

Optimalisasi Pengembangan *Data Logger* Untuk Pengukuran Suhu Tubuh Dan Kadar Oksigen Berbasis IoT (*Internet Of Things*) Dalam Merespon Penanggulangan Awal Gejala Kesehatan (*Case Study: Covid-19*)

Ganis Sanhaji^{*}, Hadis Surya Al Amin dan Hamdi Sholahudin

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Islam Nusantara, Indonesia

^{*}) Corresponding author: ganissanhaji90@gmail.com

(Submit pada : 16 Oktober 2024 | Terbit pada : 30 November 2024)

Abstract

The COVID-19 pandemic began in late 2019 and has continued to impact global health management. Monitoring symptoms has become crucial in efforts to control the spread of the virus. Early symptom monitoring is a vital step in controlling the virus's transmission. This study aims to develop an Internet of Things (IoT) -a-based device capable of monitoring patients' skin temperature and oxygen saturation in real-time. This wearable device is designed to be worn on the wrist, utilizing the ESP8266 12-F as the microcontroller and Wi-Fi module, BME280 and MAX30102 as sensors, and Antares as the cloud platform. Device validation was conducted by comparing the sensor readings from the wearable device with those from calibrated standard devices, using 5 test samples and performing 10 measurements for each test sample. Analysis results showed an error rate of 4.21%, with an accuracy of 98.87% and a precision of 97.89%.

Abstrak

Pandemi *COVID-19* yang dimulai pada akhir tahun 2019 terus mempengaruhi kehidupan global dalam penanggulangan kesehatan. Dalam upaya menanggulangi penyebaran virus, pemantauan gejala menjadi krusial. Pemantauan gejala awal menjadi langkah krusial dalam mengendalikan penyebaran virus. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sebuah alat berbasis *Internet of Things* (IoT) yang mampu memantau suhu kulit dan saturasi oksigen pada pasien secara real-time. Alat wearable ini dirancang untuk digunakan pada pergelangan tangan, memanfaatkan ESP8266 12-F sebagai mikrokontroler dan modul Wi-Fi, BME280 dan MAX30102 sebagai sensor, serta Antares sebagai platform cloud. Uji validasi alat dilakukan dengan membandingkan hasil pembacaan sensor wearable dengan alat standar yang sudah terkalibrasi, menggunakan 5 sampel uji dan dilakukan 10 kali pengukuran untuk setiap sampel uji. Hasil analisis menunjukkan nilai error sebesar 4,21%, dengan keakuratan mencapai 98,87% dan kepresisian 97,89%.

Keywords: *Antares, BME280, COVID-19, ESP8266, MAX30102*

PENDAHULUAN

Pada akhir tahun 2019, virus baru bernama *SARS-CoV-2* muncul di Wuhan, Tiongkok, dan dengan cepat menyebar ke seluruh dunia, menyebabkan penyakit pernapasan yang dikenal sebagai *COVID-19* [1]. Virus *SARS-CoV-2* dapat ditularkan antar manusia dan menyebar ke lebih dari 190 negara [2]. Pembaruan data *COVID-19* di Indonesia pada 22 April 2020 menunjukkan bahwa jumlah kasus positif hampir mencapai 7.500 pasien, sementara secara global jumlah kasus positif telah melampaui 2,5 juta orang [3]. Transmisi virus terjadi melalui droplet saat batuk atau bersin, kemudian menyebar ke saluran napas bawah dengan masa inkubasi sekitar 3-7 hari [4]. Gejala *COVID-19* bervariasi, mulai dari tanpa gejala hingga penyakit pernapasan berat, termasuk demam, batuk, kelelahan, sesak napas, dan nyeri otot [5,6]. Penanganan awal gejala *COVID-19* sangat penting untuk mencegah penyebaran virus dan mengurangi komplikasi. Dampak ekonomi dan sosial juga signifikan. Data Badan Pusat Statistik (BPS) menunjukkan penurunan ekspor migas dan non-migas akibat penurunan produksi di Tiongkok, yang merupakan pusat produksi barang dunia dan importir utama [7].

Salah satu metode untuk memantau pasien *COVID-19* adalah dengan memantau suhu tubuh dan kadar oksigen mereka [8]. Namun, pemantauan tradisional seringkali memerlukan kontak fisik dengan pasien, yang dapat membahayakan petugas kesehatan dan meningkatkan risiko penyebaran virus. Pengembangan alat pemantauan jarak jauh yang aman dan efektif untuk suhu tubuh dan kadar oksigen pasien *COVID-19* sangat penting untuk meningkatkan kualitas perawatan serta keselamatan pasien dan petugas kesehatan. Seperti virus lainnya, stabilitas *SARS-CoV-2* dipengaruhi oleh suhu. *SARS-CoV-2* kehilangan infektivitas pada suhu tubuh normal (37°C), tetapi stabilitas virus dapat meningkat secara substansial dengan sedikit penurunan suhu mendekati 37°C. Belum ada data mengenai kestabilan *SARS-CoV-2* pada suhu di bawah 37°C [9]. Teknologi *Internet of Things* (IoT) menawarkan solusi yang menjanjikan untuk pemantauan kesehatan jarak jauh [10]. Pemeriksaan suhu tubuh merupakan salah satu langkah penting dalam mencegah penyebaran virus corona, yang sering dilakukan di berbagai tempat umum seperti mal, stasiun, bandara, sekolah, kampus, dan kantor. Suhu tubuh normal umumnya berkisar antara 36,5°C hingga 37,5°C. Indikasi terpapar *COVID-19* dapat dilihat dari suhu tubuh yang melebihi 38,5°C [11]. Pengukuran kadar oksigen dalam darah, atau *SpO2*, merupakan salah satu pengukuran yang harus dilakukan dalam prosedur penilaian rutin untuk pasien *COVID-19* yang melakukan isolasi mandiri. Pada pasien *COVID-19*, pengukuran *SpO2* di rumah akan membantu mendiagnosis *hipoksemia* diam secara dini [12].

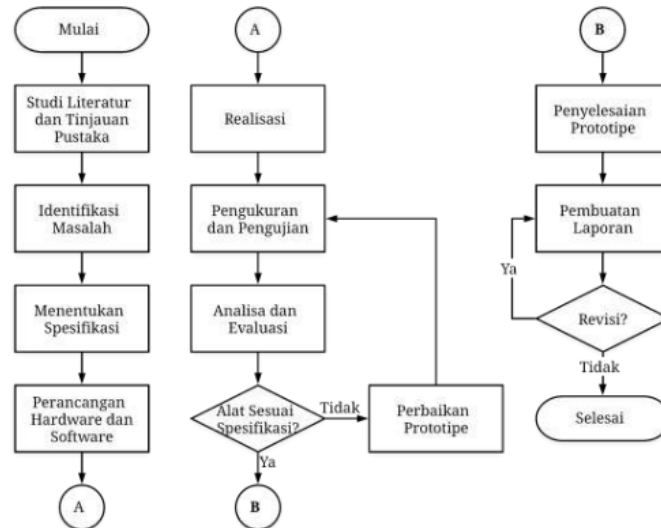
Berbagai penelitian telah dilakukan untuk mengembangkan sistem pemantauan suhu tubuh dan saturasi oksigen berbasis IoT untuk pasien *COVID-19*. Sistem yang dikembangkan oleh [13] menggunakan 6 sensor *LM35*, termometer alkohol dan termometer air raksa untuk pemantauan real-time dengan akurasi tinggi secara multipoint temperature dan data logger. Sistem [14] terintegrasi dengan platform cloud untuk akses data pasien dari mana saja. Sementara itu [15] mengembangkan sistem wearable yang nyaman dan fleksibel untuk pemantauan pasien.

Penelitian-penelitian ini menunjukkan potensi sistem pemantauan berbasis IoT untuk meningkatkan efisiensi, akurasi, dan keamanan dalam memantau pasien *COVID-19*. Oleh karena itu, dalam penelitian ini dirancang data logger untuk pengukuran suhu tubuh dan kadar oksigen berbasis IoT sebagai solusi alternatif untuk penanganan dini kesehatan, terutama pada kasus *COVID-19*. Sistem ini terdiri dari sensor *BME280* dan sensor *MAX30102* serta *ESP32* yang dilengkapi dengan modul *Wi-Fi* untuk integrasi IoT. Sistem elektronika dilengkapi dengan *MOSFET* pada bagian power supply sebagai pengaman bila terjadi over-voltage. Data hasil pengukuran alat ini ditampilkan melalui display *OLED* dan aplikasi web yang terhubung pada cloud Antares. Harapan dari penelitian ini adalah menghasilkan alat monitoring suhu

tubuh dan saturasi oksigen berbasis IoT yang dapat membantu meningkatkan kualitas perawatan pasien COVID-19.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan merancang spesifikasi alat pemantauan suhu dan kadar oksigen tubuh berbasis *Internet of Things* agar alat dapat beroperasi secara optimal. Perancangan alat ini mencakup dua aspek utama: perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*), dengan tahapan-tahapan yang dapat dilihat pada diagram alir berikut:

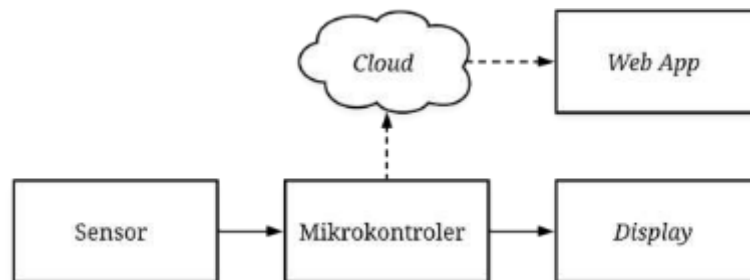


Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Berdasarkan gambar di atas langkah awal untuk melakukan penelitian ini adalah menentukan spesifikasi bahan-bahan yang akan digunakan. Berdasarkan bahan-bahan yang telah dipilih langkah selanjutnya adalah melakukan perancangan *hardware* berupa skematik alat dan perancangan *software*, baik *software* untuk pembacaan data sensor suhu dan sensor saturasi oksigen, *software* menampilkan data pada *OLED*, dan *software* untuk mengirim dan menyimpan data ke *cloud*. Pada alat ini visual data yang digunakan adalah model grafik.

Setelah alat dirancang dan direalisasikan diperlukan pengukuran dan pengujian agar hasil data dapat dianalisa dan dievaluasi untuk menentukan kelayakan dari alat yang telah dibangun. Pengukuran dan pengujian dilakukan dengan cara membandingkan nilai yang didapat dari alat *Logger Skin Temperature* dengan nilai dari termometer yang telah terkalibrasi (*patient monitor*). Langkah Selanjutnya adalah pembuatan laporan.

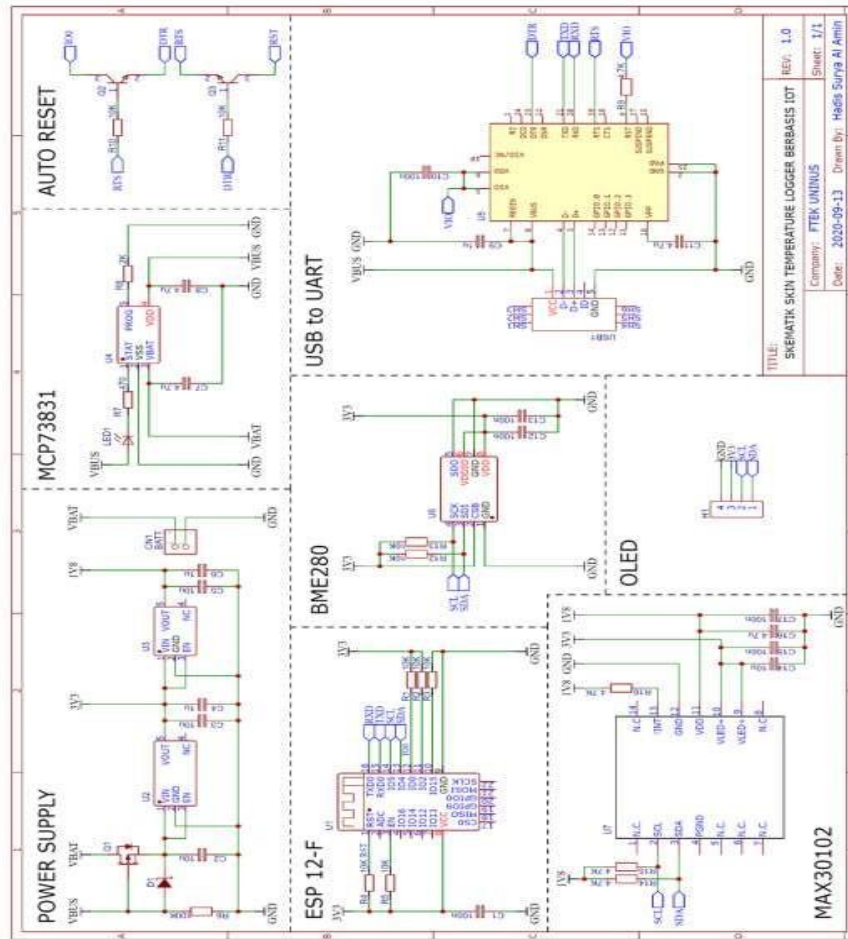
Perancangan secara Blok Diagram



Gambar 2. Blok Diagram

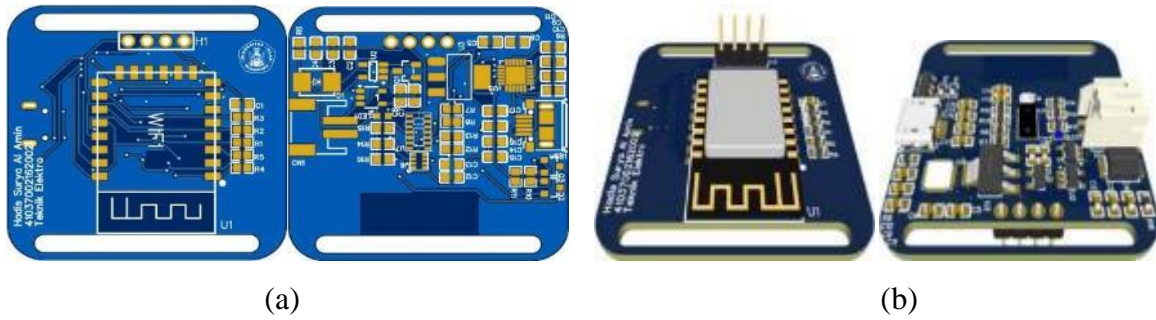
Berdasarkan gambar di atas, cara kerja alat ini adalah sebagai berikut :
 Data yang telah terbaca oleh sensor suhu kemudian diolah oleh mikrokontroler. Data tersebut kemudian dikirimkan dan disimpan di dalam *cloud*. Data yang sudah ada di *cloud* akan divisualisasikan di halaman *Web App*. Proses pembacaan data sampai visualisasi data dilakukan secara *real-time*.

Perancangan Perangkat Keras (*Hardware*)



Gambar 3. Skematik Rangkaian Perangkat Keras (*Hardware*)

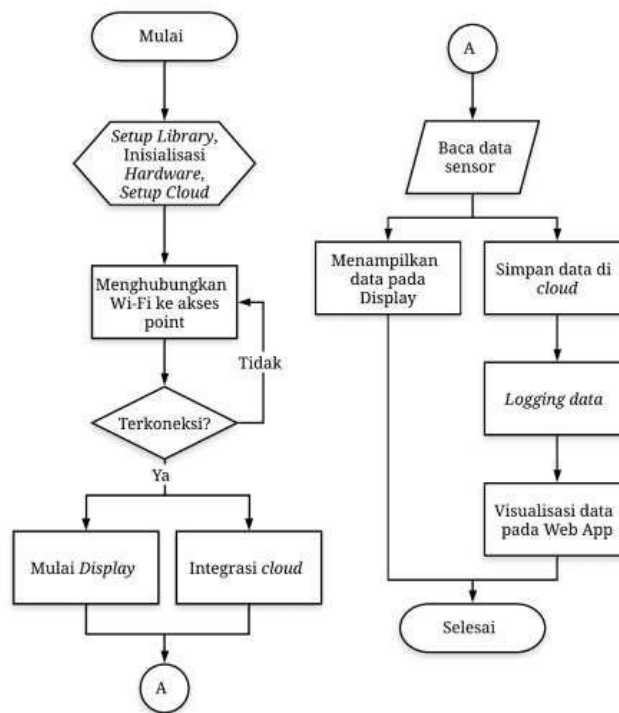
Pada skematik rangkaian perangkat keras di atas, terdapat modul *ESP 12-F* yang berfungsi sebagai mikrokontroler yang dapat terhubung dengan jaringan internet melalui access point dan membutuhkan suplai tegangan sebesar 3,3 Volt. Selain itu, terdapat juga rangkaian *BME280* sebagai sensor pengukuran suhu tubuh dan rangkaian *MAX30102* sebagai sensor pengukuran kadar oksigen, keduanya diintegrasikan pada *ESP 12-F*. Untuk membuat alat menjadi portabel, diperlukan suplai tegangan yang portabel seperti baterai. Pada rangkaian ini, digunakan *MOSFET* (*Q1*) sebagai pengaman bila terjadi *over-voltage*. Selain itu, terdapat juga regulator tegangan (*U1* dan *U2*) untuk mengatur keluaran tegangan. Rangkaian ini juga mencakup rangkaian *MCP73831* sebagai pengisi daya baterai dan rangkaian *USB to UART* sebagai penghubung ke *compiler*. Terdapat pula rangkaian auto reset yang berfungsi sebagai pengubah mode *ESP 12-F*, yaitu mode *Flashing* dan mode *Running*. Mode *Flashing* digunakan ketika memasukkan program, sedangkan mode *Running* digunakan ketika *ESP 12-F* bekerja normal.



Gambar 4. (a) Desain 2D Rangkain, (b) Desain3D Rangkain Perangkat Keras

Perancangan Perangkat Lunak (*Software*)

Untuk mempermudah perancangan perangkat lunak, perlu dibuat *flowchart* untuk memahami alur kerja dari alat yang dibuat. Berikut ini akan dijelaskan *flowchart* dan cara kerja alat tersebut.

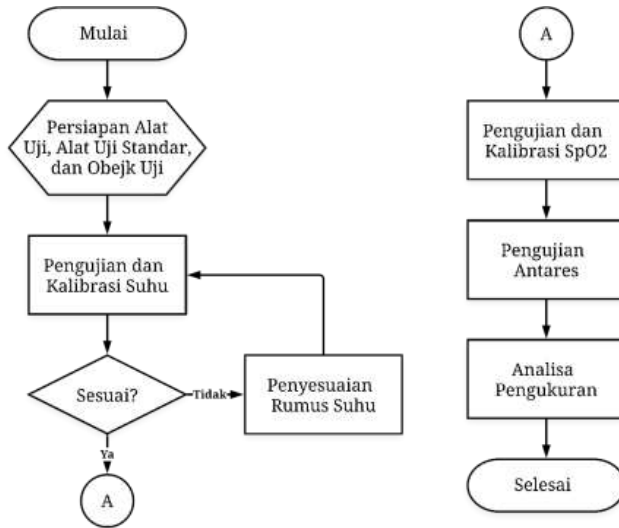


Gambar 5. *Flowchart* Perangkat Lunak

Proses dimulai dengan melakukan pengaturan perpustakaan kode yang dibutuhkan melalui langkah "*Setup Library*". Selanjutnya, sistem menginisialisasi sensor dan perangkat keras dalam langkah "*Inisialisasi Sensor*" dan "*Hardware*" untuk memastikan konfigurasinya yang tepat. Setelah itu, koneksi ke layanan cloud disiapkan melalui "*Setup Cloud*". Setelah semua komponen terintegrasi dan disiapkan, langkah berikutnya adalah menghubungkan ke *Wi-Fi* melalui "akses point". Jika koneksi *Wi-Fi* berhasil, sistem akan melanjutkan ke "Mulai Display" dan menyinkronkan data dengan cloud. Namun, jika koneksi *Wi-Fi* tidak berhasil, sistem akan mencoba kembali. Selanjutnya, sistem melakukan pembacaan sensor untuk mengambil data yang diperlukan, dan menampilkan data tersebut pada Display lokal. Selain itu, data juga disimpan di *cloud* untuk penyimpanan jangka panjang. Proses juga mencakup

pencatatan data melalui "Logging data" dan inialisasi tampilan pada *Web App* sehingga data dapat diakses secara *remote*.

Perancangan Pengukuran dan Pengujian Serta Analisis



Gambar 6. *Flowchart* Pengukuran dan Pengujian, serta Analisis

Pada tahap ini, pengujian dilakukan berdasarkan gambar *flowchart* perencanaan pengujian. Pertama, mempersiapkan alat uji, alat standar, dan objek uji. Alat uji adalah Skin Temperature Menggunakan Sensor *BME280* Berbasis IoT, sementara alat standar menggunakan patient monitor dengan sensor suhu dan *SpO2*. Objek uji adalah tubuh manusia.

Pada pengukuran suhu, sensor alat uji dan sensor patient monitor ditempatkan di pergelangan tangan. Untuk pengukuran *SpO2*, sensor alat uji ditempatkan di pergelangan tangan dan sensor patient monitor di jari tangan. Pengujian Antares dilakukan dengan mengukur menggunakan alat uji yang ditempatkan di pergelangan tangan. Hasil sensor pada *OLED* dibandingkan dengan hasil sensor di cloud Antares. Pengujian melibatkan 5 sampel uji, setiap sampel diuji 5 kali. Hasil pengukuran dari kedua alat ukur kemudian dibandingkan.

Untuk menghitung nilai error, akurasi dan presisi digunakan rumus sebagai berikut [16]:

$$s^2 = \frac{\sum(x-\bar{x})^2}{(-1)} \dots\dots\dots (1)$$

$$\sigma = \sqrt{s^2} \dots\dots\dots (2)$$

$$Presisi = 100\% \left(1 - \frac{5\sigma}{\bar{x}}\right) \dots\dots\dots (3)$$

$$Akurasi = 100\% \left(1 - \frac{Bias-5\sigma}{x_{Benar}}\right) \dots\dots\dots (4)$$

$$Error = 100\% \left(\frac{\Delta x_{Benar} - \bar{x}}{x_{Benar}}\right) \dots\dots\dots (5)$$

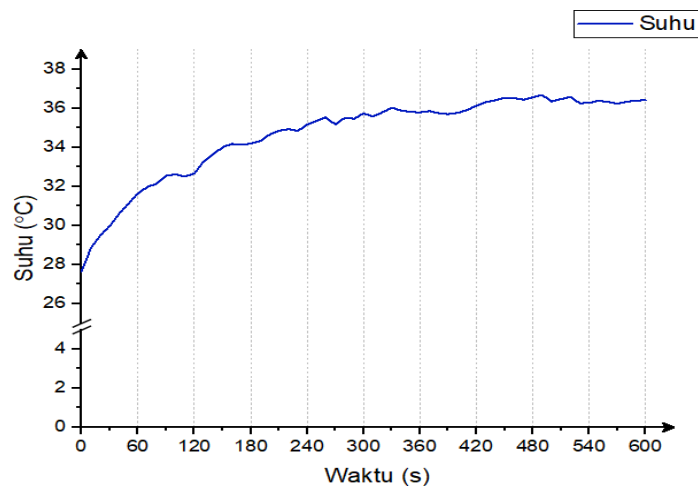
HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 7. Pengujian Alat

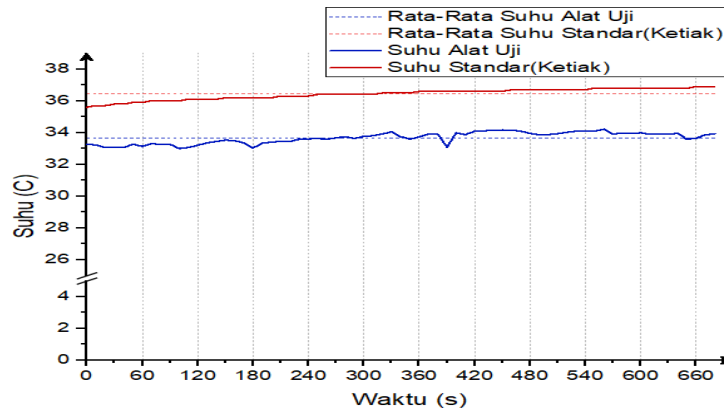
Pengujian Suhu

Langkah pertama pada tahap ini ialah menentukan waktu kerja maksimal alat uji. Waktu kerja maksimal berfungsi untuk menentukan waktu yang tepat untuk mengukur suhu. Pengukuran dilakukan selama 600 detik dengan interval setiap pengukuran adalah 10 detik.



Gambar 8. Grafik Awal Suhu Alat Uji

Dari data di atas diketahui bahwa waktu untuk *ESP8266 12-F* bekerja maksimal adalah 450 detik. Oleh karena itu untuk melakukan pengukuran suhu selanjutnya dilakukan setelah 450 detik pertama. Selanjutnya menentukan *offset* suhu antara suhu alat uji dan suhu alat uji standar. Untuk menentukan *offset* dilakukan pengukuran suhu dengan membandingkan alat uji dengan alat uji standar. Pengukuran dilakukan selama 600 detik dengan *interval* setiap pengukuran adalah 10 detik. Deviasi antara rata-rata suhu dari pengukuran alat uji dan rata-rata suhu dari pengukuran alat uji standar adalah *offset*.



Gambar 9. Grafik Suhu Alat Uji dan Alat Uji Standar dengan Suhu *Offset*

Dari data di atas diketahui bahwa nilai pengukuran rata-rata suhu alat uji adalah 33,65°C dan rata-rata suhu alat standar adalah 36,38°C. Untuk mengetahui *offset* antara suhu alat uji dengan suhu alat standar dapat diketahui dengan menentukan selisih antara kedua nilai tersebut yaitu sebesar 2,73. Untuk memperkecil deviasi pengukuran maka nilai *offset* perlu dimasukkan ke persamaan suhu berikut :

$$T_{Skin} = T_{BME280} - Offset$$

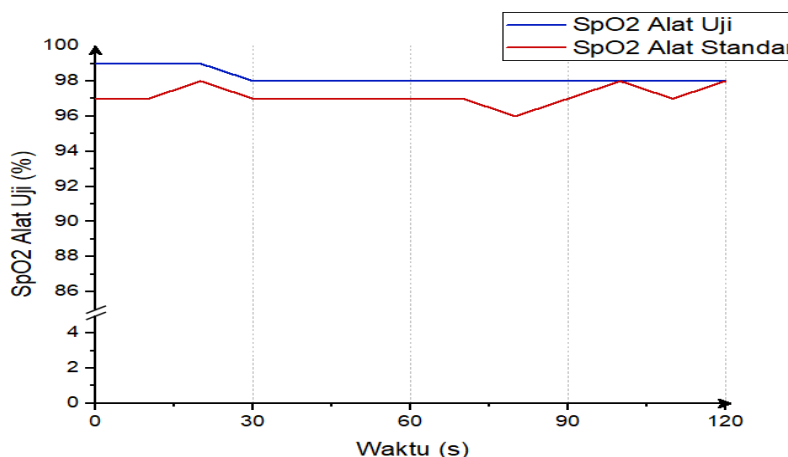
T_{Skin} = suhu kulit

T_{BME280} = suhu terukur

$Offset = 2,73$ °C

Pengujian *SpO2*

Pada tahap ini, pengujian dilakukan dengan mengukur kadar *SpO2* menggunakan alat uji dan alat uji standar. Sensor pada alat uji ditempatkan di pergelangan tangan, sementara pada alat uji standar, sensor ditempatkan di jari. Perbedaan lokasi penempatan sensor disebabkan oleh perbedaan konstruksi sensor tersebut. Dalam pengkodean *SpO2*, penentuan nilai *SpO2* menggunakan persamaan yang telah tersedia dalam *library*



Gambar 10. Grafik Pengujian *SpO2*

Dari data diatas diketahui bahwa terdapat deviasi antara pengukuran menggunakan alat uji dan pengukuran menggunakan alat standar. Rata-rata deviasidari pengukuran tersebut adalah 1,08.

Uji Kerja

Uji kerja dilakukan dengan mengukur dua parameter berbeda. dengan menggunakan dua alat yang berbeda. Alat pertama yaitu alat yang akan diuji dan alat yang kedua adalah *patient monitor* sebagai alat acuan pengukuran. Pengukuran dilakukan secara bersamaan sehingga perbandingan nilai yang diukur tidak dipengaruhi waktu. Pengukuran dilakukan pada 5 objek berbeda dan setiap objek dilakukan 5 kali pengukuran. Untuk setiap jarak antar pengukuran menggunakan waktu 5 menit.

Untuk pengukuran suhu tubuh manusia dilakukan pada bagian lengan. Sedangkan untuk pengukuran *SpO2* dilakukan pada bagian yang berbeda. Untuk alat uji dilakukan pengukuran pada bagian lengan dan untuk *patient monitor* dilakukan pada bagian jari. Hal ini disebabkan karena perbedaan konstruksi sensor yang digunakan.

Tabel 1. Pengukuran Terhadap Sampel

No.	Sampel	Suhu (°C)			<i>SpO2</i> (%)		
		Alat Uji	Alat Standar	Deviasi	Alat Uji	Alat Standar	Deviasi
1	A	35,11	35,30	0,19	99	97	2
2		34,98	35,20	0,22	99	97	2
3		35,10	35,20	0,10	99	98	1
4		35,20	35,20	0,00	98	97	1
5		35,07	35,20	0,13	98	97	1
6		35,20	35,20	0,00	98	97	1
7		35,19	35,20	0,01	98	97	1
8		35,09	35,20	0,11	98	97	1
9		35,23	35,20	0,03	98	97	1
10		35,15	35,20	0,05	98	97	1
Rata-rata		35,13	35,21	0,08	98,30	97,10	1,20
1	B	34,59	35,00	0,41	100	99	1
2		35,74	35,20	0,54	100	98	2
3		36,09	35,20	0,89	100	98	2
4		35,50	35,10	0,40	100	97	3
5		36,15	35,10	1,05	99	98	1
6		36,38	35,10	1,28	99	98	1
7		36,50	35,10	1,40	99	98	1
8		36,64	35,10	1,54	99	98	1
9		36,64	35,20	1,44	99	98	1
10		36,86	35,00	1,86	99	99	0
Rata-rata		36,11	35,11	1,08	99,40	98,10	1,30

Lanjutan Tabel 2. Pengukuran Terhadap Sampel

1		34,80	35,00	0,20	100	99	1
2		35,22	35,00	0,22	98	97	1
3		35,02	35,10	0,08	99	97	2
4		35,10	35,10	0,00	99	97	2
5		35,18	35,10	0,08	99	96	3
6	C	35,26	35,20	0,06	99	97	2
7		35,24	35,20	0,04	99	97	2
8		35,06	35,20	0,14	99	97	2
9		35,12	35,20	0,08	98	97	1
10		35,34	35,20	0,14	98	98	0
Rata-rata		35,13	35,13	0,10	98,80	97,20	1,60
1		35,60	35,90	0,30	98	97	1
2		35,75	35,90	0,15	100	99	1
3		36,10	36,00	0,10	99	98	1
4		36,22	36,00	0,22	99	96	3
5		36,38	36,00	0,38	97	94	3
6	D	36,45	36,10	0,35	97	95	2
7		36,48	36,10	0,38	99	97	2
8		36,85	36,10	0,75	99	96	3
9		36,57	36,10	0,47	99	96	3
10		36,57	36,00	0,57	97	95	2
Rata-rata		36,30	36,02	0,37	98,40	96,30	2,10
1		34,70	35,60	0,90	99	97	2
2		35,10	35,70	0,60	99	97	2
3		35,27	35,70	0,43	99	98	1
4		35,57	35,80	0,23	98	97	1
5		35,80	35,90	0,10	98	97	1
6	E	36,17	36,10	0,07	98	97	1
7		36,34	36,20	0,14	98	97	1
8		36,46	36,20	0,26	98	97	1
9		36,62	36,20	0,42	98	97	1
10		36,46	36,20	0,26	98	97	1
Rata-rata		35,85	35,96	0,34	98,30	97,10	1,20

Pengujian Antares

Pengujian Antares dilakukan dengan membandingkan data yang ditampilkan alat uji dengan data yang ditampilkan pada *cloud* Antares.

Tabel 3. Pengujian Antares

No.	Suhu (°C)			SpO2 (%)		
	Alat Uji	Cloud	Deviasi	Alat Uji	Cloud	Deviasi
1	34,20	34,20	0	99	99	0
2	34,35	34,46	0,11	98	98	0
3	34,70	34,70	0	98	98	0
4	34,82	34,84	0,02	98	98	0
5	34,98	34,98	0	98	98	0
6	35,05	35,05	0	98	98	0
7	35,08	35,08	0	98	98	0
8	35,05	35,05	0	100	100	0
9	35,17	35,17	0	100	100	0
10	33,30	33,30	0	100	100	0
11	33,70	33,78	0,08	98	98	0
12	33,87	33,87	0	98	98	0

Dari data di atas terdapat beberapa kesalahan nilai yang ditampilkan oleh *cloud*. Hal ini dapat disebabkan oleh faktor *human error*.

Analisis dan Evaluasi

Berdasarkan hasil pengukuran didapat nilai error, akurasi dan presisi sebagai berikut.

Tabel 4. Data Hasil Analisis

No.	Parameter	Sampel	Error(%)	Presisi(%)	Akurasi(%)
1	Suhu	A	0,24%	98,91%	98,67%
		B	3,08%	90,57%	87,23%
		C	0,30%	97,82%	97,53%
		D	1,02%	94,67%	93,61%
		E	0,95%	90,72%	89,80%
2	SpO2	A	1,24%	93,90%	96,28%
		B	1,33%	93,46%	96,04%
		C	1,65%	91,90%	95,10%
		D	2,18%	89,33%	92,24%
		E	1,24%	93,90%	96,28%

Pada pengukuran suhu diperoleh nilai error antara 0,24% - 3,08% untuk nilai terendah terdapat pada sampel A dan nilai tertinggi terdapat pada sampel B. Sedangkan untuk nilai

presisi berkisar antara 90,57% - 98,91% untuk nilai terendah terdapat pada sampel B dan nilai tertinggi terdapat pada sampel A. Untuk nilai akursi berkisar antara 87,23% - 98,67% untuk nilai terendah terdapat pada sampel B dan nilai tertinggi terdapat pada sampel A.

Pada pengukuran *SpO2* diperoleh nilai error antara 1,24% - 2,18% untuk nilai terendah terdapat pada sampel A dan E dan nilai tertinggi terdapat pada sampel D. Sedangkan untuk nilai presisi berkisar antara 89,33% - 93,90% untuk nilai terendah terdapat pada sampel D dan nilai tertinggi terdapat pada sampel A dan E. Untuk nilai akursi berkisar antara 92,24% - 96,28% untuk nilai terendah terdapat pada sampel D dan nilai tertinggi terdapat pada sampel A dan E.

KESIMPULAN

Setelah melakukan serangkaian proses perancangan dan pembangunan alat didapat sebuah hasil sebagai berikut :

1. Alat dapat mengukur suhu dengan kisaran error antara 0,24% - 3,08%, tingkat keakuratan alat berkisar pada nilai 87,23% - 98,67% dan tingkat kepresisian alat berkisar pada nilai 90,57% - 98,91%.
2. Alat dapat mengukur *SpO2* dengan kisaran error antara 1,24% - 2,18%, tingkat keakuratan alat berkisar pada nilai 92,24% - 96,28% dan tingkat kepresisian alat berkisar pada nilai 89,33% - 93,90%.
3. Alat dapat menyimpan data pengukuran pada *cloud*.

Pada pengukuran terjadi beberapa faktor yang menyebabkan terjadinya error, faktor tersebut antara lain :

1. Pada pengukuran suhu, konstruksi *BME280* yang tepat di bawah ESP8266 12-F menyebabkan panas yang dihasilkan oleh ESP8266 12-F ikut terukur.
2. Pada pengukuran suhu, konstruksi *BME280* memiliki jarak terhadap objek ukur yaitu kulit pergelangan tangan.
3. Pada pengukuran suhu dan *SpO2*, posisi dari objek ukur yang tidak satu titik antara titik ukur alat uji dan titik ukur *patient monitor*.
4. Pada Pengukuran *SpO2*, perbedaan ketebalan kulit dan objek lain antar kulit dan pembuluh darah arteri.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Staff Elektromedis Annisa Medical Center Cileunyi dan staf Elektromedis Rumah Sakit Hasan Sadikin, yang telah membantu dalam pengambilan data sehingga penelitian ini dapat terlaksana.

DAFTAR NOTASI

<i>SARS-CoV-2</i>	= Severe Acute Respiratory Syndrome CoronaVirus 2
<i>SpO2</i>	= Saturation of Peripheral Oxygen
OLED	= Organic Light Emitting Diode
s^2	= variance
x	= data pengukuran
σ	= standar deviasi data pengukuran

\bar{x}	= rata-rata data pengukuran
n	= jumlah data pengukuran
x_{Benar}	= rata-rata data acuan

DAFTAR PUSTAKA

- [1] C. Sohrabi *et al.*, “World Health Organization declares global emergency: A review of the 2019 novel coronavirus (COVID-19),” *Int. J. Surg.*, vol. 76, no. February, pp. 71–76, 2020, doi: 10.1016/j.ijisu.2020.02.034.
- [2] A. Susilo *et al.*, “Coronavirus Disease 2019: Tinjauan Literatur Terkini,” *J. Penyakit Dalam Indones.*, vol. 7, no. 1, p. 45, 2020, doi: 10.7454/jpdi.v7i1.415.
- [3] I. M. Addi, “Update Corona Indonesia & Dunia 22 April 2020: Data Kasus Hari Ini,” *tirto.id*. [Online]. Available: <https://tirto.id/update-corona-indonesia-dunia-22-april-2020-data-kasus-hari-ini-eQem>
- [4] Y. Yuliana, “Corona virus diseases (Covid-19): Sebuah tinjauan literatur,” *Wellness Heal. Mag.*, vol. 2, no. 1, pp. 187–192, 2020, doi: 10.30604/well.95212020.
- [5] H. A. Rothan and S. N. Byrareddy, “The epidemiology and pathogenesis of coronavirus disease (COVID-19) outbreak,” *J. Autoimmun.*, vol. 109, no. February, p. 102433, 2020, doi: 10.1016/j.jaut.2020.102433.
- [6] N. Chen *et al.*, “Epidemiological and clinical characteristics of 99 cases of 2019 novel coronavirus pneumonia in Wuhan, China: a descriptive study,” *Lancet*, vol. 395, no. 10223, pp. 507–513, 2020, doi: 10.1016/S0140-6736(20)30211-7.
- [7] F. R. Yamali and R. N. Putri, “Dampak COVID-19 Terhadap Ekonomi Indonesia,” *Ekon. J. Econ. Bus.*, vol. 4, no. 2, p. 384, 2020, doi: 10.33087/ekonomis.v4i2.179.
- [8] R. G. Wilkerson, J. D. Adler, N. G. Shah, and R. Brown, “Silent hypoxia: A harbinger of clinical deterioration in patients with COVID-19,” *Am. J. Emerg. Med.*, vol. 38, no. 10, pp. 2243.e5–2243.e6, 2020, doi: 10.1016/j.ajem.2020.05.044.
- [9] D. Kang and C. Ellgen, “The Role of Temperature in COVID-19 Disease Severity and Transmission Rates,” *O-Mega.Net*, no. May, 2020, doi: 10.20944/preprints202005.0070.v1.
- [10] S. Vidya Priya Darcini, D. P. Isravel, and S. Silas, “A Comprehensive Review on the Emerging IoT-Cloud based Technologies for Smart Healthcare,” *2020 6th Int. Conf. Adv. Comput. Commun. Syst. ICACCS 2020*, pp. 606–611, 2020, doi: 10.1109/ICACCS48705.2020.9074457.
- [11] U. Achlison, “Analisis Implementasi Pengukuran Suhu Tubuh Manusia dalam Pandemi COVID-19 di Indonesia,” *Pixel J. Ilm. Komput. Graf.*, vol. 13, no. 2, pp. 102–106, 2020.
- [12] R. Jouffroy, D. Jost, and B. Prunet, “Prehospital pulse oximetry: A red flag for early detection of silent hypoxemia in COVID-19 patients,” *Crit. Care*, vol. 24, no. 1, pp. 4–5, 2020, doi: 10.1186/s13054-020-03036-9.
- [13] O. Ojike, C. Mbajiorgu, E. Anoliefo, and W. Okonkwo, “Design and Analysis of a Multipoint Temperature Datalogger,” *Niger. J. Technol.*, vol. 35, no. 2, p. 458, 2016, doi: 10.4314/njt.v35i2.30.
- [14] J. Absa, “Penggunaan Platform Cloud Computing dalam Screening dan Monitoring Pasien Gangguan Saluran Pernafasan Use of Cloud Computing Platforms in Screening

- and Monitoring of Patients with Respiratory Disorders,” vol. 9, no. 2, pp. 124–133, 2021.
- [15] D. Angela, H. M. Simanjuntak, and H. Fakhurroja, “Pengembangan Wearable Device untuk Monitoring dan Tracking Pasien Isoman *COVID-19* Berbasis Mobile,” *Jetri J. Ilm. Tek. Elektro*, vol. 20, no. 1, pp. 81–102, 2022, doi: 10.25105/jetri.v20i1.14081.
- [16] Dinata, G.A. T. Akhir, “Rancang Bangun Alat Pengukur Suhu Tubuh Manusiadengan Non-Contact Thermometer”. *Universitas Muhammadiyah Yogyakarta*. 2017. Available: <http://repository.umy.ac.id/handle/123456789/13871>