

RANCANGAN ALAT PENGUKUR JUMLAH DETAK JANTUNG MENGGUNAKAN SENSOR PULSE HEART RATE BERBASIS MIKROKONTROLER

Robie Utsani¹, Asep Saepuloh²

¹Mahasiswa Teknik Informatika STMIK DCI Tasikmalaya

²Dosen Teknik Informatika STMIK DCI Tasikmalaya

E-mail: robieutsani@gmail.com , E-mail : zafanareferensi@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan merancang alat pengukur detak jantung berbasis IoT menggunakan sensor Pulse Heart Rate, Arduino Uno, NodeMCU ESP8266, dan aplikasi Blynk. Sensor digunakan untuk mendeteksi detak jantung, kemudian data diolah oleh Arduino Uno dan dikirim ke NodeMCU ESP8266 untuk diteruskan melalui jaringan WiFi. Hasil pengukuran berupa nilai BPM (beats per minute) dan status jantung ditampilkan secara real-time pada aplikasi Blynk yang dapat diakses melalui smartphone maupun laptop. Berdasarkan pengujian, alat mampu memberikan hasil pengukuran yang akurat dan konsisten, serta memudahkan pengguna dalam memantau kondisi detak jantung. Sistem ini berpotensi digunakan sebagai solusi pemantauan kesehatan pribadi maupun pendukung layanan medis berbasis IoT.

Kata kunci: Jantung, NodeMCU ESP8266, Pulse Heart Rate, Blynk, IoT

I PENDAHULUAN

Kesehatan merupakan kondisi fisik, mental, dan sosial yang baik sehingga seseorang dapat menjalani kehidupan secara optimal. Salah satu cara untuk mengetahui kondisi kesehatan adalah melalui pemeriksaan Tanda-Tanda Vital (TTV), yaitu pengukuran fungsi dasar tubuh yang berguna untuk mendukung diagnosis penyakit dan menentukan tindakan medis yang tepat. Dalam pemeriksaan TTV, detak jantung menjadi salah satu indikator penting karena jantung merupakan organ vital yang bekerja secara refleks dan berperan sebagai penunjang utama kehidupan. Oleh karena itu, pengukuran denyut jantung dapat digunakan sebagai sarana evaluasi

kesehatan yang cepat dan efektif untuk mengetahui kondisi tubuh seseorang.

Denyut jantung adalah jumlah panas ketukan dalam satu menit atau jantung denyut per menit sementara denyut nadi adalah ukuran tekanan darah meningkat teraba seluruh tubuh. Denyut nadi adalah kali arteri kita berdenut permenit yang sebagai dampak dari berdenyutnya jantung. Frekuensi denyut nadi akan sama persisi dengan detak jantung, tekanannya juga akan menggambarkan tingkat kontraksi jantung, karena kontraksi jantung ini menyebabkan peningkatan tekanan darah dan denyut nadi di arteri. Dalam pengukuran denyut nadi dan denyut

nadi adalah merupakan hal yang sama. Denyut jantung digunakan untuk parameter fungsi tubuh manusia, yang berkisar antara 60-100 denyut permenit untuk usia dewasa. Rata-rata kecepatan detak jantung menunjukkan aktivitas jantung.

Denyut jantung tidak sehat terbagi menjadi dua klasifikasi yaitu bradikardia dan takikardia. Bradikardia adalah istilah untuk denyut jantung Kurang dari 60. Pada Sebagian orang denyut jantung Kurang dari 60 bpm tidak menimbulkan gejala apapun, namun Sebagian orang lainnya denyut jantung Kurang dari 60 bpm merupakan tanda masalah sistem kelistrikan pada jantung. Bradikardia menyebabkan darah tidak dapat terdistribusi dengan baik ke seluruh tubuh, bahkan dapat menyebabkan kematian. Denyut jantung melebihi 100 bpm merupakan istilah dari takikardia. Takikardia dapat menyebabkan denyut jantung memiliki ritme yang abnormal serta serangan jantung.

Dengan membangun sebuah alat yang dapat memberikan informasi detak jantung yang sehat serta menentukan baik buruknya keadaan jantung pada saat beraktifitas dan tidak beraktifitas. Memungkinkan pengguna dapat melakukan perawatan Kesehatan jantung. Alat ini berbasis mikrokontroler Arduino dengan menggunakan sensor pulse heart rate mempunyai keluaran berupa bpm detak jantung dan nilai bpm ditampilkan pada LCD.

II Landasan Teori

2.1 Jantung

Sistem kardiovaskular terdiri atas jantung, pembuluh darah, dan

saluran limfe yang mengangkut produk metabolisme untuk dikeluarkan dan mendistribusikan oksigen, nutrisi, dan zat penting lainnya ke seluruh tubuh. jantung adalah organ yang terdapat di dalam rongga dada (thoracic) di sekitar garis tulang dada (sternum), yang berjalan ke anterior dan posterior ke tulang belakang (Rani et al., 2022).

2.2 Pulse Oximeter

Pulse Oximeter mengukur saturasi oksigen darah. Ini dilakukan untuk memastikan pembuluh memiliki oksigen yang cukup. Alat ini menunjukkan detak jantung dan saturasi oksigen pasien, dua parameter penting untuk menentukan kondisi pasien selama pemeriksaan. Oksimeter menggabungkan gadget klinis yang tidak menyakitkan dan nyaman. Cara menjepit ujung jari menggunakan probe sensor

2.3 NodeMCU ESP8266

NodeMCU adalah firmware berbasis LUA open-source yang dikembangkan khusus untuk chip wifi ESP8266. Mikrokontroler yang dikenal sebagai NodeMCU ESP8266 dilengkapi dengan modul WIFI. Selain itu, mikrokontroler jenis ini sudah banyak digunakan untuk pembuatan aplikasi di Web of Things (Ratna Rahmawati Rahayu, 2023).

2.4 Sensor Pulse Heart Rate

Sensor Pulse Heart Rate merupakan sensor detak jantung yang menggunakan metode Photoplethysmography (PPG) untuk mendeteksi perubahan volume aliran darah di bawah permukaan kulit secara non-invasif. Sensor ini bekerja dengan memanfaatkan IR LED dan photodetector, di mana perubahan

aliran darah akibat denyut nadi memengaruhi cahaya yang diterima sensor. Sinyal yang dihasilkan kemudian dikonversi, difilter, dan diperkuat sebelum diproses oleh mikrokontroler untuk menghitung detak jantung.

2.5 LCD

LCD (Liquid Crystal Display) merupakan perangkat tampilan yang bekerja menggunakan cairan kristal yang ditempatkan di antara dua pelat kaca. Ketika diberi tegangan listrik, bagian tertentu dari cairan kristal akan berubah sehingga dapat menampilkan informasi pada layar. Dalam penelitian ini, LCD digunakan sebagai media tampilan untuk menunjukkan informasi kesehatan, seperti detak jantung dan kadar oksigen dalam darah secara langsung kepada pengguna.

2.6 Kabel Jumper

Kabel jumper adalah kabel listrik yang memiliki pin konektor di setiap ujungnya dan memungkinkan Anda menghubungkan dua bagian termasuk Arduino tanpa perlu mengikat

III ANALISIS SISTEM

3.1 Analisis Masalah

Jantung merupakan organ penting yang merupakan pertahanan terakhir bagi kehidupan manusia. Permasalahan saat ini, manusia tidak bisa mengatur jumlah denyut jantung karena jantung bekerja secara refleks. Sebagian orang masih belum mengetahui baik buruknya keadaan jantung pada saat beraktifitas dan tidak beraktifitas. Sehingga manusia

tidak bisa mengetahui apabila jumlah detak jantungnya memberikan informasi jantung sehat atau tidak sehat yang terbagi menjadi dua klasifikasi yaitu bradikardia dan takikardia. Untuk mengetahui kondisi jantung, harus mengecek Kesehatan jantung ke fasilitas pelayanan Kesehatan. Selain hal itu, pasien yang berada di rumah sakit dan juga ahli medis untuk mengetahui informasi jantung seperti jumlah detak jantung dan kondisi jantung pada pasien, ahli medis harus selalu mengecek satu persatu pasien sehingga Kurang efektif dalam hal pemeriksaan Kesehatan jantung pasien karena belum adanya sistem informasi yang dapat dipantau dengan jarak jauh dan data secara real time.

3.2 Flowchart Mengukur Denyut Jantung Secara Manual



3.3 Kesimpulan dan Hasil Analisis Sistem

Manusia tidak bisa mengatur jumlah denyut jantung karena jantung

bekerja secara refleks. Sebagian orang masih belum mengetahui baik buruknya keadaan jantung pada saat beraktifitas dan tidak beraktifitas. Selain hal itu, pasien yang berada di rumah sakit dan juga ahli medis untuk mengetahui informasi jantung seperti jumlah detak jantung dan kondisi jantung pada pasien, ahli medis harus selalu mengecek satu persatu pasien sehingga Kurang efektif dalam hal pemeriksaan Kesehatan jantung pasien karena belum adanya sistem informasi yang dapat dipantau dengan jarak jauh dan data secara real time.

Untuk mengatasi masalah tersebut, maka dirancang alat untuk mengukur detak jantung berbasis mikrokontroler dan IoT dengan menggunakan sensor pulse heart rate yang diintegrasikan dengan sebuah aplikasi yang dapat memonitoring jumlah detak jantung dan mengetahui kondisi jantung. Dengan tujuan untuk memberikan kemudahan dalam perawatan jantung dan informasi mengenai Kesehatan jantung yang dialami.

IV Implementasi Sistem

4.1 Perancangan Sistem

Tahapan perancangan sistem ini adalah tahapan dalam melakukan desain pada sistem yang meliputi sistem kerja alat, perancangan pada alat dan komponen atau perangkat keras yang dibutuhkan/digunakan. Tahapan perancangan sistem ini mencakup penjelasan analisis kebutuhan perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan, prinsip kerja alat, alur kerja alat, rangkaian komponen perangkat keras

dan perancangan sistem monitoring menggunakan aplikasi Blynk IoT.

4.2 Analisis Kebutuhan Sistem Baru

4.2.1 Analisis Kebutuhan Perangkat Keras

No	Perangkat Keras	Spesifikasi	Fungsi
1	Arduino Uno R3	ATmega328, Tegangan 5V, memiliki 14 pin I/O.	Mikrokontroler yang berfungsi sebagai pengirim data untuk mengirimkan nilai bpm dan status jantung.
2	NodeMCU ESP8266	ESP8266, Tegangan 3,3-5V, 17 Pin Flash Memory 16 MB.	Mikrokontroler yang berfungsi sebagai penerima data dari Arduino Uno dan yang terhubung ke Blynk melalui jaringan WiFi.
2	Sensor Pulse Heart Rate	Tegangan 3.3V – 5V	Sebagai pendeteksi detak jantung manusia dan mengirimkan sinyal ke mikrokontroler.
3	Kabel Jumper	Male to Female, Female to Female.	Sebagai media penghubung.

No	Perangkat Keras	Spesifikasi	Fungsi
4	LCD I2C 16x2	Tegangan 2V - 5V	Sebagai media tampilan untuk menampilkan nilai jumlah detak jantung.

(Sumber : Tugas Akhir yang dikembangkan 2023)

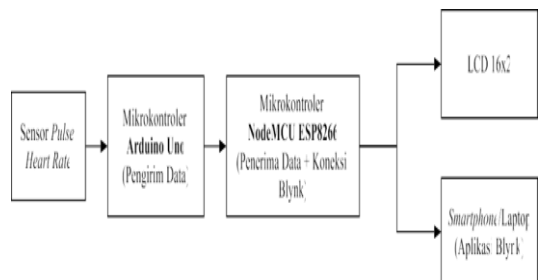
4.2.2 Analisis Kebutuhan Perangkat Lunak

Analisis kebutuhan perangkat lunak yang digunakan dalam perancangan alat pengukur detak jantung dapat dilihat pada tabel 4.2.

No	Perangkat Lunak	Fungsi
1	Arduino IDE	Coding program mikrokontroler.
2	Fritzing	Untuk mendesain perangkat keras.
3	Blynk IoT	Untuk monitoring pada sistem.

(Sumber : Tugas Akhir yang dikembangkan 2023)

4.3 Konsep Dasar Sistem

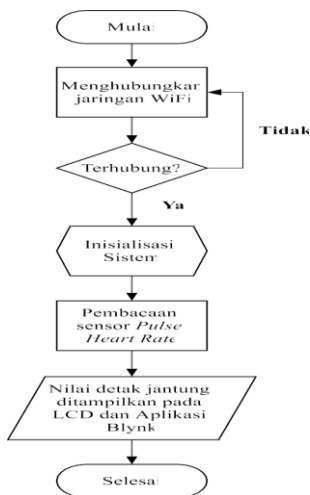


Prinsip kerja alat terdiri dari tiga bagian utama, yaitu blok input berupa sensor Pulse Heart Rate, blok proses menggunakan Arduino Uno dan

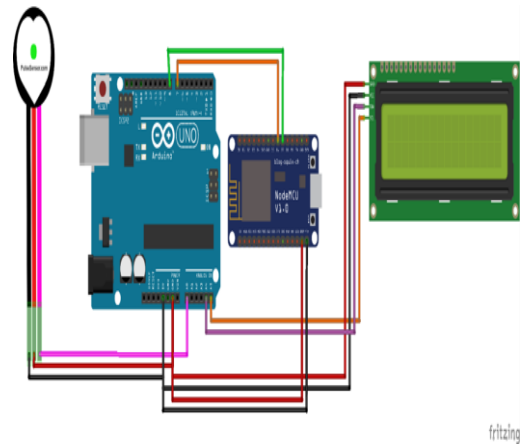
NodeMCU ESP8266, serta blok output berupa LCD dan aplikasi Blynk. Sensor mendeteksi denyut jantung pada jari tangan dan mengirimkan data ke Arduino Uno untuk diproses. Selanjutnya, Arduino mengirimkan data ke NodeMCU ESP8266 yang berfungsi menghubungkan sistem dengan aplikasi Blynk melalui jaringan WiFi. Hasil pengukuran ditampilkan pada LCD dalam satuan bpm (beats per minute) beserta status detak jantung, serta dapat dipantau secara real-time melalui aplikasi Blynk pada smartphone atau laptop.

4.4 Alur Kerja Alat

Pada gambar 4.2 merupakan flowchart Flowchart sistem alat pengukur detak jantung dimulai dengan menghubungkan mikrokontroler ke jaringan WiFi. Jika koneksi berhasil, sistem melakukan inialisasi variabel untuk proses pembacaan sensor. Selanjutnya, sensor Pulse Heart Rate membaca dan menghitung jumlah detak jantung. Hasil pengukuran berupa nilai detak jantung dan status jantung kemudian ditampilkan pada LCD serta dikirim ke aplikasi Blynk untuk pemantauan secara real-time.



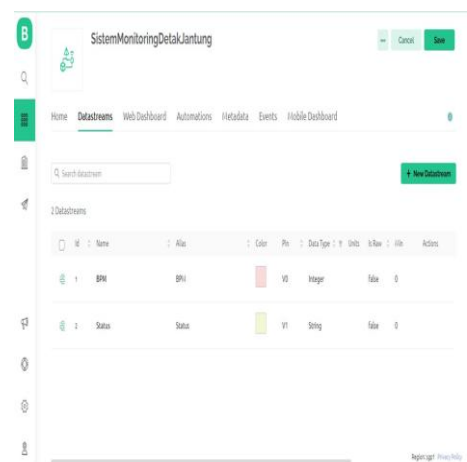
4.5 Rangkaian Komponen Sistem



4.6 Perancangan Sistem Monitoring Menggunakan Aplikasi Blynk IoT

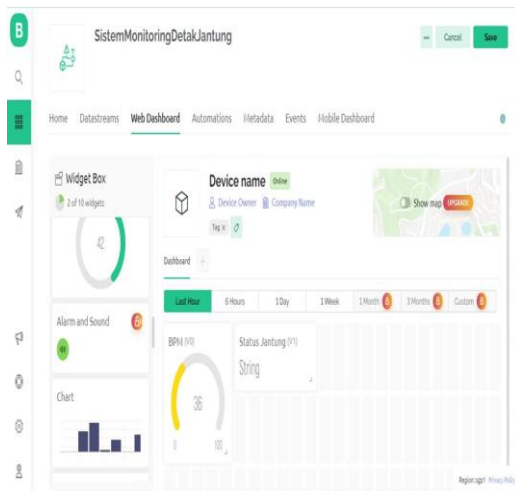
a. Konfigurasi Datastream

Sebelum pembuatan widget pada sistem monitoring ini, Langkah pertama membuat datastream terlebih dahulu. Dimana datastream ini digunakan untuk membuat variabel untuk fungsi yang digunakan. Variabel yang digunakan yaitu Virtual Pin sebagai pin untuk komunikasi antara hardware pada modul/sensor dengan aplikasi Blynk. Pada gambar 4.4, terdapat 2 datastream yang telah dibuat yaitu BPM dan Status jantung.



b. Konfigurasi Dashboard (Pembuatan Widget)

Tahap selanjutnya, pembuatan widget pada menu Dashboard aplikasi Blynk. Dimana dashboard ini digunakan untuk membuat widget pada tampilan Blynk Cloud. Untuk pembuatan widget dengan cara menambahkan widget box yang akan digunakan. Pada gambar 4.5, Widget yang digunakan yaitu berupa gauge untuk menampilkan nilai bpm dan label untuk menampilkan status jantung berupa tulisan/string.



V IMPLEMENTASI SISTEM

5.1 Implementasi Sistem

Pada tahap implementasi sistem ini melakukan pengujian pada alat setelah proses perancangan pada alat. Pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah alat yang telah dirancang bekerja dengan baik dan sesuai fungsinya atau tidak. Pengujian alat ini memiliki 4 tahapan diantaranya yaitu Pengujian pada Sensor Pulse Heart Rate, Pengujian pada Sensor Pulse Heart Rate dan Alat Pulse Oximeter, Pengambilan Data untuk Pengujian

pada Alat Pengukur Detak Jantung, dan Implementasi Sistem Monitoring pada Aplikasi Blynk IoT.

5.2 Pengujian pada Sensor Pulse Heart Rate

Pengujian pada sensor pulse heart rate dilakukan dengan cara menempelkan salah satu jari pada sensor dan melakukan pengujian respons sensor terhadap setiap jari pada tangan. Tujuannya untuk mengidentifikasi apakah tiap jari memiliki tingkat pengukuran detak jantung (nilai bpm) yang sama, mendekati, atau berbeda secara signifikan. Selain itu, pengujian ini bertujuan untuk memahami hasil keluaran data dari sensor.

No	Jari	BPM
1	Ibu Jari	82
2	Jari Telunjuk	75
3	Jari Tengah	91
4	Jari Manis	83
5	Jari Kelingking	76

5.3 Pengujian pada Sensor Pulse Heart Rate dan Alat Pulse Oximeter

Pengujian pada sensor pulse heart rate dengan alat pulse oximeter ini dilakukan untuk mengevaluasi tingkat akurasi nilai BPM yang dihasilkan. Pendekatan yang digunakan adalah dengan membandingkan nilai detak jantung pada sensor dengan nilai yang diberikan oleh alat pulse oximeter yang telah ada. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk melakukan perbandingan pada alat. Hasil pengujian dan perbandingan antara nilai detak jantung pada sensor dan alat pulse oximeter ditampilkan pada Tabel 5.2.

No	Jari	BPM		Nilai Error (%)
		Sensor	Alat Oximeter	
1	Ibu Jari	82	82	1.23%
2	Jari Telunjuk	75	75	0%
3	Jari Tengah	91	97	6.19%
4	Jari Manis	83	85	2.35%
5	Jari Kelingking	76	73	4.11%
Nilai Rata-Rata Error%				3.570%

(Sumber : Tugas Akhir yang dikembangkan 2023)

Berdasarkan tabel 5.2, data yang dikumpulkan memiliki tujuan untuk menghirung nilai error dari perbandingan antara hasil perhitungan sensor dan alat pulse oximeter. Perhitungan yang dihasilkan dari sensor kemudian dibandingkan dengan hasil perhitungan yang berasal dari alat pulse oximeter. Nilai error yang didapatkan yaitu nilai error tertinggi 6.19% dan nilai error terendah 0%. Berikut rumus untuk menghitung nilai error adalah sebagai berikut:

$$\text{nilai Error} = \frac{\text{Sensor} - \text{Alat Oximeter}}{|\text{Alat Oximeter}|} \times 100\%$$

Rata-rata persentase nilai error dapat dihitung dengan menjumlahkan persentase nilai error individu dan kemudian dibagi dengan jumlah sampel. Hitung rata-rata nilai error sebagai berikut:

$$\text{Rata - Rata Error (\%)} = \frac{1,23\% + 5,06\% + 6,19\% + 2,35\% + 4,11\%}{5}$$

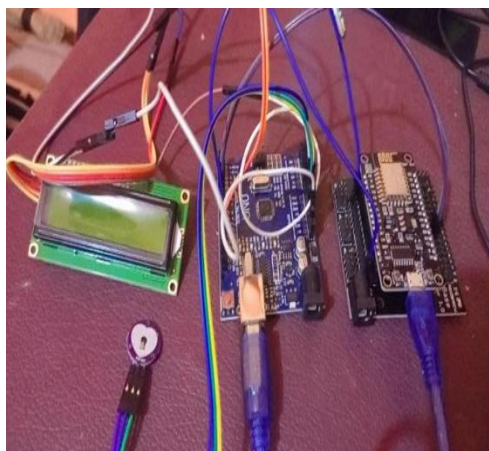
$$\text{Rata - Rata Error (\%)} = 3,570\%$$

Nilai rata-rata error untuk pembacaan sensor dibandingkan dengan pembacaan pulse oximeter adalah 3,570%.

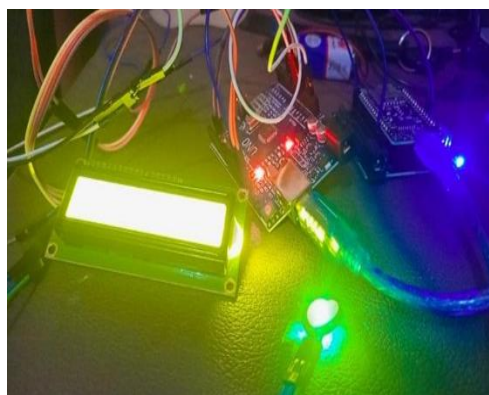
5.4 Rangkaian Perangkat Keras yang Telah Dirancang

Rangkaian perangkat keras yang telah dirancang terdiri dari beberapa komponen yang bekerja untuk menciptakan sistem pengukuran detak jantung. Komponen utama dalam rangkaian ini meliputi sensor pulse heart rate, dua mikrokontroler yaitu Arduino Uno dan NodeMCU ESP8266, dan tampilan output yaitu LCD dan PC/Smartphone. Rangkaian perangkat keras yang telah dirancang dapat

dilihat pada Gambar 5.1, Gambar 5.2, dan Gambar 5.3.



Gambar 5. 1 Rangkaian Hardware yang telah dirancang (1)



Gambar 5. 2 Rangkaian Hardware yang telah dirancang (2)



Gambar 5. 3 Tampilan Nilai BPM dan Status pada LCD

5.5 Pengambilan Data Untuk Pengujian pada Alat Pengukur Detak Jantung
 Pengambilan data yang dimaksud penulis adalah proses mengumpulkan informasi dari...individu yang bersedia untuk mengukur jumlah detak jantung dan kondisi jantung mereka. Tujuannya adalah untuk memastikan bahwa alat pengukur detak jantung yang dikembangkan oleh penulis berfungsi dengan baik. Pengujian alat dilakukan dengan menempelkan salah satu jari pada tangan yaitu jari Telunjuk pada sensor. Pengumpulan data ini mencakup informasi seperti Nama, Jenis Kelamin, Usia, Nilai BPM, dan Kondisi Jantung. Rincian lengkap dari data yang dikumpulkan untuk mengevaluasi hasil pengumpulan data dapat ditemukan dalam Tabel 5.3.

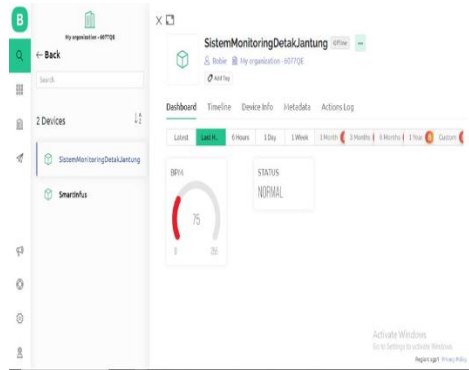
No	Nama	Jenis Kelamin	Umur	BPM	Kondisi
1	Robie	Laki-Laki	23 Tahun	97	Normal
2	Dede	Perempuan	48 Tahun	98	Normal
3	Sumpena	Laki-Laki	75 Tahun	99	Normal
4	Agus	Laki-Laki	46 Tahun	98	Normal
5	Allivia	Perempuan	22 Tahun	97	Normal
6	Yoga	Laki-Laki	22 Tahun	84	Normal

(Sumber : Tugas Akhir yang dikembangkan 2023)

5.6 Implementasi Sistem Monitoring pada Aplikasi Blynk IoT

Implementasi sistem monitoring pada aplikasi Blynk ini dapat diakses melalui smartphone dan Laptop. Dengan menghubungkan alat ke jaringan WiFi, pengujian ini dapat dilakukan apabila alat dan aplikasi Blynk sudah saling terhubung dan dapat saling berkomunikasi. Pada tampilan aplikasi Blynk ini menampilkan nilai bpm dan status Kesehatan jantung dari pembacaan sensor pulse heart rate yang telah ditempelkan dengan salah satu jari pada tangan. Dimana hasil data nilai tersebut, alat dan aplikasi sudah saling mengirimkan data dan berhasil ditampilkan pada aplikasi

Blynk dan pengguna dapat melihat dan memantaunya. Sistem monitoring pada aplikasi Blynk pada web dan smartphone dapat dilihat pada Gambar 5.4, Gambar 5.5, dan Gambar 5.6.



Gambar 5. 4 Sistem Monitoring Aplikasi Blynk Website melalui PC (1)



Gambar 5. 5 Sistem Monitoring Aplikasi Blynk pada Smartphone

VI KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari penelitian yang telah dilakukan, penulis dapat menyimpulkan diantaranya sebagai berikut :

1. Dalam penelitian ini telah berhasil dirancang sebuah alat pengukur jumlah detak jantung menggunakan sensor pulse heart rate berbasis mikrokontroler dan menggunakan aplikasi blynk berbasis internet of things (IoT)
2. Alat ini mampu mengukur jumlah detak jantung dengan akurasi yang baik dan memberikan kemudahan pengguna melalui aplikasi blynk yang dapat diakses melalui smartphone dan juga laptop/PC
3. Pengujian alat dilakukan menggunakan sejumlah subjek dan objek untuk diuji keakuratan dan kinerja pada alat. Dimana pengujian ini dilakukan dari pengujian pada sensor pulse heart rate, pengujian dan perbandingan pada sensor dan alat pulse oximeter sebagai alat kalibrasi, pengambilan data pada setiap individu, dan implementasi sistem monitoring pada aplikasi blynk
4. Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat ini dapat bekerja dengan baik dan sesuai fungsinya, dapat memberikan

pengukuran yang konsisten dan akurat dalam mengukur jumlah detak jantung dan dapat mengetahui kondisi pada jantung sesuai nilai bpm yang diperoleh

5. Integrasi dengan aplikasi Blynk memungkinkan pengguna untuk memantai detak jantung secara realtime dan mengakses data melalui jaringan internet

DAFTAR PUSTAKA

- Fattah, A., Wardana, P.G. (2017). Perancangan Alat Pengukur Denyut Jantung Menggunakan Pulse Sensor dan LCD Berbasis Arduino Uno ATmega328. *JTE UNIBA*, 1 (2), 24-30.
- Kusuma, S.R., Pamungkasty, M., Akbaruddin, S.F., Fadlilah, U. (2018). Prototipe Alat Monitoring Kesehatan Jantung Berbasis IoT. *Jurnal Teknik Elektro*, 18 (2), 59-63
- Prayoga, I., Alfita, R., Wibisono, A.K. (2017). Sistem Monitoring Denyut Jantung dan Suhu Tubuh Sebagai Indikator Level Kesehatan Pasien Berbasis IoT (Internet Of Things) Dengan Metode Fuzzy Logic Menggunakan Android. *TRIAC*, 4 (2)
- Annisa, Billhaq, S.M., P Rivai, W.A. (2018). "HEARTBEATS DETECTOR" (Pendeteksi dan Pengukur Detak Jantung). *Jurnal Autocracy*, 5 (1), 31-45
- Rachmat, H.H., Ambaransari, R.D. (2018). Sistem Perekam Detak Jantung Berbasis Pulse Heart Sensor pada Jari Tangan. *ELKOMIKA*, 6 (3), 344-356

- Yudhana, A., Putra, K.S.A. (2019).
Purwarupa Deteksi Respon Denyut
Nadi Dengan Heart Beat Sensor
Berdasarkan Aplikasi Android.
TRANSMISI, 21 (2), 51-55
- Alodokter. (2023, Maret 16) tentang
Pengertian Penyakit Jantung. Di
akses pada 29 Mei 2023 jam 15:32,
dari
<https://www.alodokter.com/penyakit-jantung>
- Elektronika Lab. (2018, Januari 29)
tentang Cara Program Heart Rate
Sensor Detak Jantung
Menggunakan Arduino. Di akses
pada 20 Mei 2023 jam 13:54, dari
<http://www.labelektronika.com/2018/01/cara-program-heart-rate-sensor-detak-jantung-menggunakan-arduino.html>
- Nurin Fajarina. (2023, April 10) tentang
Manfaat Pulse Oximeter dan Cara
Menggunakannya. Di akses pada 25
Mei 2023 jam 20:32, dari
<https://helohehat.com/pernapasan/pernapasan-lainnya/oximeter/>
- Medis Siloam Hospitals. (2023, Maret
29) tentang Berapa Detak Jantung
Normal Manusia?. Di akses pada 21
Juni 2023 jam 16:21, dari
<https://www.siloamhospitals.com/informasi-siloam/artikel/detakjantung-normal>
- Makarim Rizal Fadhli. (2023, Mei 08)
tentang Berapa Detak Jantung
Normal Berdasarkan Usia?. Di akses
pada 21 Juni 2023 jam 16:22, dari
<https://www.halodoc.com/artikel/berapa-detak-jantung-normal-berdasarkan-usia>