SISTEM PEMANTAUAN KONDISI DETAK JANTUNG BERBASIS *INTERNET OF THINGS* MENGGUNAKAN SENSOR EKG DENGAN MEDIA APLIKASI ANDROID

(HEART RATE CONDITION MONITORING SYSTEM BASED ON INTERNET OF THINGS USING ECG SENSOR WITH ANDROID APPLICATION MEDIA)

Defyan Priyo Nugroho [1], Rendy Munadi [2], Iman Hedi Santoso[3]

[1,2,3] Universitas Telkom
defyanpriyo@telkomuniversity.ac.id[1], **rendymunadi@telkomuniversity.ac.id[2]**,
imanhedis3@telkomuniversity.ac.id[3]

Abstrak

Penyakit jantung adalah penyakit berbahaya yang berperan utama sebagai penyebab kematian nomor satu di dunia dan masih menjadi ancaman (*global threat*) sekarang ini. Hal tersebut disebabkan karena tanda-tanda dari penyakit jantung ini tidak dapat dilihat secara langsung, melainkan dengan melakukan pemeriksaan dengan menggunakan alat elektrokardiograf (EKG). Teknologi IoT (*Internet of Things*) di zaman sekarang ini sudah jauh berkembang sehingga dapat digunakan untuk menjalankan pemantauan kesehatan jarak jauh. Oleh karena itu pada tugas akhir ini penulis akan membuat sebuah alat pemantau kondisi detak jantung berbasis IoT dengan memanfaatkan aplikasi android. Alat ini dirancang menggunakan mikrokontroler ESP32 dan sensor EKG AD8232. Hasil *output* data pasien disajikan melalui aplikasi android yang berwujud *user interface* yang sederhana tetapi efektif agar mudah dipahami dan dapat dengan praktis dijalankan dimana pun dan oleh siapapun. Akurasi sensor yang didapatkan pada pengujian ini memiliki rata-rata akurasi tertinggi sebesar 97.53%. Sementara untuk uji *Quality of Service*, didapatkan hasil *throughput end-to-end* pagi hari dengan rata-rata sebesar 127.6 kbps. *Throughput end-to-end* malam hari dengan rata-rata sebesar 138.43 kbps. *Delay end-to-end* pagi hari dengan rata-rata sebesar 217.55 ms dan *delay end-to-end* malam hari sebesar 177.16 ms.

Kata Kunci: *internet of Things*, aplikasi android, AD8232, penyakit jantung

Abstract

Heart disease is a dangerous disease that plays a major role as the number one cause of death in the world and is still a global threat today. This is because the signs of heart disease cannot be seen directly, but by performing an examination using an electrocardiograph (ECG). Today's IoT (Internet of Things) technology has developed so much that it can be used to carry out remote health monitoring. Therefore, in this final project the author will create an IoT-based heart rate monitoring tool by utilizing an android application. This tool is designed using ESP32 microcontroller and AD8232 ECG sensor. The results of the patient data output are presented through an android application in the form of a simple but effective user interface so that it is easy to understand and can be carried out practically anywhere and by anyone. The sensor accuracy obtained in this test has the highest average accuracy of 97.53%. Meanwhile, for the Quality of Service test, the end-to-end throughput in the morning was obtained with an average of 127.6 kbps. Throughput end-to-end at night with an average of 138.43 kbps. End-to-end delay in the morning with an average of 217.55 ms and end-to-end delay in the evening of 177.16 ms.

Keywords: *internet of things, android application, AD8232, heart disease*

1. Pendahuluan

Penyakit jantung merupakan penyakit yang berperan utama sebagai penyebab kematian nomor satu di seluruh dunia dan masih menjadi ancaman dunia (*global threat*) sekarang ini [3]. Banyaknya angka kematian antara lain disebabkan karena tanda-tanda dari penyakit jantung ini tidak dapat dilihat secara langsung, melainkan dengan melakukan pemeriksaan dengan menggunakan alat elektrokardiograf (EKG). Namun, bagi sebagian orang semua itu terkendala dengan berbagai faktor, salah satunya adalah tidak tersedianya alat karena harga yang relatif mahal.

Teknologi IoT (*Internet of Things*) di zaman sekarang ini sudah sangat berkembang. Perangkat IoT dapat digunakan untuk menjalankan pemantauan kesehatan jarak jauh dan sistem pemberitahuan darurat [6]. Dengan adanya teknologi IoT maka petugas dan para tenaga medis dapat dengan mudah memantau kondisi pasien di mana pun dan kapanpun selama petugas medis tersebut memiliki koneksi internet.

Oleh karena itu pada tugas akhir ini penulis membuat sebuah alat pemantauan kondisi detak jantung berbasis IoT dengan memanfaatkan aplikasi android. Alat ini dirancang menggunakan mikrokontroler ESP32 serta sensor EKG AD8232. Sensor AD8232 adalah sensor yang digunakan untuk mengukur aktivitas listrik yang dihasilkan oleh jantung. Hasil *output* data pasien disajikan melalui aplikasi android yang berwujud *user interface* agar mudah dipahami dan dapat dengan praktis dijalankan dimana pun dan oleh siapapun.

Diharapkan dengan direalisasikannya alat yang sudah dibuat, maka akan membantu serta memudahkan pasien dalam pemeriksaan kondisi detak jantungnya dan diharapkan mempermudah dokter dalam melakukan analisa kesehatan dan efisiensi waktu.

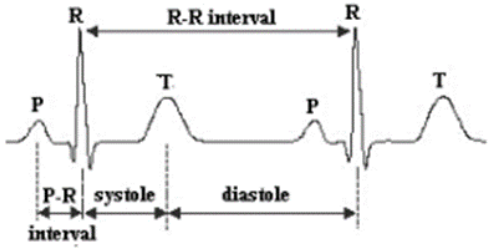
2. Studi Terkait

2.1 Anatomi Jantung

Jantung adalah organ otot yang berongga dan memiliki ukuran sebesar kepalan tangan. Jantung memiliki fungsi utama untuk memompa darah ke pembuluh darah dengan kontraksi ritmik dan berulang [5]. Denyut jantung umumnya direpresentasikan sebagai *beats per minute* (BPM) karena waktu standar yang dapat digunakan untuk mengukur berapa denyut jantung manusia, yaitu berdasarkan menit, tepatnya 1 menit. Denyut jantung manusia dewasa rata-rata yaitu: 60–100 bpm. Jika memang denyut jantung yang dihasilkan berada di bawah (bradikardia) atau di atas standar (takikardia), maka terdapat kemungkinan organ jantung mengalami masalah [7].

2.2 Elektokardiogram

Elektrokardiogram (EKG) adalah grafik yang dihasilkan oleh elektrokardiograf. Dimana pada grafik tersebut dapat mendeteksi ada atau tidaknya kelainan pada jantung dengan mengukur aktivitas listrik jantung saat jantung sedang berkontraksi. Elektrokardiogram dapat membantu mendiagnosis berbagai kondisi kesehatan jantung.



Gambar 1. Gelombang Sinyal EKG [9]

Periode detak jantung dapat dilihat dari interval antara puncak sinyal R-R dan dapat dikonversikan menjadi *Heart Rate* dengan rumus sebagai berikut [8]:

$$BPM = \frac{60}{Interval\ R-R} \quad (1)$$

Keterangan:
BPM= *Beats per Minute*
Interval R-R= Interval waktu puncak sinyal R ke sinyal R selanjutnya

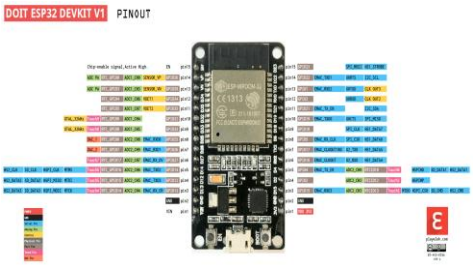
2.3 Sensor AD8232

Sensor AD8232 adalah modul yang dapat digunakan pada Arduino dan digunakan untuk mengukur elektrokardiogram (EKG) dan aktivitas bioelektrik yang terjadi di tubuh manusia [10]. Modul ini akan mendeteksi aktivitas kelistrikan yang terjadi di otot jantung dan mengirimkan hasil pengukuran berupa sinyal analog, kemudian AD8232 yang digunakan sebagai *analog-to-digital converter* (ADC) akan mengubah sinyal analog menjadi sinyal digital sehingga mikrokontroler dapat segera memprosesnya.

Gambar 2. Sensor AD8232 [7]

2.4 ESP32

ESP 32 adalah mikrokontroler yang diperkenalkan oleh sistem Espressif dan merupakan penerus dari mikrokontroler ESP8266 [1]. Dalam mikrokontroler ini sudah tersedia modul WiFi di dalam chipnya. Ini sangat berguna untuk membuat sistem pengaplikasian *Internet of Things*.



Gambar 3. Mikrokontroler ESP32 [1]

2.5 Antares

Platform ANTARES adalah *platform* IoT yang dikembangkan oleh PT. Telekomunikasi Indonesia dan *platform* ini gratis untuk *developer* [6]. Pada penelitian ini, *platform* Antares digunakan sebagai *database* yang berfungsi untuk menyimpan data kompilasi yang telah dikirimkan oleh mikrokontroler ESP32 menggunakan protokol MQTT (*Message Queuing Telemetry Transport*) dan kemudian data tersebut diteruskan ke aplikasi android yang sudah dibuat.

2.6 Protokol MQTT

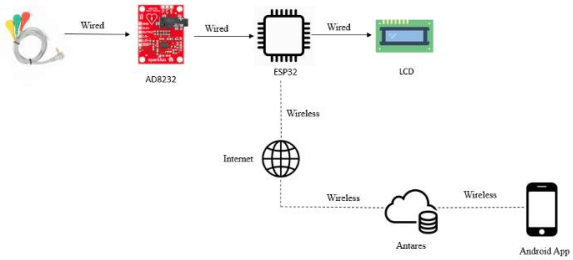
Protokol MQTT atau *Message Queue Telemetry Transport* merupakan protokol menggunakan metode *publish* atau *subscribe* yang didesain terbuka, ringan, dan mudah diimplementasikan [3]. Metode *publish* dan *subscribe* memiliki kelebihan yaitu baik pengirim maupun penerima pesan tidak berkomunikasi secara langsung. Tiap kali penerima ingin menerima pesan, maka penerima dapat langsung melakukan subscribe pada topik tertentu, dan selanjutnya broker akan mengirimkan semua pesan yang sesuai dengan topik tersebut. Dengan begitu, komunikasi yang terjadi bukan antara pengirim dengan penerima, melainkan antara pengirim dengan broker dan penerima dengan broker. Protokol *transport* yang digunakan oleh protokol MQTT adalah TCP/IP.

2.7 Android

Dalam jurnal [4], menurut Nazrudin Safaat (Nazrudin Safaat 2011), Android adalah sebuah sistem operasi untuk perangkat *mobile* berbasis linux yang mencakup sistem operasi, *middleware*, dan aplikasi. Android merupakan sistem operasi yang bersifat *mobile*. Android tidak membedakan antara aplikasi inti dengan aplikasi pihak ketiga. *Application Programming Interface* (API) menyediakan akses ke perangkat keras, data ponsel, atau data sistem itu sendiri.

3. Sistem dan Perancangan

3.1 Desain Sistem



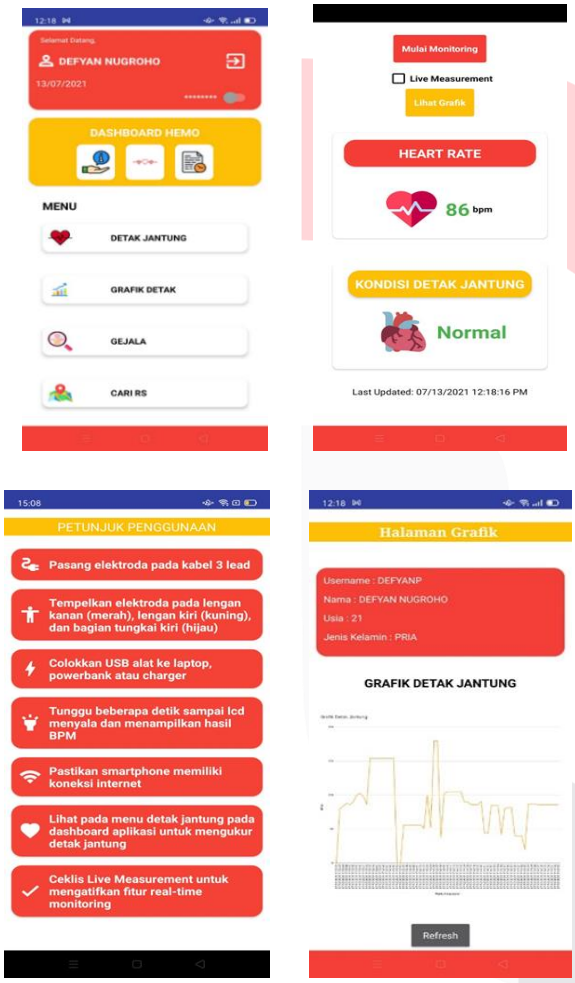
Gambar 4. Blok Diagram Sistem

Gambar 4 merupakan blok diagram dari sistem yang dibuat pada penelitian ini. Adapun, cara kerja sistem tersebut adalah sebagai berikut:

1. Elektroda akan ditempatkan pada bagian tubuh pasien yang sudah ditentukan kemudian elektroda tersebut akan mendeteksi aktivitas listrik yang dihasilkan oleh otot jantung pasien.
2. Selanjutnya modul AD8232 berfungsi sebagai pemroses input tegangan yang diperoleh dari sadapan elektroda, untuk diproses agar mendapatkan sinyal EKG. Pada penelitian ini menggunakan elektroda yang akan dipasangkan pada modul AD8232
3. Nodemcu ESP32 digunakan sebagai sistem kendali yang akan melakukan proses dari data yang diberikan oleh input dan setelah diproses oleh modul AD8232, modul tersebut kemudian menghasilkan keluaran sinyal EKG yang akan ditampilkan di PC/Laptop.
4. Pada nodemcu ESP32 ini sudah membaca sinyal EKG tersebut dan mengubahnya dalam bentuk BPM (*Beats Per Minute*). Pengolahan sinyal untuk mendapatkan nilai tiap *beat* menggunakan interval waktu puncak sinyal R ke sinyal R selanjutnya dan kemudian hasil interval waktu puncak sinyal tersebut dibagi dengan 60 detik.
5. Setelah memperoleh data sinyal dan mengubahnya kedalam nilai BPM, kemudian hasil data tersebut akan dikirimkan menggunakan modul wifi yang terdapat dalam perangkat nodemcu ESP32 ke *database* Antares menggunakan protokol MQTT dengan metode *publish*.

6. Aplikasi android yang sudah dibuat kemudian akan melakukan pengambilan data dan kemudian menampilkan data BPM pasien secara *realtime* disertai oleh keterangan kondisi detak jantung pasien serta menampilkan hasil detak jantung yang telah diukur kedalam bentuk grafik.

3.2 Tampilan Aplikasi Android



Gambar 5. Tampilan Aplikasi Android

Pada gambar 5 menunjukkan beberapa fitur yang tersedia dalam aplikasi serta tampilan aplikasi yang *simple* sehingga mudah untuk digunakan. Salah satu fitur yang tersedia adalah monitoring data hasil detak jantung pasien. Pada monitoring detak jantung ini juga terdapat indikator apakah jantung pasien berada dalam kondisi yang normal atau tidak normal. Jika detak jantung pasien berada di bawah 60 bpm atau diatas 100 bpm, maka dapat di kategorikan bahwa jantung pasien berada dalam kondisi tidak normal. Selain monitoring detak dan kondisi detak jantung, terdapat pula menu grafik untuk melihat grafik detak jantung terhadap waktu yang telah diukur oleh pasien.

3.3 Pengukuran Perbandingan Alat

Pengukuran perbandingan alat digunakan dengan membandingkan alat yang sudah dibuat dengan alat yang tersedia di rumah sakit yaitu oximeter. Pengukuran dilakukan dengan melakukan perbandingan antara kesalahan absolut terhadap ukuran sesuatu yang diukur. Dimana dapat dirumuskan sebagai berikut [11]:

$$\delta x = \frac{\Delta x}{x} \times 100\% = \frac{x_0 - x}{x} \times 100\% \quad (2)$$

Keterangan:

$\delta x = Kesalahan\ Relatif$

$\Delta x = Kesalahan\ Absolut$

$x = Nilai\ yang\ terbaca\ pada\ alat\ rumah\ sakit$

$x_0 = Nilai\ yang\ terbaca\ pada\ alat\ yang\ dibuat$

3.4 Pengukuran Keakuratan Alat

Pengukuran keakuratan alat digunakan untuk melihat tingkat akurasi (ketepatan) alat yang sudah dibuat. Pengukuran keakuratan alat dapat didapatkan dengan menggunakan rumus sebagai berikut [11]:

$$\delta y = 100\% - \delta x \quad (3)$$

Keterangan:

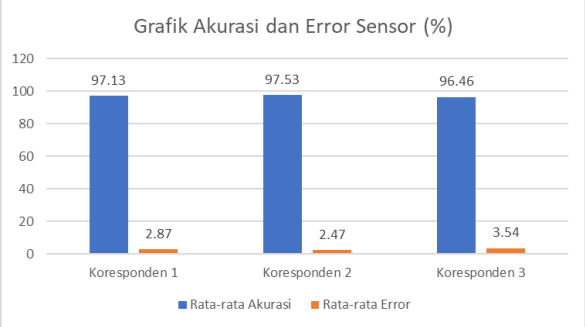
$\delta y = Tingkat\ Keakuratan\ Alat$

$\delta x = Kesalahan\ Relatif$

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Hasil Akurasi Sensor

Pada pengujian akurasi, pengujian ini bertujuan untuk mengetahui akurasi pengujian dari sensor yang telah dipasang oleh penulis. Pengujian akurasi ini dilakukan dengan cara mengukur detak jantung pada 3 koresponden berjenis kelamin laki-laki yang sudah dewasa dengan menggunakan alat yang sudah dibuat dan hasil BPM pada alat dibandingkan dengan hasil BPM pada oximeter. Pengujian dilakukan secara bergantian dengan kondisi koresponden sedang dalam kondisi istirahat dengan posisi badan duduk secara tegak dan tidak sedang melakukan aktivitas apapun. Setiap pengujian dilakukan sebanyak 30 kali percobaan selama 1 menit.



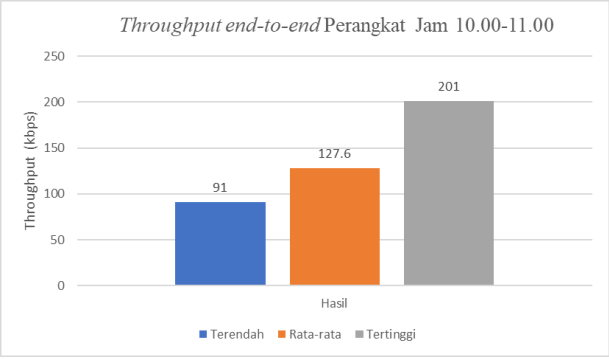
Gambar 7. Hasil Akurasi dan *Error* Sensor

Gambar 7 menunjukkan jika hasil uji akurasi sensor dapat dikatakan cukup baik dan koresponden 2 mempunyai akurasi sensor yang paling baik, yaitu sebesar 97.53% dan *error* terkecil sebesar 2.47%. Penempatan elektroda sangat berpengaruh pada pengujian akurasi sensor ini. Jika penempatan elektroda nya sesuai, maka hasil yang didapatkan akan semakin akurat.

4.2 Pengujian *Quality of Service*

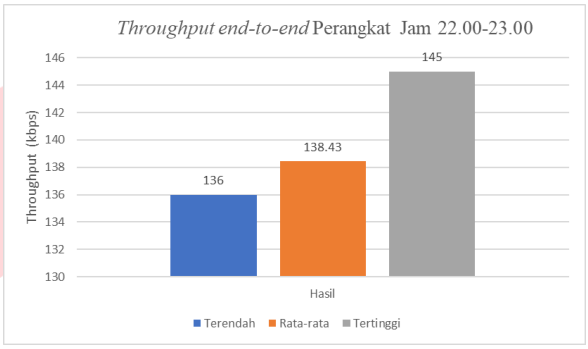
Pengujian QoS ini dilakukan untuk mengetahui kualitas jaringan yang digunakan oleh perangkat. Pengujian QoS ini dilakukan dengan konsep *end-to-end* yaitu pengujian QoS dari alat yang telah dibuat sampai ke aplikasi yang telah dibuat dengan menggunakan *software* wireshark dan dibagi menjadi 2 bagian dengan masing-masing pengujian dilakukan selama 30 kali. Pengujian pertama dilakukan kurang lebih pada pukul 10:00 – 11:00 dan pengujian kedua dilakukan kurang lebih pada pukul 22:00-23:00.

4.2.1 Pengujian *Throughput*



Gambar 8. Hasil *Throughput* Jam 10.00-11.00

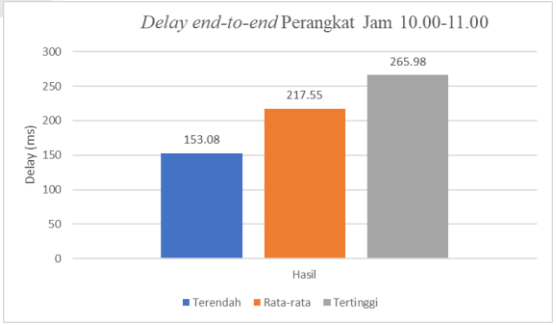
Berdasarkan gambar 8, terlihat jika pada jam 10 sampai 11 pagi bisa di kategorikan memiliki nilai yang buruk sesuai dengan standarisasi TIPHON. Tetapi, walaupun nilai *throughput* dikategorikan buruk dalam standarisasi TIPHON, semua data dan nilai BPM yang terkirim dari alat berhasil di tampilkan di aplikasi tanpa adanya paket yang hilang sehingga meskipun throughput nya kecil, data yang terlihat pada aplikasi masih *reliable*.



Gambar 9. Hasil *Throughput* Jam 22.00-23.00

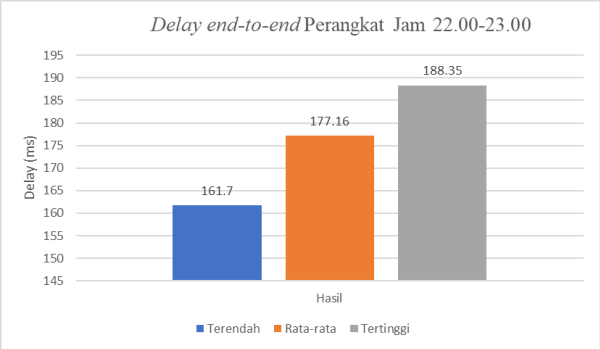
Berdasarkan gambar 9, maka *throughput* pada jam 10 sampai 11 malam bisa di kategorikan memiliki nilai yang buruk sesuai dengan standarisasi TIPHON. Tetapi, sama seperti pengujian *throughput* pada jam pagi, walaupun nilai *throughput* dikategorikan buruk dalam standarisasi TIPHON, semua data dan nilai BPM yang terkirim dari alat berhasil di tampilkan di aplikasi tanpa adanya paket yang hilang. Menurut analisa penulis, *throughput* tersebut terbilang kecil dikarenakan ukuran data yang terkirim pada tugas akhir ini hanya berbentuk huruf dan angka sehingga ukuran datanya kecil dan menghasilkan *throughput* yang juga kecil.

4.2.2 Pengujian *Delay*



Gambar 10. Hasil *Delay* Jam 10.00-11.00

Berdasarkan gambar 10, maka *delay* pada jam 10 sampai 11 pagi bisa di kategorikan memiliki nilai *delay* yang bagus sesuai dengan standarisasi TIPHON, karena nilai rata-rata *delay* masih berkisar antara 150 ms sampai 300 ms.



Gambar 11. Hasil *Delay* Jam 22.00-23.00

Berdasarkan gambar 11 maka *delay* pada jam 10 sampai 11 malam bisa di kategorikan memiliki nilai *delay* yang bagus sesuai dengan standarisasi TIPHON, karena nilai rata-rata *delay* masih berkisar antara 150 ms sampai 300 ms. Terlihat pada grafik jika *delay* pada jam malam memiliki penurunan nilai yang cukup signifikan. Penulis berasumsi bahwa hal tersebut dikarenakan pada saat malam hari, tidak banyak orang yang menggunakan akses WiFi sehingga mengakibatkan nilai *delay* mengalami penurunan.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis penulis memperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. *Internet of Things* dan aplikasi berbasis android dapat di implementasikan dengan baik pada sistem pemantauan detak jantung menggunakan sensor AD8232.
2. Berdasarkan hasil akurasi sensor AD8232 yang didapatkan pada pengujian oleh 3 orang yang berbeda dapat disimpulkan bahwa hasil BPM yang dikeluarkan oleh sensor AD8232 terbilang cukup akurat karena semua pengujian memiliki nilai akurasi sensor diatas 90%.
3. Hasil rata-rata *throughput* pada jam 10.00 - 11.00 ada di angka 127.6 kbps dan hasil rata-rata *throughput* jam 22.00 - 23.00 ada di angka 138.43 kbps. Hasil rata-rata *throughput* mengalami kenaikan walaupun tidak signifikan. Kedua hasil *throughput* tersebut di kategorilan jelek menurut standarisasi TIPHON. Namun, selama pengujian dilakukan semua nilai BPM yang dikirim dari alat berhasil diterima dengan baik oleh aplikasi android.
4. Hasil rata-rata *delay* pada jam 10.00 – 11.00 ada di angka 217.55 ms dan pada jam 22.00 – 23.00 ada di angka 177.16 ms. Kedua nilai tersebut memiliki *delay* yang dikategorikan bagus menurut standarisasi TIPHON. Pada saat malam hari *delay* mengalami penurunan walaupun tidak signifikan. Hal ini mungkin dikarenakan pada saat malam hari tidak banyak orang yang menggunakan akses WiFi sehingga menghasilkan *delay* yang lebih kecil.

Referensi

[1] A. Imran and M. Rasul, “Pengembangan Tempat Sampah Pintar Menggunakan Esp32,” J. Media Elektr., vol. 17, no. 2, pp. 2721–9100, 2020, [Online]. Available: https://ojs.unm.ac.id/mediaelektrik/article/view/14193

[2] Inaheart, “Press Release, World Heart Day PERKI 2019”, inaheart.org, [Online]. Tersedia: http://www.inaheart.org/news_and_events/news/2019/9/26/press_release_world_heart_day_perki_2019 [Diakses 2 Oktober 2020].

[3] C. F. Permatasari and H. Dhika, “Optimasi Jalur Transfer Data dari HTTP menjadi MQTT pada IoT menggunakan Cloud Services,” JISA(Jurnal Inform. dan Sains), vol. 1, no. 2, pp. 67–72, 2018, doi: 10.31326/jisa.v1i2.446.

[4] J. Andi, “Pembangunan Aplikasi Child Tracker Berbasis Assisted – Global Positioning System (A-GPS) Dengan Platform Android,” J. Ilm. Komput. dan Inform., vol. 1, no. 1, pp. 1–8, 2015, [Online]. Available: elib.unikom.ac.id/download.php?id=300375.

[5] LIPI, “Jantung,” Pangan dan Kesehat., pp. 1–19, 2009

[6] M. Abdu Ar Rahman, M. Abdurohman, and A. Hutagalung, “Prototype Pemantau AC Berbasis ESP-12E Modul WiFi dan Platform Antares Telkom DDS,” p. 8, 2018

[7] M. Ersue.; Romascanu, D.; Schoenwaelder, J.; Sehgal, A. (4 July 2014). "Management of Networks with Constrained Devices: Use Cases". IETF Internet Draft.

[8] M. R. Ilhami and A. T. Hanuranto, “Rancang Bangun Alat Pendeteksi Dini Penyakit Jantung Koroner Berbasis Internet of Things (Iot) (Early Detection Tool Architecture Coronary Heart Disease

Based Internet of Things (Iot)),” vol. 6, no. 2, pp. 4736–4747, 2019.
[9] P. T. Elektronika, B. Pengkajian, and G. Teknologi, “Sistem Pemonitor Detak Jantung,” vol. 4, no. 1, pp. 14–17, 2017.
[10] R. Hariri, L. Hakim, and R. F. Lestari, “Sistem Monitoring Detak Jantung Menggunakan Sensor AD8232 Berbasis Internet of Things,” J. Telekomun. dan Komput., vol. 9, no. 3, p. 164, 2019, doi: 10.22441/incomtech.v9i3.7075.
[11] A.S Adhi Putra and D. Perdana , “Perancangan dan Implementasi Alat Monitoring Tekanan Darah dengan Media Aplikasi Android Berbasis Internet of Things (Design and Implementation of Blood Pressure Monitoring Tools with Android Application Media Based on Internet of Things).”