

Sistem Monitoring Detak Jantung Pasien Berbasis LoRa
Indah Permata Sari^[1], Yusnita Rahayu^[2], Huriatul Masdar^[3]

¹⁾Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro Universitas Riau

²⁾Dosen Jurusan Teknik Elektro Universitas Riau

³⁾Dosen Fakultas Kedokteran Universitas Riau

Program Studi Elektro S1, Fakultas Teknik Universitas Riau Kampus Binawidya Km 12,5
Simpang Baru Panam, Pekanbaru 28293, Riau

Email: indah.permatasariindahsari@student.unri.ac.id

ABSTRACT

This research developed a heart rate monitoring system using 3 lead electrodes sensor based LoRa. LoRa used to send the data from transmitter to receiver. Hardware used is arduino uno, ad8232, lora shield and electrodes. The result of patient's heart rate monitoring are displayed on Graphical User Interface (GUI) designed in visual basic 2010. Visual basic provide information such as heart rate per minute, heart rate signal and heart rate characteristic such a bradycardia, tacycardia and normal. Based on the test result, LoRa can work better in Line of Sight (LoS) condition compared with non-LoS condition. For LoS condition, RSSI is at interval of -96 to -107 dBm for distance of 50 meters to 200 meters, while for non-LoS condition is at interval of -103 to -113 dBm. The result of patient's heart rate monitoring show a heart rate error of 5.98 % with signal intervals that are still classified in the normal range category.

Keyword: ECG, LoRa, Monitoring

I. PENDAHULUAN

Penyakit jantung adalah salah satu masalah kesehatan utama dan penyebab kematian nomor satu di dunia. Menurut *World Health Organization* (WHO), tahun 2015 lebih dari 17 juta orang di dunia meninggal akibat penyakit jantung dan pembuluh darah, dan sekitar 8,7 juta orang meninggal disebabkan penyakit jantung koroner. Di Indonesia, hasil Riset Kesehatan Dasar (RISKESDAS) tahun 2018 menunjukkan bahwa sebesar 1,5% atau 15 dari 1.000 penduduk Indonesia menderita penyakit jantung koroner (Depkes, 2018).

Banyaknya kematian yang disebabkan oleh penyakit jantung yang tercatat oleh WHO dikarenakan tanda-tanda dari penyakit ini tidak dapat dilihat atau terdeteksi secara langsung, melainkan dengan melakukan pemeriksaan menggunakan alat *electrocardiograph* (EKG). Namun permasalahan yang sering muncul adalah disamping biaya yang mahal untuk pengadaan alat-alat tersebut, juga memerlukan kemampuan khusus dalam pengoperasiannya, sehingga belum dapat digunakan secara mandiri oleh pasien.

Sistem *monitoring* detak jantung pasien ini bertujuan untuk memberikan kemudahan dalam memantau kondisi jantung pasien, efisiensi biaya operasional, *easy to use* dan

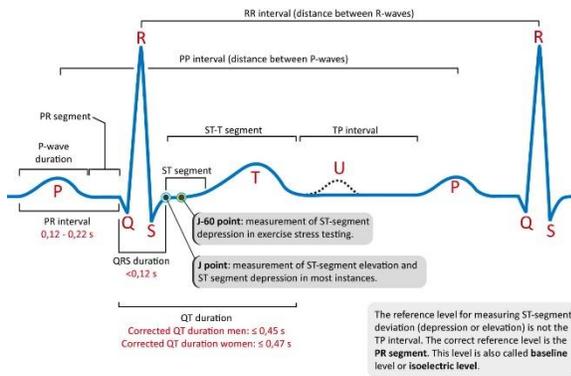
mengubah sistem pemantauan kesehatan berbasis kabel menjadi sistem berbasis nirkabel (*wireless*). Oleh karena itu, penelitian ini akan mengembangkan sistem *monitoring* detak jantung berbasis *Long Range* (Lora) sebagai media transmisi data yang memiliki *range* kerja hingga 5 km pada *area urban* dan 15 km pada *area suburban* (*Digi-Key Corporation*, 2016).

Dengan menggunakan teknologi LoRa, dokter dapat memonitor detak jantung pasien dari jarak jauh. Hasil monitoring detak jantung pasien ditampilkan pada *Graphical User Interface* (GUI) *Visual Basic* (VB) dan disimpan di dalam *database MySQL*.

II. LANDASAN TEORI

2.1 Electrocardiogram (EKG)

Aktivitas kelistrikan jantung dapat direkam oleh elektrokardiograf dengan meletakkan elektroda-elektroda ke berbagai permukaan tubuh (*sadapan/leads*). Rekaman grafik potensial-potensial listrik yang ditimbulkan oleh jaringan jantung ini disebut sebagai *electrocardiogram* (EKG). Sinyal EKG mempunyai tegangan sampai 5mV dan rentang frekuensi 0,5-100 Hz. Bentuk sinyal EKG dapat dilihat Gambar 1.



Gambar 1. Ciri-ciri EKG Normal (Rawshani, 2017)

Nilai normal untuk gelombang dan interval EKG adalah sebagai berikut (Christensen, 2019):

1. Interval RR: 0,6-1,2 detik
2. Gelombang P: 80 milidetik
3. Interval PR: 120-200 milidetik
4. Segmen PR: 50-120 milidetik
5. Kompleks QRS: 80-100 milidetik
6. J-point: N / A
7. Segmen ST: 80-120 milidetik
8. Gelombang T: 160 milidetik
9. Interval ST: 320 milidetik
10. Interval QT: 420 milidetik atau kurang jika denyut jantung 60 denyut per menit (bpm)

Interval antara R-R menandakan periode dari detak jantung yang dapat dikonversi menjadi *Heart Rate*: (Rautaharju, 2007)

$$HR = \frac{60}{R-R} \text{ (bpm)} \quad (1)$$

R – R = adalah interval antara sinyal R dengan sinyal R yang diukur dalam milidetik. Interval R-R relatif konstan dari detak ke detak. Perubahan pada interval R-R menandakan adanya kecepatan jantung yang tidak wajar.

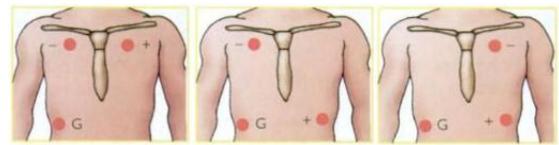
Detak Jantung / *Heart Rate* (HR) terbagi atas 3 kategori yaitu:

1. Normal, apabila jantung berdetak sekitar 60-100 bps
2. Bradikardia, apabila jantung berdetak kurang dari 60 bps
3. Takikardia, apabila jantung berdetak lebih dari 100 bps

2.2 Lead/Sadapan

Untuk mendapatkan sinyal jantung manusia dilakukan dengan cara menempelkan elektroda ditubuh manusia. Istilah “*lead*” didefinisikan sebagai susunan spasial sepasang elektroda atau suatu pasangan elektroda yang merupakan kombinasi beberapa elektroda melalui jaringan resistif (*resistive network*). Satu *lead* ditandai “+” dan yang lain ditandai “-“.

Pada penelitian ini terdapat tiga lead yang dapat dibaca yaitu lead I, II dan III. Posisi lead I, II dan III dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Posisi Lead I, II, III (Williams, 2007:40)

Berikut penjelasan Gambar 2:

1. *Lead I*: merekam beda potensial antara tangan kanan (RA) dengan tangan kiri (LA). Tangan kanan pada potensial (-) dan tangan kiri pada potensial (+).
2. *Lead II*: merekam beda potensial antara tangan kanan (RA) dengan kaki kiri (LF). Tangan kanan pada potensial (-) dan kaki kiri pada potensial (+).
3. *Lead III*: merekam beda potensial antara tangan kiri (LA) dengan kaki kiri (LF). Tangan kiri pada potensial (-) dan kaki kiri pada potensial (+).

2.3 Elektroda

Elektroda adalah sensor atau transduser yang mengubah energi ionis dari sinyal jantung menjadi energi listrik untuk akuisisi dan pengolahan datanya. Elektroda ini ditempelkan pada permukaan kulit pasien pada lokasi yang sudah ditentukan yang disebut sadapan atau *leads*. Elektroda yang digunakan dalam penelitian ini adalah *limb clamp electrode* atau elektroda klem perifer yang dapat digunakan kembali untuk elektrokardiografi. Elektroda yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Limb Clamp Electrodes

2.4 AD8232

Biopotensial dalam tubuh memiliki tegangan yang sangat kecil sekitar 0-5 mV, agar dapat dibaca oleh adc arduino perlu dikuatkan menjadi 0V - 5V. AD8232 sebagai salah satu IC penguat yang stabil yang akan digunakan sebagai penguat. AD8232 mempunyai enam koneksi keluaran dari IC yang dapat dihubungkan dengan SDN, LO+, LO-, Output, 3.3V, dan disediakan pin GND untuk mengoperasikan monitor dengan arduino. AD8232 juga dilengkapi dengan pin *Right Arm* (RA), *Left Arm* (LA) dan *Right Leg* (RL) untuk dihubungkan dengan sensor (Sollu, 2017). Sensor dan kabel *snap* yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. AD8232 dan EKG Snap Electrode Cables

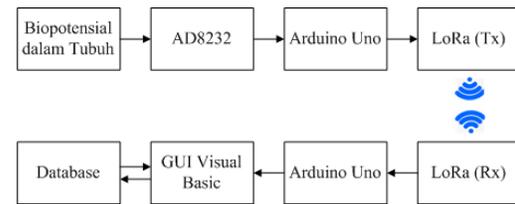
2.5 LoRa

LoRa merupakan sistem komunikasi *wireless* untuk *Internet of Things*, yang menawarkan komunikasi jarak jauh dan berdaya rendah (Agustin, 2016). LoRa Physical Layer Protocol bekerja pada frekuensi sub-GHz pada pita frekuensi 433-, 868-, 915-, 923-MHz bergantung pada regulasi masing masing negara. Di Indonesia regulasi ini akan diatur oleh Kominfo dan akan mengikuti standar frekuensi LoRa yang ditetapkan oleh LoRa Alliance untuk kawasan Asia yaitu pada frekuensi 923-925 MHz (AS923).

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Perancangan Sistem Monitoring

Pada penelitian ini dilakukan pemrograman *hardware* menggunakan arduino IDE dan pembuatan aplikasi GUI pada VB. *Hardware* yang digunakan yaitu berupa arduino, sensor AD8232, kabel *snap*, *limb clamp electrode* dan *LoRa Shield*. Hasil monitoring detak jantung ditampilkan pada GUI dan disimpan di dalam *database*. Blok diagram sistem monitoring ditunjukkan Gambar 5.



Gambar 5. Blok Diagram Sistem *Monitoring*

3.2. Perlengkapan yang digunakan

Perancangan sistem *monitoring* detak jantung pada penelitian ini menggunakan perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*). Uraian perlengkapan yang digunakan antara lain:

3.2.1 Perangkat Keras (*Hardware*)

Perangkat keras yang digunakan pada penelitian ini antara lain:

a. *Limb Clamp Electrode*

Perangkat ini digunakan untuk mendeteksi aktivitas kelistrikan jantung.

b. AD8232

Perangkat ini digunakan penguat dan filter

c. LoRa

Perangkat ini digunakan untuk mengirim dan menerima data.

d. Arduino Uno

Perangkat ini digunakan untuk memproses sinyal detak jantung berdasarkan program pembacaan sensor.

3.2.2 Perangkat Lunak (*Software*)

Perangkat lunak yang digunakan pada penelitian ini antara lain:

a. Arduino IDE

Arduino IDE digunakan untuk melakukan pemrograman pada perangkat arduino uno dan LoRa Shield.

b. Visual Basic 2010

Visual Basic 2010 digunakan untuk memprogram serta mendesain aplikasi sistem monitoring detak jantung.

c. MySQL

MySQL digunakan untuk membuat database dan table-table yang akan digunakan sebagai media penyimpanan hasil monitoring detak jantung.

3.3 Skenario Pengujian LoRa

Pada penelitian ini dilakukan pengujian perangkat lora yang dilakukan di lingkungan kampus fakultas teknik pada kondisi LoS dan non-LoS dengan jarak antar transmitter dan receiver 50 m, 100 m, 150 m dan 200 m. Peta area pengujian ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Area Pengujian LoRa

Berdasarkan Gambar 6, garis kuning menunjukkan kondisi LoS dan garis merah menunjukkan kondisi Non-LoS. Posisi pasien dan transmitter berada di mushalla teknik dengan pemakaian alat EKG penelitian oleh pasien dengan posisi elektroda berdasarkan lead I. Sedangkan posisi receiver pada jarak 50 m berada di depan parkir teknik, jarak 100 m berada di depan lobby teknik, jarak 150 m berada di jalan masuk fakultas teknik dan jarak 200 m berada di gedung THP pertanian. Pemakaian alat untuk pengujian LoRa dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Pemakaian Alat untuk Pengujian LoRa

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

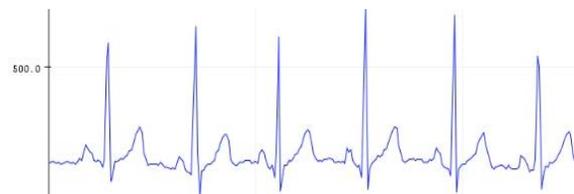
4.1 Pengujian LoRa

Pengujian dilakukan berdasarkan skenario pengujian yang telah dijelaskan pada bab III. Berdasarkan dari pengujian yang telah dilakukan, maka didapatkan hasil pengujian berupa perbandingan nilai RSSI dan sinyal keluaran pada kondisi LoS dan Non-LoS.

Tabel 1. Perbandingan Nilai RSSI pada Kondisi LoS dan Non-LoS

Jarak (m)	RSSI (dBm)	
	LoS	Non-LoS
50	-96	-103
100	-103	-107
150	-105	-111
200	-107	-113

Berdasarkan Tabel 1, dapat dilihat bahwa pada kondisi LoS LoRa memiliki performa yang lebih baik. Pada kondisi LoS, nilai RSSI berkisar dari -96 hingga -107 dBm, sedangkan pada kondisi Non-LoS, nilai RSSI berkisar dari -103 hingga -113 dBm. Perbandingan bentuk sinyal yang diterima pada kondisi LoS dan Non-LoS dapat dilihat pada Gambar 8 dan 9.



Gambar 8. Sinyal yang diterima pada Kondisi LoS pada Serial Plotter Arduino

Berdasarkan Gambar 8, bentuk sinyal yang diterima pada bagian *receiver* sudah menyerupai bentuk sinyal detak jantung referensi, dimana bagian P, Q, R, S dan T sudah terlihat jelas. Sedangkan bentuk sinyal yang diterima pada kondisi Non-LoS dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Sinyal yang diterima pada Kondisi Non-LoS *Serial Plotter* Arduino

Berdasarkan Gambar 9, didapatkan hasil yang kurang sesuai. Hal ini dikarenakan pada saat dilakukan proses pengiriman data terdapat banyak penghalang berupa bangunan, pohon dan kendaraan yang melintas. Sehingga dapat disimpulkan bahwa proses pengiriman data sinyal detak jantung lebih baik dilakukan pada kondisi LoS karena bentuk sinyal yang diterima lebih sesuai. Sedangkan pada kondisi Non-LoS bentuk sinyal yang diterima kurang baik karena terdapat banyak penghalang.

4.2 Hasil Pemeriksaan Pasien pada GUI *Visual Basic*

Pada aplikasi VB, keluaran sinyal yang dihasilkan ada tiga yaitu pada *lead* I, II, dan III yang dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Sinyal pada Lead I, II dan III

Pemeriksaan detak jantung dilakukan pada empat orang pasien dengan membandingkan nilai BPM beserta interval sinyal menggunakan EKG penelitian dan EKG rumah sakit. Berikut perbandingan BPM pada keempat pasien pada Tabel 2.

Tabel 2. Perbandingan *Heart Rate* (HR) Pasien

Sample	EKG Klinik	EKG Penelitian	Error (%)
Pasien I	74	76	2.63%
Pasien II	74	78	5.12%
Pasien III	66	75	13.6%
Pasien IV	73	75	2.6%
Rata-rata <i>error</i>			5.98%

Berdasarkan Tabel 2, dapat dilihat bahwa persentase *error* rata-rata HR pasien adalah sebesar 5.98% dengan nilai HR yang masih tergolong dalam kategori normal. Perbandingan interval sinyal keempat pasien dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Perbandingan Interval Sinyal

Sample	PR (s)	RR (s)	QRS (s)	QT (s)
Normal Range	0.12 - 0.20	0.6 - 1.2	0.08 - 0.1	< 0.42
I	0.14	0.81	0.08	0.33
II	0.12	0.77	0.09	0.33
III	0.14	0.81	0.08	0.39
IV	0.16	0.82	0.09	0.34

Berdasarkan Tabel 2, dapat dilihat bahwa interval sinyal EKG masing-masing pasien masih tergolong dalam kategori normal *range*.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.:

1. Pengambilan data detak jantung dilakukan pada empat orang pasien dengan persentase *error* pada HR sebesar 5.98%, sedangkan interval sinyal detak jantung masing-masing

pasien masih termasuk dalam kategori normal *range*.

2. Jarak komunikasi LoRa sangat dipengaruhi oleh *obstacle* (hambatan) di daerah komunikasi perangkat. Semakin banyak hambatannya maka jarak komunikasi LoRa akan semakin dekat. Untuk pemantauan tanpa hambatan, pengiriman data masih bisa dilakukan dalam jarak 200 meter lebih antara *transmitter* dengan *receiver*, sedangkan untuk pemantauan dengan hambatan pengiriman data hanya bisa dilakukan pada jarak maksimal 200 meter.

Saran

Adapun saran yang ingin disampaikan adalah pada hasil sinyal detak jantung yang didapatkan, diharapkan dapat dilakukan pembacaan interval yang disertai dengan ketinggian dari masing-masing bagian PQRST.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustin, A., et al. 2016. A Study Of LoRa: Long Range & Low Power Networks For the Internet Of Things. *Sensors*, 16, 1466.
- Christensen, B. 2019. Normal Electrocardiography (ECG) Intervals. <https://emedicine.medscape.com/article/2172196-overview>, diakses pada 22 Desember 2019.
- Depkes. 2018. RS Jantung Harapan Kita Pengampu Rujukan Kardiovaskular. <http://www.depkes.go.id/article/print/18111200002/rs-jantung-harapan-kita-pengampu-rujukan-kardiovaskular.html>, diakses pada 5 Maret 2019.
- Digi-Key Electronics. DV164140-2: 915 MHz Transceiver; LoRaMote (LoRaWAN™). <https://emedicine.medscape.com/article/2172196-overview>, diakses pada 28 Desember 2019.
- Rautaharju, P., & Rautaharju, F. 2007. *Investigative Electrocardiography in Epidemiological Studies and Clinical Trials*. USA: Springer-Verlag London.
- Rawshani, A. 2017. *Pocket Guide to ECG Interpretation*. University of Gothenburg: www.ecgwaves.com
- Sollu, T. S., Alamsyah, & Bachtar, M. 2017. Sistem Pemantauan Sinyal Detak Jantung Pasien Menggunakan Protokol Zigbee Dan Arduino. *Techno.COM*, Vol. 16, No. 4: 411-420.
- Williams, L., & Wilkins. 2007. *Portable ECG Interpretation*. Philadelphia.