

Design of a Monitoring Device and System for Measuring Heart Rate, Oxygen Saturation and Body Temperature Based on the Internet of Things (IoT)

Yoslina Hutahaean¹, Dini Shafira Hapsari¹, and Dian Rusdiyanto^{1*}

¹ Departmen Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana, Jakarta, Indonesia

*Corresponding Author, Email: dian.rusdiyanto@mercubuana.ac.id

Abstract

Medical technology have developed rapidly. This is conducted to support health services and prevent the worst conditions that can be experienced by someone who has health problems. This research proposes medical devices based on internet of things (IoT). The proposed device is an integrated system with sensors to detect body temperature, heart rate and oxygen saturation. The sensor reading results can be seen via the LCD and monitored via the website. Sensors and IoT systems use Arduino, where the sensors used are the MAX30100 sensor and the MLX90614 sensor. Meanwhile, the Wemos D1 mini is used to send sensor reading data to the website. To validate the performance of the tool, a comparison was carried out using an oximeter and a thermometer. The test results showed that the difference in oxygen saturation and body temperature readings was no more than 1%, while the difference in heart rate readings had an average difference of 1.13%. Monitoring on websites in real time is able to read sensor detections with a time lag from the tool to the website of around 5 seconds. The research results show that the design of the tool is in accordance with the desired specifications and can be applied in the health sector.

Keywords: Sensors; IoT; Heart rate; Oxygen saturation; Body temperature.

1. Pendahuluan

Kesehatan merupakan bagian penting dalam kehidupan. Dengan kondisi sehat seseorang bisa melakukan aktivitas dengan baik. Untuk menjaga kesehatan, seseorang perlu melakukan pola hidup yang baik agar terhindar dari berbagai macam penyakit, terutama pasca pandemic yang telah terjadi [1]. Organ-organ vital yang ada pada tubuh sangat mempengaruhi kondisi kesehatan. Jika terdapat satu saja yang rusak, maka dapat menyebabkan kondisi tubuh tidak fit. Organ vital yang paling berpengaruh ialah jantung. Jantung berfungsi memompa darah dan mengalirkan oksigen di dalam tubuh. Detak jantung dapat diukur secara langsung di area dada atau juga lewat denyut nadi di pergelangan tangan. Selain itu, detak jantung dapat juga diukur melalui aliran darah pada ujung jari [2]. Untuk melihat kondisi detak jantung dan saturasi oksigen di dalamnya dapat menggunakan oksimeter [3].

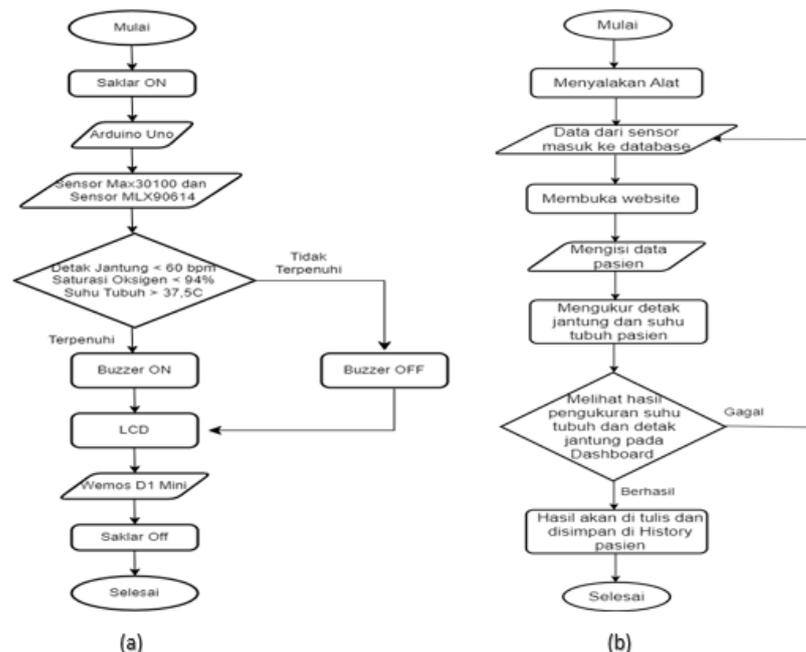
Penelitian ini mengajukan alat pengukur detak jantung, saturasi oksigen dan suhu tubuh. Alat ini mengintegrasikan ketiga fungsi tersebut dalam satu sistem. Selain itu, sistem ini berbasis Internet of Things (IoT) yang hasil pembacaan sensornya dapat dimonitor secara real time menggunakan internet [4]. Sebelumnya, telah dilakukan penelitian mengenai sensor detak jantung pada ujung jari oleh [5] yang menggunakan mikrokontroler ATMEGA 8535. Namun penelitian tersebut hanya menampilkan satu parameter saja. Selain itu, peneltian [6] juga melakukan hal yang sama, yaitu mendeteksi detak jantung menggunakan Arduino uno. Penelitian hanya menggunakan LED sebagai pembacaan hasil tanpa

menambahkan parameter kesehatan lainnya. Penelitian [7] melakukan perancangan alat detak jantung menggunakan sensor *easy pulse plug* in dengan Arduino. Penelitian tersebut memiliki rata-rata kesalah 1 % jika dibandingkan dengan oximeter. Ketiga penelitian tersebut tidak mengembangkan untuk melihat parameter lain sebagai bagian dari multifungsi alat yang mampu mendeteksi kesehatan menggunakan satu device. Penelitian [8], [9], [10] juga telah merancang sistem sensor tunggal untuk mendeteksi suhu tubuh dan saturasi oksigen yang menjadi komparasi pada penelitian ini.

Perancangan alat pada penelitian ini menggunakan sensor MAX30100 yang berfungsi untuk mengukur detak jantung dan SpO2 (saturasi oksigen) [11], [12]. Sedangkan sensor MLX90614 digunakan sebagai pengukur suhu tubuh yang bekerja dengan cara mendekatkan tangan ke arah sensor tanpa menyentuh permukaan sensor [13], [14]. Hasil pembacaan pada sensor ditampilkan pada LCD. Kemudian dengan menggunakan Wemos D1 mini, data akan dibaca dan dikirimkan pada sistus website untuk di monitor [15], [16]. Data yang dikirimkan dapat disimpan dan tampil secara realtime pada website. Secara aplikatif, alat ini bersifat IoT dan dapat diterapkan di rumah sakit untuk memantau kondisi pasien dengan ketiga parameter tersebut.

2. Metode Penelitian

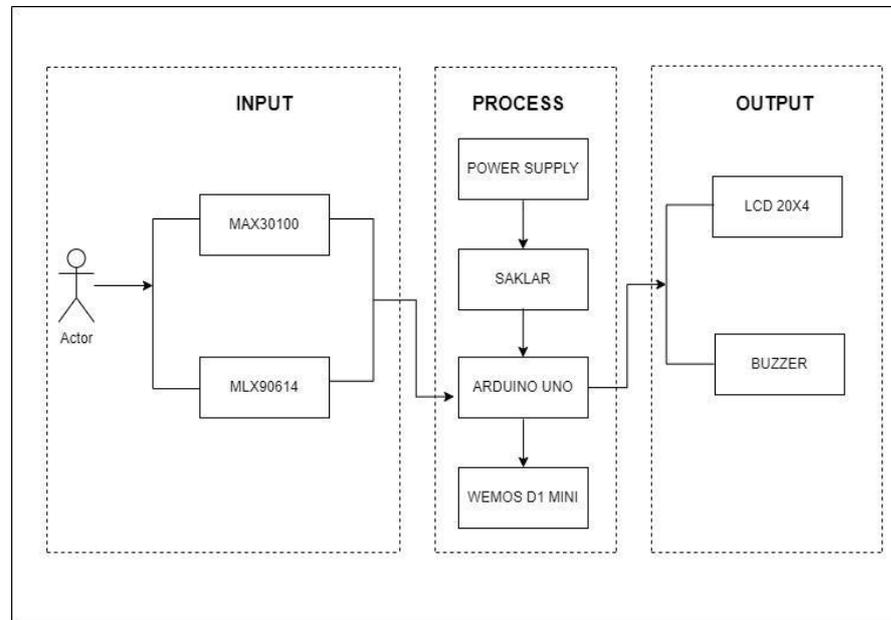
Penelitian ini terbagi menjadi menjadi dua sistem kerja, yaitu sensor alat dan sistem monitoring. Sensor alat merupakan interface terdepan dalam pembacaan data atau informasi dari kondisi tubuh pasien. Sedangkan sistem monitoring akan menampilkan hasil pembacaan dari sensor. Sistem ini dapat bekerja secara real time. Gambar 1 menunjukkan diagram alir penelitian dari kedua sistem tersebut. Pada Gambar 1(a), diagram alir menjelaskan proses kinerja dari sistem sensor. Perancangan sensor menggunakan arduino uno untuk mengolah data dari sensor MAX30100 sebagai pengukur detak jantung saturasi oksigen sedangkan sensor MLX90614 untuk mengukur suhu tubuh. Pada kondisi tertentu, sensor memberikan alarm/buzzer jika di bawah kondisi yang ditentukan. Gambar 1(b) menunjukkan proses kerja sistem monitoring melalui website yang menampilkan parameter medis seperti suhu tubuh, detak jantung dan saturasi oksigen. Selain itu, website juga mampu menyimpan database dan riwayat kesehatan dari pasien.



Gambar 1: Diagram alir (a). Alat sensor; (b). Sistem Monitoring

2.1 Diagram Blok Sistem

Berikut merupakan diagram blok sistem yang memaparkan kinerja alat seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 2. Blok sistem terbagi dalam tiga bagian yaitu sisi input yang berupa masukan, kemudia masuk ke dalam pemrosesan dan terakhir ditampilkan di output



Gambar 2: Diagram blok sistem

Pada sisi input, pasien akan melakukan pengukuran, sensor MAX30100 sebagai pengukur detak jantung dan SpO2 (saturasi oksigen) dan sensor MLX90614 bekerja sebagai pengukur suhu tubuh. Kedua sensor ini mendeteksi tanda vital pasien menggunakan Infrared yang mana untuk sensor MAX30100 akan di ukur melalui jari dan sensor MLX90614 diukur dengan telapak tangan.

Pada tahap proses, sumber tegangan menggunakan power supply dari laptop. Selanjutnya menekan saklar ke posisi On agar Arduino Uno dan Wemos D1 mini dapat bekerja. Arduino uno mengolah data dari hasil pembacaan sensor MLX90614 dan sensor MAX30100. Selanjutnya Dan untuk mematikan alat tekan saklar dari posisi On menjadi posisi Off. Selain itu, pada bagian proses, Arduino uno berfungsi sebagai pengolah data dan wemos D1 mini yang berfungsi sebagai penghubung yang menghubungkan alat yang telah di rancang dengan wifi dan *database* sehingga dapat mengirimkan hasil pengukuran sensor yang berupa data ke *database* yang telah di buat dan disediakan.

Pada sisi output, LCD berfungsi sebagai penampil detak jantung, saturasi oksigen, dan suhu tubuh. *Buzzer* sebagai indikator jika pengukuran sensor di atas standar nilai yang sudah disetting. Selain itu, sisi output berisikan mysql yang berfungsi untuk membuat query dan mengoperasikan sistem sebelum masuk pada *database*. Lalu ada *database* phpmyadmin yang berfungsi sebagai penerima hasil data sensor dan menyimpan data yang diterima. Selanjutnya, website yang berfungsi sebagai penampil hasil pembacaan sensor yang menampilkan angka dan grafik secara *realtime*.

2.2 Alat dan Bahan

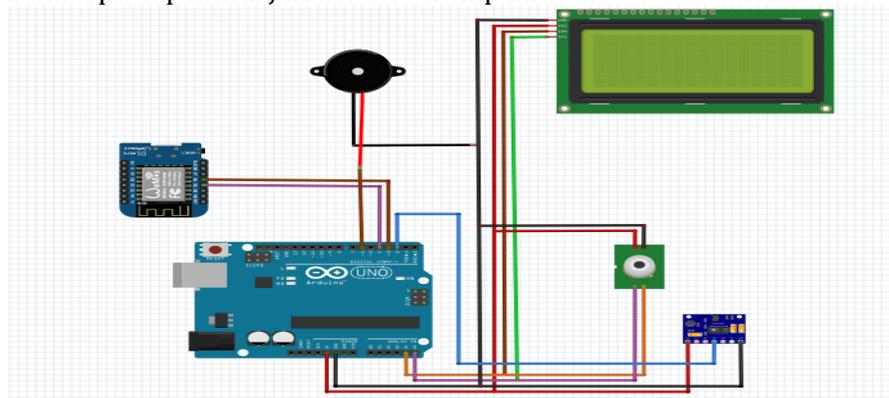
Alat dan bahan yang digunakan yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari hardware dan software, seperti yang ditampilkan pada tabel 1.

Tabel 1: Alat dan bahan

No	Alat	Fungsi
1	Laptop	Berfungsi sebagai alat <i>interface</i> antar perangkat lunak dan perangkat keras
2	Arduino Uno	Perangkat mikrokontroler untuk memproses input dan output
3	Sensor MAX30100	Sensor pengukur detak jantung dan SpO2
4	Sensor MLX90614	Mengukur suhu tubuh
5	LCD 20x4	untuk menampilkan hasil pengukuran dari masing-masing sensor
6	<i>Buzzer</i>	Alarm yang digunakan jika hasil pembacaan sensor tidak normal
7	Wemos D1 mini	Berfungsi sebagai pengirim data menggunakan wifi dari alat yang telah dibuat dengan database yang di rancang
8	Kabel-kabel	Penghubung antar alat
9	Visual Studio Code	Berfungsi sebagai text editor yang mengatur dan membuat website serta mengatur perhubungan antara website dengan database
10	XAMPP	Berfungsi untuk mengelola dan membuat server web
11	MySQL	Berfungsi sebagai database tempat untuk meyimpan dan mengelola hasil pengukuran sensor
12	Website	Berfungsi sebagai tempat untuk membuka hasil pembuatan dari text editor dan untuk wadah menampilkan hasil pengukuran sensor
13	Software Arduino IDE	Berfungsi sebagai pembuat program Arduino yang nantinya sebagai controller pada alat

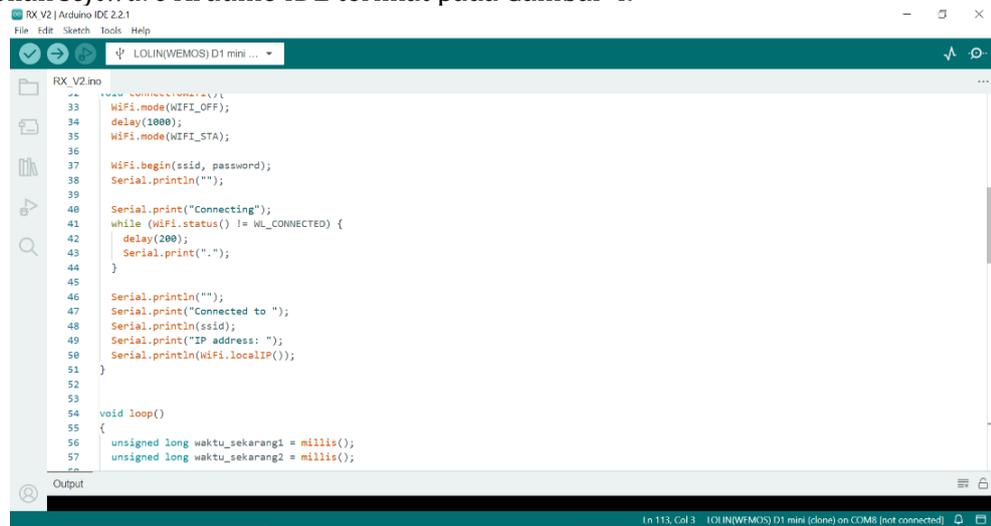
2.3 Perancangan Sistem

Secara untuk pengkabelan sistem dapat dilihat pada Gambar 3. Cara kerja dari alat ini yaitu ketika saklar di tekan ke posisi ON maka alat akan mulai inialisasi. Kemudian LCD menampilkan suhu ruangan yang terdeteksi. Pengukuran detak jantung, SpO2 dan suhu tubuh dilakukan pada posisi 1 jari secara serempak.



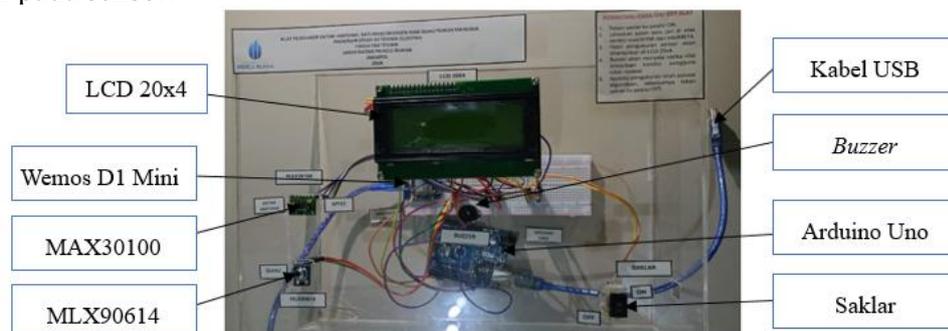
Gambar 3: Wiring Sistem

Selanjutnya untuk melakukan pengukuran detak jantung dan SpO2 dilakukan dengan meletakkan salah satu jari ke infra merah pada sensor MAX30100. Kemudian sensor menampilkan hasil detak jantung dan SpO2. Sensor MLX90614 bekerja untuk mengukur suhu tubuh. Secara teknis tangan tidak boleh menyentuh bagian dari sensor MLX90614 tersebut. Hasil dari pengukuran masing-masing sensor diolah dan dikontrol oleh Arduino Uno dan hasilnya dimunculkan pada LCD. Data di Arduino dikirimkan ke Wemos D1 Mini sebagai komunikasi serial sehingga data pengukuran dapat terhubung ke jaringan wifi. Sedangkan *buzzer* digunakan sebagai indikator tertentu. Jika detak jantung bernilai < 60 bpm, saturasi oksigen < 95%, dan suhu tubuh > 37,5 °C maka *buzzer* akan menyala. Tanda pada *buzzer* menandakan kondisi kesehatan tubuh pasien tidak baik atau kurang sehat. Perancangan perangkat lunak *monitoring* detak jantung, saturasi oksigen dan suhu tubuh menggunakan *software* Arduino IDE yang akan dihubungkan dengan *database* PhpMyadmin sebagai penyimpanan data sensor. Pemrograman pada *software* Arduino IDE menggunakan bahasa C++ dengan bantuan library yang sudah ada pada *software* Arduino IDE itu sendiri. Pemrograman pada Arduino IDE ini dimulai dengan inisiasi *library* untuk sensor MAX30100 dan sensor MLX90614 lalu kedua program digabung agar kedua sensor dapat terbaca bersamaan setelah program untuk sensor berhasil maka dilanjutkan dengan membuat program yang dapat menghubungkan ke *database* melalui *wifi* untuk diolah oleh *database*. Tampilan *software* Arduino IDE terlihat pada Gambar 4.



Gambar 4: Tampilan software Arduino IDE

Gambar 5 menunjukkan prototype alat yang telah selesai dirancang. Pada gambar tersebut terlihat komponen-komponen yang tersusun agar sistem dapat bekerja. LCD terletak pada bagian depan kotak transparan untuk memudahkan pembacaan, sedangkan komponen lainnya berada di dalam. Pada sisi kiri juga terlihat tempat peletakan sidik jari yang menjadi inputan pada sensor.



Gambar 5: Prototype alat

3. Hasil dan Pembahasan

Setelah perancangan alat selesai, selanjutnya melakukan pengujian dan analisis alat yang dirancang. Adapun tujuannya adalah memvalidasi kinerja alat yang telah dirancang untuk dapat bekerja baik serta sesuai yang direncanakan.

3.1 Pengujian Sensor

Gambar 6 merupakan prototype alat yang telah dirancang. Sensor alat ini diuji berdasarkan fungsi masing-masing. Untuk mevalidasi hasil, maka dilakukan perbandingan dari alat yang telah dijual secara umum. Pada sensor detak jantung dan saturasi oksigen, hasilnya dibandingkan dengan oximeter. Sedangkan hasil pembacaan sensor suhu dibandingkan dengan thermometer.



Gambar 6: Pengujian Alat

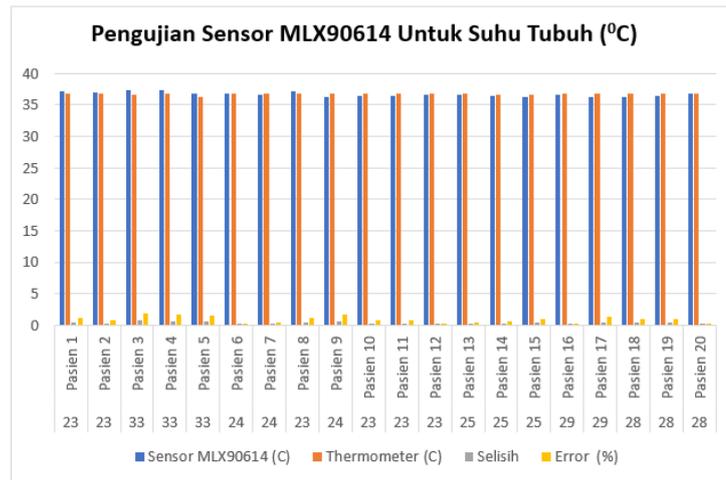
Hasil pengujian sensor MAX30100 sebagai pengukur detak jantung dan perbandingan dengan Oximeter standar medis terlihat pada Tabel 2.

Tabel 2: Hasil pengujian Sensor Detak Jantung dan Saturasi Oksigen

Pasien	Usia (tahun)	Detak Jantung		Saturasi Oksigen		Error (%)	
		Sensor MAX30100 (BPM)	Oximeter (BPM)	Sensor MAX30100 (%)	Oximeter (%)	Sensor Detak Jantung	Sensor Saturasi Oksigen
1	23	93,2	94	96	97	0,85	1,03
2	23	97,0	96	98	97	1,04	1,03
3	33	91,7	92	97	98	0,32	1,02
4	33	84,3	84	96	97	0,35	1,03
5	33	81,6	83	97	95	1,68	2,11
6	24	83,7	83	96	97	0,84	1,03
7	24	71,1	71	95	97	0,14	2,06
8	23	67,7	68	97	98	0,44	1,02
9	24	71,1	70	97	97	1,57	0,00
10	23	75,9	75	97	96	1,20	1,04
11	23	73,0	73	96	99	0,00	3,03
12	23	70,7	71	96	97	0,42	1,03
13	25	76,8	76	97	98	1,05	1,02
14	25	76,8	77	97	99	0,26	2,02
15	25	74,4	75	98	98	0,80	0,00
16	29	69,1	68	96	97	1,62	1,03
17	29	68,6	67	98	98	2,39	0,00
18	28	72,0	72	98	96	0,00	2,08
19	28	76,9	78	97	98	1,41	1,02
20	28	79,0	80	97	97	1,25	0,00
Rata-rata Error						0,88	1,13

Tabel 2 menunjukkan hasil perbandingan kinerja sensor detak jantung dan saturasi oksigen. Hasil perbandingan menunjukkan kinerja alat jika dibandingkan dengan oximeter memiliki rata-rata perbedaan tidak berbeda jauh, yaitu 0,88 % untuk sensor detak jantung dan 1,13 % untuk sensor saturasi oksigen. Bahkan di beberapa kali percobaan menunjukan hasil yang sama, seperti pada percobaan pasien ke 9, 11, 15, 18 dan 20.

Selanjutnya pengujian sensor MLX90614 sebagai pengukur suhu tubuh secara *nircontact* yang selanjutnya membandingkan hasil pengujian dengan Thermometer standart medis. Hasil pengujian dapat dilihat pada Gambar 7.

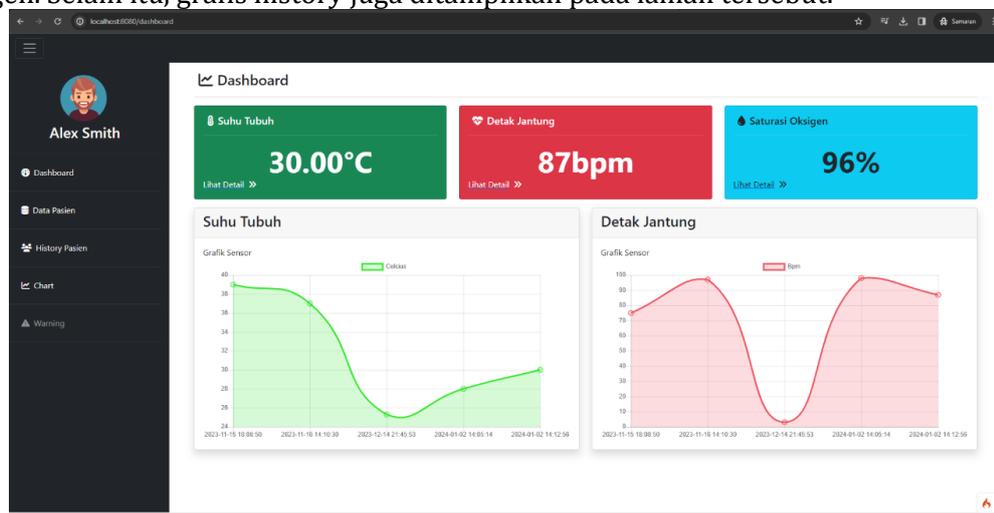


Gambar 7: Hasil Pengujian Suhu Tubuh

Gambar 7 memperlihatkan hasil perbandingan sensor dengan thermometer dimana perbedaannya tidak signifikan. Perbedaan sensor dan thermometer memiliki selisih rata-rata 0,33°C atau rata-rata error yang dihasilkan sekitar 0,90 %. Hasil ini menunjukkan sensor dapat bekerja dengan baik.

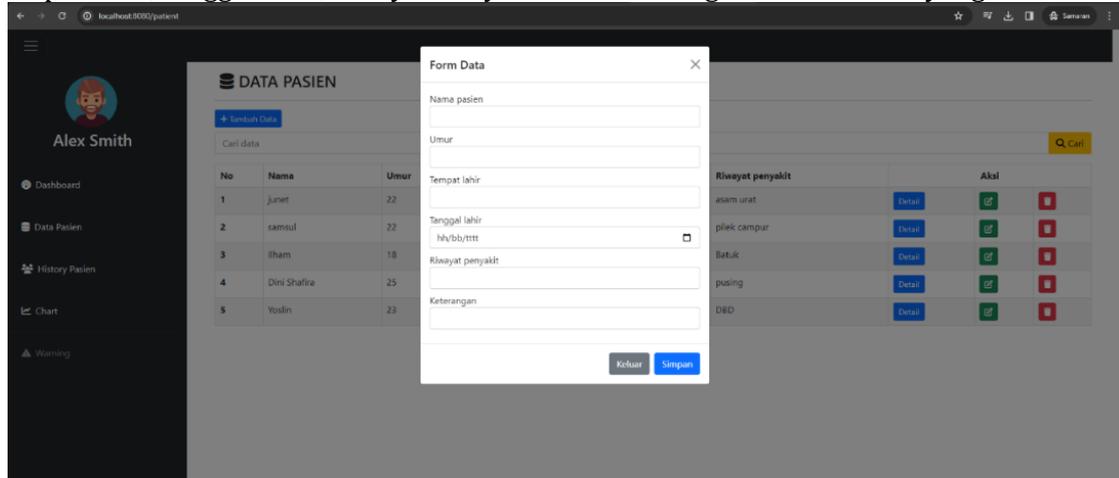
3.2 Pengujian Website Monitoring

Pengujian website monitoring dilakukan untuk menunjukkan hasil pembacaan informasi dari alat (sensor) ke website. Hasil ini terbaca secara real time. Gambar 8 merupakan tampilan dashboard website yang menampilkan hasil suhu tubuh, detak jantung dan saturasi oksigen. Selain itu, grafis history juga ditampilkan pada laman tersebut.



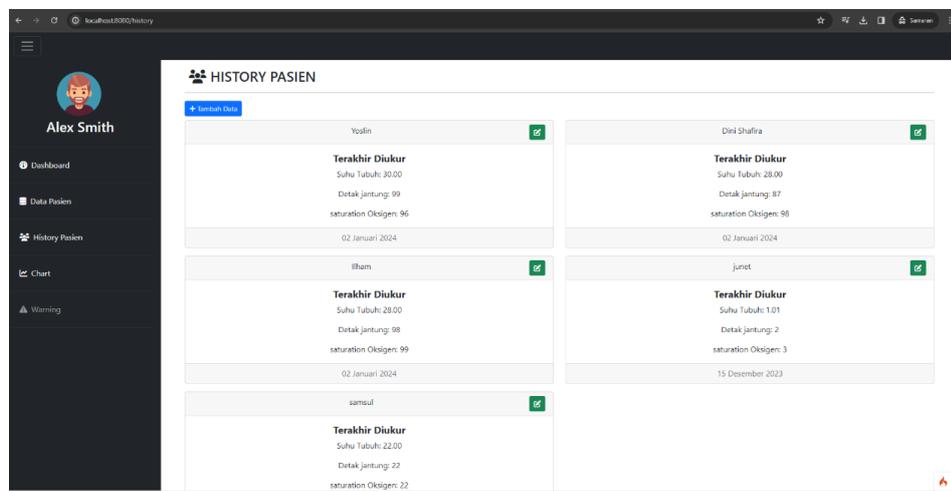
Gambar 8: Tampilan dashboard website

Selain itu, pada website terdapat halaman Data Pasien yang nantinya sebelum pasien di ukur akan dibuat catatan dirinya terlebih dahulu untuk disimpan. Data yang di ambil pada pasien terlihat seperti gambar 9 dimana kriteria yang perlu diisi diantaranya nama, umur, tempat lahir, tanggal lahir, riwayat Penyakit dan keterangan atau keluhan yang di derita.



Gambar 9: Halaman data pasien

Halaman selanjutnya adalah *History* Pasien. Halaman *History* Pasien digunakan untuk mencatat hasil pengukuran Suhu Tubuh, Detak Jantung dan Saturasi Oksigen pasien. Untuk menambahkan pasien pada lama *History* operator dapat memilih tombol tambah pasien dibawah tulisan *History* Pasien, lalu akan muncul form data seperti gambar 10, setelah itu pilih nama pasien yang akan di catat pengukurannya dan di tulis angkanya.



Gambar 10: Halaman History Pasien

3.3 Analisis Hasil Pengujian

Hasil pengujian Arduino uno yang memproses kinerja sensor MAX30100 dan MLX90614 untuk mengukur denyut jantung, saturasi oksigen dan suhu tubuh telah dilakukan. Pengukuran dilakukan dengan mengambil 20 sampel, dengan rentang usia mulai dari 23 tahun sampai dengan 33 tahun pada jenis kelamin pria dan wanita. Hasil pengukuran sensor menunjukkan bahwa kinerja alat telah sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan, yaitu memiliki perbedaan (error) yang kecil. Hal ini telah dibuktikan dengan membandingkan pembacaan alat dengan oximeter dan thermometer. Perhitungan kesalahan (error) di dapat dengan perhitungan persamaan 1.

$$Error (\%) = \frac{aktual - terbaca\ sensor}{aktual} \times 100\% \quad (1)$$

Sedangkan tingkat akurasi didapat dari persamaan 2.

$$Akurasi (\%) = 100\% - persentase\ error\ rata - rata \quad (2)$$

Perbandingan sensor MAX30100 dan oximetry menunjukkan rata-rata error pada pengukuran detak jantung sebesar 0,88%, sedangkan tingkat akurasi yang diperoleh sebesar 99,12%. Pada pengukuran saturasi oksigen, rata-rata error pada pengukuran didapat 1,13% dan tingkat akurasi yang dimiliki sebesar 98,87%. Begitupun juga pengujian sensor MLX90614 yang berperan mengukur suhu pasien tidak memiliki hasil yang jauh berbeda jika dibandingkan dengan thermometer. Nilai error dan akurasi yang didapat secara berurutan sebesar 0,90 % dan 99,1 %. Sehingga dapat disimpulkan kinerja alat telah bekerja dengan baik.

Pada pengujian tampilan monitoring di website dilakukan perbandingan hasil pembacaan di LCD dengan layar di website. Hasil pembacaan menunjukkan tidak ada perbedaan hasil antara kedua alat tersebut. Selain itu, delay yang dihasilkan dari hasil pembacaan LCD untuk di terima di website maksimum 5 detik, seperti yang ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 3: Delay pembacaan dari LCD ke website

No.	Waktu Pengiriman	Waktu tampil pada web	Delay	Status
1.	16 : 30 : 35	16 : 30 : 40	5s	Berhasil
2.	16 : 30 : 42	16 : 30 : 46	4s	Berhasil
3.	16 : 30 : 48	16 : 30 : 52	4s	Berhasil
4.	16 : 30 : 54	16 : 30 : 59	5s	Berhasil
5.	16 : 31 : 01	16 : 30 : 01	4s	Berhasil

4. Kesimpulan

Perancangan alat dan sistem monitoring pengukur detak jantung, saturasi oksigen dan suhu tubuh berbasis *Internet of Things* (IoT) telah dilakukan. Untuk memvalidasi kinerja alat dilakukan pengukuran, dimana hasil pembacaan sensor MAX30100 dibandingkan dengan oximeter yang mengukur detak jantung dan saturasi oksigen. Sedangkan sensor MLX90614 dibandingkan dengan thermometer untuk mengukur suhu tubuh. Hasil pengukuran menunjukkan alat telah sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan dimana kinerja sensor memiliki perbedaan yang sedikit dengan alat ukur yang ada. Selain itu, sistem pembacaan pada website telah sesuai dengan nilai LCD yang ada pada alat. Waktu pembacaan antara LCD dan website mempunyai nilai maksimum 5 detik. Sehingga dapat disimpulkan bahwa alat ini telah bekerja performanya yang baik

Referensi

- [1] P. Made, Y. Rawita, I. K. B. Astra, and I. G. Suwiwa, "Aktivitas Fisik Serta Pola Hidup Sehat Masyarakat Sebagai Upaya Menjaga Kesehatan pada Masa Pandemi Covid-19," vol. 9, no. 2, pp. 128–135, 2021.
- [2] L. Bahtiar, R. Arie, and S. Maywati, "Faktor Risiko Yang Berhubungan Dengan Kejadian Penyakit Jantung Koroner (PJK)," *J. Kesehat. Komunitas Indones.*, vol. 19, no. 1, pp. 52–60, 2023.
- [3] Kemalasari and M. Rochmad, "Deteksi Kadar Saturasi Oksigen Darah (Spo 2) Dan

- Detak Jantung Secara Non-Invasif Dengan Sensor Chip Max30100," *J. Nas. Teknol. Terap.*, vol. 4, no. 1, pp. 35–50, 2022, doi: 10.22146/jntt.v4i1.4804.
- [4] T. C. Oktoviana, Y. Gunardi, and F. Supegina, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Smart Home Menggunakan Energi Cadangan Berbasis Internet of Things (IoT)," *J. Teknol. Elektro*, vol. 11, no. 2, p. 85, 2020, doi: 10.22441/jte.2020.v11i2.004.
- [5] W. Kusuma and S. Frandika, "Alat Pengukur Jumlah Detak Jantung Berdasarkan Aliran Darah Ujung Jari," *Semin. Ilm. Nas. Komput. dan Sist. Intelijen*, vol. 8, pp. 425–431, 2014.
- [6] S. Sufri and A. Aswardi, "Alat Pendeteksi Detak Jantung dan Kesehatan Berbasis Arduino," *JTEIN J. Tek. Elektro Indones.*, vol. 1, no. 2, pp. 69–75, Oct. 2020, doi: 10.24036/jtein.v1i2.31.
- [7] A. Aprilio, M. Muhammad, A. Hidayat, and B. Nurul, "Rancang Bangun Alat Ukur Detak Jantung Dengan Sensor Easy Pulse Plugin Berbasis Arduino Uno Design Heart Rate Measuring Instrument With Easy Pulse Plugin Sensor Based Arduino Uno," *Med. Trada J. Tek. Elektromedik Polbitrada*, vol. 3, no. 1, pp. 1–7, 2022.
- [8] C. R. Nugroho, E. Yuniarti, and A. Hartono, "Alat Pengukur Saturasi Oksigen Dalam Darah Menggunakan Metode Photoplethysmograph Reflectance," *Al-Fiziya J. Mater. Sci. Geophys. Instrum. Theor. Phys.*, vol. 3, no. 2, 2020.
- [9] Z. Reno *et al.*, "Perancangan Alat Deteksi Suhu Tubuh Dengan Sensor Contactless Berbasis Arduino Uno," *Jusikom J. Sist. Komput. Musirawas*, vol. 6, no. 1, pp. 50–59, 2021.
- [10] I. Ariyansyah and L. Nurpulaela, "Sistem Pengukuran Suhu Tubuh Otomatis Berbasis Arduino Sebagai Alat Deteksi Awal COVID-19," *Power Elektron. J. Orang Elektro*, vol. 10, no. 2, pp. 60–64, 2021.
- [11] A. Fauzan, B. Setia, and B. Aditya, "Deteksi Saturasi Oksigen dalam Darah Menggunakan Sensor MAX30100 Berbasis ESP8266," *e-Proceeding Eng.*, vol. 10, no. 4, pp. 3740–3747, 2023.
- [12] B. Harianto, A. Hidayat, and F. N. Hulu, "Analisis Penggunaan Sensor Max30100 Pada Sistem Pendeteksi Detak Jantung Berbasis Iot Blynk," *Semin. Nas. Teknol. Sains dan Hum. 2021*, vol. 2021, no. SemanTECH, pp. 238–245, 2021.
- [13] S. Hadi, M. N. Fadli, and I. N. Switrayana, "Implementasi Sensor MLX90614 untuk Pengukuran Suhu Tubuh Pada Pasien Puskesmas Implementation of the MLX90614 Sensor for Body Temperature Measurement in Public Health Center," *JoMI J. Millenn. Informatics*, vol. 1, no. 2, pp. 53–60, 2023.
- [14] Y. Mukhammad and A. S. Hyperastuty, "Sensitivitas Sensor Mlx90614 Sebagai Alat Pengukur Suhu Tubuh Tubuh Non-Contact Pada Manusia," *J. IJPN*, vol. 1, no. 2, pp. 51–53, 2020.
- [15] R. Hasrul, H. A. Adnan, A. D. Bhaswara, and M. A. Atsir, "Rancang Bangun Prototipe WC Pintar Berbasis Wemos D1R1 Yang Terhubung Pada Android," *SainETIn (Jurnal Sain, Energi, Teknol. Ind.*, vol. 5, no. 2, pp. 51–59, 2021, doi: <https://doi.org/10.31849/sainetin.v5i2.6779>.
- [16] M. Naufal, S. Naning, and S. Astuti, "Perancangan Sistem Pemodelan Mikrokontroler Wemos D1 Sebagai Pembatasan Populasi Orang Berbasis Internet Of Things," *e-Proceeding Eng.*, vol. 10, no. 5, pp. 4361–4366, 2023.