

Monitoring Detak Jantung Dan Sistem Implementasi Telemetri Pada Pelaksanaan Lari

¹Hanggar Yudha Pradana, ²Puput Dani Prasetyo Adi

¹Jurusan Teknik Elektro, Universitas Merdeka Malang, Malang

²Jurusan Teknik Elektro, Universitas Merdeka Malang, Malang

¹hanggar64@gmail.com, ²puputdani@gmail.com

Abstrak — Detak jantung adalah merupakan tanda vital yang secara rutin diperiksa rumah sakit untuk mengetahui tanda klinis dan berguna untuk memperkuat diagnosis suatu penyakit. Pada prosesnya, pemeriksaan detak jantung dan suhu tubuh di beberapa rumah sakit masih menggunakan sistem manual dimana seorang perawat harus datang ke kamar pasien untuk melihat dan mencatat detak jantung dan suhu tubuh pasien. Sistem ini kurang efektif karena memakan banyak waktu. Pada penelitian ini dibuat sebuah sistem monitoring detak jantung dan suhu tubuh manusia secara wireless. Sistem ini menggunakan pulse sensor untuk mendeteksi detak jantung, dengan nRF24L01 yang untuk mengirim data, untuk pemroses datanya menggunakan Arduino nano dan memanfaatkan nRF24L01 sebagai media pengiriman data secara wireless. Sistem ini mendeteksi detak jantung dan suhu tubuh secara realtime. Data hasil olahan kemudian ditampilkan pada sebuah aplikasi. Informasi yang diberikan pada aplikasi meliputi detak jantung per menit, suhu tubuh, dan indikator kondisi detak jantung dan suhu tubuh pasien. Selain itu aplikasi dilengkapi fitur menyimpan detak jantung dan suhu tubuh pada waktu tertentu. Dari hasil pengujian, tingkat keberhasilan sistem dalam mendeteksi detak jantung adalah 97.17%. Sedangkan dalam mendeteksi suhu tubuh tingkat keberhasilan sistem adalah 99.28%. Untuk pengiriman data, sistem dapat melakukan pengiriman data dengan lancar pada jarak maksimal 120 meter dengan tanpa penghalang. Untuk penyimpanan pada database, sistem dapat menyimpan data detak jantung dan suhu tubuh sesuai dengan yang diharapkan.

Kata Kunci—Monitoring detak jantung, Nrf24L01, sensor pulse, Aplikasi Java

Abstract- A heartbeat is a vital sign that is routinely examined by the hospital to identify clinical signs and is useful for strengthening the diagnosis of a disease. In the process, heartbeat and body temperature checks at some hospitals still use manual systems where a nurse must come to the patient's room to see and record the heartbeat and body temperature of the patient. This system is less effective because it takes a lot of time. In this study made a system of heart rate monitoring and human body temperature wirelessly. This system uses pulse sensors to detect heartbeats, with nRF24L01 to transmit data, for data processors using Arduino nano and utilizing nRF24L01 as a wireless data transmission medium. This system detects heart rate and body temperature in realtime. Processed data is then displayed in an application. Information given on the application includes heart rate per minute, body temperature, and indicator of heartbeat condition and patient's body temperature. In addition, the application features a heartbeat and temperature store at a certain time. From the test results, the success rate of the system in detecting heart rate is 97.17%. While in detecting

body temperature system success rate is 99.28%. For data transmission, the system can perform data transmission smoothly at a maximum distance of 120 meters with no obstructions. For storage on the database, the system can store the data heart rate and body temperature as expected.

Keyword—Monitoring heartbeat, Nrf24L01, pulse sensor, Java Application

I. PENDAHULUAN

Jantung bekerja melalui mekanisme secara berulang dan berlangsung terus menerus yang juga disebut sebagai sebuah siklus jantung sehingga secara visual terlihat atau disebut sebagai denyut jantung. Detak jantung manusia yang berbeda-beda ada beberapa masalah yang sering muncul terutama pada saat berolah raga, Penderita mungkin akan merasa jantung berdetak kencang, atau tiba-tiba bertambah denyutnya, atau bahkan berdetak terlalu cepat *takikardi* atau terlalu lambat *bradikardi*. Atau penderita mungkin tidak merasakan apa-apa, karena *aritmia* dapat *asimtomatik* (tanpa gejala)[1]. Sering ditemui pada saat berlari baik berlombaan maupun kompetisi, banyak korban yang jatuh baik kecelakaan ringan maupun gejala sehingga diperlukan suatu sistem jaringan sensor nirkabel yang mampu menyelamatkan banyak korban lewat deteksi dini korban sakit jantung dalam pencegahan sebelum pelari sakit atau jatuh di lapangan karena kelelahan terhadap lari. Pada penelitian sebelumnya belum ada sistem komunikasi jaringan sensor nirkabel yang bisa menangani masalah tersebut. Penelitian ini bermaksud untuk mengembangkan sistem komunikasi jaringan sensor nirkabel yang mampu mengidentifikasi banyak korban agar tim medis dapat mengambil keputusan dan tindakan medis yang cepat terhadap korban berdasarkan tingkat keparahan kondisi korban, penelitian ini adalah pengembangan dari penelitian menggunakan komunikasi *single peer* atau *point-to-point*[2]. Dalam penelitian ini akan dikembangkan sistem yang murah (*low-cost*) dan handal (*reliable*) dengan menggunakan teknologi jaringan sensor nirkabel (JSN) agar dapat di implementasikan kepada pelari yang sedang sakit jantung untuk mendukung peralatan kesehatan di lapangan.

Menggunakan metode *Time-division multiplexing* (TDM) adalah teknik menggabungkan beberapa sinyal untuk dikirimkan secara bersamaan pada suatu kanal transmisi dimungkinkan bisa mendeteksi dan mengirimkan data denyut nadi pasien dalam jumlah banyak sehingga akan lebih banyak mencegah kecelakaan pada korban yang sedang sakit jantung maupun gejala jantung[3].

II. METODE PENELITIAN

A. Metode Penelitian Sistem Monitoring Detak Jantung

Sesuai dengan judul yang diajukan “monitoring detak jantung dan sistem implementasi telemetri pada pelaksanaan lari”. Dalam penelitian ini digunakan beberapa perangkat elektronik yang akan mendukung sistem ini bekerja diantaranya yaitu Arduino Mega 2560,

Arduino Nano 328, Sensor Pulse, Nrf24L01, Software Program Java, program IDE (*Integrated Development Environment*) dan LCD.

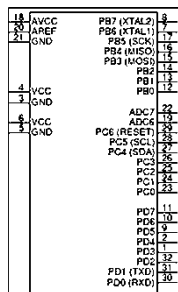
1. Arduino Nano 328p.

Arduino Nano 328p adalah mikrokontroler yang berbasis chip Atmega 328p yang sangat kecil. Dengan menggunakan Arduino Nano 328p akan lebih mudah merangkai rangkaian elektronika Mikrokontroler dibanding jika memulai dari awal dengan merakit AT Mega 328 dari awal di *breadboard*[4]. Spesifikasi Arduino Nano 328p adalah sebagai berikut:

1. Chip mikrokontroler : AT Mega 328
2. Tegangan operasi : 5V
3. Digital I/O pin : 14 buah, 6 PWM
4. Analog Input pin : 8 buah
5. Arus DC per pin I/O : 40 mA
6. Memori Flash : 16kb, 2 bootloader
7. EEPROM : 512 bytes
8. Clock speed : 16 Mhz
9. Dimensi : 45 mm x 18 mm

Arduino Nano 328p menggunakan daya dari koneksi kabel Mini-B USB, atau via *power supply* eksternal. *External power supply* dapat dihubungkan langsung ke pin 30 atau pin 27. Pin power pada Arduino Nano 328p adalah sebagai berikut:

1. (GND) *ground* atau negative
2. Vin adalah pin yang digunakan saat memberikan *power* langsung ke Arduino dengan rentang tegangan yang disarankan 5V.
3. Pin 5V output pada pin tersebut mengalir tegangan 5V yang telah melalui regulator.
4. 3V3 adalah pin output pada pin tersebut disediakan tegangan 3.3V yang telah melalui regulator.
5. REF adalah pin yang menyediakan referensi tegangan Mikrokontroler. Biasanya digunakan pada *board shield* untuk memperoleh tegangan yang sesuai, apakah 5V atau 3.3V, yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Skematik Mikrokontroler 328p[2]

Arduino Nano 328p dilengkapi Selain dilengkapi dengan *flash memori*, Arduino Nano 328p juga dilengkapi dengan *SRAM*, *EEPROM*, *SRAM* dan *EEPROM* dapat digunakan untuk menyimpan data selama program utama bekerja[6].

2. Pulse sensor

Pulse sensor pada dasarnya adalah sebuah *photoplethysmograph* yang bekerja berdasarkan tanggapan terhadap perubahan intensitas cahaya relatif. Jika jumlah intensitas cahaya yang mengenai *Pulse sensor* tetap maka nilai sinyal akan berada di sekitar 512 (nilai tengah rentang ADC 10 bit), semakin besar intensitas cahaya makin tinggi nilai ADC. Saat jantung memompa darah ke seluruh tubuh, setiap denyut yang terjadi disertai dengan munculnya gelombang pulsa

seperti gelombang kejut yang merambat melalui arteri hingga ke lapisan kapiler tangan (jemari) tempat *Pulse sensor* dipasang[4].

- a. Kabel Pin 24-inch, dengan Konektor *Standard* mudah menggunakan sensor ini untuk proyek yang kita buat, menghubungkan kabel Pin yang terdapat pada Arduino.
- b. 1 buah *Earclip*, ukuran yang cocok untuk sensor clip ini dapat dipasang pada bagian belakang sensor.
- c. 2 buah *Velcro Dots* digunakan untuk mengikatkan *Pulse sensor* pada denyut nadi untuk memasang sensor.
- d. 3 buah *Stiker Transparan* Stiker digunakan pada bagian depan *Pulse Sensor* untuk melindungi dari kulit yang berkeriat.
- e. *Visualization software (Made in Processing)* berfungsi sebagai aplikasi cara melihat langsung *output* dari sensor yang terlihat pada modul Gambar 2.



Gambar 2. Modul Pulse Sensor[1]

3. Modul Wireless nRF24L01

Modul *Wireless nRF24L01* adalah sebuah modul komunikasi jarak jauh yang memanfaatkan pita gelombang RF 2.4GHz ISM (*Industrial, Scientific and Medical*). Modul ini menggunakan antarmuka SPI (*Serial Peripheral Interface*) untuk berkomunikasi. Tegangan kerja dari modul ini adalah 3.3V DC. Modul *Wireless nRF24L01* memiliki pita dasar logika *Enhanced Shock hardware Burst protokol accelerator* yang mendukung kecepatan tinggi antarmuka SPI untuk kontroler aplikasi[11].

Tabel 1. Spesifikasi Modul *Wireless nRF24L01*

No	Spesifikasi	Keterangan
1	<i>Integrated Circuit</i>	nRF24L01
2	<i>Channel multi-point</i>	125
3	Tingkatan	1-2 Mbps
4	Konsumsi	Rendah
5	<i>Working frequency</i>	2.4Ghz - 2.5 Ghz
6	Daya pancar	6 dBm
7	Jangkauan transmisi	250 m (daerah terbuka)
8	<i>Data interface</i>	SPI
9	<i>Channel selection</i>	150 channels
10	<i>Power supply</i>	DC 1.9V - 3.6V
11	Ukuran	29 x 15 mm

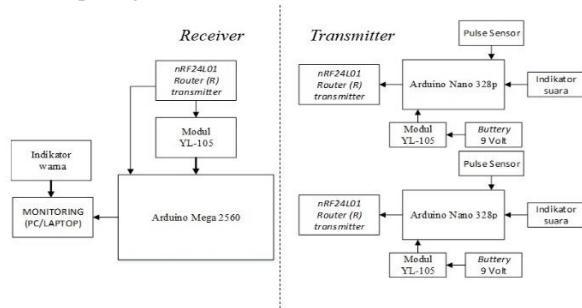
4. Metode Multiplexing

Multiplexing adalah teknik menggabungkan beberapa sinyal untuk dikirimkan secara bersamaan pada suatu kanal transmisi. Dimana perangkat yang melakukan Multiplexing disebut Multiplexer atau disebut juga dengan istilah *Transceiver / Mux*. Dan untuk di sisi penerima, gabungan sinyal - sinyal itu akan kembali di pisahkan sesuai dengan tujuan masing – masing. Proses ini disebut dengan Demultiplexing. *Receiver* atau perangkat yang melakukan Demultiplexing disebut dengan Demultiplexer atau disebut juga dengan istilah *Demux*. Tujuan Multiplexing meningkatkan efisiensi penggunaan *bandwidth/* kapasitas saluran transmisi dengan cara berbagi akses bersama[15].

5. Blok Diagram.

Hal yang terpenting harus diperhatikan dalam membuat sesuatu perancangan yaitu diagram blok yang mencakup cara kerja dari alat yang dirancang, kemudian karakteristik komponen yang digunakan,

keseluruhan blok diagram implementasi *Wireless nRF24L01*, Sebagai pengirim dan penerima data dengan menggunakan mikrokontroler *arduino* mempunyai blok diagram. Blok diagram yang menjelaskan sistem kerja dari alat yang digunakan pada penelitian dan pengembangan pada tugas akhir ini adalah *Sensor pulse, Wireless Nrf24L01*, untuk outputnya adalah berupa grafik detak jantung yang termonitor menggunakan dua interfece atau lebih dengan memonitor detak jantung bagi seorang manusia yang sedang melaksanakan lari di lapangan. Gambar diagram blok di tunjukkan bisa dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Blok Diagram Hardware.

a. Prinsip kerja alat receiver

- 1) Modul *Wireless nRF24L01* bekerja untuk menerima data dari receiver dengan pancaran radio frekuensi dengan berupa sinyal yang di terima oleh transmitter.
- 2) YL-105 *nRF24L01* sebagai adaptor juga sebagai penguat range pancaran jarak jauh berfungsi juga sebagai *sochet* dari radio frekuensi YL-105 memanfaatkan penyetabil tegangan untuk penyetabilkan sinyal pancaran jarak jauh.
- 3) Arduino Mega hasil data yang diperoleh dari *output* sensor pulse masih berupa data *analog*, sehingga untuk mengkonversikan menjadi data *digital* menggunakan fungsi ADC yang terdapat pada *Arduino Mega* dengan pengolahan data.
- 4) Hasil yang di peroleh di tampilkan ke layar monitor dengan berupa tampilan *pulse* dan data detak jantung yang berupa *digital*.
- 5) Pada tampilan berupa pulse maka menggunakan *Eclipse* berbasis *Java* Program dengan pengolahan data dari *Arduino* kedalam tampilan monitor, digunakan untuk mengatur dan memberi perintah untuk tampilan pada layar monitoring agar lebih mudah melihat grafik dari detak jantung yang termonitor dengan menggunakan aplikasi pada layar tampilan yang akan dikirimkan oleh transmitter.

b. Prinsip kerja alat transmitter

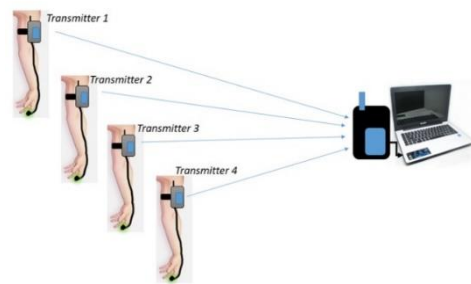
- 1) *Pulse sensor* dibaca oleh *Arduino Nano 328p* secara periodik setiap 2 mili detik. Nilai periode ditentukan untuk memperoleh pola gelombang denyut jantung yang semirip mungkin dengan aslinya. Periode yang terlalu kecil akan menghasilkan gambar yang berbeda dan dapat mempengaruhi hasil diagnostik dokter. *Pulse sensor* berfungsi sebagai pembacaan deteksi detak jantung manusia, dengan cara menempelkan ujung jari pada sensor, sehingga *Input pulse sensor* dari denyut jantung manusia dengan

outputan berupa data *analog*.

2) Data yang diperoleh dari *output sensor pulse* adalah data *analog* yang akan di olah oleh *Arduino Nano 328p* sebagai ADC yang terintegrasi pada mikrokontroler *Arduino Nano 328p*. Proses pengolahan data dari *outputan* yang berupa data *analog* di olah menjadi sinyal *digital* yang berupa data yang akan terkirim melalui pancaran radio frekuensi.

3) Dari ADC maka akan di kirimkan melalui YL-105 shoket *nRF24L01* berfungsi sebagai adaptor juga sebagai penguat ringe pancaran jarak jauh yang akan di stabilkan melalui modul YL-105 dengan memanfaatkan kesetabilan tegangan.

4) *Wireless nRF24L01* dari receiver berfungsi sebagai mengirim data dari transmitter dengan di terima oleh *nRF24L01* sebagai receiver mengirimkan data dengan pancaran jarak jauh menggunakan gelombang radio frekuensi FM[4].



Gambar 4. Rancangan Alat

3. Desain Software.

Untuk menjalankan alat maka digunakan berupa piranti lunak *Software*. Sebelum pembuatan program untuk menjalankan alat, terlebih dahulu penulis dibuat alur program *Flowchart* agar mempermudah perencanaan program. Bahasa program yang dipakai adalah bahasa C sebagai bahasa yang telah banyak digunakan dalam pengendalian dan pengolahan *Arduino Mega 2560* dan *Arduino 328p*.

a. Urutan atau cara membuat program algoritma.

- 1) Mulai di lakukan untuk mengawali sebagai awal untuk menghidupkan alat monitoring detak jantung pada personel yang akan melaksanakan lari.
- 2) Proses untuk data yang akan dikirim melalui modul *Wireless Nrf24L01* pada samping alat yang akan dibuat lari dengan jarak yang cukup jauh.
- 3) Proses untuk data yang akan di olah oleh mikrokontroler berupa modul *Arduino*.
- 4) Inisialisasi dilakukan untuk mengintegrasikan antara *PORT modul, register dan sensor* kedalam aplikasi tampilan monitoring detak jantung yang sudah dibuat untuk bertujuan mempermudah memonitor detak jantung perorangan dengan membedakan antara mayor, minor dan normal.
- 5) Inisialisasi dilakukan pada beberapa data minor, mayor dan normal pada indikator variabel monitoring detak jantung pada aplikasi transmitter data.
- 6) *Input* data sensor yang akan di olah, oleh *Arduino nano 328p* dari data *analog* menjadi data digital berupa data PBM denyut jantung pada logika "*HIGH*", maka *Arduino Nano 1* atau transmitter 1 akan memunculkan data detak jantung yang berupa pulse detak jantung, maka akan memproses logika "*HIGH*" tersebut menjadi dalam bentuk *digital* dan terkirim melalui antenna yang akan terkirim dalam komunikasi data receiver dan transmitter.
- 7) Proses selanjutnya jika program berjalan di lanjutkan dengan pengiriman data melalui radio frekuensi dengan komunikasi data

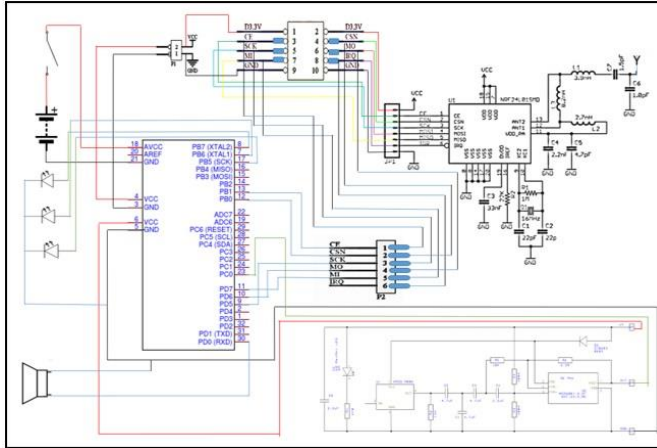
antara *transmitter* dan *receiver* dengan modul *Wireless Nrf24l01* menggunakan gelombang frekuensi radio FM.

- 8) Inisialisasi dilakukan pada *transmitter* jika ya maka akan di dikim ke monitoring berupa aplikasi jika tidak maka akan langsung mengirim data paket loss.
- 9) Proses selanjutnya modul *Wireless Nrf24l01* saling mengirim data dengan *time* jeda waktu dari alat monitoring satu ke gelang yang lain saling mengirim data dari sensor pulse.
- 10) Jika “ya” maka alat dimatikan jika ada gangguan kembali ke inialisasi alat. Apabila alat yang dipakai sudah selesai maka dapat diinstal ulang tekan tombol *reset*, bisa juga di off kan tombol di dalam alat *transmitter* maka sistem tersebut akan berhenti dan kembali dari awal dan dapat di matikan.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pengujian Rangkaian Keseluruhan.

- a. Tujuan pengujian bertujuan untuk mengetahui proses kerja alat apakah sudah berjalan sesuai dengan yang diharapkan atau belum.
- b. Peralatan yang digunakan peralatan yang dibutuhkan dalam pengujian monitoring detak jantung adalah sebagai berikut.
 - 1) Modul sensor pulse.
 - 2) Arduino Mega 2560 dan Arduino Nano 328p.
 - 3) Modul nRF24L01.
 - 4) PCB.
 - 5) LCD.
- c. Langkah-langkah pengujian.
 Pengujian ini untuk mengetahui kinerja dari alat short range radar dengan langkah sebagai berikut :
 Merangkai alat dengan rangkaian seperti Gambar 6 untuk alat sensor *node*.



Gambar 6. Rangkaian Schematic Alat Keseluruhan

2. Daya Sensor Node (Type Transmitter)

Untuk mengetahui tegangan dan arus yang digunakan sensor *node*, diperlukan pengukuran. Komponen-komponen yang diukur antara lain adalah *Nrf24L01*, LED, *Buzzer* dan *Pulse sensor*. Dari hasil pengukuran didapatkan Tegangan (V) *Nrf24L01*= 3.3 volt, Tegangan (V) LED= 3 volt, Tegangan *Buzzer* = 3 volt, Tegangan pulse sensor 5 volt, Arus (I) *Buzzer* = 1.3 mA, Arus (I) Pulse = 5 mA, Arus (I) *Nrf24L01*= 47.2 mA. dengan IC Pembagi tegangan didapatkan tegangan total (V Total) node sensor = 8.18 volt, Arus (I) Total = 84 mA (0.084 A) pengukuran dilakukan menggunakan AVO Meter. Sehingga dapat dihitung daya total dengan rumus $P = V.I$, Sehingga Daya (P) total = $V.I = 8.18 \times 0.084 = 0.687$ Watt = 68.7 mW

Hasil pengujian dan pengamatan didapatkan data pada tabel 2.

Tabel 2. Data uji coba alat.

Jarak (m)	TX	RX	throughput (%)	byte Loss (byte)	Packet Loss (Paket)	bit rate (bps)	Packet Loss (%)
10	98	98	100	0	0	9.8	0
20	98	98	100	0	0	9.8	0
30	98	91	92.8	7	1	9.8	7.14
40	98	91	92.8	7	1	9.8	7.1
50	98	84	85.7	14	2	9.8	14.2
60	98	84	85.7	14	2	9.8	14.2
70	98	77	78.5	21	3	9.8	14.2
80	98	77	78.5	21	3	9.8	14.2
90	98	70	71.4	28	4	9.8	28.5
100	98	70	71.4	28	4	9.8	28.5
110	98	63	64.2	35	5	9.8	35.7
120	98	56	57.1	42	6	9.8	42.8

3. Metode Multiplexing

Time Division Multiplexing (TDM) adalah jenis *Digital Multiplexing* dimana aliran data atau sinyal lebih dari satu pengirim sinyal (sumber atau node sensor) mengirimkan sinyal digital berupa Frekuensi gelombang Radio (RF) ke satu kanal (Koordinator Node (C)) secara bergiliran masuk di channel penerima. Sinyal sensor node dianggap normal Pelari 1, Pelari 2, Pelari 3 dan Pelari 4 masuk secara bergantian bila sensor dalam keadaan ready (ON) dan siap mengirim data dan posisi tepat saat pemasangan pulse sensor di jari telunjuk.

Secara garis besar, sistem pengiriman data denyut nadi pasien ditunjukkan pada gambar berikut :

Tabel 4. Pengiriman Data BPM dengan Metode *Time Division Multiplexing*

No	Data di coordinator node	Keterangan
1	P4=88	Data dari Sensor 4
2	P3=78	Data dari Sensor 3
3	P2=88	Data dari Sensor 2
4	P1=76	Data dari Sensor 1
5	P4=90	Data dari Sensor 4
6	P3=78	Data dari Sensor 3
7	P2=98	Data dari Sensor 2
8	P1=87	Data dari Sensor 1
9	P4=73	Data dari Sensor 4
10	P3=86	Data dari Sensor 3
11	P2=98	Data dari Sensor 2
12	P1=73	Data dari Sensor 1
13	P4=86	Data dari Sensor 4
14	P3=87	Data dari Sensor 3
15	P2=98	Data dari Sensor 2
16	P1=86	Data dari Sensor 1
17	P4=73	Data dari Sensor 4
18	P3=87	Data dari Sensor 3
19	P2=87	Data dari Sensor 2
20	P1=98	Data dari Sensor 1
21	P4=74	Data dari Sensor 4
22	P3=88	Data dari Sensor 3
23	P2=87	Data dari Sensor 2
24	P1=98	Data dari Sensor 1

Dari tabel diatas terlihat bahwa terdapat 4 sinyal dari Sensor node masuk secara bergiliran atau bergantian ke coordinator (C) node. tidak ada data yang terus muncul pada Sinyal Sensor yang masuk ke coordinator node. Hal ini sesuai dengan prinsip metode *time division multiplexing* dimana banyak data digital dari banyak sensor bisa masuk ke coordinator node secara bergiliran atau tidak berkompetisi.

IV. KESIMPULAN

Setelah melakukan tahap perancangan dan pembuatan sistem kerja yang kemudian dilanjutkan dengan tahap pengujian dan analisa maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. *Prototype sensor node* yang dihasilkan dapat berfungsi dengan baik dan dapat digunakan untuk mengukur detak jantung pelari / korban dan informasi tersebut dapat dikirimkan ke server melalui jaringan nirkable dari *transmitter to receiver* dengan melalui radio frekuensi dengan modul *Wireless Nrf24101*.
2. Sensor *node* dapat mengukur detak jantung pelari / korban dengan tingkat keakuratan sebesar 99,3 % dengan perbandingan alat yang sudah ada seperti pengukuran menggunakan stetoskop, oximeter satu rasi, EKG yang dipasang pada dada pasien/korban.
3. Besarnya *Throughput* ditentukan oleh jarak yang dikirim dimana *transmitter* data berlangsung, semakin jauh jarak *transmitter*, maka data dari sensor detak jantung berupa alamat *node* ke *coordinator node* maka semakin kecil *Throughput* yang dihasilkan atau jarak, dan dipengaruhi juga dengan banyaknya *node* sensor, semakin banyak *node* sensor semakin kecil *throughput* nya. *Packet Loss* ditentukan oleh jarak pada saat transmisi data pada pengolahan, semakin jauh jarak transmisi data dari sensor *node* ke *coordinator node* maka semakin besar *Packet Loss*nya, dan semakin banyak *node* sensor semakin besar *packet loss* nya dengan di pengaruhi.
4. Dari hasil *ekperiment* pada jarak dan jumlah *node* yang sama nilai *throughput*nya 83.21 % *packet loss* 16.78 % . dan dari hasil *simulasi* pada jarak dan jumlah *node* yang sama dengan *eksperiment*, nilai *throughput*nya 94,46 % *packet loss* 5,531 %.
5. Penggunaan pada penggunaan sensor untuk jarak *range* penggunaan semakin jauh jarak yang digunakan maka akan semakin besar juga *packet loss* yang akan terjadi demikian juga dengan penggunaan baterai daya pada *transmitter* jika jangkauan yang dibutuhkan kurang maka tidak dapat mengirim data secara baik dan kurak maksimal dalam pengirim data maka sebaiknya kondisi baterai tidak kurang dari 7 volt.

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Destiani, S. Fatimah, and S. Akbar, "Perancangan Pengendali Lampu Rumah Otomatis Berbasis Arduino Nano," no. 1, pp. 352–359.
- [2] Alzani Arifin and A. Mufti, "Monitoring Denyut Jantung Manusia Berbasis Arduino (Studi Kasus rumah sakit)," vol. 2, no. 2, pp. 30–35, 2017.
- [3] A. Sukendar, Martinus, and N. Tantri, "Pembuatan Sistem Otomasi Untuk Pengaturan Mekanisme Kerja Mesin Cetak Kerupuk Menggunakan Mikrokontroler ATmega," *J. Fema*, vol. 1, pp. 31–38, 2013.
- [4] M. Rusdiana and S. Hidayat, "Rancang Bangun Alat Ukur Denyut Jantung Manusia Berjalan Dengan Menggunakan Sensor Pulse," pp. 2–8.
- [5] K. D. Sudharma and D. Handayani, "Distribusi Radio Frekuensi pada solenoid 1)," pp. 304–308.
- [6] E. H. Helmi guntoro, Yoyo Somantri, "Rancang Bangun Magnetic Door Lock Menggunakan Keypad Dan Solenoid Berbasis Mikrokontroler Arduino Mega pada Kontrol Radio Frekuensi," *Electrans*, vol. 12, no. 1, pp. 39–48, 2013.
- [7] Elmiadi Purnama Sari, "Sistem Pengaman Brankas Dengan Menggunakan Handphone Berbasis Mikrokontroler At89S51," pp. 1–7, 2013.

- [8] R. H. Zain, "Sistem Keamanan Ruang Menggunakan Sensor Passive Infra Red (PIR) Dilengkapi Kontrol Penerangan Pada Ruang Berbasis Mikrokontroler Atmega8535 Dan Real Time Clock Ds1307," *J. Teknol. Inf. dan Pendid.*, vol. 6, no. 1, pp. 45–54, 2013.
- [9] Arifin Ali, "Desain Sensor Getaran Frekuensi Rendah Berbasis nRF24101," *J. Oto.Ktrl.Inst (J. Auto.Ctrl.Inst)*, vol. 3, no. 2, pp. 7–14, 2011.
- [10] I. Dinata and W. Sunanda, "Implementasi Wireless Monitoring Energi Listrik Berbasis Web Database," *J. Nas. Tek. Elektro*, vol. 4, no. 1, pp. 83–88, 2015.
- [11] S. Hariadi, P. Ilmu, P. Sosial, P. Pascasarjana, and U. K. Malang, "PENGARUH PENGGUNAAN MEDIA PEMBELAJARAN LCD Samsul Hariadi Bahwa nasional terutama berkaitan dengan Undang- bahwa laboratorium dan media pembelajaran , menyenangkan bagi peserta didik .," vol. 11, no. 1, pp. 100–110, 2017.
- [12] M. R. Setiawan, M. A. Muslim, and D. Nusantoro, "Tampilan Telemetri Menggunakan Visual Basic Programing Java 6 . 0 Dan," *Eecis*, vol. 6, no. 2, pp. 1–6, 2012.
- [13] Puput Dani Adi, E. Gun, K. Milimeter, K. K. Elevasi, and R. Locus, "Perancangan Sistem Kontrol menggunakan metode Multiplexing untuk," vol. 5, no. 2, pp. 512–516, 2016.
- [14] R. Maerani and S. Bakhri, "Perbandingan Sistem Pengontrolan pengolahan Digital Dengan Pengontrolan Cmac , Demux Multiplexing Dan Ann Pada Water Level," vol. 17, no. 3, pp. 129–141, 2013.
- [15] Chamim, Anna Nur Nazilah. "Penggunaan Microcontroller Sebagai Pendeteksi Posisi dengan Menggunakan Sinyal radio frekuensi." *Jurnal Informatika* 4.1. 2014.