



Analisis kinerja sistem *telehealth* untuk monitoring tanda vital berbasis Ubidots

Mina Naidah Gani¹, Ginanjar Suwasono Adi^{2*}, Salsabila Fitri Yasyfa³

^{1,3}Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bandung

Jl. Gegerkalong Hilir Ds. Ciwaruga Mailbox 1234, Bandung 40012, Indonesia

²Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Malang

JL. Soekarno Hatta No. 9, Malang 65141, Jawa Timur, Indonesia

¹mina.naidah@polban.ac.id, ^{2*}ginanjar.adi@polinema.ac.id, ³salsabila.fitri.tkom20@polban.ac.id

ABSTRAK

Dalam bidang medis, faktor utama yang menentukan kesehatan adalah pemeriksaan tanda vital seperti suhu tubuh, denyut nadi, saturasi oksigen, dan tekanan darah. Pemeriksaan tanda vital merupakan langkah awal dalam memantau kondisi kesehatan pasien serta mendeteksi masalah medis. Pada penelitian sebelumnya beberapa pengembangan sistem pengukuran tanda vital menggunakan teknologi *Internet of Things* (IoT) telah dilakukan. Namun demikian, masih jarang penelitian yang secara khusus menganalisis kinerja sistem yang dibangun dari perspektif *Quality of Service* (QoS). Penelitian ini mengusulkan suatu sistem *telehealth* untuk memantau tanda vital sebagai peringatan dini indikator kesehatan, sehingga pengguna atau pihak terkait dapat memeriksa nilai-nilai tanda vital itu secara mandiri. Penelitian ini memanfaatkan teknologi IoT yang terintegrasi dengan platform Ubidots untuk menyimpan catatan kesehatan pengguna. Aplikasi WhatsApp juga dimanfaatkan dalam sistem ini untuk mengirimkan pemberitahuan mengenai kondisi nilai tanda vital jika pengguna berada dalam keadaan tidak normal sesuai dengan standar yang berlaku. Hal ini bertujuan untuk memberikan informasi mengenai kondisi pengguna agar mereka dapat segera mendapatkan bantuan medis jika diperlukan. Dari 20 sampel pengujian yang terdiri dari 5 laki-laki dan 15 perempuan dengan rentang umur 21-62 tahun, sistem ini menghasilkan keakuratan pendeteksian tanda vital BPM dan SpO₂ masing-masing sebesar 97,5% dan 98,77%, hasil keakuratan alat pengukur suhu tubuh sebesar 97,01%, serta hasil keakuratan alat pengukur tekanan darah 85,61% dan 84,75% untuk pendeteksian sistolik dan diastolik. Berdasarkan standar TIPHON untuk pengujian QoS dari sistem *telehealth* ini dapat dikategorikan Sangat Bagus karena memiliki nilai *packet loss* sebesar 0% dengan rata-rata *delay* selama 14,11 milidetik.

Kata kunci: IoT, QoS, tanda vital, *telehealth*, Ubidots

ABSTRACT

In the medical field, vital signs like body temperature, hearth rate, oxygen saturation, and blood pressure are crucial indicators of health. Monitoring these signs is the initial step in assessing a patient's well-being and identifying medical issues. While past research has explored IoT-based vital sign measurement systems, only few studies focus on the reliability from a Quality of Service (QoS) standpoint. This research proposes a telehealth system that utilizes IoT technology, integrated with the Ubidots platform for health record storage. The system leverages WhatsApp for notifying users or relevant parties about abnormal vital sign conditions, following established standards. This aims to provide information about the user's condition so that they can immediately get medical assistance if needed. Based on 20 test samples consisting of 5 men and 15 women with an age range of 21-62 years; this system produces an accuracy of detecting BPM and SpO₂ vital signs of 97.5% and 98.77%, respectively, the accuracy of the temperature measuring device is 97.01%, and the results of the accuracy of the blood pressure measuring device are 85.61% and 84.75% for the detection of systolic and diastolic. Based on the TIPHON standard for QoS testing of this telehealth system, it can be categorized as Very Good because it has a packet loss value of 0% with an average delay of 14.11 milliseconds.

Keywords: IoT, QoS, vital sign, *telehealth*, Ubidots

1. PENDAHULUAN

Dalam bidang medis, pemeriksaan fisik atau klinis ialah suatu prosedur yang dilakukan oleh tenaga medis guna memeriksa tubuh pasien dengan tujuan mengidentifikasi tanda-tanda klinis penyakit. Hasil dari pemeriksaan ini akan dicatat dalam rekam medis, yang sangat berperan dalam

proses diagnosis dan perencanaan perawatan pasien. Berdasarkan petunjuk yang diperoleh, para tenaga medis dapat menyusun suatu diagnosis diferensial, yakni daftar kemungkinan penyebab gejala penyakit yang dialami oleh pasien [1]. Dalam tubuh manusia, terdapat beberapa indikator penting yang menunjukkan fungsi vital yang sangat penting diantaranya tekanan darah, suhu tubuh, saturasi oksigen, denyut nadi, dan laju pernafasan. Indikator vital ini memberikan nilai fungsional dari aspek fisiologis manusia yang dapat digunakan sebagai petunjuk untuk menilai kondisi kesehatan seseorang, baik dalam keadaan sehat maupun dalam keadaan sakit [2]. Menurut Johns Hopkins Medicine [3], tanda-tanda vital merujuk pada pengukuran fungsi dasar tubuh. Tanda-tanda vital ini bermanfaat dalam mendeteksi atau memantau masalah medis. Pengukuran tanda-tanda vital dapat dilakukan di pengaturan medis, di rumah, di lokasi darurat medis, atau di tempat lain yang berdasar pada sistem *telemedicine* atau *telehealth*. *Telemedicine* atau konsultasi *online* didefinisikan oleh *American Academy of Family Physicians* [4] sebagai praktik pelayanan kesehatan yang menggunakan teknologi untuk memberikan layanan jarak jauh. Dalam hal ini, seorang dokter yang berada di satu lokasi menggunakan teknologi komunikasi untuk memberikan layanan kepada pasien yang berada di tempat lain. Di sisi lain, *telehealth* adalah layanan kesehatan jarak jauh yang mencakup berbagai jenis layanan, sedangkan *telemedicine* khusus merujuk pada layanan klinis jarak jauh. *Telehealth* mencakup layanan non-klinis seperti pendidikan medis berkelanjutan, pendidikan kesehatan masyarakat, pertemuan administratif, dan berbagi informasi elektronik yang mendukung penilaian, diagnosis, konsultasi, pengobatan, pendidikan, dan manajemen perawatan. *World Health Organization* (WHO) menjelaskan tujuan dari *telemedicine* atau *telehealth* ini untuk memberikan dukungan klinis, mengatasi kendala geografis dan jarak, melibatkan penggunaan berbagai jenis perangkat teknologi informasi, serta bertujuan meningkatkan kesehatan masyarakat.

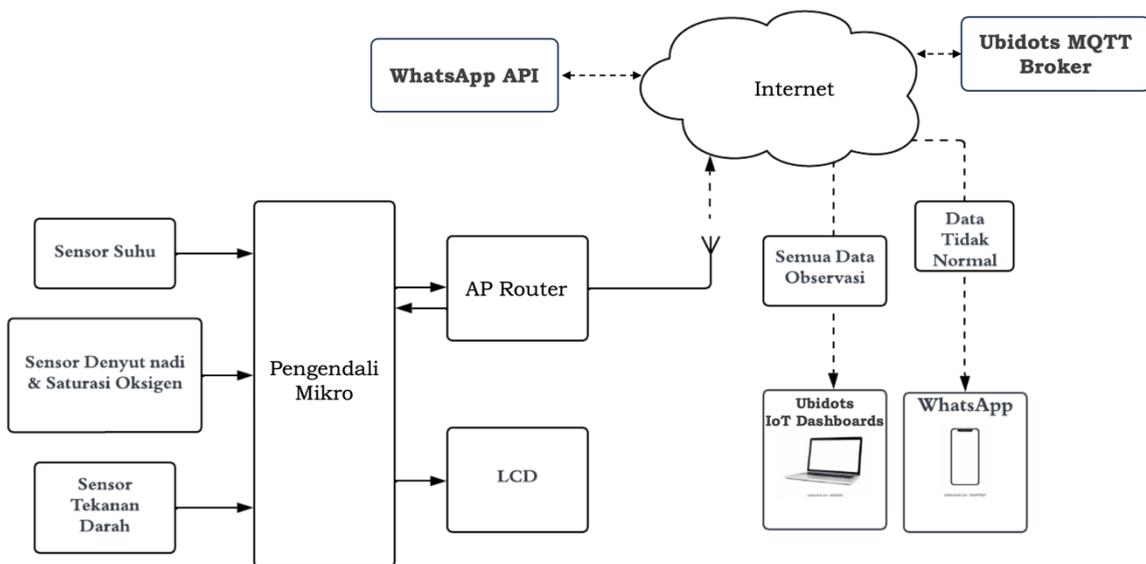
Penelitian dalam beberapa tahun terakhir telah fokus pada pemantauan tanda-tanda vital menggunakan sistem *telehealth* dan teknologi *Internet of Things* (IoT) [1], [2], [5]-[10]. Melalui penelitian ini, para ahli telah mengembangkan metode dan sistem yang mengintegrasikan sensor-sensor yang terhubung melalui jaringan telekomunikasi dan IoT untuk memantau tanda-tanda vital pasien secara efektif. Meskipun beberapa studi telah dilakukan untuk memahami bagaimana pembacaan sensor bekerja dalam konteks tanda-tanda vital dengan memanfaatkan IoT, belum ada penelitian yang secara khusus menganalisis kinerja sistem yang dibangun dari perspektif *Quality of Service* (QoS). Di mana QoS ini merupakan aspek penting dalam mengevaluasi performa suatu sistem, termasuk tingkat ketersediaan, keandalan, dan *delay* pada proses transfer data. Pengujian kinerja sistem dari sisi QoS menjadi sangat penting dalam konteks pemantauan tanda-tanda vital. Hal ini bertujuan untuk memastikan bahwa sistem yang digunakan mampu memberikan layanan yang konsisten dan dapat diandalkan dalam mengumpulkan, mentransmisikan, dan menganalisis data tanda-tanda vital pasien. Dengan menguji sistem dari perspektif QoS, kita dapat mengevaluasi apakah sistem tersebut mampu beroperasi dengan baik secara konsisten, memberikan informasi yang akurat dan tepat waktu kepada petugas medis atau pihak terkait. Oleh karena itu, penting untuk melakukan penelitian yang lebih mendalam dalam analisis kinerja sistem pemantauan tanda-tanda vital berbasis *telehealth* dan IoT dari sisi QoS. Dengan memastikan sistem ini dapat diandalkan, kita dapat memperoleh kepercayaan dalam manfaat untuk memberikan layanan kesehatan jarak jauh yang efektif dan aman kepada pasien.

Berdasarkan bahasan dan permasalahan yang telah dibahas, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan suatu sistem berbasis *Internet of Things* (IoT) yang memungkinkan pengguna/pasien memeriksa tanda-tanda vital secara mandiri dan dipantau secara *real-time* melalui platform Ubidots yang terintegrasi dengan WhatsApp. Alat ini memberikan notifikasi peringatan awal jika terdeteksi kondisi kesehatan abnormal, dan secara otomatis mengirimkan notifikasi melalui WhatsApp kepada pengguna, penanggung jawab pasien, atau tenaga medis terkait. Pengguna dapat mengontrol pemantauan kesehatan mereka sendiri sambil tetap terhubung dengan tenaga medis melalui WhatsApp, memungkinkan tindakan yang cepat dan tepat dalam menangani kondisi kesehatan yang abnormal. Alat ini mewakili inovasi dalam *telehealth* dengan menggabungkan teknologi IoT dan WhatsApp untuk pemantauan mandiri dan peringatan dini kepada pengguna/pasien serta melibatkan tenaga medis terkait.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Rancangan Sistem

Diagram blok sistem keseluruhan dari sistem yang diusulkan direpresentasikan pada Gambar 1. Terdapat tiga sensor sebagai input pembacaan tanda vital yang diamati, diantaranya sensor suhu MLX90614, sensor denyut nadi (BPM) dan saturasi oksigen (SpO2) MAX30100, dan sensor tekanan darah (mmHg) HX710B. Ketiga sensor tersebut terhubung dengan pengendali mikro Arduino Uno yang nantinya akan dilakukan pengolahan data. Semua hasil pembacaan data tanda vital akan dikirimkan melalui AP router menggunakan modul ESP8266 ke server Ubidots menggunakan protokol MQTT agar data pengamatan dapat ditampilkan pada dashboard server tersebut. Selain melakukan pengiriman data pembacaan sensor, sistem ini juga dapat menampilkan data hasil pengamatan pada layar LCD yang tersedia. Jika hasil pengukuran menunjukkan hasil tidak normal yang mengacu pada nilai variabel di Tabel 1, maka pengguna atau pihak terkait akan mendapatkan notifikasi sesuai dengan nomor kontak WhatsApp yang didaftarkan pada sistem. Variabel tanda-tanda vital beserta kategori nilai normal dan tidak normal ditunjukkan pada Tabel 1. yang merujuk pada *Goldman-Cecil Medicine* [11].



Gambar 1. Diagram blok sistem keseluruhan

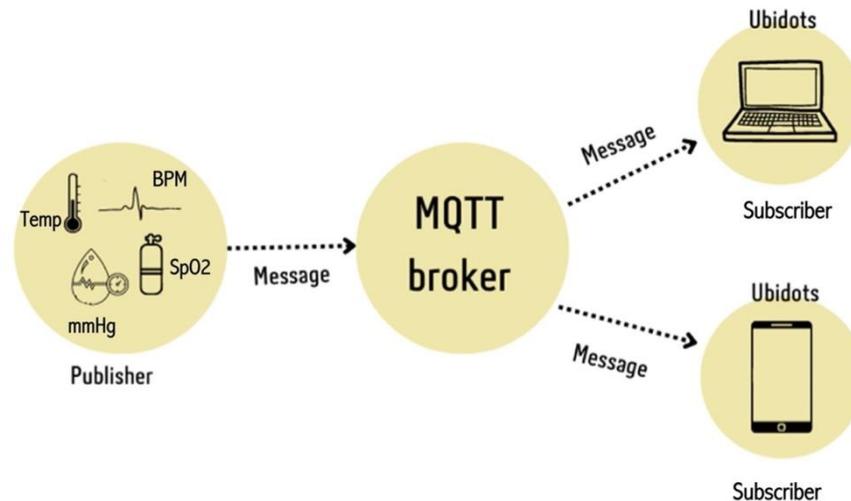
Tabel 1. Variabel data tanda-tanda vital [11]

Kategori	Normal	Tidak Normal
Suhu	35°C – 38° C	< 35°C > 38°C
Denyut Nadi	60 – 100 denyut/menit	< 60 denyut/menit > 100 denyut menit
Saturasi Oksigen	95-100%	< 95%
Tekanan Darah Sistolik	90 - 130 mmHg	< 90 mmHg > 130 mmHg
Tekanan Darah Diastolik	60-90 mmHg	< 60 mmHg > 90mmHg

2.2 Server Ubidots

Ubidots merupakan platform IoT yang menyediakan server untuk mengelola dan menganalisis data sensor dari perangkat yang terhubung. Pengguna dapat menghubungkan perangkat IoT ke server Ubidots menggunakan protokol komunikasi seperti *Message Queuing Telemetry Transport* (MQTT) atau *Hypertext Transfer Protocol* (HTTP). Setiap perangkat yang terhubung memiliki token akses unik yang digunakan untuk mengautentikasi dan mengirim data. Perangkat yang terhubung akan mengirimkan data sensor secara berkala ke server Ubidots pada proses akuisisi data. Pada penelitian

ini, data yang dikirim adalah suhu tubuh, denyut nadi, saturasi oksigen, serta tekanan darah sistolik dan diastolik. *Server* Ubidots juga menyediakan berbagai fitur visualisasi yang memungkinkan pengguna untuk melihat data dalam bentuk grafik yang nantinya dapat berfungsi untuk mengamati data historis tanda vital pengguna yang dapat dijadikan acuan analisis oleh tenaga medis. Selain itu Ubidots dapat diintegrasikan dengan berbagai layanan pihak ketiga seperti aplikasi ponsel, di mana pada sistem yang diusulkan aplikasi WhatsApp digunakan untuk mengirimkan pemberitahuan kepada pihak terkait. Secara keseluruhan, *server* Ubidots berfungsi sebagai sentral untuk mengumpulkan, menyimpan, menganalisis, dan mengelola data sensor dari perangkat IoT yang terhubung. Hal ini memungkinkan pengguna untuk memantau, mengontrol, dan mengoptimalkan sistem IoT yang dibuat agar lebih efisien.

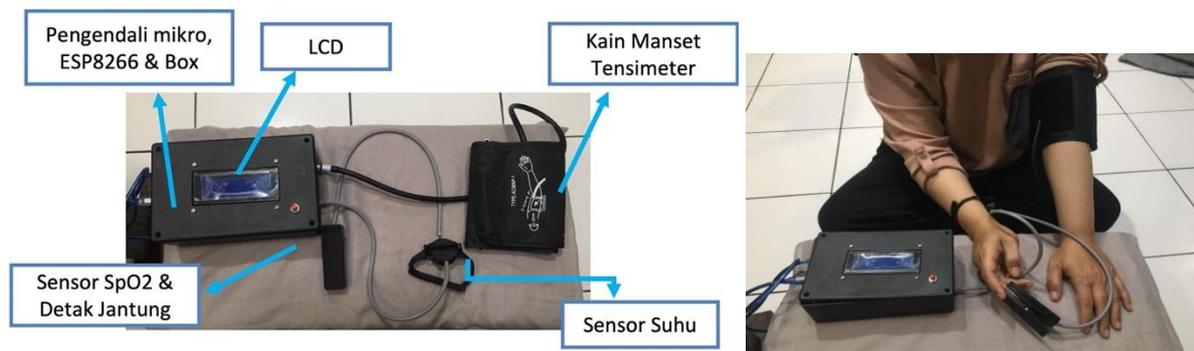


Gambar 2. Diagram MQTT Sistem yang diusulkan

Protokol yang digunakan pada penelitian ini ialah MQTT di mana protokol ini berfungsi untuk mentransmisikan data di atas lapisan *Transmission Control Protocol/Internet Protocol* (TCP/IP) yang dirancang untuk digunakan pada jaringan dengan sumber daya terbatas, terutama pada perangkat IoT [8]. Adapun protokol MQTT pada sistem yang diusulkan ditunjukkan pada Gambar 2. Dalam sistem ini, ada tiga entitas utama yaitu *publisher*, *subscriber*, dan *broker*. *Publisher* ialah cara suatu perangkat mengirimkan data ke *subscriber* dengan menggunakan *topic* tertentu yang berfungsi untuk pengelompokan informasi atau data dalam suatu kategori khusus. Pada penelitian ini data *publisher* yang dikirim ialah nilai BPM, SpO2, Suhu, dan mmHg (Sistolik dan Diastolik). Informasi data *publisher* ini kemudian dikelola oleh *broker* (*server* Ubidots) untuk diteruskan ke *subscriber* (*end users*). Untuk menganalisa kinerja sistem IoT dilakukan pengambilan data dan analisis QoS dengan parameter *packet loss* dan *delay* untuk mengetahui kualitas layanan jaringan menurut standar TIPHON [12]. Gambar 2 menunjukkan diagram MQTT yang digunakan pada sistem yang diusulkan.

2.3 Realisasi Pengemasan Alat

Gambaran realisasi kemasan alat yang ditunjukkan pada Gambar 3 (kiri). Sistem ini terdiri dari kemasan box yang berisi komponen yang digunakan yaitu pengendali mikro dan rangkaian pendukung, pompa udara (motor DC), *solenoid valve*, dan sensor HX710B. Pada bagian atas box terdapat LCD I2C 20x4 untuk menampilkan hasil data secara *real time* yang didapatkan dari hasil pengukuran tanda-tanda vital pengguna. Pada bagian pinggir box terdapat dua lubang, satu lubang digunakan untuk antarmuka dan pengkabelan sensor suhu (MLX90614) yang digunakan pada pergelangan tangan dan sensor denyut nadi/BPM beserta saturasi oksigen/SpO2 (MAX30100) yang dipasang pada jari tangan. Kemudian untuk lubang lainnya digunakan untuk antarmuka selang udara kain manset yang digunakan pada lengan kiri bagian atas pengguna. Pada Gambar 3 (kanan) menunjukkan situasi pengujian dan pemasangan alat pada pengguna.



Gambar 3. Realisasi pengemasan alat (kiri) dan situasi pengujian (kanan)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pemodelan dan Pengujian Kinerja Sensor

Sampel uji pengguna pada penelitian ini terdiri dari 5 pria dan 15 wanita tanpa komorbid dengan rentang umur remaja akhir (17-25 Tahun) sampai dengan lansia akhir (56-65 Tahun) seperti yang dituangkan pada Tabel 2. Pengujian dilakukan pada ruangan yang terdapat jaringan WiFi yang dapat terhubung ke *internet* ketika pengguna melakukan tes kesehatan mandiri.

Tabel 2. Sampel berdasarkan jenis kelamin dan umur

No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Jenis Kelamin	P	P	L	P	P	P	P	P	P	L	P	P	P	L	P	P	P	L	P	L
Umur (Tahun)	31	31	45	50	31	59	40	26	44	43	41	27	42	34	61	52	21	58	21	22

Pembacaan luaran sensor berdasarkan *factory calibrated* masih memiliki *error* yang cukup besar terhadap alat ukur referensi, maka dilakukan kalibrasi sensor menggunakan regresi linier untuk meningkatkan akurasi pembacaan sensor pada sistem yang diusulkan menggunakan persamaan (1).

$$y = a + bx \tag{1}$$

di mana y merupakan variabel dependen/*output* pembacaan sensor yang ingin diprediksi, x merepresentasikan variabel independen/*input* parameter ADC sensor yang dibaca oleh pengendali mikro yang digunakan untuk memprediksi nilai y , a adalah *intercept* atau nilai konstan dari garis regresi pada sumbu vertikal, yaitu nilai y ketika $x = 0$, dan b menunjukkan nilai koefisien regresi yang menggambarkan perubahan nilai y yang terkait dengan perubahan satu unit yang dipengaruhi oleh nilai x . Proses kalibrasi ulang ini dilakukan dikarenakan pembacaan luaran sensor berdasarkan *factory calibrated* masih memiliki *error* yang cukup besar terhadap alat ukur referensi.

Tabel 3. Perbandingan sensor dengan referensi alat yang digunakan

No	Sensor	Ground Truth (Referensi)
1	MAX30100	Oximeter [13]
2	MLX90614	Thermogun [14]
3	HX710B	Tensimeter digital [15]

Pada proses kalibrasi ini digunakan masing-masing sampel acak sebanyak 120 sampel untuk setiap data sensor agar mendapatkan model regresi linier yang mampu memprediksi hasil luaran sensor dengan baik. Adapun perangkat yang kita gunakan sebagai *ground truth* atau referensi untuk masing-masing sensor ditunjukkan pada Tabel 3. Hasil dari pemodelan regresi linier masing-masing

sensor ditunjukkan pada formula (2), (3), (4), dan (5) untuk MAX30100 (BPM), MAX30100 (SpO₂), MLX90614 (suhu), dan HX710B (tekanan darah).

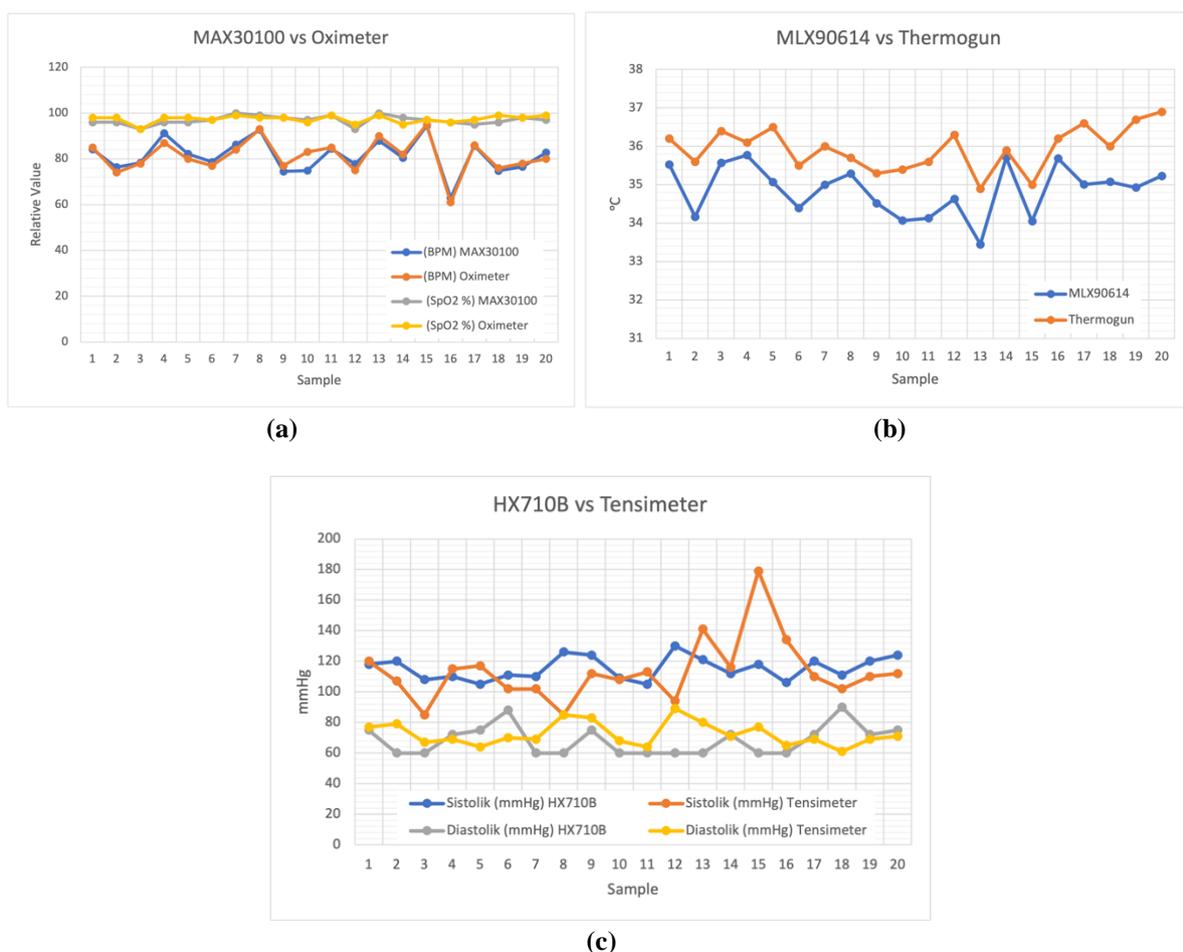
$$y = 0.135x + 71.348 \quad (2)$$

$$y = 0.392x + 92.994 \quad (3)$$

$$y = 0.1849x + 29.265 \quad (4)$$

$$y = 0.1162x + 20.356 \quad (5)$$

Agar terjadi sinkronisasi pada saat pengujian, analisa perbandingan performa sistem yang dibuat dengan alat referensi yang digunakan dilakukan dengan cara merekap pembacaan sesaat sensor dari pengendali mikro via komunikasi serial yang disimpan otomatis pada file excel. Grafik hasil pengujian pembacaan sensor yang dibandingkan dengan referensi alat yang digunakan ditunjukkan pada Gambar 4 di mana untuk setiap grafik sumbu x merepresentasikan sampel yang diuji sesuai dengan Tabel 2. Perbandingan pengujian sensor MAX30100 dengan Oximeter yang direpresentasikan pada Gambar 4(a), merupakan hasil pengujian untuk pembacaan denyut nadi (garis warna biru dan oranye untuk BPM) dan saturasi oksigen (garis warna abu-abu dan kuning untuk SpO₂). Berdasarkan dari pengujian yang telah dilakukan didapatkan % *error* sebesar 2,5% untuk sistem pendeteksi denyut nadi (BPM) dan 1,23% untuk sistem pendeteksi saturasi oksigen (SpO₂). Sedangkan untuk akurasi sistem yang dihasilkan adalah 97,5% dan 98,77% untuk masing-masing sistem pendeteksian BPM dan SpO₂.

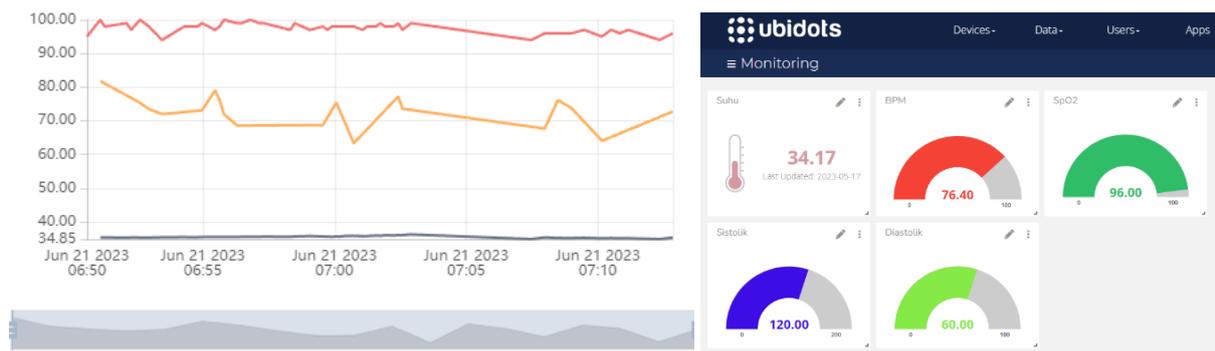


Gambar 4. Grafik hasil pengujian pembacaan sensor vs referensi alat yang digunakan: (a) MAX30100 vs Oximeter, (b) MLX90614 vs. Thermogun, dan (c) HX710B vs. Tensimeter

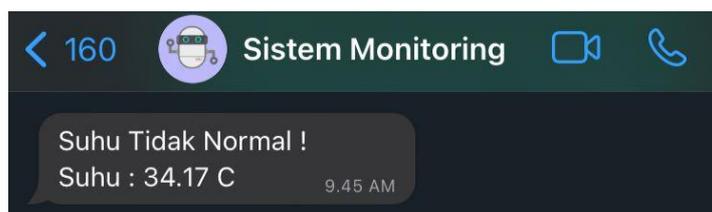
Pengujian pada sensor MLX90614 yang ditunjukkan pada Gambar 4 (b), menghasilkan rata-rata % *error* dan akurasi terhadap referensi thermogun yang digunakan masing-masing sebesar 2,99% dan 97,01%. Sedangkan untuk pengujian sistem tekanan darah yang diusulkan, Gambar 4 (c) menggambarkan dua parameter pengujian sistolik untuk garis warna biru dan oranye serta hasil pengujian sampel diastolik yang direpresentasikan oleh garis warna abu-abu dan kuning. Performa sensor HX710B pada sistem yang diusulkan menghasilkan rata-rata % *error* sebesar 14,39% dan akurasi sebesar 85,61% untuk pendeteksian sistolik dari 20 sampel yang ada. Pada pendeteksian diastolik, sistem yang dibuat mampu menghasilkan rata-rata % *error* dan akurasi masing-masing sebesar 15,25% dan 84,75%.

3.2 Hasil Pengujian Ubidots

Gambar 5 merupakan hasil pengujian pada Ubidots dari sampel nomor 2 (wanita umur 31 tahun). Grafik sebelah kiri pada Gambar 5 memperlihatkan hasil monitoring BPM dan SpO₂ yang telah dilakukan berdasarkan fungsi waktu agar pengguna atau pihak terkait dapat memantau atau menganalisis tingkat kesehatannya secara berkala. Sedangkan *widget* pada sisi kanan Gambar 5 memperlihatkan hasil dari kegiatan pengujian untuk pembacaan semua tanda vital yang dilakukan secara *real-time*. Jika ada tanda vital yang terdeteksi tidak normal oleh sistem *telehealth*, maka *server* Ubidots yang terhubung dengan aplikasi WhatsApp akan mengirimkan notifikasi hasil pendeteksian kepada nomor yang didaftarkan di sistem sehingga pengguna dapat melakukan pengecekan medis lebih lanjut. Gambar 6 menunjukkan notifikasi pembacaan suhu yang tidak normal dari sampel nomor 2.



Gambar 5. Grafik dan *widget* pada Ubidots IoT dashboards



Gambar 6. Notifikasi WhatsApp ketika terdeteksi tanda vital yang tidak normal

3.3 Hasil Pengujian QoS

Pengujian QoS dilakukan secara bolak-balik dari *node publisher* yang berada di jaringan *intranet* ke *node message broker* Ubidots di sisi jaringan *internet*. Dari beberapa parameter QoS yang ada untuk menganalisis ketersediaan dan kinerja sistem yang diusulkan, ada dua parameter terpenting yang diamati yaitu *delay* yang ditunjukkan di persamaan (6) dan *packet loss* pada persamaan (7). Pengukuran QoS pada protokol MQTT Ubidots yang dianalisis menggunakan platform Wireshark dikategorikan sesuai standar TIPHON yang tertera pada Tabel 4.

$$Packet Loss = \left(\frac{data\ dikirim - data\ diterima}{data\ dikirim} \right) \times 100\% \quad (6)$$

$$\text{Rata - Rata Delay} = \frac{\text{Total delay}}{\text{Jumlah data yang diterima}} \quad (7)$$

Tabel 4. Standar parameter QoS pada TIPHON [12]

Nilai	Delay	Packet Loss	Indeks
Sangat Bagus	< 150 ms	0%	4
Bagus	150 s.d 300 ms	3%	3
Sedang	300 s.d 450 ms	15 %	2
Tidak Bagus	> 450 ms	25 %	1

Statistics

Measurement	Captured	Displayed	Marked
Packets	1081	1081 (100.0%)	—
Time span, s	69.624	69.624	—
Average pps	15.5	15.5	—
Average packet size, B	531	531	—
Bytes	574460	574460 (100.0%)	0
Average bytes/s	8250	8250	—
Average bits/s	66 k	66 k	—

Gambar 7. Hasil pengujian QoS protokol MQTT pada platform Wireshark

Pada analisis QoS protokol MQTT dilakukan pengamatan selama 69.624 detik dengan paket data yang dikirim sebanyak 1081 data seperti yang ditampilkan pada Gambar 7 dengan box warna merah. Selama durasi pengamatan ini dari 1081 data yang dikirim (*captured*), semua data diterima dengan baik di sisi penerima (*displayed*). Sehingga berbasis persamaan (6) dapat dikalkulasi *packet loss* yang terjadi selama pengamatan ini sebesar 0%. Selanjutnya, dari sampel pengamatan QoS yang telah dilakukan didapatkan total *delay* selama 15263,49 detik dari 1081 data yang diterima. Sehingga dengan memanfaatkan persamaan (7) diperoleh rata-rata *delay* selama 14,11 milidetik. Oleh karena itu, berdasarkan standar TIPHON yang digunakan sebagai acuan pengujian QoS pada sistem *telehealth* yang telah dibuat dapat dikategorikan Sangat Bagus untuk masing-masing parameter *packet loss* dan *delay*.

4. KESIMPULAN

Pada penelitian ini sistem *telehealth* untuk monitoring tanda vital berbasis Ubidots telah diuji baik dari sisi performa pendeteksian tanda vital dan juga QoS sistem yang telah dibuat. Dalam sistem ini, pendeteksi denyut nadi (BPM) dan saturasi oksigen (SpO2) memiliki % *error* sebesar 2,5% dan 1,23% serta akurasi sistem sebesar 97,5% dan 98,77%. Pendeteksian sistolik memiliki % *error* sebesar 14,39% dan akurasi sistem sebesar 85,61%. Sementara pendeteksi diastolik memiliki % *error* sebesar 15,25% dan akurasi sistem sebesar 84,75%. Kemudian hasil pada penggunaan platform Ubidots dan notifikasi WhatsApp berjalan sesuai dengan fungsinya. Pada pengamatan QoS tidak terjadi *packet loss* yang berarti data berhasil dikirimkan tanpa kehilangan data pada proses pengiriman. Selain itu, terdapat rata-rata *delay* sebesar 14,11 milidetik dari 1081 data yang diterima. Berdasarkan standar TIPHON yang digunakan sebagai acuan pengujian QoS sistem *telehealth* ini dapat dikategorikan Sangat Bagus untuk masing-masing parameter *packet loss* dan rata-rata *delay* berdasarkan analisis pengujian yang telah dilakukan. Untuk pengembangan lebih lanjut, sistem *telehealth* yang telah dibuat dapat diintegrasikan dengan berbagai metode *machine learning* sebagai pengambilan keputusan atau prediksi dini gejala penyakit kronis atau akut berdasarkan parameter pendeteksian tanda vital.

REFERENSI

- [1] A. Amran, M. Subito, and A. Alamsyah, "Sistem Monitoring Tekanan Darah Dan Suhu Tubuh Berbasis Iot (Internet of Thing) Menggunakan Android," *Foristek*, vol. 10, no. 2, Mar. 2021.
- [2] A. S. W. W. I. Haris Isyanto, "Desain Alat Monitoring Real Time Suhu Tubuh, Detak Jantung dan Tekanan Darah secara Jarak Jauh melalui Smartphone berbasis Internet of Things Smart Healthcare,"

- RESISTOR (Elektronika Kendali Telekomunikasi Tenaga Listrik Komputer)*, vol. 5, no. 1, pp. 39-48, 2022.
- [3] “Vital Signs (Body Temperature, Pulse Rate, Respiration Rate, Blood Pressure),” *Vital Signs (Body Temperature, Pulse Rate, Respiration Rate, Blood Pressure) / Johns Hopkins Medicine*, Jun. 14, 2022. <https://www.hopkinsmedicine.org/health/conditions-and-diseases/vital-signs-body-temperature-pulse-rate-respiration-rate-blood-pressure>. [Accessed Desember 2022].
- [4] “Telehealth and Telemedicine,” *Telehealth and Telemedicine / AAFP*. <https://www.aafp.org/about/policies/all/telehealth-telemedicine.html>. [Accessed Januari 2023].
- [5] R. Widadi, “Telemonitoring Denyut Jantung Dan Suhu Tubuh Terintegrasi Android Smartphone Berbasis Internet of Things (IoT),” *ELE*, vol. 16, no. 1, pp. 102-109, Jan. 2022.
- [6] H. Isyanto, A. S. Wahid, and W. Ibrahim, “Desain Alat Monitoring Real Time Suhu Tubuh, Detak Jantung dan Tekanan Darah secara Jarak Jauh melalui Smartphone berbasis Internet of Things Smart Healthcare,” *RESISTOR*, vol. 5, no. 1, pp. 39-48, 2022.
- [7] I. Prayogo, R. Alfita, and K. A. Wibisono, “Sistem Monitoring Denyut Jantung Dan Suhu Tubuh Sebagai Indikator Level Kesehatan Pasien Berbasis Iot (Internet Of Thing) Dengan Metode Fuzzy Logic Menggunakan Android,” *Journal of Electrical and Computer Engineering TRIAC*, vol. 4, no. 2, Oct. 2017.
- [8] G. S. Adi, F. Satria, and K. Gumilar, “Sistem Pendeteksi Tekanan Darah dan Suhu Tubuh Portabel Menggunakan Protokol MQTT,” *JTERA*, vol. 6, no. 1, pp. 77-84, Jul. 2021.
- [9] M. A. Adrian, M. R. Widiarto, R. S. Kusumadiarti, “Health Monitoring System dengan Indikator Suhu Tubuh, Detak Jantung dan Saturasi Oksigen Berbasis Internet of Things (IoT),” *JURNAL PETIK*, vol. 7, no. 2, pp. 108-118, Sep. 2021.
- [10] S. Ratna, “Sistem Monitoring Kesehatan Berbasis Internet of Things (IoT),” *Al Ulum Jurnal Sains dan Teknologi*, vol. 5, no. 2, p. 83, May 2020.
- [11] L. Goldman and A. I. Schafer, *Goldman-Cecil Medicine*. Saunders, 2015.
- [12] *Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks (TIPHON); General aspects of Quality of Service (QoS)*, TR 101 329., v2.1.1., Valbonne - FRANCE: European Telecommunications Standards Institute, 1999.
- [13] “Fingertip MD300C2 Pulse Oximeter,” [Online]. Available: <https://www.maxtec.com/product/analysis/pulse-oximeters/md300-c2-pulse-oximeter/> [Accessed Februari 2023].
- [14] “Infrared Thermometer (IT-122) | Sinji,” [Online]. Available: <https://www.sinjiproducts.com/products/infrared-thermometer-it-122>. [Accessed Februari 2023].
- [15] “Tensimeter Digital dengan Suara TensiOne 1A OneMed,” [Online]. Available: <https://onemedstore.id/products/tensimeter-digital-dengan-suara-tensione-1a-onemed>. [Accessed Februari 2023].

