

Analisis Rancangan Sistem Pengukuran Denyut Nadi Berbasis *Internet of Things*

Nailis Dyanningrum¹, Dodi Zulherman², Herryawan Pujiharsono³

^{1,2,3} Program Studi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Telekomunikasi dan Elektro, Institut Teknologi Telkom Purwokerto

^{1,2,3} JL. D.I Panjaitan 128 Purwokerto Selatan 53116, Banyumas, Jawa Tengah, Indonesia

¹14101070@ittelkom-pwt.ac.id, ²zulherman.dodi@ittelkom-pwt.ac.id, ³herryawan@ittelkom-pwt.ac.id

Abstrak – Kesehatan merupakan hal yang sangat penting bagi manusia salah satunya kesehatan jantung. Kesehatan jantung dapat digunakan sebagai indikator sehat atau tidaknya tubuh manusia. Manusia dapat mengetahui kesehatan tubuhnya dengan melakukan tes kesehatan di rumah sakit. Tetapi pemeriksaan denyut jantung di beberapa rumah sakit masih menggunakan sistem manual sehingga dinilai kurang efektif. Oleh karena itu untuk mengetahui kesehatan tubuh manusia diperlukan suatu alat yang lebih praktis, sehingga pada penelitian ini penulis akan membuat sebuah alat yang dapat digunakan untuk mendeteksi denyut nadi. Perancangan alat pada penelitian ini menggunakan *pulse sensor* yang ditempelkan pada jari tangan, lalu data akan diproses oleh *arduino uno*. Setelah diproses data akan dikirimkan oleh *arduino uno* kepada protokol MQTT dengan *platform Thingspeak*. Dalam proses pengiriman antar *arduino uno* ke protokol MQTT membutuhkan sebuah koneksi internet agar data dapat terkirim yaitu dengan menggunakan Modul Wifi ESP8266. Lalu data akan ditampilkan di *platform thingspeak* dalam bentuk grafik. Selain ditampilkan pada *thingspeak*, hasil data pengujian dari *pulse sensor* akan ditampilkan pada LCD dalam bentuk angka. Namun dari penelitian ini rata – rata presentase error dari pengujian tersebut diperoleh nilai 3,6%. Jadi dapat disimpulkan bahwa alat yang dirancang dapat digunakan untuk mengukur denyut nadi manusia dengan tingkat akurasi yang sesuai dengan standar pengukuran.

Kata kunci – Kesehatan manusia, *Pulse Sensor*, *Arduino Uno*, LCD (*Liquid Crystal Display*), Protokol MQTT, *Platform Thingspeak*, Modul Wifi ESP8266.

Abstract — *Health is a very important thing for human beings one heart health. Heart health can be used as an indicator of healthy or whether the human body. Human health can figure out his body to do health tests at the hospital. But an examination of heart rate in some hospitals still use manual systems so assessed less effective. Therefore to know the health of the human body required a more practical tool, so in this study the author will create a tool that can be used to detect a pulse. The design of this research tool using the pulse sensors mounted on the fingers, then the data will be processed by an arduino uno. After the processed data will be sent by the arduino uno MQTT Protocol with a platform to Thingspeak. In the process of delivery inter-company arduino uno to the MQTT Protocol requires an internet connection so that the data can be sent by using the Wifi Module ESP8266. Then the data will be displayed in the thingspeak platform in the form of graphs. In addition to thingspeak, the results are displayed on the test data from the pulse sensor will be displayed on the LCD in the form of numbers. But from these studies the mean average percentage of error – testing the retrieved value of 3.6%. So it can be concluded that the tools are designed to be used for measuring human pulse with a level of accuracy which corresponds to the standard measurements.*

Keywords-component - Human health, the Pulse Sensor, Arduino Uno, LCD (Liquid Crystal Display), MQTT Protocol, Platform Thingspeak, ESP8266 Wifi Module.

I. PENDAHULUAN

Denyut nadi merupakan hal yang penting bagi kesehatan manusia karena dapat digunakan sebagai indikator kesehatan sistem sirkulasi darah dan jantung. Faktor yang mempengaruhi denyut nadi seseorang diantaranya adalah kondisi normal maupun tidak normal dan aktivitas fisik yang dapat dilihat setelah pemeriksaan denyut nadi. Peralatan dunia medis saat ini dituntut untuk menggunakan metode yang lebih efisien dan efektif dalam memberikan

pemeriksaan kepada pasien [1]. Pada prosesnya, pemeriksaan denyut nadi di beberapa rumah sakit masih menggunakan sistem manual, namun hal ini dinilai kurang efektif karena membutuhkan banyak waktu dan biaya [2].

Seiring dengan perkembangan teknologi telekomunikasi saat ini, proses monitoring denyut nadi dapat dilakukan secara jarak jauh dan dimonitor secara visual oleh bantuan teknologi telekomunikasi sehingga proses monitoring menjadi lebih efisien.

Dengan teknologi telekomunikasi tersebut, pengguna dapat melihat kondisi kesehatannya melalui denyut nadi, sehingga kondisinya dapat dipantau dari waktu ke waktu. Diharapkan dalam penerapannya dapat memberikan kemudahan dalam dunia medis untuk mengirimkan informasi kondisi kepada pemeriksanya. Pada penelitian ini menggunakan akses jarak jauh yang dapat diimplementasikan melalui media kabel, nirkabel atau serat optik baik secara *point to point* maupun jaringan yang menjadikan alat pengukuran denyut nadi ini dapat digunakan dimana saja yaitu dengan menerapkan konsep teknologi *Internet of Things* (IoT).

Internet of Things adalah sebuah konsep dimana objek dan manusia yang mampu untuk mengirimkan data melalui jaringan tanpa membutuhkan lagi interaksi dua arah antara manusia ke manusia atau manusia ke komputer [3]. Dalam *internet of things* terdapat berbagai macam protokol seperti HTTP, POP3, MQTT dan masih banyak protokol lainnya. Pada penelitian menggunakan protokol MQTT (*Message Queue Telemetry Transport*) yang sifatnya terbuka, simpel dan didesain agar mudah untuk diimplementasikan [4]. Sedangkan pada protokol MQTT ini *platform* yang digunakan adalah *Thingspeak*.

Pada penelitian ini cara kerja alat ukur denyut nadi menggunakan *pulse sensor* dengan merekatkan alat pada ujung jari dimana terdapat pembuluh darah yang mengalir yaitu sebagai representasi dari frekuensi denyut nadi itu sendiri, namun dengan catatan bahwa jantung tersebut tidak dalam kondisi lemah. Setiap denyut nadi dapat mengubah jumlah cahaya inframerah yang terdeteksi oleh sensor *photodiode* dengan menggunakan mikrokontroler arduino dalam pengoperasikannya. Adanya proses *visual*, perubahan tersebut memiliki amplitudo pantulan cahaya yang dapat diubah menjadi denyut nadi atau yang disebut dengan pulsa. Sinyal yang didapat akan diproses langsung oleh mikrokontroler dalam rentang waktu yang sudah ditentukan secara berulang-ulang. Setelah proses dan perhitungan sinyal selesai, keluaran data dari *pulse sensor* merupakan banyaknya denyut nadi yang dihasilkan dalam satuan waktu bpm (bit per menit) yang sudah diproses didalam Arduino akan dikirimkan ke protokol MQTT dengan *platform Thingspeak* [5]. Setelah diterima oleh MQTT *broker* kemudian MQTT *broker* akan mengirimkan data kepada MQTT *clien – server* dan MQTT *client – server* akan menerima dan menampilkan hasil data tersebut. Dalam menampilkan data pada protokol MQTT menggunakan *platform Thingspeak*. Penyajian data pada *platform Thingspeak* ini akan ditampilkan dalam bentuk grafik. Selain ditampilkan pada *Thingspeak*, data juga akan ditampilkan pada LCD dalam bentuk angka. Dalam proses pengiriman data untuk membuat koneksi internet menggunakan Modul Wifi ESP8266. Modul Wifi ESP8266 ini menjadi perantara antara alat, internet dan MQTT *broker*.

Dengan adanya penelitian ini, diharapkan dapat membantu meringankan penggunaannya dalam mengecek kondisi kesehatannya sehingga dapat dengan cepat mengatasi masalah kesehatannya. Hal itulah yang mendorong penulis untuk menyusun penelitian dibidang kesehatan guna membantu memberikan solusi terhadap masalah yang dihadapi.

II. METODE PENELITIAN

A. Alat yang Digunakan

Penelitian ini menggunakan suatu pemodelan dalam menganalisis unjuk kerja sistem monitoring pengukuran denyut nadi berbasis *Internet of Things* dengan menggunakan protokol MQTT sebagai media pengirim data. Model rancangan yang diimplementasikan dalam penelitian ini menggunakan bahasa pemrograman *Arduino uno* sebagai media untuk melakukan perhitungan detak jantung per menit melalui data yang di dapat dari sensor.

Perangkat keras (*Hardware*) yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Mikrokontroler Atmega328 (*Arduino Uno*), *pulse sensor*, Wifi ESP8266, dan *Liquid Crystal Display* (LCD). Untuk perangkat lunak (*Software*) yang digunakan dalam penelitian ini berupa sistem operasi *Windows*, protokol MQTT dengan *platform thingspeak*, *software* pemrograman *Arduino IDE* dengan menggunakan bahasa pemrograman *Arduino*, dan *software Wireshark* yang digunakan untuk mengukur nilai QoS.

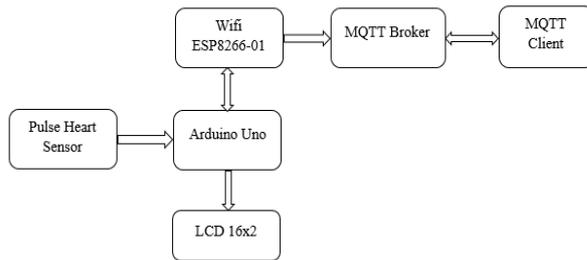
B. Alur Penelitian

a. Perancangan Perangkat Keras (*Hardware*)

Dalam perancangan sistem monitoring pengukuran denyut nadi, terdapat blok diagram yang dijadikan sebagai gambaran tentang cara kerja dari sistem tersebut. Dengan adanya pemodelan sistem dapat membantu penulis dalam menganalisis permasalahan yang akan terjadi sehingga dapat diperbaiki jika terdapat permasalahan pada perancangan tersebut.

Pada blok diagram dibawah ini dapat dilihat cara kerja sistem menggunakan *pulse sensor* yang pada awalnya akan mendeteksi jaringan atau organ yang bergerak seperti jantung. Selanjutnya data yang diambil melalui *pulse sensor* akan diolah didalam *Arduino uno*. Setelah data diproses oleh Arduino, data akan dikirim ke protokol MQTT dengan *platform Thingspeak* melalui Wifi ESP8266-01 yang berfungsi sebagai pembuat koneksi TCP/IP dengan memanfaatkan internet *access point*. Wifi ESP8266 juga menjadi penghubung antara alat, internet dan MQTT *broker*. Sedangkan pada MQTT *client* Mikrokontroler berfungsi sebagai pengambilan data dan sebagai perintah kepada sensor – sensor yang terhubung. Dibagian MQTT *client* Mikrokontroler terdapat data yang telah diprogram seperti sensor yang akan mendeteksi denyut nadi dan akan ditampilkan ketika data sudah mencapai satuan BPM (*Beat per Minute*) yang disimpan berada di *library* dengan pemrograman bahasa C. Setelah data

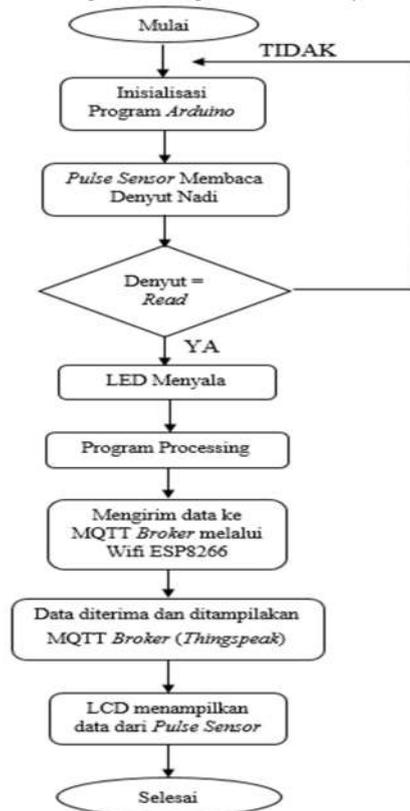
mencapai satuan BPM data akan ditampilkan pada *software Thingspeak* dalam bentuk grafik dan LCD dalam bentuk angka.



Gambar 1. Blok Diagram Sistem

Pada intinya alat ini akan bekerja dengan mengambil data dari sensor yang bekerja kemudian akan mengirimkan data denyut nadi dengan satuan bpm kepada MQTT broker dengan platform *Thingspeak*, lalu *Thingspeak* akan menyampaikan ke MQTT client Mikrokontroler. Sensor tersebut akan menyesuaikan nilai keluaran yang sudah ditentukan dalam library MQTT client Mikrokontroler, jika nilai data yang diperoleh belum mencapai satuan angka bpm ataupun satuan angka tersebut melebihi batas maksimal yang sudah ditentukan maka proses pengambilan data akan terus berulang - ulang.

b. Perancangan Perangkat Lunak (*Software*)



Gambar 2. Flowchart Sistem Kerja

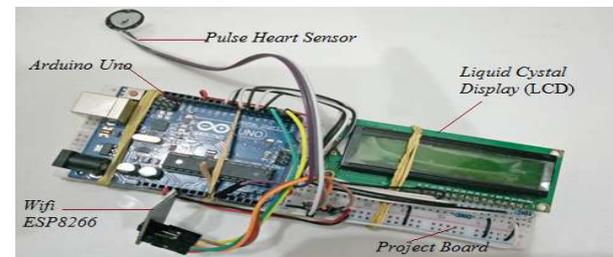
Sistem dari alat monitoring pengukuran denyut nadi berbasis *Internet of Things* ini akan bekerja sesuai dengan sistem kerja yang dibuat dalam bentuk *flowchart*. Pada gambar 3.1 di atas ini terdapat

alur sistem kerja alat secara keseluruhan. Sistem kerja alat yang pertama yaitu pada saat program dimulai akan terjadi inialisasi program *Arduino uno*, lalu *pulse sensor* akan membaca denyut nadi. Namun jika denyut nadi belum terbaca oleh *pulse sensor* dan belum mencapai satuan bpm maka alat akan bekerja berulang – ulang dan akan memulai kembali inialisasi program pada *Arduino uno*. Setelah denyut nadi terbaca oleh *pulse sensor* maka LED akan menyala dan data akan diproses oleh *Arduino uno*. Kemudian data akan dikirim ke MQTT broker melalui modul wifi ESP8266 dan selanjutnya akan diproses didalam MQTT broker. Setelah diproses didalam MQTT broker, data akan ditampilkan pada platform *Thingspeak*. Selain itu data juga akan diterima dan ditampilkan oleh LCD.

III. HASIL PENELITIAN

Pada bab tiga ini membahas tentang hasil data yang merupakan tahap selanjutnya setelah tahap Perancangan sistem. Bab ini akan dilakukan pengujian untuk mengetahui fungsi dan cara kerja dari alat pada masing – masing komponen yang dipakai dalam perangkat yang dibuat. Selain pengujian pada perangkat lunak, pada bab ini juga dilakukan pengujian pada perangkat keras. Untuk mengetahui cara kerja dari alat pendeteksi denyut nadi sesuai dengan perancangan alatnya serta untuk mengetahui langkah dalam menjalankan protokol MQTT, pengujian dilakukan dengan menggunakan platform *thingspeak* sesuai dengan hasil dan perancangan yang diharapkan.

A. Hasil Perancangan Perangkat Keras (*Hardware*)



Gambar 3. Rancangan Perangkat Keras

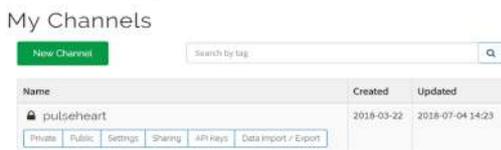
Pada gambar diatas merupakan hasil perancangan perangkat keras yang sudah dapat dilakukan untuk pengujian. Rancangan tersebut terdiri dari beberapa komponen utama yaitu *Arduino uno*, *pulse sensor*, *Liquid Crystal Display (LCD)*, Modul Wifi ESP8266, dan papan *project board*. *Arduino uno* digunakan sebagai pengendali sensor, kemudian *pulse sensor* digunakan untuk memonitoring pengukuran denyut nadi, lalu *Liquid Crystal Display* atau LCD digunakan untuk menampilkan data yang dihasilkan oleh *pulse sensor*, LCD yang digunakan yaitu LCD dengan ukuran 16x2 yang memiliki 16 karakter dan 2 baris. Selanjutnya komponen yang digunakan sebagai media perantara antara internet dengan *Arduino uno* adalah Modul Wifi ESP8266 yang berfungsi untuk mengirimkan data yang sudah diproses didalam

sistem pengendali *Arduino uno* kepada protokol MQTT dengan *platform Thingspeak*. Sedangkan papan *project board* digunakan untuk mempermudah dalam memasang berbagai macam komponen dan menghubungkannya ke sistem pengendali *Arduino uno*.

Pada pengujian tersebut, *pulse sensor* ditempelkan dengan salah satu jari tangan (jari tengah) manusia, lalu data yang dibaca oleh sensor akan diproses pada sistem pengendali *arduino uno* kemudian data akan ditampilkan pada LCD dalam bentuk angka. Agar dapat mengirim data maka harus terhubung antara laptop dengan *Arduino uno*, maka untuk menghubungkan laptop dengan *Arduino uno* menggunakan USB (Power SV) akan dihubungkan ke serial port pada laptop.

Selain ditampilkan pada LCD, data juga akan ditampilkan pada protokol MQTT dengan *platform Thingspeak* Data yang sudah diproses didalam *Arduino uno* akan dikirimkan ke MQTT *broker*, lalu dari MQTT *broker* akan dikirimkan ke MQTT *client – server*, setelah data diterima data akan muncul di *platform Thingspeak* dengan bentuk grafik. Untuk dapat memproses terjadinya pengiriman data antara *Arduino uno* dengan protokol MQTT yaitu menggunakan Modul Wifi ESP8266 dengan memanfaatkan koneksi internet melalui *access point*. Selain itu, pada LCD juga menampilkan bagaimana proses pengiriman data dari serial monitor menuju ke *software Thingspeak*. Jika tidak terkoneksi internet maka pada serial monitor maupun *thingspeak* data tidak akan muncul walaupun sensor membaca adanya denyut nadi. Hal tersebut dikarenakan pemrograman yang sudah dibuat dan di *setting* pada *arduino uno* harus terhubung dengan internet.

B. Hasil Perancangan Perangkat Lunak (Software)



Gambar 4. Tampilan *channels* pada *Thingspeak*

Pada *thingspeak* terdapat chanel atau saluran yang diperlukan oleh sistem untuk menyimpan dan menampilkan data yang dikirim oleh *Arduino* melalui wifi ESP8266. Chanel sendiri dapat dibuat lebih dari satu chanel sesuai dengan kebutuhan sistem.



Gambar 5. Tampilan Hasil data dalam bentuk grafik pada *Platform Thingspeak*

Data yang dikirim *arduino* akan diterima oleh *platform thingspeak* yang ditampilkan dalam bentuk grafik. Di karenakan *platform thingspeak*

adalah fitur layanan gratis yang disediakan oleh *Internet of Things* yang biasanya digunakan untuk belajar atau uji coba dikalangan pelajar maka terdapat beberapa kelemahan pada *thingspeak* yaitu salah satunya dalam pengiriman data. Dari data tersebut menunjukkan adanya *delay* atau jeda dalam pengiriman data dari *arduino* ke *thingspeak* selama 15 detik. Jadi jika dilakukan pengujian selama 60 detik, data denyut nadi yang akan muncul pada grafik hanya lima point. Setiap point pada gambar diatas menunjukkan data denyut nadi.

IV. PEMBAHASAN

Pada pembahasan kali ini akan membahas hasil dari pengujian yang dilakukan untuk mengetahui apakah perancangan sistem yang telah dilakukan sesuai dengan yang diharapkan, sehingga dapat diterapkan pada sistem sesuai dengan spesifikasi. Setiap bagian pada sistem diuji dan dianalisa, jika pengujian pada setiap bagian sistem benar maka akan dilanjutkan dengan pengujian keseluruhan sistem. Parameter – parameter yang termasuk dalam proses yang diuji adalah sebagai berikut :

1. Pengujian *Pulse Sensor*
2. Pengujian Peforma Komunikasi

Berikut ini diagram blok sistem secara keseluruhan, pengujian dilakukan dengan cara mengukur ataupun membaca *output* dari masing – masing blok sistem.

A. Pengujian *Pulse Sensor*

Perangkat ini akan menghitung frekuensi aliran darah yang mengalir selama 60 detik. Pengujian ini dilakukan untuk mengukur keakuratan dalam proses perhitungan dan mengetahui apakah sensor sudah berfungsi dan bekerja dengan baik dalam memproses data sesuai dengan perancangan yang sudah dilakukan. Data yang diperoleh dari pengukuran menggunakan sistem dapat dibandingkan dengan perhitungan manual sehingga dapat dihitung presentase error dengan menggunakan rumus berikut.

$$\text{Error}(\%) = \frac{\text{Jumlah Selisih Perhitungan}}{\text{Jumlah Perhitungan Manual}} \times 100$$

Selain itu, pada pengujian sensor juga dapat dilihat dari menyala atau tidak nya LED yang berwarna merah. Jika sensor mendeteksi dan terdapat denyut nadi maka LED akan menyala, jika LED tidak menyala atau padam menandakan tidak ada denyut nadi yang terdeteksi oleh sensor. Namun jika LED tidak menyala atau padam secara terus menerus berarti rangkaian tidak bekerja atau terdapat kesalahan.

Tabel 1. Hasil Pengujian *Pulse Sensor*

Indikator Rangkaian	Indikator LED	LED Merah
Ada Denyut Nadi	Menyala	Menyala
Tidak ada Denyut Nadi	Padam	Padam

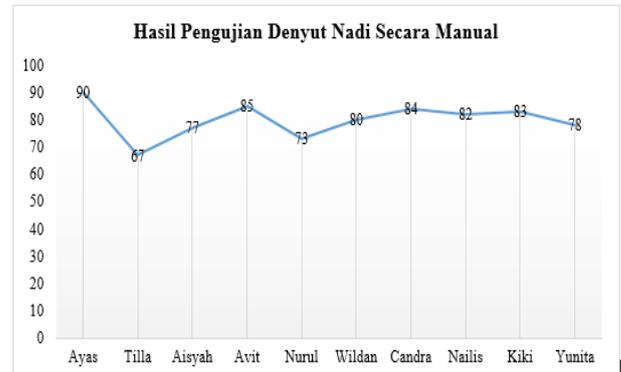
Tabel 2. Data hasil pengujian perhitungan manual dengan menggunakan pulse sensor selama 60 detik

No	Nama	Hasil Pengujian (Manual)	Hasil Pengujian (Sistem)	Error (%)	Ket.
1.	Ayas	90	92	2,2	Normal
2.	Tilla	67	69	2,98	Normal
3.	Aisyah	77	78	1,29	Normal
4.	Avit	85	84	1,17	Normal
5.	Nurul	73	71	2,7	Normal
6.	Wildan	80	82	2,5	Normal
7.	Candra	84	83	1,19	Normal
8.	Nailis	82	81	1,2	Normal
9.	Kiki	83	80	3,6	Normal
10.	Yunita	78	76	2,56	Normal
Rata – rata Presentase Error				2,14%	

Pada pengujian diatas pengukuran denyut nadi menggunakan *pulse sensor* dan secara manual. Nilai hasil dari sensor akan ditampilkan dalam bentuk angka pada LCD 16x2 dan akan ditampilkan dalam bentuk grafik pada *platform thingspeak*. Berdasarkan data hasil percobaan, dapat dilihat bahwa detak jantung normal pada orang dewasa sekitar 60 sampai 100 detak per menit. Akan tetapi, detak jantung seseorang pun akan sangat bervariasi tergantung kondisi selama pengukuran seperti dalam keadaan tenang atau dalam keadaan banyak gerak.

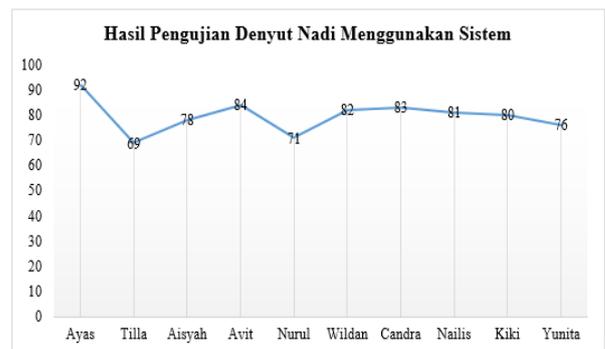
Dari hasil data perbandingan pengukuran denyut nadi menggunakan sistem dan pengukuran secara manual dengan sampling 60 detik didapatkan rata – rata presentase error sebesar 2,14%. Pada pengujian denyut nadi secara manual dengan menggunakan sistem memiliki nilai selisih yang cukup besar yaitu pada pengujian pertama nilai selisih 2 detik dan presentase error 2,2%, pengujian kedua nilai selisih 2 detik dan presentase error 2,98%, pengujian ketiga nilai selisih 1 detik dan presentase error 1,29%, pengujian ke empat nilai selisih 1 detik dan presentase error 1,17%, pengujian ke lima nilai selisih 2 detik dan presentase error 2,7%, pengujian ke enam nilai selisih 2 detik dan presentase error 2,5%, pengujian ke tujuh nilai selisih 1 detik dan presentase error 1,19%, pengujian ke delapan nilai selisih 1 detik dan presentase error 1,2%, pengujian ke sembilan nilai selisih 3 detik dan presentase error 3,6%, dan pengujian terakhir nilai selisih 2 detik dengan presentase error yang didapatkan yaitu 2,56%.

Berikut grafik hasil pengujian denyut nadi secara manual maupun menggunakan sistem.



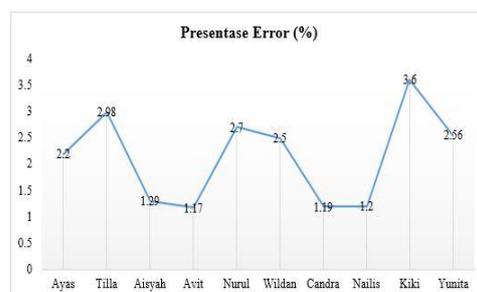
Gambar 6. Grafik hasil pengukuran denyut nadi secara manual

Dari grafik diatas dapat dilihat rata – rata hasil pengujian denyut nadi dalam 1 menit mendapatkan denyut antara 60 sampai 100 denyut per menit yang berarti setiap orang yang di uji dalam keadaan normal.



Gambar 7. Grafik hasil pengukuran denyut nadi menggunakan sistem

Sedangkan dari hasil pengujian denyut nadi menggunakan sistem juga memperoleh denyut normal yaitu antara 60 sampai 100 denyut. Akan tetapi, walaupun grafik pengujian secara manual dan grafik pengujian menggunakan sistem menunjukkan hasil dalam keadaan normal, masih terdapat nilai selisih antara kedua pengujian tersebut yang menyebabkan nilai presentase error cukup besar.



Gambar 8. Grafik presentase error antara pengukuran denyut nadi secara manual dengan pengukuran menggunakan sistem

Dari grafik di atas menunjukkan pada pengujian ke sembilan didapatkan presentase error yang cukup besar dibandingkan pada pengujian lainnya yaitu sebesar 3,6%. Hal tersebut disebabkan karena *pulse sensor* sangat sensitif terhadap getaran, sehingga pada waktu pengujian walaupun alat tidak dipasang atau ditempelkan pada jari tangan akan tetap ada sinyal yang terdeteksi jika ada getaran dari luar dan akan mempengaruhi hasil akhir nilai BPM (*Beat Per Minute*). Namun dari nilai rata – rata presentase error yang didapat tidak menutup kemungkinan juga terjadi karena kesalahan pada saat perhitungan manual seperti denyut nadi yang tiba – tiba menghilang dan tidak fokus saat menghitung. Selain itu juga dapat disebabkan oleh koneksi internet yang tiba – tiba mati ketika sedang melakukan pengujian.

V. PENUTUP

Rancang bangun sistem pengukuran denyut nadi sudah dapat diimplementasikan. Pengujian manual menunjukkan bahwa sensor memiliki output yang cukup baik, sehingga *pulse sensor* sudah dapat dipastikan dapat mendeteksi denyut nadi. Dari pengujian manual dan pengujian menggunakan sistem didapatkan *presentase error* 3,6%, hal ini menunjukkan bahwa alat yang dirancang dapat digunakan untuk mengukur denyut nadi manusia dengan tingkat akurasi yang sesuai dengan standar pengukuran.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. S. S. H. F. Ramantara Limantara Sidam, “Perancangan Alat Ukur Denyut Nadi Menggunakan Sensor Strain Gauge Melalui Media Bluetooth Smartphone,” *e-Proceeding of Engineering*, vol. 3, 2 Agustus 2016.
- [2] E. R. W. H. F. Muhlis Agung Saputro, “Implementasi Sistem Monitoring Detak Jantung dan Suhu Tubuh Manusia Secara Wireless,” *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 1, pp. 148-156, 2 Februari 2017.
- [3] A. Junaidi, “Internet Of Things, Sejarah, Teknologi, dan Penerapannya,” *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Terapan*, vol. 1, 10 Agustus 2015.
- [4] A. D. A. F. K. R. M. F. A. P. F. J. P. Galih Yudha Saputra, “Penerapan Protokol MQTT pada Teknologi WAN (Studi Kasus Sistem Parkir Universitas Brawijaya),” *Jurnal Informatika Mulawarman*, vol. 12, 2 September 2017.
- [5] H. S. S. H. S. Helmy Nurbani, “Perancangan dan Implementasi Alat Pendeteksi Denyut Nadi Berbasis Mikrokontroler,” *Jurnal Teknologi Ilmu Terapan*, vol. 1, p. 814, 1 April 2015.