

SMARTSTRAP ACCESSORIES UNTUK MONITORING KONDISI PASIEN COVID-19 SAAT KARANTINA MANDIRI BERBASIS INTERNET OF THING

Yoga Kholilul Akbar P.S¹, M. Abdullah Anshori², Abdul Rasyid³

^{1,2} Program Studi Jaringan Telekomunikasi Digital, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Malang, Indonesia

³ Program Teknik Telekomunikasi Digital, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Malang, Indonesia

yogakholidul11@gmail.com, moh.abdullah@polinema.ac.id, irrasmt@gmail.com

Abstrak—Dunia sedang dilanda oleh wabah pandemi Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) pada tahun 2021 ini. Jumlah kasus Covid-19 masih terus mengalami peningkatan khususnya di Indonesia sendiri, tingginya jumlah penderita Covid-19 tidak sebanding dengan jumlah tenaga kesehatan. Alat ini bertujuan membuat aksesoris sederhana yang digunakan untuk memantau kondisi pasien yang terinfeksi Covid-19 saat menjalani karantina mandiri, serta menjadi salah satu upaya untuk menerapkan social distancing. Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan pada 5 sampel orang sebagai pasien, pengukuran suhu menggunakan sensor infrared MLX90614 menunjukkan rata-rata error sebesar 0,12°C setelah dikalibrasi menggunakan digital infrared thermometer. Sedangkan pada pengukuran sensor pulsa MAX30100 setelah dikalibrasi dengan Oxymeter SO911 memiliki rata-rata error 0,52 BPM pada pengukuran detak jantung pada pengukuran saturasi oksigen dalam darah menunjukkan rata-rata error sebesar 0,6%. Untuk hasil pengujian Quality of Service (QoS) menunjukkan nilai throughput sebesar 13,840 Kbps, packet loss 0%, rata-rata delay 124,08649 ms dan jitter 162,2 ms.

Kata kunci— Covid-19, Suhu, Detak jantung, saturasi oksigen, Quality of Service.

Abstract—The world is being hit by an outbreak of the Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) pandemic in 2021. The number of Covid-19 cases continues to increase, especially in Indonesia itself, the number of Covid-19 sufferers is not proportional to the number of health workers. This tool aims to make simple accessories that are used to unite the conditions of patients infected with Covid-19 while undergoing independent activities, as well as being one of the efforts to implement social distancing. Based on tests conducted on 5 samples of people as patients, temperature measurements using the MLX90614 infrared sensor showed an average error of 0.12°C after being calibrated using a digital infrared thermometer. While the measurement of the pulse sensor MAX30100 after being calibrated with Oxymeter SO911 has an average error of 0.52 BPM in measuring heart rate in measuring oxygen saturation in the blood, showing an average error of 0.6%. For the Quality of Service (QoS) test results, the throughput value is 13,840 Kbps, packet loss is 0%, the average delay is 124,08649 ms and the jitter is 162.2 ms.

Keywords— Covid-19, Temperature, Heart rate, Oxygen saturation, Quality of Service.

I. PENDAHULUAN

Dunia sedang dilanda oleh wabah pandemi Covid-19 pada tahun 2021, jumlah kasus Covid-19 masih terus mengalami peningkatan. Data Worldometers menunjukkan, ada 52.389.469 kasus virus corona di dunia. Dari angka itu, sebanyak 1.288.480 orang meninggal dunia, 36.648.618 orang sembuh. Penanganan penderita Covid-19 pada saat ini telah menjadi prioritas di berbagai penjuru dunia. Penanganan ini dapat berupa penanganan langsung dan juga pencegahan penyebaran virus covid-19 dari orang ke orang. Penanganan langsung dilakukan oleh tenaga kesehatan sebagai garda terdepan, sedangkan pencegahan penyebaran Covid-19 ini dapat dilakukan oleh seluruh masyarakat, yaitu dengan cara melakukan isolasi mandiri ketika terdapat gejala ataupun tanpa gejala kemudian segera menghubungi instansi layanan kesehatan.

Indonesia tidak terlepas dari pandemi COVID-19 ini. Sesuai dengan Pedoman Pencegahan Dan Pengendalian

Coronavirus Disease (Covid-19) Revisi Ke-4, yang dikeluarkan oleh Kementerian Kesehatan RI, karantina rumah (isolasi diri) diterapkan pada orang-orang dengan status OTG (Orang Tanpa Gejala), ODP (Orang Dalam Pantauan), dan PDP (Pasien Dalam Pengawasan) dengan gejala ringan [1]. Masing-masing orang memiliki respon yang berbeda terhadap Covid-19, sebagian besar orang yang terpapar virus ini akan mengalami gejala ringan maupun sedang, dan harus melakukan isolasi mandiri yang dipantau langsung oleh pihak instansi kesehatan terdekat serta akan pulih tanpa perlu dirawat di rumah sakit.

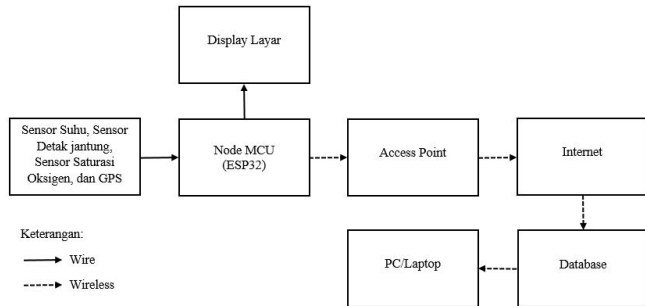
Sistem ini mempunyai kemampuan untuk mentransfer data melalui jaringan internet tanpa memerlukan interaksi manusia – manusia, atau manusia – komputer [2-4]. Selain memantau lokasi pasien Covid-19, alat ini juga dilengkapi dengan sensor suhu MLX90614 dan sensor MAX30100 untuk mengukur detak jantung dan saturasi oksigen dalam darah, sehingga kondisi pasien juga dapat dimonitor oleh

tenaga kesehatan secara realtime tanpa harus mendatangi pasien di rumahnya/tempat karantina mandiri yang lokasinya relatif jauh. hal ini juga sebagai upaya untuk menangani wabah Covid-19 yang semakin meluas dengan menerapkan social distancing.

II. METODE PENELITIAN

A. Perancangan sistem

Secara sistematis cara kerja alat yang dijalankan sistem dijadikan dalam bentuk Diagram Blok ditunjukkan Gambar 1 dibawah ini.

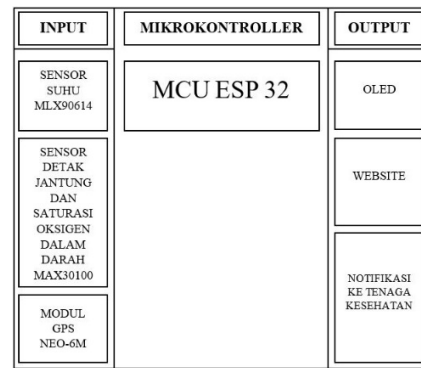


Gambar 1. Diagram Blok Sistem

Berdasarkan Gambar 1, diagram blok tahapan penelitian diatas dapat dijelaskan untuk masing-masing blok meliputi Rangkaian alat terdiri dari sensor suhu MLX90614, modul GPS Neo-6M, sensor detak jantung dan SpO2 MAX30100 serta Mikrokotroller ESP32 yang disupply dari baterai Lithium 18650 3,7V [5]. Alat digunakan untuk memonitoring kondisi pasien Covid-19 yang sedang menjalani isolasi mandiri. Alat mengukur suhu tubuh pasien, detak jantung dan saturasi oksigen dalam darah pasien. Alat juga mendeteksi titik garis lintang dan garis bujur dari suatu tempat dimana pasien berada dengan modul GPS. Data nilai kondisi kesehatan pasien dan indikator baterai akan tertampil pada display OLED. Data nilai kondisi kesehatan pasien dan lokasi pasien akan dikirimkan ke database melalui jaringan internet dan akan tertampil pada website. Database menjadi perantara antara alat yang digunakan pasien dengan website yang dioperasikan tenaga kesehatan. Database menyimpan data yang dikirim oleh mikrokontroler dan akan terus diupdate secara realtime.

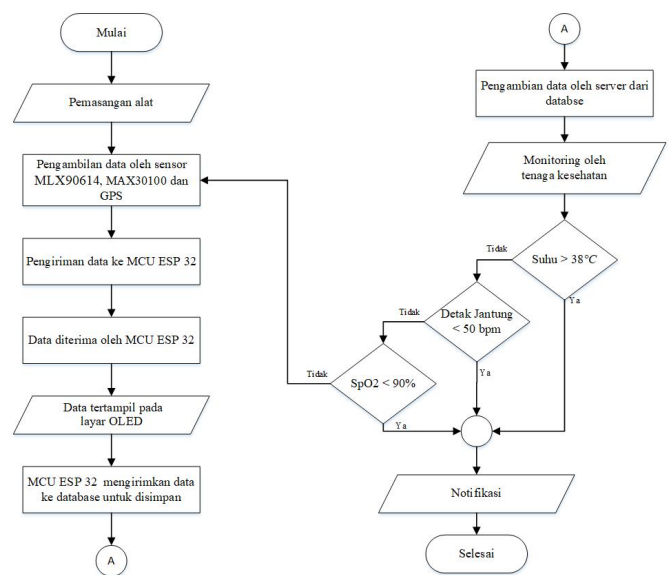
Website akan mengambil data dari database dan menampilkan data berupa nilai suhu, detak jantung dalam Beats per Minute (BPM), dan saturasi oksigen dalam darah pasien yang dapat berupa angka serta lokasi koordinat pengirim berupa peta google yang di tampilkan secara realtime dari database. Apabila kondisi kesehatan pasien menurun yang ditandai dengan menurunnya parameter kesehatan pasien, maka website akan menampilkan notifikasi kepada tenaga medis setempat untuk segera dilakukan penanganan.

Berikut blok diagram input dan output perancangan sistem Smartstrap Accessories untuk Monitoring Kondisi Pasien Covid-19 Saat Karantina Mandiri Berbasis Internet of Things:



Gambar 2. Diagram Blok Perencanaan Input dan Output

Adapun penentuan prosedur yang digunakan penelitian untuk judul “Smartstrap Accessories untuk Monitoring Kondisi Pasien Covid-19 Saat Karantina Mandiri Berbasis Internet of Things” adalah sebagai berikut:



Gambar 3. Flowchart Penentuan Prosedur

Pada Gambar 3 tersebut, alat tersebut digunakan pada tubuh pasien sebagai penjepit yang menempel langsung pada jari tangan. Modul GPS Neo 6M akan mengambil titik koordinat dimana modul tersebut berada, sensor MLX90614 akan mengukur suhu tubuh pasien dan sensor MAX30100 akan mengukur detak jantung dalam Beats per Minute (BPM) dan saturasi oksigen dalam darah (SpO2) pasien Covid-19 lalu ditampilkan pada display OLED. Kemudian semua data kesehatan dan lokasi koordinat akan dikirim ke ESP32 sebagai mikrokontroler, setelah semua data diterima oleh mikrokontroler selanjutnya akan diupload ke database dan disimpan [6][7]. Server akan mengambil data dari database dan akan ditampilkan pada halaman web berupa peta digital yang hasil informasi diperoleh dari pasien berupa titik koordinat, suhu, detak jantung, dan saturasi oksigen pada darah kemudian kondisi pasien dimonitor oleh tenaga kesehatan secara realtime pada jarak jauh [8]. Pada saat tenaga kesehatan memantau kondisi pasien ketika suhu lebih dari 38 °C atau detak jantung kurang dari 50 bpm atau saturasi oksigen dalam darah (SpO2) kurang dari 90% maka akan mengirim notifikasi warning pada website, hal ini sebagai awal pengingat tenaga kesehatan untuk segera mengambil tindakan pada pasien. Jika suhu, detak jantung, dan saturasi

oksigen dalam darah terpantau normal, maka alat akan tetap terpasang pada tubuh pasien dan akan mengulangi langkah-langkah sebelumnya.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian sensor suhu

Pengujian sensor suhu MLX90614 bertujuan untuk mengetahui tingkat akurasi dan error dari data hasil pengukuran sensor suhu. Dalam pengujian suhu tubuh pasien ini suhu pasien akan diukur dengan sensor suhu MLX90614 yang dibandingkan dengan alat ukur suhu digital infrared thermometer yang diletakan pada jari kemudian proses pengukur suhu dimulai. Pengamatan suhu dengan sensor akan tertampil pada layar OLED. Hasil pembacaan sensor suhu MLX90614 dan digital infrared thermometer dicatat pada tabel. Rumus perhitungan nilai error dan relative error:

$$error = |X_i - X|$$

$$RE = \frac{|X_i - X|}{X} \times 100 \%$$

Keterangan:

X = Data Sebenarnya

X_i = Data Terukur

RE = *Relative error*%

Untuk menghitung kesalahan relative rata – rata atau Mean Relative Error menggunakan rumus:

$$MRE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n RE$$

Keterangan:

MRE = *Mean Relative Error* %

n = Banyak Data

RE = *Relative Error*%

TABEL 1.

HASIL PENGUJIAN SUHU SENSOR MLX90614 SETELAH KALIBRASI DENGAN THERMOMETER

No	Nama	Perbandingan sensor		Error (°C)	Relative Error (%)
		Thermometer (°C)	MLX90614 (°C)		
1	Sholihin	36,5	35,7	0,8	2,191
2	Adri	37,0	36,6	0,4	1,081
3	Amin	36,5	35,7	0,8	2,191
4	Ilman	36,7	36,1	0,6	1,634
5	Fatih	36,6	35,6	1	2,731
Rata – rata error dan relative error				0,72	1,966

Berdasarkan tabel 1 sensor suhu MLX90614 digunakan untuk memonitoring suhu pasien telah berfungsi dengan baik akan tetapi kesalahan tingkat akurasi pengukuran sensor masih tinggi dibandingkan dengan standar alat ukur suhu, terbukti dari hasil pengujian pada sensor suhu MLX90614 didapatkan tinggkat rata-rata error sebesar 0,72°C yang berarti tingkat akurasi pengukuran sensor ketika dibandingkan digital infrared thermometer cukup jauh. Sehingga perlu dilakukan kalibrasi pada sensor tersebut.

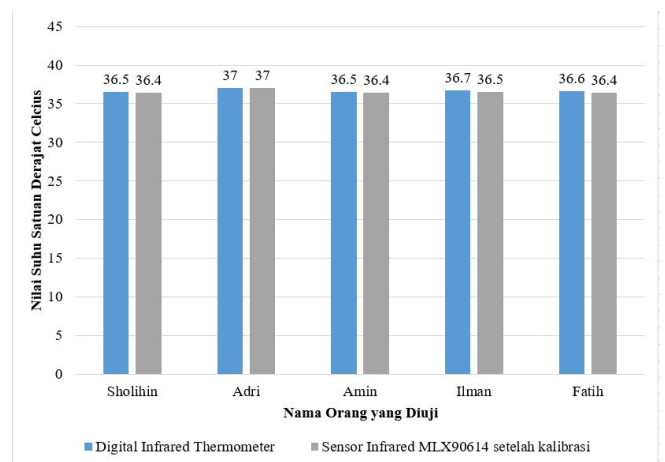
Dari tabel 2 ditunjukkan bahwa dengan mengkalibrasi sensor MLX90614 tingkat akurasi sensor jauh lebih baik dari sebelumnya, pada pengujian setelah dikalibrasi didapatkan

nilai rata – rata error sebesar 0.12°C. Hasil pengujian ditampilkan pada gambar 4.

TABEL 2.

HASIL PENGUJIAN SUHU SENSOR MLX90614 SETELAH KALIBRASI DENGAN THERMOMETER

No	Nama	Perbandingan sensor		Error (°C)	Relative Error (%)
		Thermometer (°C)	MLX90614 (°C)		
1	Sholihin	36,5	36,40	0,1	0,273
2	Adri	37,0	37,00	0	0
3	Amin	36,5	36,4	0,1	0,273
4	Ilman	36,7	36,5	0,2	0,544
5	Fatih	36,6	36,40	0,2	0,546
Rata – rata error dan relative error				0,12	0,327



Gambar 4. Grafik perbandingan pengujian suhu tubuh menggunakan sensor MLX90614 dengan digital infrared thermometer

Dari gambar 4 Dapat dilihat hasil grafik menunjukkan perbandingan sensor suhu MLX90614 dengan digital infrared thermometer menunjukkan perbedaan yang tidak terlalu signifikan pada pengukuran sensor suhu MLX90614 yang sudah dikalibrasi. Pada salah satu sampel pasien bernama Adri merupakan sampel dengan nilai error paling kecil diantara sampel lain, menunjukkan pengukuran dengan digital infrared thermometer sebesar 37°C sedangkan pada sensor MLX90614 setelah dilakukan kalibrasi mendapatkan hasil 37°C dengan selisih error 0°C, hasil pengukuran sensor sudah menunjukkan nilai sama dengan keakuratan sensor mencapai 99,673%.

B. Pengujian sensor heart rate dan SpO₂

Pengujian yang dilakukan bertujuan untuk mengetahui tingkat akurasi dan error dari hasil pengukuran detak jantung (heart rate) dan saturasi oksigen dalam darah (SpO₂) dengan memanfaatkan satu sensor yaitu MAX30100. Sensor MAX30100 akan mati setelah melakukan pengiriman pertama, oleh karena itu dalam mengukur detak jantung dan SpO₂ membutuhkan 5 kali pembacaan sebelum dikirim ke database agar mendapat hasil yang sesuai dengan standar. Setelah sensor mengirim ke database, maka sensor akan direstart ulang dan mengambil data ulang sebanyak 5 kali

kemudian dikirimkan ke database lagi, proses itu dilakukan secara terus menerus oleh sensor.

Detak jantung normal pada umumnya antara 50 bpm sampai 100 bpm dan untuk SpO2 diatas 90%. Dalam pengujian ini sensor MAX30100 akan dibandingkan dengan alat ukur komersial oxymeter tipe SO911 yang diletakkan pada penjepit jari. Hasil pengukuran sensor MAX30100 akan tertampil pada layar OLED, begitu juga pengukuran dengan oxymeter akan tertampil pada OLED pada alat pembanding. Hasil pembacaan sensor dan alat oxymeter dicatat pada tabel.

TABEL 3.
HASIL PENGUJIAN HEAT RATE SENSOR MAX30100 SEBELUM KALIBRASI DENGAN OXYMETER SO911

No	Nama	Perbandingan sensor		Error (BPM)	Relative Error (%)
		Oxymeter SO911 (BPM)	MAX30100 (BPM)		
1	Sholihin	92	89,22	2,78	3,021
2	Adri	86	83,12	2,88	3,348
3	Amin	87	86,65	0,35	0,402
4	Ilman	88	86,9	1,1	1,125
5	Fatih	85	82,7	2,3	2,705
Rata – rata error dan relative error				1,882	2,145

TABEL 4.
HASIL PENGUJIAN SPO2 SENSOR MAX30100 SEBELUM KALIBRASI DENGAN OXYMETER SO911

No	Nama	Perbandingan sensor		Error (%)	Relative Error (%)
		Oxymeter SO911 (%)	MAX30100 (%)		
1	Sholihin	98	96	2	2,040
2	Adri	96	95	1	1,041
3	Amin	97	95	2	2,061
4	Ilman	96	95	1	1,041
5	Fatih	96	95	1	1,041
Rata – rata error dan relative error				1,4	1,445

Berdasarkan tabel 3 dan tabel 4 sensor MAX30100 yang digunakan untuk memonitoring detak jantung dan saturasi oksigen dalam darah pasien telah berfungsi dengan baik akan tetapi kesalahan tingkat akurasi pengukuran sensor masih tinggi dibandingkan dengan standar alat ukur komersial, dari hasil pengujian pada sensor MAX30100 dapat diketahui bahwa nilai SpO2 cenderung lebih akurat dibandingkan dengan nilai heart rate. Hasil pengukuran tingkat rata-rata error pada heart rate sebesar 1,882 BPM yang berarti tingkat akurasi pengukuran heart rate pada sensor kurang akurat dibandingkan dengan hasil standar dari oxymeter komersial. Sedangkan hasil pengukuran tingkat rata-rata error pada SpO2 sebesar 1,4% yang berarti tingkat akurasi pengukuran sensor ketika dibandingkan dengan oxymeter komersial tidak terpaut jauh, sehingga sensor MAX30100 ini dalam mengukur SpO2 cukup baik. Akan tetapi untuk mendapatkan hasil akurasi yang bagus perlu dilakukan kalibrasi dan perbaikan ulang pada hardware maupun software sensor tersebut.

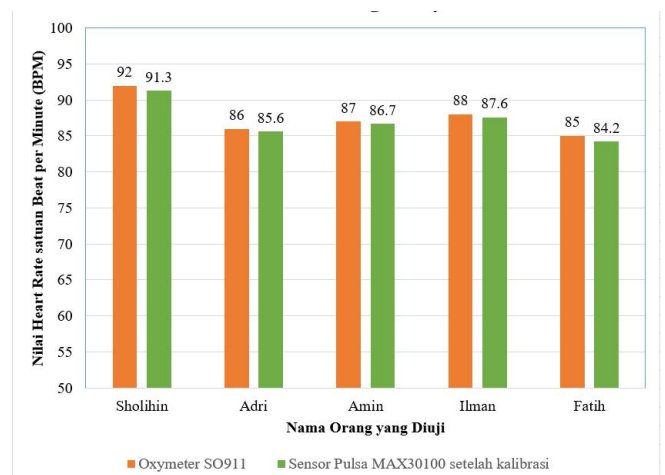
TABEL 5.
HASIL PENGUJIAN HEAT RATE SENSOR MAX30100 SETELAH KALIBRASI DENGAN OXYMETER SO911

No	Nama	Perbandingan sensor		Error (BPM)	Relative Error (%)
		Oxymeter SO911 (BPM)	MAX30100 (BPM)		
1	Sholihin	92	91,30	0,7	0,760
2	Adri	86	85,6	0,4	0,465
3	Amin	87	86,7	0,3	0,344
4	Ilman	88	87,6	0,4	0,454
5	Fatih	85	84,2	0,8	0,941
Rata – rata error dan relative error				0,52	0,593

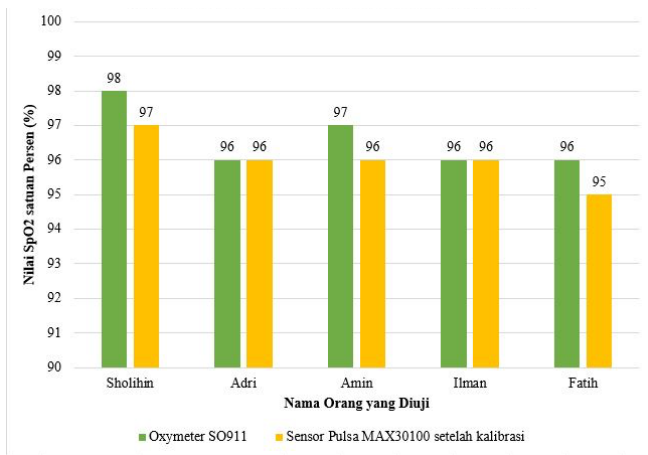
TABEL 6.
HASIL PENGUJIAN SPO2 SENSOR MAX30100 SETELAH KALIBRASI DENGAN OXYMETER SO911

No	Nama	Perbandingan sensor		Error (%)	Relative Error (%)
		Oxymeter SO911 (%)	MAX30100 (%)		
1	Sholihin	98	97	1	1,020
2	Adri	96	96	0	0
3	Amin	97	96	1	1,030
4	Ilman	96	96	0	0
5	Fatih	96	95	1	1,041
Rata – rata error dan relative error				0,6	0,618

Dari tabel 5 dan tabel 6 diatas menunjukkan bahwa dengan mengkalibrasi sensor MAX30100 tingkat akurasi sensor jauh lebih baik dari sebelumnya, pada pengujian setelah dikalibrasi diperoleh nilai rata-rata error pada pengukuran heart rate sebesar 0.52 BPM, sedangkan pada pengukuran SpO2 diperoleh nilai rata-rata error sebesar 0,6%. Hasil pengujian ditampilkan pada grafik diagram batang berikut:



Gambar 5. Grafik perbandingan pengujian heart rate menggunakan sensor MAX30100 dengan Oxymeter SO911



Gambar 6. Grafik perbandingan pengujian SpO2 menggunakan sensor MAX30100 dengan Oxymeter SO911

Dari gambar 5 dan 6 dapat dilihat hasil grafik perbandingan pengujian sensor MAX30100 dengan oxymeter komersial tipe SO911 menunjukkan perbedaan heart rate maupun SpO2 yang tidak terlalu signifikan dan mendekati nilai sebenarnya pada pengukuran MAX30100 yang sudah dikalibrasi.

Pada salah satu sampel pasien bernama Adri merupakan sampel dengan nilai error heart rate paling besar diantara sampel lain, menunjukkan pengukuran dengan oxymeter komersial mendapatkan hasil sebesar 86 BPM sedangkan pada sensor MAX30100 sebelum dikalibrasi menunjukkan hasil pengukuran 83,12 BPM, hasil tersebut memiliki selisih error sebesar 2,88 BPM. Namun setelah melakukan kalibrasi dan dilakukan pengukuran kembali mendapatkan hasil 85,6 BPM dengan selisih error 0,4 BPM, kemudian pada pengujian SpO2 pada sampel pasien tersebut didapatkan hasil 96% pada pengukuran menggunakan oxymeter komersial tipe SO911, sedangkan pengujian menggunakan sensor MAX30100 diperoleh nilai 95% sebelum kalibrasi, hasil tersebut memiliki selisih error sebesar 1% dari hasil pengukuran dengan oxymeter komersial. Setelah sensor MAX30100 dikalibrasi dan dilakukan pengujian ulang didapatkan nilai sebesar 96%, hasil pengukuran SpO2 sensor pada sampel pasien Adri sudah menunjukan nilai sama dengan hasil pengukuran oxymeter komersial. Dari kedua hasil pengukuran sensor MAX30100 setelah dilakukan dikalibrasi hardware maupun software menunjukkan tingkat akurasi yang sangat baik yaitu 99,407% untuk keakuratan dalam parameter detak jantung dan 99,382% untuk parameter SpO2.

C. Pengujian kualitas layanan

Pengujian kualitas layanan atau disebut juga Quality of Service (QoS) bertujuan untuk mengetahui bagaimana kemampuan sebuah jaringan dengan melakukan pengukuran beberapa parameter QoS yaitu Throughput, Packet loss, Delay, dan Jitter dengan menggunakan aplikasi Wireshark.

Statistics	Measurement	Captured	Displayed	Marked
Packets	675	675 (100.0%)	—	—
Time span, s	83.634	83.634	—	—
Average pps	8.1	8.1	—	—
Average packet size, B	214	214	—	—
Bytes	144705	144705 (100.0%)	0	—
Average bytes/s	1730	1730	—	—
Average bits/s	13k	13k	—	—

Gambar 13. Tampilan Statistik pada wireshark

1. Pengujian Throughput

Throughput merupakan jumlah total kedatangan paket sukses yang diamati selama interval tertentu dibagi oleh durasi interval waktu tersebut. Throughput merupakan kemampuan suatu jaringan dalam mentransfer data efektif yang diukur dalam bps (bit per second).

TABEL 7. KATEGORI THROUGHPUT

Kategori	Throughput (Kbps)	Indeks
Sangat Bagus	>2100	4
Bagus	1200-2100	3
Sedang	700-1200	2
Kurang baik	338-700	1
Buruk	0-338	0

Perhitungan *Throughput*:

$$\text{Throughput} = \frac{\text{Paket data diterima}}{\text{Lama pengamatan}} \times \frac{\text{Jumlah Bytes}}{\text{Time span}}$$

$$\text{Throughput} = \frac{144705 \text{ Bytes}}{83,634 \text{ s}} = 1730 \text{ Bytes/s}$$

$$\text{Throughput} = 1730 \text{ Bytes/s} \times 8 \text{ bit} = 13840 \text{ bps}$$

$$\text{Throughput} = 13,840 \text{ Kbps}$$

Dari hasil perhitungan diperoleh kecepatan pengiriman data sebesar 1730 Bytes/s. Menurut standarisasi ETSI menggunakan satuan bps (bit per second) sehingga perlu diubah terlebih dahulu. Maka diperoleh nilai Throughput sebesar 13,840 Kbps. Hasil tersebut menurut standar TIPHON termasuk kategori buruk, karena data yang dikirim kecil sehingga memengaruhi nilai throughput.

2. Pengujian Packet Loss

Packet loss merupakan suatu kegagalan transmisi paket dalam mencapai tujuannya. Kegagalan tersebut bisa disebabkan oleh beberapa kemungkinan seperti overload traffic dalam jaringan, tabrakan dalam jaringan, dan kegagalan pada sisi penerima.

TABEL 8. KATEGORI PACKET LOSS

Kategori	Packet Loss (%)	Indeks
Sangat Bagus	0-2	4
Bagus	3-14	3
Sedang	15-24	2
Jelek	>25	1

Perhitungan *Packet Loss*:

$$\text{Packet Loss} = \frac{(\text{Paket data dikirim} - \text{paket data diterima})}{\text{paket data dikirim}} \times 100\%$$

$$\text{Packet Loss} = \frac{(675 - 675)}{675} \times 100\% = 0\%$$

Dari hasil perhitungan didapatkan nilai packet loss adalah 0%. Menurut standar ETSI nilai packet loss 0% termasuk dalam kategori sangat bagus. Hal ini disebabkan data yang terkirim semuanya diterima dengan baik tanpa ada gangguan.

3. Pengujian Delay

Delay merupakan waktu tunda suatu data yang diakibatkan oleh proses transmisi dari titik asal menuju tujuannya. Delay dipengaruhi oleh jarak, media fisik,

congesti maupun proses yang memerlukan waktu cukup lama.

TABEL 9.
KATEGORI DELAY

Kategori	Delay (ms)	Indeks
Sangat Bagus	<150	4
Bagus	150 – 300	3
Sedang	300 – 450	2
Jelek	> 450	1

Perhitungan total *delay*:

Total Delay = jumlah seluruh delay perpaket

Total Delay = 83,634292 s

Perhitungan rata-rata *delay*:

$$\text{Rata - rata delay} = \frac{\text{total delay}}{\text{total paket diterima}}$$

$$\text{Rata - rata delay} = \frac{83,634292 \text{ s}}{674} = 0,12408649 \text{ s}$$

$$= 124,08649 \text{ ms}$$

Dari hasil perhitungan delay diperoleh nilai rata-rata delay sebesar 124,08649 ms. Menurut standar ETSI nilai tersebut termasuk kategori sangat bagus karena nilai kurang dari 150 ms. Hal ini dikarenakan waktu yang diperlukan suatu untuk diterima oleh tujuan tidak ada gangguan dan diterima dengan sangat bagus.

4. Pengujian Jitter

Jitter merupakan variasi dari delay antar paket yang terjadi pada jaringan. Apabila variasi delay dalam transmisi terlalu lebar, maka akan memengaruhi kualitas data yang ditransmisikan. Besarnya nilai jitter akan sangat dipengaruhi oleh variasi beban trafik dan besarnya tabrakan antar paket yang ada dalam jaringan.

TABEL 10.
KATEGORI JITTER

Kategori	Jitter (ms)	Indeks
Sangat Bagus	0	4
Bagus	0-75	3
Sedang	75-125	2
Jelek	125-225	1

Adapun cara menghitung *Jitter* yaitu:

$$\text{Total variasi delay} = ((\text{delay}2 - \text{delay}1) + (\text{delay}3 - \text{delay}2) + \dots + (\text{delay}n - \text{delay}(n - 1)))$$

$$\text{Total variasi delay} = 109,324 \text{ s}$$

$$\text{Jitter} = \frac{\text{total variasi delay}}{\text{total paket diterima}}$$

$$\text{Jitter} = \frac{109,324 \text{ s}}{674} = 0,1622 \text{ s} = 162,2 \text{ ms}$$

Dari hasil perhitungan jitter diperoleh nilai jitter sebesar 162,2 ms. Menurut standar ETSI hasil tersebut termasuk dalam kategori Jelek karena masuk pada rentang 125 ms sampai 225 ms. Hal ini disebabkan karena variasi delay dalam panjang antrian dan waktu pengolahan paket data yang tinggi, sehingga peluang terjadinya tumbukan antar paket tinggi menyebabkan nilai jitternya besar.

IV. KESIMPULAN

Sensor suhu MLX90614 menunjukkan keakuratan sensor mencapai 99,673%, dan sensor MAX30100 dengan akurasi sensor 99,407% dalam mengukur detak jantung serta

keakuratan sensor sebesar 99,382% dalam pengukuran kadar oksigen dalam darah. Pada pengujian Quality of Service (QoS) memperoleh nilai *throughput* sebesar 13,840 Kbps, *packet loss* 0%, rata-rata *delay* 124,08649 ms dan *jitter* 162,2 ms.

REFERENSI

- [1] A. Yuriyanto, "PEDOMAN PENCEGAHAN DAN PENGENDALIAN CORONAVIRUS DISEASE (COVID-19)," 27 Maret 2020. [Online]. Available: https://infeksiemerging.kemkes.go.id/download/REV-04_Pedoman_P2_COVID-19_27_Maret2020_TTD1.pdf. [Använd 23 Desember 2020].
- [2] R. H. Yoga Perdana, N. Hidayati, A. W. Yulianto, V. Al Hadid Firdaus, N. N. Sari and D. Suprianto, "Jig Detection Using Scanning Method Base On Internet Of Things For Smart Learning Factory," 2020 IEEE International IOT, Electronics and Mechatronics Conference (IEMTRONICS), 2020, pp. 1-5.
- [3] A. Nurbaeti, M. Kusumawardani, and H. Darmono, "Design and Build a Coffee Bean Dryer Based on Internet Of Things", Jurnal Jaringan Telekomunikasi, vol. 11, no. 2, pp. 74-80, Jun. 2021.
- [4] A. Zamahuri, "Automatic Control System for Swallow's Nest Cultivation Using the Internet of Things", Jurnal Jaringan Telekomunikasi, vol. 9, no. 4, pp. 8-12, Dec. 2019.
- [5] Taufik, M., Hudiono, H., Rakhmania, A. E., Perdana, R. H. Y., & Sari, A. S. (2021). An Internet of Things Based Intercity Bus Management System for Smart City. International Journal of Computing and Digital Systems, 10.
- [6] R. H. Y. Perdana, Hudiono, M. Taufik, A. E. Rakhmania, R. M. Akbar, and Z. Arifin, "Hospital queue control system using Quick Response Code (QR Code) as verification of patient's arrival," Int. J. Adv. Comput. Sci. Appl., vol. 10, no. 8, 2019.
- [7] A. Saidah, "Design of Prototype System for Temperature and Humidity Control in Flour Storage", Jurnal Jaringan Telekomunikasi, vol. 5, no. 2, pp. 59-64, Nov. 2017.
- [8] H. Hudiono, M. Taufik, R. H. Y. Perdana, and W. R. Rohmah, "Design and implementation of centralized reading system on analog postpaid water meter," in IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2020, vol. 732, no. 1.