selesai dibangun dan berhasil beroperasi dengan baik dalam melakukan pengukuran detak jantung, saturasi oksigen, dan suhu tubuh. Pengukuran akurasi rata – rata pada detak jantung menggunakan sensor MAX30100 mencapai 96,51% dengan perbandingan alat pulse oximeter. Pengukuran akurasi rata – rata pada saturasi oksigen (SpO_2) menggunakan sensor MAX30100 mencapai 97,91% dengan perbandingan alat pulse oximeter. Pengukuran akurasi rata – rata pada suhu tubuh ($^{\circ}\text{C}$) menggunakan sensor DS18B20 mencapai 99% dengan perbandingan alat thermometer.

Dari hasil pengujian dan analisa pada rancang bangun alat yang telah dilakukan sebelumnya, maka dapat memberikan saran untuk penelitian selanjutnya agar dapat mengembangkan alat pengukur detak jantung, saturasi oksigen, dan suhu tubuh dengan menggunakan sensor MAX30100 dan sensor DS18B20 berbasis mikrokontroler ESP32 sebagai berikut:

1. Membuat alat tersebut berbasis IoT (Internet of Things) dan menggunakan 1 mikrokontroler.
2. Mengurangi gangguan (noise) untuk pembacaan detak jantung agar lebih stabil dan tidak delay.
3. Menambahkan komponen lain seperti buzzer sebagai indikator ketika pengukuran tidak normal agar membuat alat lebih menarik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Cho, Su Bin, et al. "Development of a wearable wireless pulse oximetry system for monitoring personal health." *Healthcare Informatics Research*, vol. 23, no. 1, 2017.
- [2] Zhang, Qingquan, et al. "Design of an intelligent home care system based on Internet of Things." *Computer Science and Information Systems*, vol. 16, no. 3, 2019.
- [3] Dian, J, Silalahi, FD, Setiawan, ND. Sistem Monitoring Detak Jantung Untuk Mendeteksi Tingkat Kesehatan Jantung Berbasis Internet Of Things Menggunakan Android. JUPITER: Jurnal Penelitian jurnal.polsri.ac.id; 2021;. Available from: <<https://jurnal.polsri.ac.id/index.php/jupiter/article/view/3669>>
- [4] Rochmad, M. DETEKSI KADAR SATURASI OKSIGEN DARAH (SpO2) DAN DETAK JANTUNG SECARA NON-INVASIF DENGAN SENSOR CHIP MAX30100. Jurnal Nasional Teknologi Terapan (JNTT). journal.ugm.ac.id;2022;. Available from: <<https://journal.ugm.ac.id/v3/jntt/article/view/4804>>
- [5] Kukus, Y, Supit, W, Lintong, F. Suhu tubuh: homeostasis dan efek terhadap kinerja tubuh manusia. Jurnal Biomedik: JBM. ejournal.unsrat.ac.id; 2009;. Available from: <<https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/biomedik/article/view/824>>
- [6] Patel, R, Dubey, R, Mishra, S, Bharti, SK. Tele-Monitoring Device for Cardio respiration Activity. ... Journal of Advanced Research in Computer 2018;
- [7] Budi, DBS, Maulana, R, Fitriyah, H. Sistem deteksi gejala Hipoksia berdasarkan saturasi oksigen dan detak jantung menggunakan metode fuzzy berbasis arduino. Jurnal Pengembangan Teknologi j-ptiik.ub.ac.id; 2019;. Available from: <<http://j-ptiik.ub.ac.id/index.php/j-ptiik/article/view/4608>>
- [8] Qahar, AN. Desain Alat Ukur Denyut Jantung Dan Saturasi Oksigen Pada Anak Menggunakan Satu Sensor. dspace.uui.ac.id; 2018;. Available from: <<https://dspace.uui.ac.id/handle/123456789/11820>>
- [9] Agustian, I. Rancang Bangun Pemantau Detak Jantung dan Suhu Tubuh Portabel Dengan Sistem IoT. Jurnal Amplifier: Jurnal Ilmiah Bidang Teknik Elektro ejournal.unib.ac.id; 2019;. Available from: <<https://ejournal.unib.ac.id/jamplifier/article/view/15378>>
- [10] UNIKOM_Sahlan Abdul Muzib_BAB II." Available from: https://elibrary.unikom.ac.id/id/eprint/1365/8/UNIKOM_Sahlan%20Abdul%20Muzib_BAB%20II.pdf<https://stunting.go.id/kemenkes-permenkes-no-492-tahun-2010-tentang-persyaratan-kualitas-air-minum/>. [Accessed: Feb. 23, 2024].
- [11] Apa Itu ESP32, Salah Satu Modul Wi-Fi Poppuler - Krysna Yudha Maulana." Available from: <<https://www.anakteknik.co.id/krysnayudhamaulana/articles/apa-itu-esp32-salah-satu-modul-wi-fi-poppuler>>
- [12] ROBY, A. RANCANG BANGUN ELEKTROKARDIOGRAF PORTABEL PEMBACAAN PADA LEAD I BERBASIS ARDUINO UNO ATMEGA328 DITAMPILKAN PADA OLED LCD. eprints.uwhs.ac.id; 2022;. Available from: <https://eprints.uwhs.ac.id/1488/>
- [13] Ariyanto, E. ... PENGATUR SUHU DAN WAKTU PADA PENYANGRAI KOPI (ROASTER COFFEE) BERBASIS ATMEGA 16 PADA TAMPILAN LCD (LIQUID CRYSTAL DISPLAY). doc-pak.undip.ac.id.. Available from: <<http://doc-pak.undip.ac.id/id/eprint/4279/3/OTOMATISASI%20PENGATUR%20SUHU%20DAN%20WAKTU%20PADA%20PENYANGRAI%20KOPI%20%28%20ROASTER%20COFFEE%20%29%20BERBASIS%20ATMEGA%2016%20PADA%20TAMPILAN%20LCD%20%28%20LIQUID%20CRYSTAL%20DISPLAY%20%29.pdf>>
- [14] Resistor." Available from: <<https://www.belajarelektro.com/2021/02/resistor.html>>
- [15] Pengertian PCB (Printed Circuit Board) dan Jenis-jenis PCB - Teknik Elektronika" Available from: <https://teknikelektronika.com/pengertian-pcb-printed-circuit-board-jenis-jenis-pcb/>
- [16] Suwanto, YA, Lusiana, L, Perbedaan Denyut Nadi dan Saturasi Oksigen Sebelum dan Sesudah Senam Bhineka Tunggal Ika (SBTI) di Era Pandemi Covid-19. Journal of Sport Coaching journal.unnes.ac.id; 2021;. Available from: <<https://journal.unnes.ac.id/sju/jscpe/article/view/46034>>
- [17] "Kenali Jantungmu, Sayangi Jantungmu" Available from: <<https://ayosehat.kemkes.go.id/kenali-jantungmu-sayangi-jantungmu#:~:text=denyut%20per%20menit-,Dewasa,hingga%20100%20detak%20per%20menit.>>
- [18] "Mengetahui Suhu Tubuh Normal Manusia dan Cara Mengukurnya" Available from: <<https://siloamhospitals.com/informasi-siloam/artikel/suhu-tubuh-normal-manusia>>

- [19] "MAX30100 Pulse Oximeter Interfacing with Arduino | Arduino" Available from:
<<https://www.electronicwings.com/arduino/max30100-pulse-oximeter-interfacing-with-arduino>>
- [20] "MAX30100 Sensor" Available from: <<https://justdoelectronics.com/max30100-sensor/>>
- [21] Tutorial ESP32 Indonesia: Introduction" Available from:
<<https://elektronikagratis.blogspot.com/2019/03/tutorial-esp32-indonesia-introduction.html>>
- [22] LCD 16x2 Interfacing With Arduino Uno | Arduino" Available from:
<https://www.electronicwings.com/arduino/lcd-16x2-interfacing-with-arduino-uno>
- [23] OLED Graphic Display Interfacing With Arduino UNO | Arduino" Available from:
<<https://www.electronicwings.com/arduino/oled-graphic-display-interfacing-with-ard>