

# Analisis Performa Jaringan Komunikasi Data pada Monitoring Detak Jantung (BPM) Menggunakan *Smartphone* Berbasis Wemos

## Analysis of Data Communication Network Performance on Hear Rate Monitoring (BPM) Using Wemos-Based Smartphone

Jessica Fajrian<sup>1</sup>, Achmad Zuchriadi <sup>\*-2</sup>, Fajar Rahayu<sup>3</sup>

<sup>123</sup>*Teknik Elektro, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta,  
Jl. Limo Raya, Limo, Kec. Limo, Depok, Jawa Barat, 16514, Indonesia*

<sup>\*-2</sup>Penulis Korespondensi: achmad.zp@upnvj.ac.id  
<sup>1</sup>jessica.fajrian@upnvj.ac.id, <sup>3</sup>fajarrahayu@upnvj.ac.id

Received on 02-01-2023, accepted on 01-07-2023, published on 21-07-2023

### Abstrak

Perkembangan teknologi mendorong adanya perubahan dalam aktivitas diberbagai bidang yang didukung dengan pertumbuhan internet diseluruh dunia. Saat ini banyak ditemukan inovasi baru dalam bidang kesehatan dengan menggunakan teknologi Internet of Things (IoT). Salah satunya adalah pemantauan detak jantung (BPM) dengan aplikasi pada smartphone. Pemantauan ini dilakukan secara real time dari sebuah alat pendeteksi (user) ke aplikasi pada smartphone (end user) melalui jaringan internet. Akan tetapi, pemantauan secara real time memungkinkan adanya keterlambatan pengiriman data atau bahkan data tidak terkirim yang disebabkan oleh jaringan sehingga hasil data yang diterima tidak optimal. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis performa suatu jaringan dari mikrokontroler yang mengirimkan data ke cloud. Jaringan yang digunakan dalam pengujian menggunakan jaringan internet seluler dengan dua provider yaitu Telkomsel dan Indosat. Teknik pengumpulan data ini dilakukan dengan melakukan pengujian jaringan yang berfokus pada parameter Quality of Service (QoS) yaitu delay, jitter, throughput, dan packet loss. Sehingga diharapkan dapat memberikan pertimbangan kepada user maupun end user dalam menggunakan alat monitoring detak jantung (BPM) diantara dua provider yang diuji. Hasil pengujian QoS pada sistem yang telah dibuat menunjukkan bahwa penggunaan jaringan telkomsel menghasilkan nilai yang lebih optimal berupa delay sebesar 268.076 ms dengan kategori sangat baik, jitter sebesar 0.4108 dengan kategori sangat bagus, throughput sebesar 7.464 Kbit/s dengan kategori buruk, dan packet loss sebesar 0% dengan kategori sangat baik. Pengujian tersebut dilakukan dengan menggunakan alat yang telah dibuat dan diuji oleh 30 objek hingga berhasil mengirimkan hasil BPM pada aplikasi MHA.

**Kata Kunci:** Pemantauan Detak Jantung (BPM), Quality of Service (QoS), Smartphone

### Abstract

Development of technology encourages changes in activity in various fields followed by the growth of the internet used around the world. Currently, there are many new innovations in the field of health with Internet of Things (IoT) Technology. One of them is heart rate monitoring with application on a smartphone. The monitoring was carried out by real time from the detector (user) to the smartphone application (end user) through internet network. However monitoring in real time may result in delays of data transmission or undelivered data caused by network so that the results cannot be optimal. Therefore, this research was conducted to analyze the performance a transmission data network from microcontroller to database. The network used in this research was cellular

internet network with two providers, namely Telkomsel and Indosat. The technique of collecting data was conducted by network test with the focus of parameter quality of service (QoS) such as delay, jitter, throughput and packet loss so that users and users could consider to use heart rate monitoring device between the two providers tested. The results of Quality of Service (QoS) test showed that the use of Telkomsel network was more optimal in the form of a delay, namely 268.076 ms, which belongs to very good category, jitter is 0.4108 which belongs to very good category throughput, is 7.464 Kbit/s which belongs to bad category, and packet loss is 0% which belongs to very good category. This QoS test was conducted using device that had been made and was tested by 30 objects until the application MHA read the BPM.

**Keywords:** Heart Rate Monitoring (BPM), Quality of Service (QoS), Smartphone

## I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi mengubah kehidupan manusia dalam melakukan aktivitas. Perkembangan teknologi tersebut didorong dengan adanya perkembangan internet diseluruh dunia. Pada akhir januari 2023, jumlah penggunaan internet di dunia mencapai 5,16 miliar yang mencakup 64,4% dari populasi dunia [1]. Penggunaan internet yang biasanya menghubungkan orang dengan orang, kini dapat digunakan untuk menghubungkan banyak hal. Hal yang dimaksud dapat berupa perangkat fisik yang dapat mentransfer data melalui internet atau yang biasa disebut teknologi Internet of Things (IoT). Teknologi IoT dapat ditemukan pada berbagai bidang salah satunya dalam bidang kesehatan.

Berdasarkan catatan Research and Market, secara global teknologi Internet of Things (IoT) dalam bidang kesehatan diproyeksikan mencapai USD 127.7 miliar pada tahun 2023 dengan perkiraan pertumbuhan CAGR 17.8% setiap tahunnya [2]. Pertumbuhan tersebut menunjukkan bahwa banyaknya perkembangan teknologi Internet of Things (IoT) dalam bidang kesehatan diseluruh dunia. Pertumbuhan tersebut didorong oleh meningkatnya pengeluaran perawatan kesehatan, meningkatnya kesadaran kesehatan, dan meningkatnya adopsi perangkat pintar. Teknologi IoT dalam bidang kesehatan ini tercipta karena kesehatan menjadi salah satu domain terpenting yang berdampak pada seluruh populasi global, sehingga dapat diharapkan dapat memberikan pelayanan kesehatan yang lebih efektif dan efisien.

Teknologi Internet of Things (IoT) dalam bidang kesehatan banyak ditemukan sebagai alat untuk memantau, melacak, merekam, dan mengirim data. Salah satunya memantau data tanda-tanda vital yang meliputi detak jantung atau yang biasa disebut Beat per Minute (BPM). Pemantauan BPM dengan teknologi Internet of Things (IoT) dapat dilakukan dengan menggunakan PC atau smartphone. Hasil pemantauan data BPM dapat diterima oleh end user secara real time melalui jarak jauh. Akan tetapi, tidak jarang juga ditemukan bahwa adanya data-data yang mengalami keterlambatan pengiriman atau bahkan data tidak terkirim. Hal tersebut dapat menyebabkan data yang diterima oleh end user menjadi tidak optimal.

Penyebab adanya keterlambatan pengiriman maupun data tidak terkirim dapat disebabkan karena adanya gangguan pada jaringan. Gangguan jaringan merupakan gangguan yang dapat disebabkan adanya ketidakstabilan sinyal yang digunakan. Saat ini, umumnya orang menggunakan jaringan khususnya jaringan internet untuk mengakses segala hal melalui jaringan seluler. Berdasarkan catatan Kompas yang dirangkum dari hasil survey Asosiasi Penyedia Jasa Internet Indonesia (APJII) mengungkapkan bahwa sebanyak 89.03 persen pengguna internet mengakses dengan ponsel atau tablet [3]. Pengujian ini dilakukan untuk menganalisis performa suatu jaringan dari alat monitoring BPM berbasis Wemos yang dapat mengirimkan data ke cloud mengacu pada parameter Quality of Service (QoS) yaitu delay, jitter, throughput, dan packet loss. Sehingga dapat memberikan pertimbangan kepada user maupun end user dalam menggunakan alat monitoring jarak jauh khususnya pada bidang kesehatan. Pengujian jaringan berdasarkan parameter Quality of Service (QoS) ini mengacu pada standarisasi TIPHON (Telecommunication and Internet Protocol Harmonization Over Network) yang diterbitkan oleh badan standar European Telecommunication Standards Institute (ETSI)

## II. KAJIAN PUSTAKA

### A. Wemos D1 Mini

Menurut Putri, D, M, 2017, Wemos merupakan modul board yang dapat bekerja dengan perangkat yang menggunakan konsep IoT mirip dengan Arduino. Wemos merupakan komponen yang dapat bekerja sendiri karena didalamnya sudah memiliki CPU yang dapat memprogram melalui port serial atau via *Over The Air*

(OTA) dan mengirimkan program secara *nirkabel*. Terdapat dua chipset yang ada pada Wemos yang digunakan sebagai pengelola utama yaitu ESP8266 dan chipset CH340. Chipset ESP8266 dapat menghubungkan mikrokontroler ke jaringan WiFi dan membuat koneksi TCP/IP dengan perintah yang sederhana. Chipset CH340 adalah *chipset* yang dapat mengubah USB menjadi serial *interface* [4].

Papan Pengembangan Wemos D1 Mini adalah mikrokontroler yang merupakan pengembangan dari Arduino dengan built-in ESP8266 yang menggunakan chip ESP8266 EX yang dapat beroperasi pada frekuensi hingga 10M/Hz dan memiliki konektivitas Wi-Fi. Wemos D1 mini berjalan pada 3.3 volt dan dapat digunakan melalui port mikro USB. Kabel mikro USB dapat dihubungkan ke 5 volt dan memberikan voltase yang diatur sebesar 3.3 volt. Papan Wemos D1 Mini memiliki pin output 3.3V atau 5V dan sebuah pin ground untuk menghubungkan ke perangkat lain. Terdapat satu pin converter analog-to-digital (A0), SPI (GPIO 12-15) dan komunikasi I2C (GPIO 4 dan 5), dan sembilan pin digital yang semuanya pin PWM kecuali GPIO 16. LED yang dihasilkan akan aktif bila terhubung ke pin D atau GPIO 2. Pin GPIO tidak dapat menangani tegangan 5V dan suplai arus maksimum pin adalah 12 mA [5].

## B. Pulse Heart Sensor

Pulse Heart Sensor dapat digunakan dengan meletakkan jari pada sensor untuk mendapatkan pembacaan detak jantung secara digital. Sensor detak jantung memiliki tiga pin untuk mengukur detak jantung dalam satu menit seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.3. Tiga pin tersebut ditetapkan sebagai ground, tegangan suplai 3V atau 5V dan pin data. Sensor tersebut berisi sirkuit inbuilt untuk memperkuat sinyal yang terdeteksi dan modul pengurangan kebisingan untuk mendapatkan sinyal dengan rasio sinyal terhadap kebisingan yang lebih baik. Jangkauan pengukuran sensor ini adalah 20-140 per menit dan bekerja dengan tegangan suplai 3-5 volt [6]. Prinsip pengoperasian sensor detak jantung didasarkan pada *photoplethysmography*. *Photoplethysmography* atau PPG adalah teknik pengukuran optik yang dapat mendeteksi perubahan volume darah pada jaringan mikrovaskular[7].

## C. Thingspeak

*Thingspeak* merupakan platform *open source* yang digunakan dalam pengaplikasian *Internet of Things* (IoT) dalam penyimpanan dan pengambilan data melalui internet [8]. Data tersebut ditampilkan dalam bentuk *channel* yang menggunakan kode untuk mengakses login atau API Key sebagai proses autentifikasinya [9].

## D. MIT APP Inventor

MIT APP Inventor merupakan wadah yang dapat memudahkan dalam pembuatan aplikasi sederhana dengan sedikit menggunakan bahasa pemrograman dalam bentuk visual berupa blok-blok [10]. MIT APP Inventor memiliki dua halaman yaitu halaman *designer* untuk membuat tampilan pada aplikasi *smartphone* dan halaman *blocks* untuk membuat program agar menjalankan aplikasi sesuai dengan tujuan yang diinginkan [11].

## E. Quality of Service

QoS merupakan metode pengukuran untuk mengetahui kondisi jaringan dan mendapatkan karakteristik atau sifat dari suatu servis [12], [13]. Pada sebuah pengolahan data QoS dapat dilakukan standarisasi dengan menggunakan standar TIPHON (*Telecommunication and Internet Protocol Harmonization Over Network*) yang dikeluarkan oleh ETSI [14][15]. Parameter QoS yang digunakan adalah *delay*, *jitter*, *throughput*, *packet loss*.

### 1. Delay

Delay merupakan selang waktu tempuh yang dibutuhkan dalam pengiriman data dari asal ke tujuan [16]. Delay dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti jarak, media, waktu proses, dll.

Tabel 1. Kategori Delay

Kategori Delay	Delay (ms)	Indeks
Sangat Baik	< 150 ms	4
Baik	150 ms s/d 300 ms	3
Cukup	s/d 450	2
Buruk	> 450 ms	1

Persamaan perhitungan *Delay*:

$$\text{Rata - Rata Delay} = \frac{\text{Total Delay}}{\text{Total Paket yang Diterima}} \quad (1)$$

## 2. Jitter

*Jitter* merupakan variasi delay atau selisih antara delay pertama dengan delay selanjutnya. Kualitas data yang ditransmisikan akan berpengaruh apabila variasi delay dalam transmisi terlalu lebar [12].

Tabel 2. Kategori Jitter

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

Persamaan perhitungan *Jitter*:

$$\text{Jitter} = \frac{\text{Total Delay}}{\text{Total Paket yang Diterima}} \quad (2)$$

Total variasi *delay* diperoleh dari penjumlahan:

$$(\text{delay } 2 - \text{delay } 1) + (\text{delay } 3 - \text{delay } 2) + \dots (\text{delay } n - \text{delay } (n - 1)) \quad (3)$$

## 3. Throughput

*Throughput* adalah bandwidth sebenarnya yang terukur pada suatu ukuran waktu tertentu dalam mengirimkan berkas atau data [12]. *Throughput* merupakan jumlah total kedatangan paket sukses yang diterima pada tujuan selama interval waktu tertentu dibagi oleh durasi interval waktu tersebut [17].

Tabel 3. Kategori Throughput

Kategori Throughput	Throughput	Indeks
Sangat Baik	> 2,1 Mbps	4
Baik	1200 Kbps – 2,1 Mbps	3
Cukup	700 – 1200 Kbps	2
Kurang Baik	338 – 700 Kbps	1
Buruk	0 – 338 Kbps	0

Persamaan Perhitungan *Throughput*:

$$\text{Throughput} = \frac{\text{Paket data diterima}}{\text{Lama pengamatan}} \quad (4)$$

## 4. Packet Loss

*Packet Loss* merupakan suatu parameter yang menggambarkan suatu kondisi yang menunjukkan jumlah total paket yang hilang dapat terjadi karena adanya tabrakan antar paket data (*collision*) dan perlambatan jalur paket data (*congestion*) pada jaringan [16].

Tabel 4. Kategori Packet Loss

Kategori Packet Loss	Packet Loss (%)	Indeks
Sangat Baik	0% - 2%	4
Baik	3% - 14%	3
Cukup	15% - 24%	2
Buruk	>25%	1

Persamaan Perhitungan *Packet Loss*:

$$\text{Packet Loss} = \frac{(\text{Paket data dikirim} - \text{Paket data diterima})}{\text{Paket data dikirim}} \times 100\% \tag{5}$$

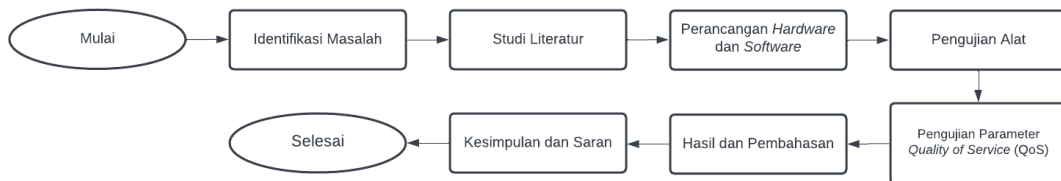
**F. Wireshark**

Wireshark merupakan salah satu perangkat lunak yang digunakan sebagai analisis kinerja jaringan serta melakukan control terhadap lalu lintas data. Pada hakikatnya, aplikasi ini bekerja dengan menangkap dan menampilkan informasi paket-paket data tersebut secara mendetail agar administrator lebih mudah dalam memantau dan menganalisis paket yang melalui, berada dan lewat dalam jaringan [17].

**III. METODE PENELITIAN**

**A. Alur Penelitian**

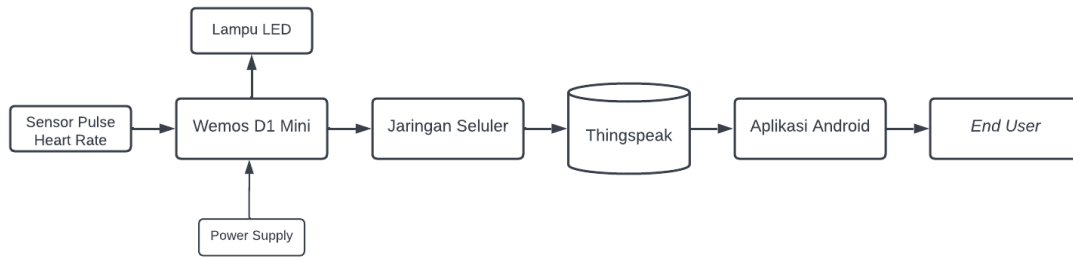
Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahap. Tahapan yang akan digunakan dalam penelitian ini, diuraikan dalam diagram alir (*flowchart*) yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka Berpikir Penelitian

Tahap pertama adalah melakukan identifikasi masalah yang dijadikan sebagai latar belakang dan tujuan dalam melakukan penelitian. Tahap kedua melakukan studi literatur. Tahap ini dilakukan untuk mengumpulkan, mempelajari, dan mengelolah rancangan terhadap performa jaringan komunikasi data berdasarkan parameter *Quality of Service* (QoS) dari proses pengiriman data atau hasil deteksi monitoring detak jantung (BPM). Tahap ketiga perancangan hardware dan software. Tahap ini diawali dengan perancangan perangkat keras dengan menggunakan beberapa komponen yang terlihat pada Gambar 3 Perancangan Hardware. Setelah itu, melakukan perancangan software yang terdiri dari perancangan pada *Thingspeak* dan MIT APP Inventor yang ditunjukkan pada Gambar 4a dan 4b. Tahap keempat Pengujian Alat. Pada tahap ini melakukan pengujian dengan memastikan bahwa alat perangkat keras telah mampu mengirimkan pembacaan deteksi detak jantung (BPM) hingga ke aplikasi pada android. Tahap kelima Pengujian parameter *Quality of Service* (QoS). Pada tahap ini pengumpulan data diambil dari hasil pengujian jaringan yang berfokus pada parameter *Quality of Service* (QoS) berupa *delay*, *jitter*, *throughput*, dan *packet loss* pada alat yang telah dibuat. Setelah pengumpulan data dari pengujian telah terkumpul, maka tahap selanjutnya akan melakukan analisis dan pembahasan yang kemudian mendapatkan suatu kesimpulan dari penggunaan jaringan pada alat yang telah dibuat berdasarkan standar TIPHON.

## B. Blok Diagram Sistem Monitoring BPM



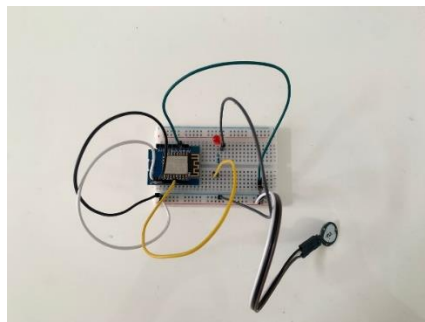
Gambar 2. Blok Diagram Sistem Monitoring BPM

Proses sistem monitoring dapat dilihat pada Gambar 2. diagram blok sistem monitoring BPM. Pengujian ini diawali dari Wemos D1 Mini sebagai mikrokontroler yang mendapatkan input daya yang akan menghidupkan seluruh komponen yang tersambung pada mikrokontroler. Setelah itu, sensor *pulse heart rate* melakukan deteksi detak jantung pada user yang ditunjukkan oleh lampu LED sebagai indikator terbacanya sensor. Hasil deteksi detak jantung (BPM) tersebut diteruskan dan diolah pada Wemos D1 Mini. Wemos D1 Mini mengirimkan hasil data yang telah diterima ke *thingspeak* sebagai tempat penyimpanan data secara *realtime* melalui konektivitas jaringan seluler. Kemudian, Aplikasi pada android akan menerima data BPM dari *thingspeak* secara terus menerus selama sensor mendapat input dari user yang kemudian menghasilkan output terbacanya hasil detak jantung (BPM) pada aplikasi di smartphone sebagai implementasi untuk *monitoring* oleh *end user*.

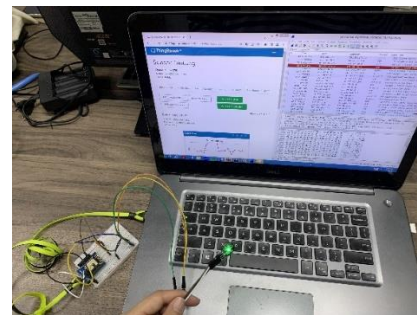
## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Hardware dan Software Monitoring Detak Jantung (BPM)

Alat monitoring yang digunakan ditunjukkan pada Gambar 3(a). Alat monitoring detak jantung tersebut dapat bekerja apabila Wemos telah dihubungkan dengan *power supply*. Setelah terhubung dengan *power supply*, sensor akan menyala seperti ditunjukkan oleh gambar 3(b). Kemudian, alat dapat digunakan untuk melakukan proses pengujian.



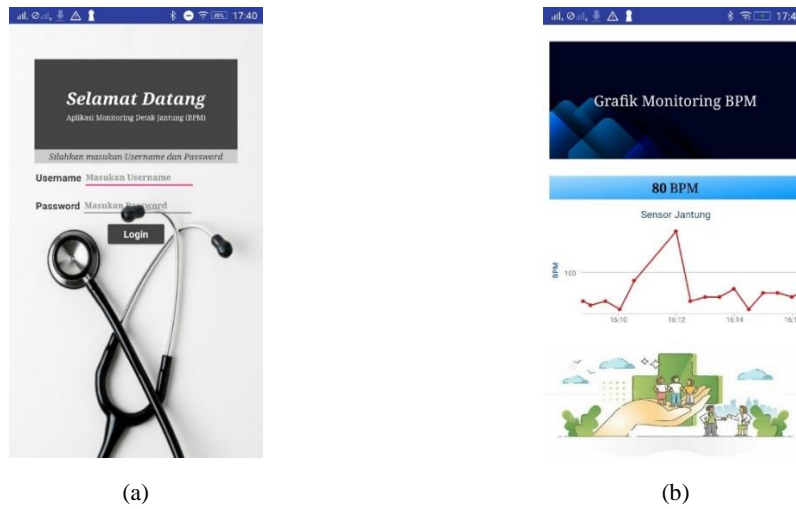
(a)



(b)

Gambar 3. Prototipe Alat Monitoring Detak Jantung (BPM) (a) Tidak terhubung Power Supply (b) Terhubung Power Supply

*Monitoring Heartbeat Application* (MHA) merupakan hasil aplikasi *smartphone* yang dirancang menggunakan MIT App Inventor. Aplikasi ini digunakan untuk melihat hasil pengukuran BPM oleh *end user*. Gambar 4(a) merupakan halaman *login* yang digunakan untuk mengakses aplikasi dengan cara memasukkan *username* dan *password*. Apabila data yang dimasukan telah sesuai maka akan dialihkan ke halaman berikutnya yaitu halaman monitoring (Gambar 4b). Halaman monitoring menampilkan hasil nilai BPM secara *real time*.



Gambar 41. Tampilan Aplikasi MHA (a) Halaman login (b) halaman monitoring

**B. Pengujian Alat**



Gambar 5. Proses Pengujian Alat

Pengujian alat BPM dilakukan untuk mengetahui sensor mampu membaca BPM dan mengirimkan hasilnya hingga ke *smartphone*. Pada pengujian ini dilakukan dengan meletakkan sensor pada pergelangan tangan untuk mendeteksi detak jantung (BPM) pada 30 objek. Berikut merupakan hasil dari pengujian alat.

Tabel 5. Hasil Pengujian Alat BPM

Nama	Pulse Sensor (BPM)	Keterangan
Objek 1	72	Terbaca hingga aplikasi MHA
Objek 2	76	Terbaca hingga aplikasi MHA
Objek 3	88	Terbaca hingga aplikasi MHA
Objek 4	92	Terbaca hingga aplikasi MHA
Objek 5	72	Terbaca hingga aplikasi MHA
Objek 6	80	Terbaca hingga aplikasi MHA
Objek 7	88	Terbaca hingga aplikasi MHA
Objek 8	84	Terbaca hingga aplikasi MHA
Objek 9	92	Terbaca hingga aplikasi MHA
Objek 10	80	Terbaca hingga aplikasi MHA
Objek 11	80	Terbaca hingga aplikasi MHA
Objek 12	84	Terbaca hingga aplikasi MHA
Objek 13	80	Terbaca hingga aplikasi MHA

Nama	Pulse Sensor (BPM)	Keterangan
Objek 14	88	Terbaca hingga aplikasi MHA
Objek 15	96	Terbaca hingga aplikasi MHA
Objek 16	84	Terbaca hingga aplikasi MHA
Objek 17	92	Terbaca hingga aplikasi MHA
Objek 18	96	Terbaca hingga aplikasi MHA
Objek 19	84	Terbaca hingga aplikasi MHA
Objek 20	80	Terbaca hingga aplikasi MHA
Objek 21	84	Terbaca hingga aplikasi MHA
Objek 22	96	Terbaca hingga aplikasi MHA
Objek 23	84	Terbaca hingga aplikasi MHA
Objek 24	96	Terbaca hingga aplikasi MHA
Objek 25	88	Terbaca hingga aplikasi MHA
Objek 26	92	Terbaca hingga aplikasi MHA
Objek 27	88	Terbaca hingga aplikasi MHA
Objek 28	84	Terbaca hingga aplikasi MHA
Objek 29	88	Terbaca hingga aplikasi MHA
Objek 30	80	Terbaca hingga aplikasi MHA

### C. Pengujian Quality of Service (QoS)

Pengujian jaringan berupa parameter QoS melalui konektivitas jaringan seluler sebagai akses poin dan alat monitoring BPM yang telah dibuat menggunakan *wireshark*. Pengujian ini dilakukan dengan menghubungkan alat monitoring dengan konektivitas dua provider yaitu Indosat dan Telkomsel secara bergantian. Selanjutnya, menyimpan akses poin pada lima area yang berbeda yaitu Area 1 berjarak tiga meter, Area 2 berjarak lima meter, Area 3 berjarak tujuh meter, Area empat berjarak 10 meter, dan Area lima berjarak 15 meter. Pada setiap jaraknya pengambilan data dilakukan sebanyak 15 kali pengiriman hasil BPM dari mikrokontroler ke thingspeak pada setiap area yang ditunjukkan pada Tabel 6. Hasil data BPM pada setiap area.

Tabel 6. Hasil data BPM pada Setiap Area

Indosat (BPM)					Telkomsel (BPM)				
Area 1	Area 2	Area 3	Area 4	Area 5	Area 1	Area 2	Area 3	Area 4	Area 5
92	88	64	120	4	68	84	64	84	80
60	88	68	112	140	68	76	76	88	92
100	108	56	108	88	72	80	76	80	76
80	88	64	100	84	76	96	68	80	72
84	88	60	88	68	68	76	72	80	76
96	92	60	96	88	68	48	68	84	84
92	84	64	116	72	72	72	76	80	72
72	100	56	80	68	68	72	72	84	72
80	116	60	88	68	68	88	68	84	80
84	100	80	88	68	68	76	76	84	84
84	104	64	84	80	68	80	68	76	76
88	100	68	100	76	76	76	72	76	72
96	96	72	88	84	64	76	72	80	88
80	104	72	76	128	64	88	76	72	84
80	100	68	80	164	64	84	68	76	76

Pengujian QoS dilakukan untuk mendapatkan hasil dari parameter QoS berupa *delay*, *jiter*, *throughput*, dan *packet loss*. Hasil dan pembahasan pengujian parameter QoS diperoleh sebagai berikut.

#### 1. Delay

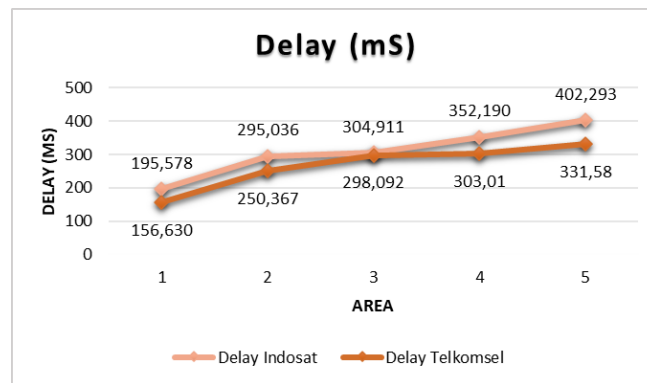
Hasil *delay* yang diperoleh ditunjukkan pada table berikut:



Tabel 7. Hasil Pengujian Delay

No	Provider	Area	Delay (mS)	Keterangan	
				Indeks	Kategori
1	Indosat	1	195.578	3	Baik
		2	295.036	3	Baik
		3	304.911	2	Cukup
		4	352.190	2	Cukup
		5	402.293	2	Cukup
2	Telkomsel	1	156.630	3	Baik
		2	250.367	3	Baik
		3	298.092	2	Cukup
		4	303.01	2	Cukup
		5	331.58	2	Cukup

Gambar 6 menunjukkan hasil pengujian delay antara akses poin dengan alat monitoring BPM dalam bentuk grafik. Hasil tersebut menunjukkan pada 5 Area dengan 2 provider berbeda. Menurut standarisasi TIPHON, rata-rata delay yang dihasilkan oleh provider indosat sebesar 310.002 ms termasuk kategori “Cukup”, sedangkan rata-rata delay yang dihasilkan oleh provider telkomsel sebesar 267.935 ms dengan kategori “Baik”. Hasil *delay* terkecil dengan provider indosat dan telkomsel berada di Area 1 dengan kategori “Baik” menurut standar TIPHON. Hasil *delay* terbesar dengan provider indosat dan telkomsel berada di Area 5 dengan kategori “Cukup”. Oleh karena itu, semakin jauh jarak antara akses poin dengan alat monitoring BPM maka semakin besar *delay* yang didapatkan karena alat monitoring BPM semakin sulit untuk mencapai akses poin dalam mendapatkan koneksi jaringan internet.



Gambar 6. Grafik Pengujian Delay

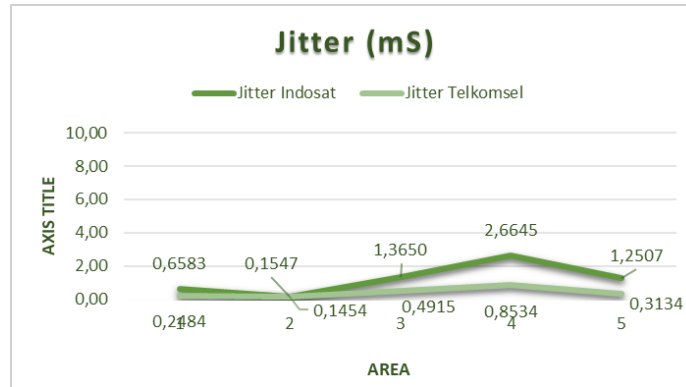
2. **Jitter**

Hasil *jitter* yang diperoleh ditunjukkan pada table berikut:

Tabel 8. Hasil Pengujian Jitter

No	Provider	Area	Jitter (mS)	Keterangan	
				Indeks	Kategori
1	Indosat	1	0.6583	3	Baik
		2	0.1547	3	Baik
		3	1.3650	3	Baik
		4	2.6645	3	Baik
		5	1.2507	3	Baik
2	Telkomsel	1	0.2484	3	Baik
		2	0.1454	3	Baik
		3	0.4915	3	Baik
		4	0.8534	3	Baik
		5	0.3134	3	Baik

Gambar 7 menunjukkan hasil pengujian *jitter* antara akses poin dengan alat monitoring BPM dalam bentuk grafik. Hasil tersebut menunjukkan pada 5 Area dengan 2 provider berbeda. Rata-rata *jitter* yang dihasilkan oleh provider indosat sebesar 1.2186 ms dengan kategori “Baik”, sedangkan rata-rata *jitter* yang dihasilkan oleh provider telkomsel sebesar 0.4104 ms dengan kategori “Baik”. Hasil *jitter* terkecil dengan provider indosat dan telkomsel berada di Area 2 dengan kategori “Baik” menurut standar TIPHON. Oleh karena itu, penempatan antara akses poin dengan alat monitoring BPM dapat mempengaruhi nilai *jitter* yang akan berpengaruh kepada kualitas data.



Gambar 72. Grafik Pengujian Jitter

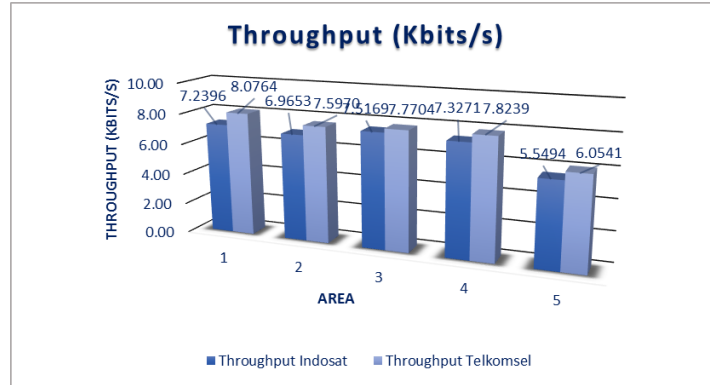
### 3. Throughput

Hasil *throughput* yang diperoleh ditunjukkan pada table berikut:

Tabel 9. Hasil Pengujian Throughput

No	Provider	Area	Throughput (Kbit/s)	Keterangan	
				Indeks	Kategori
1	Indosat	1	7.2396	0	Buruk
		2	6.9653	0	Buruk
		3	7.5169	0	Buruk
		4	7.3271	0	Buruk
		5	5.5494	0	Buruk
2	Telkomsel	1	8.0764	0	Buruk
		2	7.5970	0	Buruk
		3	7.7704	0	Buruk
		4	7.8239	0	Buruk
		5	6.0541	0	Buruk

Gambar 8 menunjukkan hasil pengujian *throughput* antara akses poin dengan alat monitoring BPM dalam bentuk grafik. Hasil tersebut menunjukkan pada 5 Area dengan 2 provider berbeda. Rata-rata *throughput* yang dihasilkan oleh provider indosat sebesar 6.9197 kbit/s dengan kategori “Buruk”, sedangkan rata-rata *throughput* yang dihasilkan oleh provider telkomsel sebesar 7.4643 Kbit/s dengan kategori “Buruk” menurut standarisasi TIPHON. Hasil *throughput* terbesar dengan provider indosat dan telkomsel berada di berbeda area dengan kategori “Buruk”. Hasil *throughput* menunjukkan kategori buruk pada semua area. Hal ini dapat disebabkan karena bandwidth aktual yang digunakan sangat sedikit.



Gambar 8. Grafik Pengujian Throughput

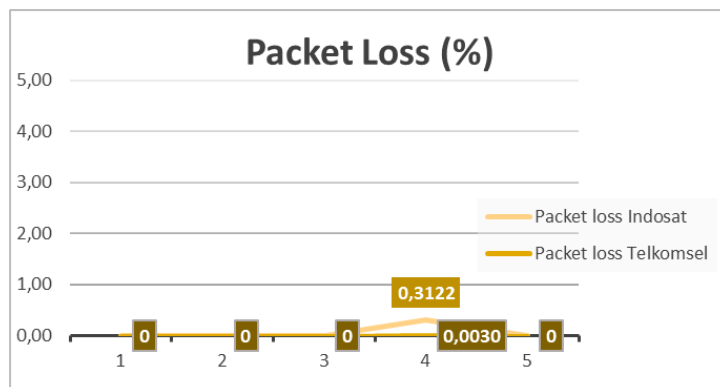
4. Packet Loss

Hasil *packet loss* yang diperoleh ditunjukkan pada table berikut:

Tabel 10. Hasil Pengujian Packet Los

No	Provider	Area	Packet Loss	Keterangan	
				Indeks	Kategori
1	Indosat	1	0%	4	Sangat Baik
		2	0%	4	Sangat Baik
		3	0%	4	Sangat Baik
		4	0.312%	4	Sangat Baik
		5	0%	4	Sangat Baik
2	Telkomsel	1	0%	4	Sangat Baik
		2	0%	4	Sangat Baik
		3	0%	4	Sangat Baik
		4	0.003%	4	Sangat Baik
		5	0%	4	Sangat Baik

Gambar 9 menunjukkan hasil pengujian *packet loss* antara akses poin dengan alat monitoring BPM dalam bentuk grafik. Hasil tersebut menunjukkan pada 5 Area dengan 2 provider berbeda. Rata-rata *packet loss* yang dihasilkan oleh provider indosat sebesar 0.06% dengan kategori “Sangat Baik” dan rata-rata *packet loss* yang dihasilkan oleh provider telkomsel sebesar 0.0006% dengan kategori “Sangat Baik”. Diketahui bahwa hasil *packet loss* terdapat pada kedua provider indosat di Area 4.



Gambar 9. Grafik Pengujian Packet Loss

## V. KESIMPULAN

Penelitian ini dilakukan menggunakan alat yang berhasil dibuat dengan melakukan pengujian alat terhadap 30 objek. Pengujian alat menunjukkan bahwa alat mampu mendeteksi detak jantung (BPM) dan mengirimkan hasil hingga ke aplikasi MHA pada *smartphone*. Hasil pengujian jaringan berupa parameter Quality of Service (QoS) menunjukkan bahwa provider Telkomsel lebih memumpuni dalam penggunaan konektivitas untuk alat monitoring BPM dengan rata-rata delay sebesar 268.076ms (Baik), Jitter sebesar 0.4108ms (Baik), Throughput sebesar 7.4643 Kbit/s (Buruk), Packet loss sebesar 0.003% (Sangat Baik).

## DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Simon Kemp, "DIGITAL 2023: GLOBAL OVERVIEW REPORT," Jan. 26, 2023. <https://datareportal.com/reports/digital-2023-global-overview-report> (accessed Jun. 21, 2023).
- [2]. Research and Markets, "Global IoT in Healthcare Market Analysis Report 2023: The Evolution of Complementing Technologies Such as Artificial Intelligence and Big Data" 2023. <https://www.globenewswire.com/news-release/2023/04/21/2651860/28124/en/Global-IoT-in-Healthcare-Market-Analysis-Report-2023-The-Evolution-of-Complementing-Technologies-Such-as-Artificial-Intelligence-and-Big-Data.html> (accessed Jun. 21, 2023).
- [3]. Hardik Khatri, "Indonesia Mobile Network Experience Report JULY 2022," Opensignal, 2022. Accessed: Oct. 05, 2022. [Online]. Available: <https://www.opensignal.com/reports/2022/07/indonesia/mobile-network-experience>
- [4]. D. M. Putri, "Mengenai Wemos D1 Mini Dalam Dunia IoT," Ilmuti Org, 2017.
- [5]. Neil Cameron, "Arduino Applied: Comprehensive Projects for Everyday Electronics," 2019.
- [6]. R. Mahajan and P. Gupta, "Implementation of IoT in Healthcare," in *Handbook of Research on the Internet of Things Applications in Robotics and Automation*, IGI Global, 2020, pp. 190–212.
- [7]. Wang, C., Li, X., Hu, H., Zhang, L., Huang, Z., Lin, M., ... & Xu, S. "Monitoring of the central blood pressure waveform via a conformal ultrasonic device," *Nature biomedical engineering*, 2(9), 687–695, 2018.
- [8]. A. Akhiruddin, "Rancang bangun alat pendeteksi ketinggian air sungai sebagai peringatan dini banjir berbasis arduino nano," *JET (Journal of Electrical Technology)*, vol. 3, no. 3, pp. 174–179, 2018.
- [9]. A. Herlan, I. Fitri, and R. Nuraini, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Data Sebaran Covid-19 Secara Real-Time menggunakan Arduino Berbasis Internet of Things (IoT)," *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, vol. 5, no. 2, p. 2021, 2021, doi: 10.35870/jti.
- [10]. Ena Marlina et al., "Kredensial Mikro Mahasiswa Indonesia Technopreneurship Berbasis Internet Of Things (Iot)". UNISMA PRESS, 2022. Accessed: Sep. 25, 2022. [Online]. Available: [https://www.google.co.id/books/edition/KREDENSIAL\\_MIKRO\\_MAHASISWA\\_INDONESIA\\_Tec/zJhfEAAAQBAJ?hl=en&gbpv=0](https://www.google.co.id/books/edition/KREDENSIAL_MIKRO_MAHASISWA_INDONESIA_Tec/zJhfEAAAQBAJ?hl=en&gbpv=0)
- [11]. M. Annafi, I. P. D. Wibawa, and A. Rizal, "Perancangan Sistem Pengawas Pendeteksi Api Berbasis Internet Of Things," *eProceedings of Engineering*, vol. 9, no. 3, 2022.
- [12]. R. S. WORK, "Analisis QOS (Quality Of Service) pengukuran delay, jitter, packet lost dan throughput untuk mendapatkan kualitas kerja radio streaming yang baik," *Jurnal Teknologi Informasi Dan Komunikasi*, vol. 7, no. 2, pp. 98–105, 2018.
- [13]. D. H. Lorenz and A. Orda, "Optimal partition of QoS requirements on unicast paths and multicast trees," *IEEE/ACM Transactions on Networking*, vol. 10, no. 1, pp. 102–114, 2002, doi: 10.1109/90.986559.
- [14]. P. R. Utami, "Analisis Perbandingan Quality Of Service Jaringan Internet Berbasis Wireless Pada Layanan Internet Service Provider (Isp) Indihome Dan First Media," *Jurnal Ilmiah Teknologi dan Rekayasa*, vol. 25, no. 2, pp. 125–137, 2020, doi: 10.35760/tr.2020.v25i2.2723.
- [15]. S. Amin, A. C. Rumaikewi, and A. Adahati, "Analisis Quality Of Service (QOS) Jaringan Internet pada Kantor Bandar Udara Rendani," *Syntax Literate ; Jurnal Ilmiah Indonesia*, vol. 6, no. 6, p. 3049, Jun. 2021, doi: 10.36418/syntax-literate.v6i6.1395.
- [16]. Singh, M., & Baranwal, G. "Quality of service (qos) in internet of things". In *2018 3rd International Conference On Internet of Things: Smart Innovation and Usages (IoT-SIU)*. IEEE, 2018, February.
- [17]. A. T. Alifibioneri, H. Nurwarsito, and R. Primananda, "Implementasi MQTT Websocket Pada Sistem Pendeteksi Detak Jantung," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer e-ISSN*, vol. 2548, p. 964X.277.