

Sistem Screening Mandiri Covid-19 Berbasis *Internet of Things* (IoT)

Agrippina Waya Rahmaning Gusti¹, Rika Rokhana¹, Kemalasari¹, Vita Kusuma Ningsih¹

agrippina@pens.ac.id, rika@pens.ac.id, kemala@pens.ac.id, vtkusumaningsih@gmail.com

Teknik Elektronika, Departemen Teknik Elektro, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia

Informasi Artikel

Diterima : 27 Jul 2023
Direview : 10 Ags 2023
Disetujui : 27 Ags 2023

Kata Kunci

MLX90614, MAX30102,
Sensor *flex*, ESP32,
Pohon keputusan

Abstrak

Meningkatnya kebutuhan untuk melakukan *Reverse Transcriptase-Polymerase Chain Reaction* (RT-PCR) selama pandemi Covid-19 membutuhkan waktu yang lama dan biaya yang mahal. Adanya sistem screening mandiri covid-19 berbasis IoT diharapkan dapat menjadi solusi. Pada penelitian ini dibuat alat untuk memantau SpO₂ dan detak jantung menggunakan sensor MAX30102, suhu tubuh menggunakan sensor MLX90614, dan laju pernapasan menggunakan sensor *flex* sebagai parameter deteksi Covid-19. Hasil vital sign terukur juga ditransmisikan ke website menggunakan modul Wi-Fi ESP32. Metode yang digunakan adalah *decision tree* yang memiliki dua buah klasifikasi yakni terindikasi sehat dan terindikasi Covid-19. Tingkat akurasi *decision tree* sebesar 90%, tingkat presisi sebesar 80%, dan *recall* sebesar 100%. Pembacaan nilai suhu memiliki tingkat akurasi 98,68%, akurasi pembacaan nilai SpO₂ dan detak jantung masing-masing sebesar 98,74% dan 98,64%, serta akurasi pembacaan nilai laju napas per menit memiliki akurasi 100%. Sistem *screening* Covid-19 mandiri ini dapat digunakan sebagai solusi alternatif dalam mendeteksi Covid-19 secara dini.

Keywords

MLX90614, MAX30102, *Flex*
Sensor, ESP32, *Decision Tree*

Abstract

The increasing need to perform Reverse Transcriptase-Polymerase Chain Reaction (RT-PCR) during the COVID-19 pandemic is time-consuming and costly. An IoT-based self-screening system of COVID-19, is expected to be a solution. In this study, instruments were created to monitor SpO₂ and heart rate using the MAX30102 sensor, body temperature using the MLX90614 sensor, and breathing rate using a *flex* sensor as a COVID-19 detection parameter. The measured vital sign results are also transmitted to the website using the Wi-Fi module ESP32. The method used is a decision tree that has two classifications, indicated healthy and indicated COVID-19. Decision tree accuracy is 90% and recall is 100%. Temperature readings have a 98.68% accuracy, SpO₂ readings and heartbeats are 98.74% and 98.64%, respectively, and breathing rate per minute readings are 100% accurate. This autonomous COVID-19 screening system can be used as an alternative solution for early detection of COVID-19.

A. Pendahuluan

Sejak kasus mirip pneumonia pertama kali ditemukan di Wuhan, ibu kota Provinsi Hubei, China pada Desember 2019, dunia berada dalam keadaan darurat kesehatan global selama lebih dari setahun, namun penyebabnya masih belum diketahui. Saat ini, patogen tersebut diberi nama SARS-CoV-2 (Severed Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2) karena kemiripan filogenetiknya dengan SARS-CoV [1]. SARS-CoV-2 adalah patogen yang menyebabkan penyakit Covid19 (Coronavirus Disease-2019) dan menyebabkan morbiditas serta mortalitas global dalam skala yang belum pernah terjadi sebelumnya [2]. Orang-orang dari segala usia rentan terhadap Covid-19, terutama kelompok anak-anak, orang tua, atau orang dengan sistem kekebalan tubuh yang lemah [3].

Penularan Covid-19 dapat melalui udara ketika pasien berbicara, atau melalui droplet yang menyebar saat orang yang terinfeksi sedang batuk atau bersin. Selain itu, penularan juga dapat terjadi ketika seseorang menyentuh benda atau permukaan tempat virus berada, lalu menyentuh mulut, hidung, dan/atau mata mereka dengan tangan yang terkontaminasi [4]. Orang yang tertular Covid-19 dapat menunjukkan berbagai gejala yang tidak spesifik, sehingga Covid-19 disebut "the great imitator" karena gejalanya mirip dengan penyakit lain [5].

Diagnosis Covid-19 selama ini dilakukan secara mikrobiologi yakni adanya penemuan strain virus SARS-CoV-2 dalam pemeriksaan RT-PCR (Reverse Transcriptase-Polymerase Chain Reaction). Sampel yang digunakan adalah swab saluran pernapasan bagian atas (nasofaring atau orofaring) dan bagian bawah (sputum, aspirat endotrakeal, bilasan bronkoalveolar) [3]. Tes RT-PCR dapat memakan waktu beberapa jam hingga 2 hari, atau bahkan seminggu. Selain itu, proses RT-PCR harus dilakukan oleh tenaga medis yang terlatih [4]. Metode diagnostik ini meskipun cukup akurat tetapi masih membutuhkan waktu yang lama dan membutuhkan biaya yang mahal untuk setiap pengujiannya. Selain menggunakan tes RT-PCR, pengukuran suhu badan sangat penting untuk menentukan apakah seseorang mungkin terinfeksi Covid-19. Cara ini telah digunakan oleh banyak negara sebagai tes langsung. Kemudian untuk melakukan pemeriksaan pasien dengan penyakit pernapasan biasanya mencakup pengukuran saturasi oksigen darah (SpO_2). Hal tersebut sangat penting untuk memantau perkembangan dan tingkat keparahan penyakit Covid-19, di mana SpO_2 pada pasien dengan stadium Covid-19 yang parah lebih rendah berdasarkan hasil *CT scan* [6]. Beberapa manifestasi klinis Covid-19 juga disertai dengan parameter frekuensi pernapasan dan detak jantung yang harus diperhatikan.

Penelitian yang telah dilakukan oleh Anwar di tahun 2021 melakukan penelitian terkait sistem *monitoring* pasien Covid-19 yang sedang melakukan isolasi mandiri. Sistem tersebut dapat mengukur SpO_2 , detak jantung, dan suhu tubuh [7]. Kemudian di tahun 2022, sistem *monitoring* pasien Covid-19 telah dibuat oleh Costrada *et al* yang dapat mengukur detak jantung, SpO_2 , dan suhu [8]. Data yang telah diperoleh akan ditampilkan ke *personal computer* (PC).

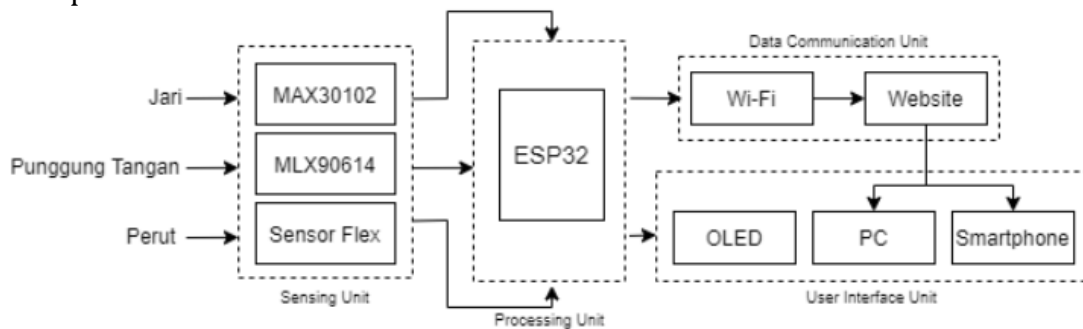
Berbeda dengan beberapa penelitian sebelumnya, penelitian ini bertujuan untuk membuat sistem *screening* mandiri Covid-19 melalui pengukuran suhu tubuh, detak jantung, kadar saturasi oksigen darah (SpO_2), dan laju pernapasan sebagai deteksi dini Covid-19 yang dapat digunakan oleh semua orang serta

dapat digunakan berkali-kali tanpa mengeluarkan biaya yang mahal. *Screening* merupakan tindakan awal yang dilakukan untuk menentukan langkah selanjutnya, apakah pasien harus segera dirujuk ke rumah sakit khusus rujukan Covid-19, perlu menjalani tes permulaan, atau bisa diperiksa secara umum sesuai dengan keluhan [9]. Hasil *vital sign* terukur juga ditransmisikan ke *website* menggunakan mikrokontroler ESP32. Metode yang digunakan adalah metode *decision tree* sehingga akan dihasilkan output berupa kemungkinan terindikasi Covid-19 atau terindikasi sehat.

B. Metode Penelitian

Diagram blok sistem

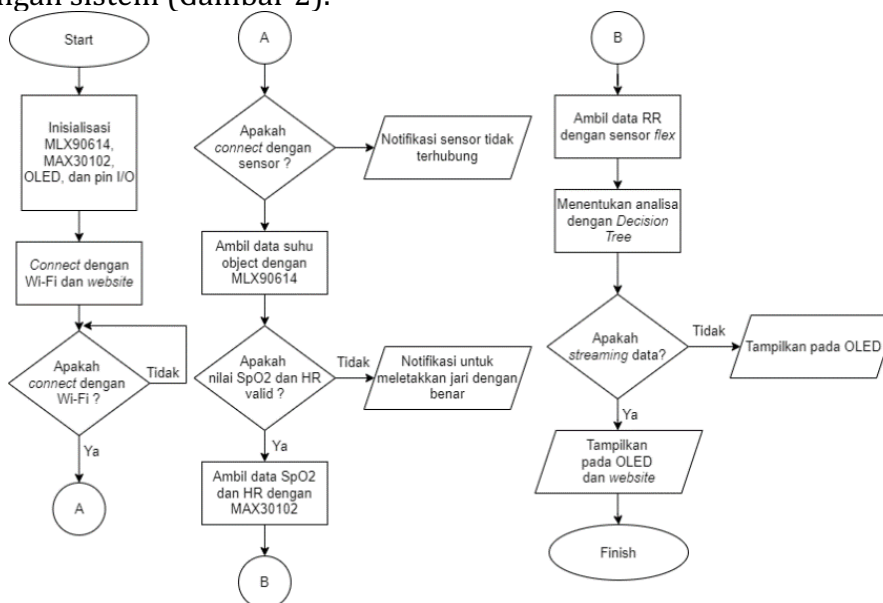
Gambar 1 di bawah ini adalah perancangan sistem mekanik beserta posisi peletakan sensor yang digunakan. Gambar 3.4 merupakan tampilan sistem mekanik berupa box akrilik hitam dengan lebar 170 mm dan tinggi 150 mm. Kemudian terdapat lubang pada bagian atas sebesar 35 mm x 23 mm untuk menempatkan OLED 1.3 inch.



Gambar 1. Blok diagram sistem

Diagram alir (flowchart) keseluruhan sistem

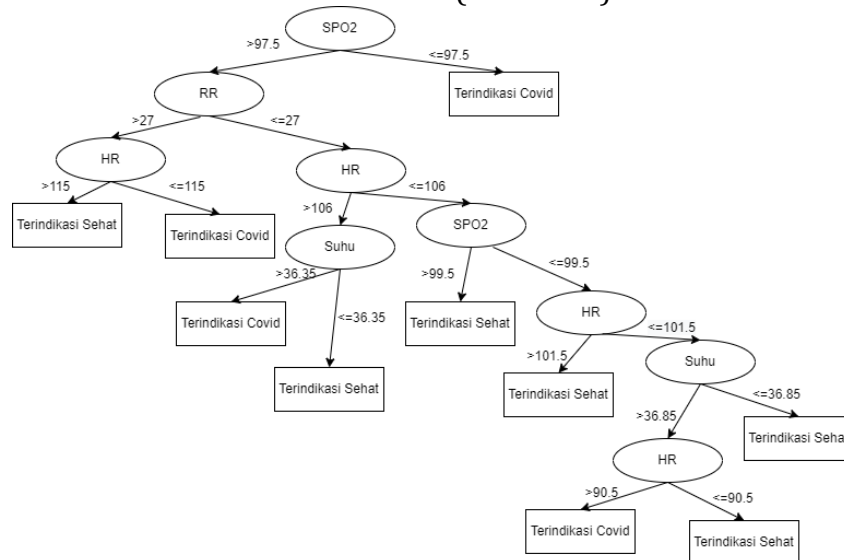
Berikut ini adalah flowchart dari keseluruhan sistem yang mempresentasikan alur kerja dari software, sehingga secara tidak langsung sudah menjelaskan perancangan sistem (Gambar 2).



Gambar 2. Flowchart keseluruhan sistem

Diagram *decision tree*

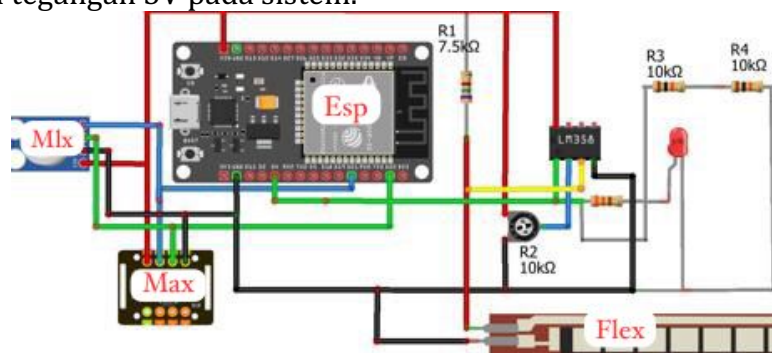
Berikut ini adalah desain dari *decision tree* yang akan digunakan, penentuan desain pohon ini sudah melalui perhitungan *entropy* dan *gain* melalui *software* RapidMiner agar memudahkan dalam penentuan bagian akar dan daun. Gambar pohon berikut menjelaskan bagaimana alur berpikir dalam menentukan klasifikasi terindikasi Covid-19 atau terindikasi sehat (Gambar 3).



Gambar 3. Pohon *decision tree*

Perancangan sistem elektrik

Komponen dari rangkaian elektrik secara keseluruhan dibuat dan dirangkai menjadi satu kesatuan sistem dengan mikrokontroler ESP32 sebagai pemroses utama sistem elektrik. Rangkaian terdiri dari sistem input, proses, dan output. Rangkaian sistem elektrik ini menggunakan sensor MLX90614, MAX30102, dan sensor *flex* sebagai input sistem (Gambar 4). *Display* OLED merupakan bagian output sistem. Pada bagian catu daya digunakan adaptor dan kabel USB untuk memberikan tegangan 5V pada sistem.

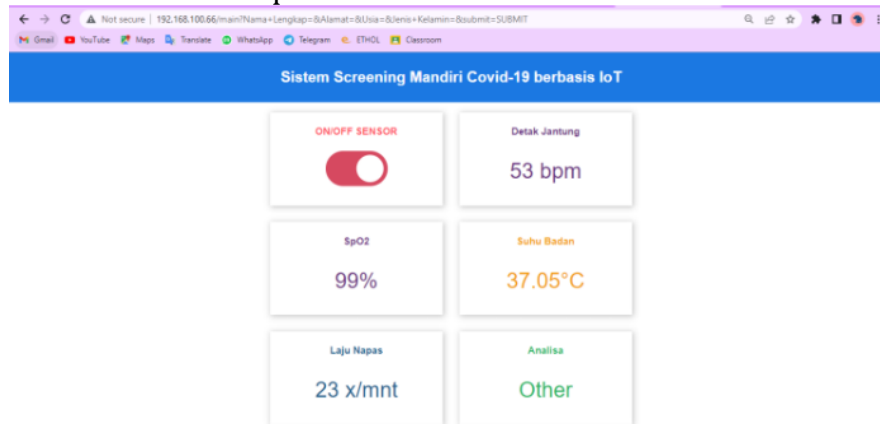


Gambar 4. Konfigurasi sensor

Perancangan *software*

Pada tampilan website akan berisikan 2 halaman, yaitu halaman *login* dan *dashboard*. Pada halaman *login*, berisikan data diri pasien diantaranya nama lengkap, alamat, usia, dan jenis kelamin. Pada halaman *dashboard* terdapat seluruh parameter pengukuran tanda-tanda vital seperti SpO₂, detak jantung, suhu badan,

laju napas, dan hasil analisa (Gambar 5). Seluruh parameter pengukuran akan ditampilkan secara *realtime* pada halaman *dashboard*.



Gambar 5. Tampilan *dashboard website*

C. Hasil dan Pembahasan

Pengujian kinerja sensor MLX90614

MLX90614 adalah termometer inframerah untuk pengukuran suhu non-kontak yang didesain khusus untuk mendeteksi radiasi inframerah secara otomatis dan dapat mengubah radiasi inframerah menjadi skala temperatur [10]. Pengujian kinerja sensor MLX90614 dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran suhu badan menggunakan termometer digital dan sensor MLX90614. Pengujian ini dilakukan kepada 5 orang yang mana data pembacaan sensor diambil setiap 30 detik sekali dan dilakukan sebanyak 4 kali pembacaan pada setiap partisipan.

Tabel 1. Hasil Pengujian Sensor MLX90614

No	Termometer (°C)	MLX90614 (°C)	%E	Waktu
1	36.10	35.55	1.52%	30 detik
		35.61	1.35%	60 detik
		35.79	0.85%	90 detik
		35.89	0.58%	120 detik
2	36.90	36.93	0.08%	30 detik
		37.11	0.56%	60 detik
		37.27	1.00%	90 detik
		37.09	0.51%	120 detik
3	36.70	36.83	0.18%	30 detik
		36.21	1.86%	60 detik
		36.13	2.08%	90 detik
		36.75	0.14%	120 detik
4	35.90	34.81	3.03%	30 detik
		35.11	2.20%	60 detik
		35.21	1.92%	90 detik
		35.35	1.53%	120 detik
5	36.80	36.37	1.16%	30 detik
		35.57	3.34%	60 detik
		35.89	2.47%	90 detik
		36.73	0.19%	120 detik

Berdasarkan hasil yang diperoleh pada Tabel 1, maka rata-rata *error* dari pembacaan sensor MLX90614 sebesar 1,32% serta waktu pembacaan yang paling optimal adalah selama 120 detik atau 2 menit. Adanya selisih pembacaan antara MLX90614 dengan thermometer digital disebabkan oleh perbedaan jarak antara punggung tangan dengan sensor MLX90614 karena tiap orang memiliki tinggi telapak tangan yang berbeda-beda.

Pengujian kinerja sensor MAX30102

Sensor MAX30102 dapat mengukur saturasi oksigen. Saturasi oksigen didefinisikan sebagai rasio antara konsentrasi hemoglobin teroksigenasi (HbO₂) dan hemoglobin total (Hb) dalam darah. Penelitian ilmiah menunjukkan bahwa Hb menyerap lebih banyak cahaya merah, sedangkan HbO₂ menyerap lebih banyak cahaya infrared. Metode umum untuk mengukur kedua parameter ini adalah dengan menggunakan *light emitting diode* (LED) merah yang memancarkan spektrum dengan panjang gelombang 660nm dan LED IR yang memancarkan spektrum inframerah dengan panjang gelombang 940nm [11].

Pada tahap ini dilakukan pengujian terhadap sensor MAX30102 untuk mendapatkan respon pembacaan sensor SpO₂ dan detak jantung dengan cara membandingkan hasil bacaan sensor dengan oksimeter. Prosedur tersebut sama dengan yang dilakukan oleh peneliti Kemalasari dan Rochmad [12]. Hasil pembacaan sensor MAX30102 tersebut adalah nilai kadar saturasi oksigen dengan satuan prosentase dan detak jantung dengan satuan *beat per minute* (BPM). Pengujian ini dilakukan kepada 5 orang yang mana data pembacaan sensor diambil setiap 30 detik sekali dan dilakukan sebanyak 4 kali pembacaan pada setiap partisipan (Tabel 2).

Tabel 2. Hasil Pengujian Sensor MAX30102

No	SpO ₂		%E	HR		%E	Waktu
	Oxi	Sensor		Oxi	Sensor		
1	100	99	1.00%	81	82	1.23%	30 detik
	100	98	2.00%	75	74	1.33%	60 detik
	100	99	1.00%	77	80	3.89%	90 detik
	100	99	1.00%	99	99	0.00%	120 detik
2	99	98	1.01%	84	85	1.19%	30 detik
	100	99	1.00%	83	83	0.00%	60 detik
	99	100	1.00%	77	76	1.29%	90 detik
	99	100	1.00%	100	101	1.00%	120 detik
3	98	99	1.02%	88	86	2.27%	30 detik
	98	99	1.02%	88	89	1.13%	60 detik
	98	99	1.02%	93	94	1.07%	90 detik
	98	100	2.00%	89	89	0.00%	120 detik
4	100	97	3.00%	85	86	1.17%	30 detik
	97	96	1.03%	83	85	2.40%	60 detik
	98	97	1.02%	84	85	1.19%	90 detik
	98	97	1.02%	75	77	2.66%	120 detik
5	99	97	2.02%	90	89	1.11%	30 detik
	98	98	0.00%	94	95	1.06%	60 detik
	99	100	1.00%	93	95	2.15%	90 detik
	98	100	2.00%	93	92	1.07%	120 detik

Berdasarkan hasil yang diperoleh, maka *error* dari pembacaan sensor MAX30102 untuk SpO₂ sebesar 1,26% dan detak jantung sebesar 1,36% serta total *error* terkecil pembacaan sensor MAX30102 diperoleh saat 90 detik. Adanya selisih pembacaan antara oksimeter dengan sensor MAX30102 dikarenakan oleh interverensi cahaya dan juga posisi peletakan jari yang berbeda tiap orang.

Pengujian kinerja sensor *flex*

Sensor *flex* berfungsi untuk mendeteksi suatu kelengkungan. Prinsip kerja sensor ini sama seperti potensio. *Flex sensor* dapat digunakan untuk menentukan laju pernapasan dalam satu menit melalui deteksi naik dan turunnya rongga dada [13]. Pada tahap ini dilakukan pengujian terhadap sensor *flex* untuk mendapatkan respon pembacaan kelengkungan permukaan. Hasil pembacaan sensor *flex* tersebut adalah nilai laju pernapasan dalam satuan *breath per minute* (bpm) dan dibandingkan dengan perhitungan laju pernapasan secara manual. Pengujian ini dilakukan kepada 5 orang yang mana data pembacaan sensor diambil setiap 15 detik sekali. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Hasil Pengujian Sensor Flex

No	Hitung Manual	Sensor	%E
1	12	12	0%
2	20	20	0%
3	16	16	0%
4	12	12	0%
5	20	20	0%

Sebelum melakukan pengujian pada sensor *flex* maka dilakukan kalibrasi sensor dengan cara memutar potensio agar saat menarik napas, lampu indikator menyala dan saat menghembuskan napas, lampu indikator mati. Kalibrasi sensor dilakukan karena setiap orang mempunyai resistansi yang berbeda-beda dan hal tersebut dapat memengaruhi cara kerja sensor. Hasil pengukuran laju napas jika dibandingkan dengan hitungan manual memiliki error sebesar 0,00%.

Pengujian sistem secara keseluruhan

Tabel 4 di bawah ini berisi hasil pengujian keseluruhan sistem terhadap 10 orang pasien coba.

Tabel 4. Hasil Pengujian Sistem *Screening* Mandiri Covid-19

No	Detak Jantung	Suhu	RR	SpO ₂	Status	Prediksi
1	79	36.00	20	99	Terindikasi Sehat	Terindikasi Sehat
2	96	36.00	20	96	Terindikasi Covid-19	Terindikasi Covid-19
3	72	36.20	28	100	Terindikasi Covid-19	Terindikasi Covid-19
4	91	36.20	20	99	Terindikasi Sehat	Terindikasi Sehat
5	73	36.00	20	99	Terindikasi Sehat	Terindikasi Sehat
6	90	36.60	20	98	Terindikasi Sehat	Terindikasi Sehat
7	82	36.30	20	98	Terindikasi Sehat	Terindikasi Sehat
8	102	36.60	24	97	Terindikasi Covid-19	Terindikasi Sehat
9	73	36.50	20	97	Terindikasi Covid-19	Terindikasi Covid-19
10	96	36.20	20	96	Terindikasi Covid-19	Terindikasi Covid-19

Untuk melakukan proses *training Decision Tree*, dibutuhkan dataset sebanyak 172 data dengan rincian 86 data pasien non-reaktif saat di *swab* dan 86 data lainnya menunjukkan reaktif ketika di *swab*. Dataset yang digunakan merupakan data medis Covid-19 per bulan Desember 2020 dari RSUD Husada Prima Surabaya. Berdasarkan hasil yang diperoleh, dapat dibuat *confusion matrix* seperti Tabel 5 berikut ini.

Tabel 5. Sistem *confusion matrix*

Hasil Prediksi	Nilai Aktual	
	Terindikasi Covid-19	Terindikasi Sehat
Terindikasi Covid-19	4 (TP)	0 (FN)
Terindikasi Sehat	1 (FP)	5 (TN)

Sehingga diperoleh peromansi *decision tree* seperti berikut:

Akurasi =

$$\frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN} \times 100\% = \frac{4 + 5}{4 + 5 + 1 + 0} \times 100\% = 90\%$$

Presisi =

$$\frac{TP}{TP + FP} \times 100\% = \frac{4}{4 + 1} \times 100\% = 80\%$$

Recall =

$$\frac{TP}{TP + FN} \times 100\% = \frac{4}{4 + 0} \times 100\% = 100\%$$

D. Simpulan

Pembacaan nilai suhu oleh sensor MLX90614 memiliki tingkat akurasi sebesar 98.68%, akurasi pembacaan nilai SpO2 dan detak jantung oleh sensor MAX30102 masing-masing sebesar 98.74% dan 98.64% serta akurasi pembacaan nilai laju napas per menit oleh sensor *flex* memiliki akurasi 100%. Berdasarkan pengujian yang dilakukan, metode *decision tree* memiliki tingkat akurasi sebesar 90%, tingkat presisi sebesar 80%, dan *recall* sebesar 100% sehingga sistem yang telah dibuat dapat digunakan sebagai sistem *screening* mandiri Covid-19.

E. Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada seluruh staf RSUD Husada Prima Surabaya yang telah mengizinkan kami melakukan penelitian disana serta responden yang telah berpartisipasi dalam penelitian ini.

F. Referensi

- [1] W. Guan, Z. Ni, Y. Hu, W. Liang, C. Ou, J. He, et al, "Clinical Characteristics of Coronavirus Disease 2019 in China," *New England Journal of Medicine*, vol. 382, no. 18, p. 1709, 2020.
- [2] A. Nalbandian, K. Sehgal, A. Gupta, M. V. Madhavan, C. McGroder, J. S. Stevens, et al, "Post-acute COVID-19 syndrome," *Nature Medicine*, vol. 27, p. 601, 2021.
- [3] C. W. Morfi, A. Junaidi, Elsesmita, D. N. Asrini, F. Pangestu, D. M. Lestari, et al, "Kajian Terkini CoronaVirus Disease 2019 (COVID19)," *Jurnal Ilmu Kesehatan Indonesia*, vol. 1, no. 1, p.6, 2020.
- [4] M. Wahjudi, "Kontroversi Metode Deteksi COVID-19 di Indonesia," *KELUWIH: Jurnal Kesehatan dan Kedokteran*, vol. 2, no. 1, pp. 33-34, 2020.
- [5] Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia, "Modul Tanggap Pandemi

- COVID-19," <https://ocw.ui.ac.id/mod/page/view.php?id=13236>, retrieved June 3, 2023.
- [6] R. S. Dhruv, V. D. Evan, R. H. Ethan, J. H. Jeffrey, C. K. Shanina, A. W. Timothy, et al, "Wearable Sensors for COVID-19: A Call to Action to Harness Our Digital Infrastructure for Remote Patient Monitoring and Virtual Assessments," *Front Digit Health*, vol. 2, no. 8, 2020.
- [7] Z. B. Anwar, "Sistem Monitoring Pasien Isolasi Mandiri Covid19 Berbasis Internet of Things," *Jurnal Teknik Elektro*, vol. 10, no. 3, pp. 689-697, 2021.
- [8] A. N. Costrada, A. G. Arifah, I. D. Putri, I. K. A. S. Sawita, Harmadi and M. Djamal, "Design of Heart Rate, Oxygen Saturation, and Temperature Monitoring System for Covid-19 Patient Based on Internet of Things," *Jurnal Ilmu Fisika*, vol. 14, no. 1, pp. 54-63, 2022.
- [9] Primaya Hospital, "Apa itu Screening Covid-19 serta Metodenya," <https://primayahospital.com/covid-19/screening-covid-19/>, retrieved June 5, 2023.
- [10] A. Kumar, A. Kumar and M. Kumari, "The Contactless Badge" designed IR-Thermometer Evaluating Temperature & Social/Physical Distancing by Fabricating the MLX90614 Thermal Sensor during Covid-19 Global Emergency," *Research Square*, p. 3, 2021.
- [11] V. Miron-Alexe, "IoT Pulse Oximetry Status Monitoring For Home Quarantined Covid-19 Patients," *Journal of Science and Arts*, vol. 4, no. 53, p. 1030, 2020.
- [12] Kemalasari dan M Rochmad, "Deteksi Kadar Saturasi Oksigen Darah (SpO₂) dan Detak Jantung Secara non-Invasif dengan Sensor Chip MAX30100," *Jurnal Nasional dan Teknologi Terapan*, vol.4, pp.35-50. 2022
- [13] S.A. Miyagi, M.R. Mak'ruf, E.D. Setyoningsih, T. Das, "Design of Respiration Rate Meter Using Flexible Sensor," *Journal of Electronics, Electromedical, and Medical Informatics*, vol. 2, pp.13-18. 2020.