

# RANCANG BANGUN DETEKTOR ARRYTHMIA MENGGUNAKAN TEKNOLOGI SELULER BERBASIS GPS

Agung Wahyu Nugroho<sup>1</sup>, Gatot Santoso<sup>2</sup>, dan Samuel Kristiyana<sup>3</sup>

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri

Institut Sains dan Teknologi AKPRIND

Jalan Kalisahak 28 Komplek Balapan Tromol Pos 45 Yogyakarta 55222, Yogyakarta, Indonesia  
agung.wahyu.aw23@gmail.com<sup>1</sup>, gatsan@akprind.ac.id<sup>2</sup>, yanaista@akprind.ac.id<sup>3</sup>

## ABSTRACT

*The heart is a human organ that has a vital function. Small cuts in heart organ can have a big effect on our body. In general, our heart beats ranging from 60 to 100 times in one minute. When exceeding 100 times and less than 60 times per minute (bpm) means our heart is experiencing an abnormal pulse. Abnormal heartbeat (abnormal) is called arrhythmia.*

*Arrhythmia is one of the diseases of abnormalities in heartbeat rhythm where if the heart rate is less than 60 bpm it includes arrhythmia symptoms called bradycardia (weak heartbeat), whereas if the heartbeat is more than 100 bpm it includes arrhythmia symptoms called tachycardia (strong heartbeat). Therefore, some patients who suffer from arrhythmia do not feel any symptoms, it is necessary to automate early detection system that can be used directly by the patient without disturbing the space and activity.*

*Information and communication technology allows that cardiac examinations can be monitored by physicians remotely. This study aims to design and build an abnormal heartbeat detector device by detecting the patient's heart rate and measurements can be sent to a mobile communications device owned by doctors or nurses and ambulance units using GPS-based cellular technology.*

**Keywords:** Arrhythmia, Cellular Technology, GPS

## INTISARI

Jantung adalah organ tubuh manusia yang memiliki fungsi vital. Kelaian kecil pada organ jantung dapat berpengaruh besar pada tubuh kita. Pada umumnya jantung kita berdetak berkisar antara 60 sampai 100 kali dalam satu menit, jika lebih dari itu berarti jantung kita mengalami detak yang tidak normal. Detak jantung yang tidak normal (abnormal) disebut dengan *arrythmia*. Beberapa pasien yang menderita *arrythmia* tidak merasakan gejala apapun, maka perlu adanya otomatisasi sistem deteksi dini yang dapat dipakai langsung oleh pasien tanpa mengganggu ruang gerak serta aktivitas.

Teknologi informasi dan komunikasi memungkinkan bahwa pemeriksaan jantung dapat dipantau oleh dokter dari jarak jauh. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun alat detektor detak jantung abnormal dengan mendeteksi level detak jantung pasien dan hasil pengukurannya dapat dikirimkan ke perangkat komunikasi seluler milik dokter atau perawat serta unit mobil ambulans menggunakan teknologi seluler berbasis GPS.

Dalam penelitian ini akan merancang detektor *arrythmia* dimana jika detak jantung kurang dari 60 bpm maka termasuk gejala *arrythmia* yang disebut *bradycardia* (detak jantung lemah), sedangkan jika detak jantung lebih dari 100 bpm maka termasuk gejala *arrythmia* yang disebut *tachycardia* (detak jantung kuat). Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, alat memiliki error rata-rata sebesar 0,87% dalam membaca detak jantung.

**Kata Kunci:** Aritmia, Teknologi Seluler, GPS

## I. PENDAHULUAN

Penyakit jantung hingga saat ini masih menjadi penyebab kematian utama di Indonesia. Menurut Kalangi dkk. (2016) angka kejadian *arrythmia* akan meningkat dengan bertambahnya usia. Diperkirakan populasi geriatrik (lansia) akan mencapai 11,39% di Indonesia atau 28 juta orang di Indonesia pada tahun 2020. Makin bertambah usia, persentase kejadian *arrythmia* makin meningkat, yaitu 70% pada usia 65-85 tahun dan 84% di atas 85 tahun.

Pada umumnya jantung manusia berdetak berkisar antara 60-100 kali dalam satu menit. Bila melebihi 100 kali dan kurang dari 60 kali tiap menit berarti jantung manusia mengalami detak yang tidak normal. Detak jantung yang tidak normal (*abnormal*) disebut dengan *arrythmia*. *Arrythmia* merupakan salah satu penyakit kelainan terhadap irama jantung yang disebabkan adanya gangguan dari sistem *cardiovaskuler*. Jadi *arrythmia* adalah suatu kelainan dalam kecepatan, irama, tempat asal dari ransangan, atau gangguan penghantar yang dapat menyebabkan perubahan dalam urutan normal aktivasi atrium dan ventrikel (Patil et al., 2012).

Cara yang paling umum digunakan untuk mengetahui kondisi tubuh yaitu berdasarkan jumlah detak nadinya, dengan mengetahui jumlah detak jantung dapat diketahui kondisi kesehatan jantung secara umum karena jantung merupakan bagian komponen utama sistem peredaran darah yang berfungsi memompakan darah ke seluruh tubuh (Sari dkk, 2015).

Oleh karena beberapa pasien yang menderita *arrythmia* tidak merasakan gejala apapun, maka perlu adanya otomatisasi deteksi dini untuk *arrythmia* dengan menggunakan alat detektor sebagai penggantinya. ECG (*electrocardiograf*) merupakan alat kedokteran yang biasa digunakan oleh tim medis untuk mendeteksi detak dan irama jantung (Webster, 1981).

Alat ECG belum dapat digunakan secara mandiri oleh pasien untuk mendeteksi detak jantung pasien. Alat ECG memerlukan kemampuan khusus dalam pengoperasiannya

serta harga yang mahal untuk pengadaan ECG. Monitoring detak jantung dapat dilakukan menggunakan teknik langsung ataupun tidak langsung. Secara langsung dilakukan dengan memasang *sensor* pada jantung itu sendiri, sedangkan secara tidak langsung dengan memanfaatkan pembuluh darah, yaitu dengan melakukan sadapan atau *sensor* pada aliran darah tersebut (Erliyanto, 2008).

Penelitian menggunakan *sensor* optikal telah dilakukan untuk memonitor detak jantung antara lain (Erliyanto dkk, 2008). Penelitian (Raharja, dkk, 2014), telah membuat monitoring detak jantung berbasis FPGA (*Field Programmable Gate Array*). Pada penelitian-penelitian tersebut, alat yang dirancang belum berbasis komunikasi bergerak. Detak jantung dapat dihitung dengan mencuplik pengukurannya selama 10 detik, kemudian jumlah detak jantung yang terdeteksi dikalikan 6 untuk mendapatkan nilai rata-rata detak jantung dalam satuan *beat perminute* (Raharja dan Sendy, 2014). Desain dan pengembangan dari MTS (*Mobile Telemedicine System*) yang secara kontinyu mengambil sinyal ECG dari pasien jantung dengan kategori *high-risk*, (Bai, 2008).

Berdasarkan permasalahan tersebut, maka penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun alat yang dapat mendeteksi *arrythmia* dengan menggunakan *sensor* detak jantung. Perhitungan detak jantung dilakukan secara otomatis oleh mikrokontroler arduino nano. Kemudian hasilnya dapat dikirim ke telepon seluler milik dokter atau perawat dan keberadaan pasien dapat diketahui melalui koordinat yang didapat dari GPS (*Global Positioning System*).

## II. METODOLOGI

Metodologi menjelaskan urutan proses-proses metode penelitian yang digunakan, antara lain meliputi:

### A. Alat dan Bahan

Berdasarkan pada identifikasi kebutuhan pada detektor *arrythmia*, maka perlu diperoleh beberapa analisa kebutuhan terhadap alat yang dibuat dengan spesifikasi alat dan bahan yang

tertera pada Tabel 1. untuk alat dan Tabel 2. untuk bahan/komponen yang digunakan.

Tabel 1. Daftar Alat

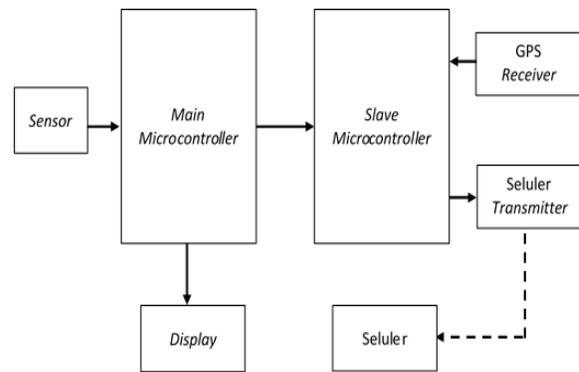
No.	Nama Alat	Spesifikasi
1.	Notebook	ASUS A455L
2.	Software Arduino	Arduino IDE 1.6.7
3.	Downloader	USBASP
4.	Software Proteus	Versi 7.10
5.	Software CorelDraw	X8
6.	Solder	Goot 40 Watt
7.	Atraktor	Kecil
8.	Obeng	1 set
9.	Multimeter Digital	HoldPeak
10.	Osiloskop Digital	ADITEG
11.	Telepon Seluler	Smartphone
12.	Project Board	Besar

Tabel 2. Daftar Bahan

No.	Nama Bahan	Spesifikasi
1	Arduino nano	FTDI 328P
2	Modul selular	SIM900A
3	Modul GPS	NEO-6M
4	Modul sensor BPM	Grove Ear Clip Heart Rate
5	Baterai	Li-Po 3,6 Volt
6	Box	Putih kecil
7	PCB	Dual layer
8	LCD	Nokia 5110
9	LED	Biru, Hijau

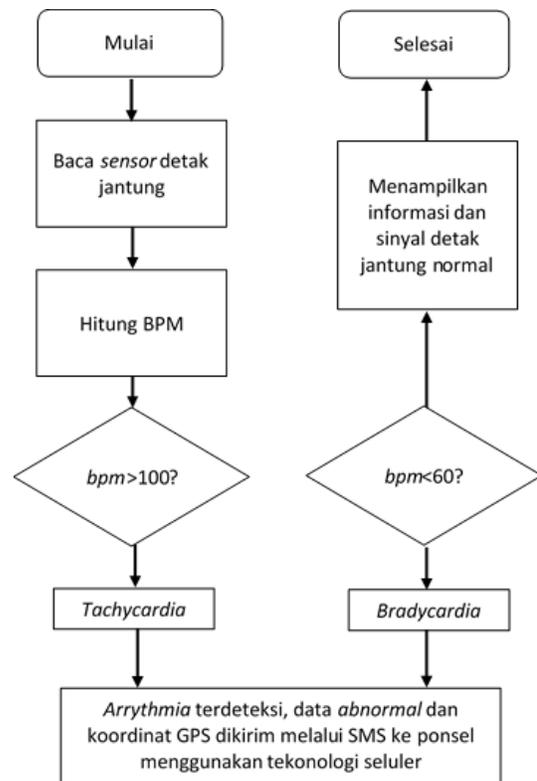
### B. Perancangan Sistem

Perancangan sistem meliputi prinsip kerja alat detektor *arrythmia* menggunakan teknologi seluler berbasis GPS. Perancangan terdiri dari dua bagian utama yaitu bagian *hardware* dan *software* seperti yang digambarkan pada Gambar 1. dan Gambar 2.



Gambar 1. Blok Diagram Detektor Arrythmia

Secara garis besar, blok diagram tersebut terdiri dari dua bagian yaitu *main microcontroller* dan *slave microcontroller* dimana memiliki fungsi masing-masing dan terhubung melalui *interface*. *Main microcontroller* berperan sebagai pengolah data utama yang menentukan deteksi *arrythmia*, sedangkan *slave micro-controller* berperan sebagai driver serta pengolah data dari GPS dan seluler.



Gambar 2. Flowchart Perancangan Sistem

Berdasarkan diagram alir diatas cara kerja alat dengan mendeteksi detak jantung yang dibaca oleh sensor yang telah diolah menjadi nilai bpm dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Beat Per Minute (BPM)} = \frac{60.000}{\text{waktu dalam ms antara 2 gelombang R}}$$

(1)

Jika salah satu dari dua kondisi terpenuhi maka data informasi dikirim ke seluler dan jika kondisi tidak terpenuhi maka dikatakan normal dan informasi hanya akan ditampilkan di layar perangkat. Kondisi pertama jika bpm kurang dari 60 bpm maka dikatakan gejala *bradycardia* (detak jantung lemah) dan jika bpm lebih dari 100 bpm maka dikatakan gejala *tachycardia* (detak jantung kuat). Selain informasi gejala *arrythmia* ada juga informasi koordinat yang dipakai untuk melacak posisi pasien saat gejala *arrythmia* terdeteksi.

Data hasil pengujian dilakukan perhitungan presentase kesalahan dengan menggunakan persamaan:

$$\text{Error (\%)} = \frac{\text{nilai baca} - \text{nilai ukur}}{\text{nilai baca}} \times 100\% \quad (2)$$

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian telah memperoleh hasil berupa sistem detektor *arrythmia* yang memiliki 2 bagian utama yaitu perangkat keras berupa alat yang di tampilkan pada Gambar 3., serta perangkat lunak berupa konten data informasi yang terdapat pada aplikasi pesan di telepon seluler seperti yang di tampilkan pada Gambar 4.

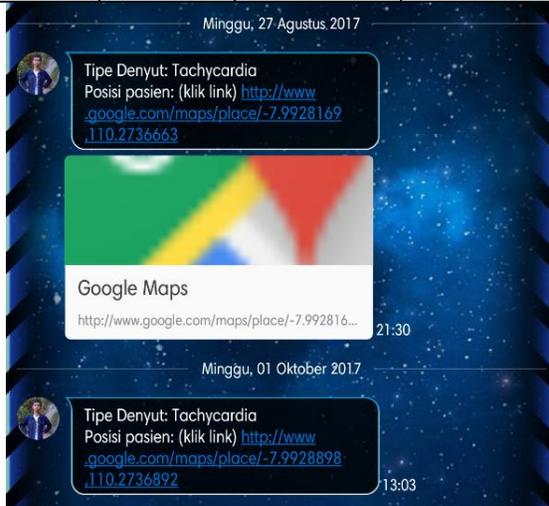


Gambar 3. Tampilan Rancang Bangun Detektor *Arrythmia*

Sistem pengoperasian alat dijelaskan sebagai berikut:

1. Terlebih dahulu ditempelkan *sensor* pada bagian daun telinga baik telinga kanan atau kiri sama saja. Setelah itu hubungkan konektor sensor ke modul detektor.
2. Hidupkan perangkat detektor dan tunggu sampai *sensor* pada modul detektor membaca sinyal detak jantung dan akan ditampilkan pada layar LCD nantinya.
3. Perangkat akan menghitung nilai BPM secara terus-menerus setiap detik.
4. Kemudian jika kondisi *abnormal* maka modul detektor akan menentukan saat BPM lebih dari 100 *bpm* telah terjadi gejala *arrythmia* lalu modul detektor menampilkan data pada layar dan mengirim data berupa pesan sms bahwa pasien terdiagnosa kondisi *tachycardia*. Sedangkan saat BPM kurang dari 60 *bpm* telah terjadi gejala *arrythmia* lalu modul detektor menampilkan data pada layar dan mengirim data berupa pesan sms bahwa pasien terdiagnosa kondisi *bradycardia*. Semua pengiriman data disertai dengan informasi koordinat GPS sebagai penentu lokasi pasien, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 4.
5. Saat kondisi normal dan detak jantung tidak terdiagnosa gejala *arrythmia* maka modul detektor akan menampilkan sinyal detak jantung, nilai BPM dan diagnosa normal pada layar di modul detektor.

Pengujian ke	Tegangan Teori (Volt)	Output tanpa Beban (Volt)	Output dengan beban (Volt)
1	5	5,06	4,98
2	5	5,05	4,97
3	5	5,06	4,98
4	5	5,07	4,99
5	5	5,06	4,98
<b>Rata-rata</b>	5	5,0	4,98



Gambar 4. Tampilan Saat Informasi Dikirim Melalui Pesan SMS ke Telepon Seluler

#### A. Hasil Pengujian Power Supply Step Up

Pengujian ini dilakukan untuk memastikan bahwa masukan tegangan untuk rangkaian sudah sesuai dengan yang dibutuhkan yaitu sebesar 5 Volt.

Tabel 3. Data Pengujian Power Supply Step Up

Pengujian dilakukan pada *power supply step up* MAX7756 dimana pengujian ini dilakukan untuk mengetahui berapa nilai kesalahan atau *error* yang tidak diinginkan.

Dari hasil perhitungan rata-rata *output* tegangan diperoleh hasil perhitungan yang diacu pada rumus 1, sebagai berikut:

1. Nilai galat persentase *output* tanpa beban:

$$\text{Persentase error} : \frac{5 - 5,0}{5} \times 100\%$$

$$\text{Persentase error} : 0 \%$$

2. Nilai galat persentase *output* dengan beban:

$$\text{Persentase error} : \frac{5 - 4,98}{5} \times 100\%$$

$$\text{Persentase error} : 0,4 \%$$

Untuk hasil perhitungan nilai galat presentase diatas didapatkan nilai *error* yang kecil yaitu sebesar 0,4 % untuk *output* dengan beban dan *error* sebesar 0% untuk *output* tanpa beban. Nilai galat presentase atau *error* yang kecil dikarenakan rangkaian *power supply step up* menggunakan tegangan *input* yang sesuai yaitu sesuai yang direkomendasikan antara 3,6 Volt sampai 4,2 Volt serta komponen yang baik juga mempengaruhi kualitas *output* yang dihasilkan.

#### B. Pengujian Tegangan Output Sensor

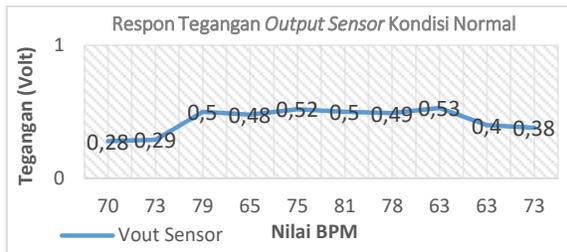
Pengujian *sensor* dilakukan dengan pengujian pembacaan nilai tegangan *output* dari *sensor* menggunakan multimeter. Hasil pengujian pembacaan nilai tegangan dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Pembacaan Nilai Tegangan Output Sensor pada Keadaan Normal

No	Pembacaan BPM	V out Sensor (Volt)	Kondisi
1.	70	0,28	Normal
2.	73	0,29	Normal
3.	79	0,50	Normal
4.	65	0,48	Normal
5.	75	0,52	Normal
6.	81	0,50	Normal
7.	78	0,49	Normal
8.	63	0,53	Normal
9.	63	0,40	Normal
10.	73	0,38	Normal
	<b>72</b>	<b>0,437</b>	<b>Rata-rata</b>

Pengujian *sensor* kedua dilakukan pada saat kondisi normal atau dengan memasang

probe sensor lalu dijepit ke telinga pada orang yang sehat agar didapatkan pembacaan jantung yang normal. Lalu didapatkan nilai tegangan *output sensor* rata-rata sebesar 0,437 Volt dengan nilai detak jantung rata-rata sebesar 72 bpm.



Gambar 5. Grafik Hubungan Nilai ADC Sensor dengan Tegangan *Output Sensor* Kondisi Normal

Jika dilihat grafik respon tegangan *output* saat kondisi normal dapat diketahui bahwa nilai tegangan *output* bervariasi dan tidak konstan dikarenakan pembacaan bpm yang dilakukan secara terus menerus yakni dalam satu detik membaca nilai detak jantung sehingga *output sensor* berubah-ubah sesuai dengan nilai bpm atau detak jantung per menit.

### C. Pengujian Akurasi Sensor (Kalibrasi)

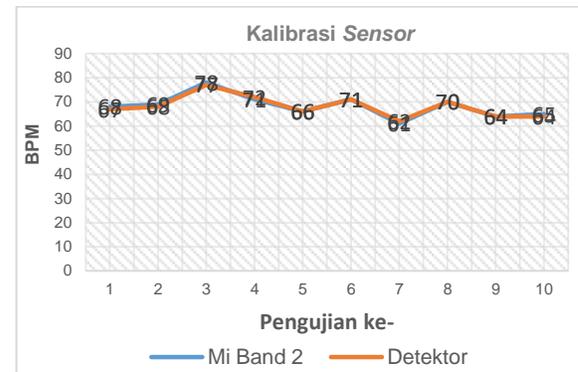
Teknik kalibrasi menggunakan alat pengukur detak jantung diperlukan untuk mengetahui apakah alat yang dirancang sudah akurat atau masih menghasilkan *error* yang besar. Kalibrasi dilakukan sebanyak 10 kali pada kondisi normal. Prinsip dari metode ini adalah dengan melakukan perbandingan antara pembacaan alat detektor dengan perangkat Mi Band 2.

Pada pengujian tegangan per-sel baterai ini dilakukan selama 2 jam 59 menit dan dituliskan setiap 1 (satu) jam sekali sehingga waktu pengujian dibulatkan menjadi 3 jam seperti pada Tabel 2 yaitu 0-3 jam.

Tabel 5. Kalibrasi pada Kondisi BPM Normal

No	Nilai BPM		Kesalahan/ Error (%)
	Mi Band 2	Detektor	
1	68	67	1,470
2	69	68	1,449
3	78	77	1,282
4	71	72	1,388

5	66	66	0
6	71	71	0
7	61	62	1,612
8	70	70	0
9	64	64	0
10	65	64	1,538
<b>Rata-rata</b>			<b>0,874</b>



Gambar 6. Grafik Kalibrasi Detektor dengan Mi Band 2

Pengukuran diatas dimaksudkan untuk mengetahui keakuratan alat yang dibuat dalam kasus ini di bandingkan dengan gelang Mi Band 2 dalam membaca bpm detak jantung. Berdasarkan pengukuran yang telah dilakukan didapatkan nilai kesalahan/*error* yang kecil yaitu rata-rata sebesar 0,874 %. Jika dilihat pada grafik kalibrasi *sensor* dapat diketahui bahwa selisih perbedaan lajur grafik antara alat dengan perangkat Mi Band 2 sangat kecil dan hampir bertumpuk dikarenakan nilai kesalahan yang kecil.

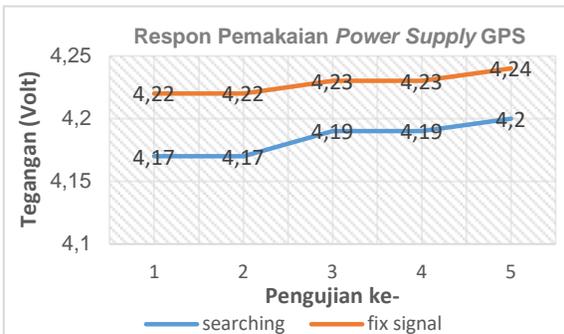
### D. Pengujian Tegangan Masuk pada SIM900A dan GPS

Pengujian tegangan masukan ini bertujuan untuk mengetahui berapa besar tegangan yang dipakai oleh modul baik saat pencarian sinyal (*search signal*) maupun saat mendapatkan sinyal (*lock signal*). Pengujian nilai tegangan ini juga diuji sebanyak 10 kali untuk mendapatkan nilai yang terbaik dari nilai yang ditampilkan multimeter. Adapun nilai tegangan dapat dilihat dari Tabel 6. dan Tabel 7.

Tabel 6. Pembacaan Nilai Tegangan Masuk GPS

Percobaan ke	Tegangan Search Signal (Volt)	Tegangan Lock Signal (Volt)
1.	4,17	4,22
2.	4,17	4,22
3.	4,19	4,23
4.	4,19	4,23
5.	4,20	4,24
<b>Rata-rata</b>	<b>4,18</b>	<b>4,22</b>

Pengujian pertama tegangan masukan ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar daya yang dibutuhkan oleh modul GPS saat keadaan mencari sinyal serta saat telah mendapatkan sinyal. Dari pengukuran didapatkan nilai tegangan rata-rata sebesar 4,18 Volt saat pencarian sinyal (*search signal*) dan nilai tegangan rata-rata sebesar 4,22 Volt saat mendapatkan sinyal (*lock signal*).



Gambar 7. Grafik Respon Pemakaian Power Supply GPS

Jika dilihat dari grafik tersebut maka dapat diketahui bahwa selisih tegangan dari dua keadaan tersebut hanya sebesar 0,04 Volt maka penurunan tegangan sangat rendah hanya sebesar 0,04 Volt saat proses pencarian sinyal GPS.

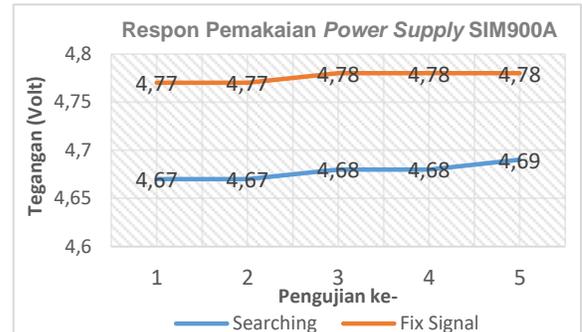
Pengujian kedua, tegangan masukan ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar daya yang dibutuhkan oleh modul SIM900A saat keadaan mencari sinyal serta saat telah mendapatkan sinyal.

Tabel 7. Pembacaan Nilai Tegangan Masuk SIM900A

Percobaan ke	Tegangan Search Signal (Volt)	Tegangan Lock Signal (Volt)
1.	4,67	4,77

2.	4,67	4,77
3.	4,68	4,78
4.	4,68	4,78
5.	4,69	4,78
<b>Rata-rata</b>	<b>4,68</b>	<b>4,78</b>

Dari pengukuran didapatkan nilai tegangan rata-rata sebesar 4,68 Volt saat pencarian sinyal (*search signal*) dan nilai tegangan rata-rata sebesar 4,78 Volt saat mendapatkan sinyal (*lock signal*).

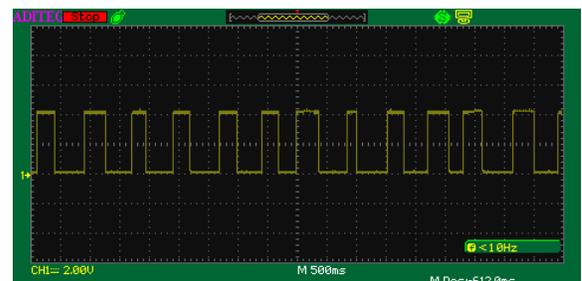


Gambar 8. Grafik Respon Pemakaian Power Supply SIM900A

Jika dilihat dari grafik diatas maka dapat diketahui bahwa selisih tegangan dari dua keadaan tersebut sebesar 0,1 Volt maka penurunan tegangan sebesar 0,1 Volt saat proses pencarian sinyal GSM.

#### E. Hasil Pengujian Sinyal Output Sensor

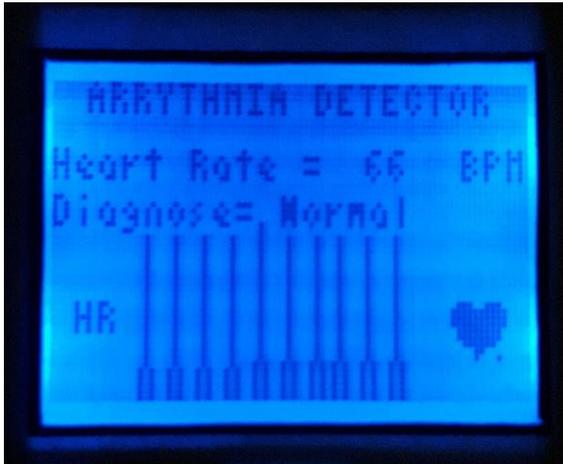
Pengujian gelombang yang diambil dari *output sensor* dimaksudkan untuk mengetahui bentuk sinyal, tegangan VPP, frekuensi dan periode dari *sensor*. Nilai-nilai tersebut dapat dilihat dari gambar berikut:



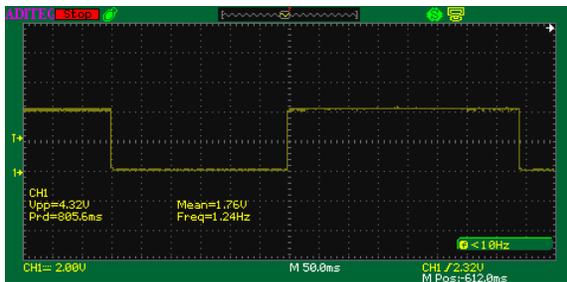
Gambar 9. Gelombang Sinyal Output Sensor

Dari pengujian bentuk gelombang sinyal *output sensor* dapat dilihat pada Gambar 4.8

dan diketahui bahwa gelombang yang dihasilkan yakni gelombang kotak yang terbentuk sesuai sinyal detak jantung, bentuk gelombang tersebut hampir sama dengan bentuk gelombang yang ditampilkan pada layar yang terdapat pada alat detektor dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Tampilan Gelombang Sinyal *Output Sensor* pada Layar Detektor



Gambar 11. Nilai Parameter Gelombang *Output Sensor*

Gelombang sinyal *output* tersebut memiliki beberapa nilai yang dapat dilihat pada Gambar 4.10, antara lain nilai tegangan VPP sebesar 4,32 Volt, periode sebesar 805,6 ms dan frekuensi sebesar 1,24 Hz.

#### F. Hasil Pengujian Jaringan Seluler

Pengujian jaringan seluler dilakukan untuk mengetahui respon penangkapan sinyal atau penguncian sinyal dari beberapa *provider* jaringan seluler GSM. Pengujian dilakukan dengan mengamati waktu respon modul seluler saat mencari sampai mengunci sinyal seluler dari masing-masing *provider* baik di dalam

ruangan (*indoor*) maupun di luar ruangan (*outdoor*) dan dihitung dalam satuan detik dimulai saat alat dihidupkan. Pengujian juga dilakukan di beberapa tempat dan disajikan data dengan Tabel 8. Dan Tabel 9.

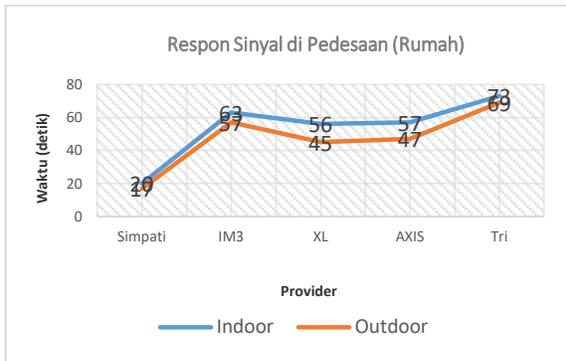
Tabel 8. Pengujian Jaringan Seluler di Rumah

No.	Provider	Waktu Respon (Detik)		Tempat
		Indoor	Outdoor	
1	Simpaty	20	17	Rumah
2	IM3	63	57	Rumah
3	XL	56	45	Rumah
4	AXIS	57	47	Rumah
5	Tri	73	69	Rumah

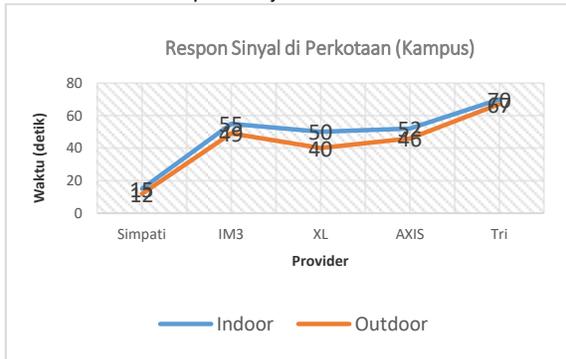
Tabel 9. Pengujian Jaringan Seluler di Kampus

No.	Provider	Waktu Respon (Detik)		Tempat
		Indoor	Outdoor	
1	Simpaty	15	12	Kampus
2	IM3	55	49	Kampus
3	XL	50	40	Kampus
4	AXIS	52	46	Kampus
5	Tri	70	67	Kampus

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, didapatkan dua macam pengujian yang disajikan dalam dua tabel, pertama dengan pengujian bertempat di rumah (pedesaan) dan yang kedua pengujian bertempat di kampus (perkotaan). Berdasarkan data tersebut, dilakukan pengujian dengan lima macam *provider* jaringan GSM antara lain Simpaty, IM3, XL, AXIS, dan Tri. Pengujian juga dilakukan di dalam ruangan (*indoor*) serta luar ruangan (*outdoor*) yang bertujuan untuk mengetahui respon penangkapan sinyal seluler.



Gambar 12. Tampilan Gelombang Sinyal *Output Sensor* pada Layar Detektor



Gambar 13. Tampilan Gelombang Sinyal *Output Sensor* pada Layar Detektor

Dari pengamatan grafik perhitungan lama waktu respon penangkapan sinyal sampai respon terkunci yang paling cepat adalah *provider* Simpati dengan waktu sebesar 20 detik di *indoor* dan 17 detik di *outdoor* pada daerah pedesaan (rumah), sedangkan pada daerah perkotaan (kampus) waktu respon penangkapan sinyal sebesar 15 detik di *indoor* dan 12 detik di *outdoor*.

#### G. Hasil Pengujian Waktu Kerja Alat Detektor

Pengujian ini untuk mengetahui kecepatan penindakan pasien saat menggunakan alat detektor dibandingkan dengan manual tanpa alat detektor. Pengujian dilakukan dengan menghitung lama waktu penindakan pasien saat menggunakan alat dengan lama waktu penindakan pasien secara manual tanpa menggunakan alat (*direct mobile*). Perhitungan waktu didapatkan hasil sebagai berikut:

- Misalkan pasien berada di kompleks kalisahak (kampus 1 IST AKPRIND Yogyakarta) dan pasien Rumah Sakit

Sardjito yang masih menggunakan prosedur manual. Jika:

- Diketahui jarak antara tempat pasien dengan Rumah Sakit adalah 5 Km
- Kecepatan rata-rata mobil ambulans 25 Km/jam

Maka dapat dihitung:

$$\text{Waktu tunggu ambulans} = \text{jarak tempuh} / \text{kecepatan rata-rata}$$

$$= 5 / 25 = 0,2$$

jam = 12 menit

Jika waktu tunggu dokter = 30 menit dan waktu untuk menghubungi pihak Rumah Sakit = 8 menit, maka dapat dihitung waktu penindakan menggunakan rumus 3.3 dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\text{Waktu penindakan} = 8 + 12 + 40 = 60 \text{ menit}$$

- Misalkan pasien berada di kompleks kalisahak (kampus 1 IST AKPRIND Yogyakarta) dan pasien Rumah Sakit Sardjito yang sudah menggunakan perangkat detektor. Maka:

- Diketahui jarak antara tempat pasien dengan Rumah Sakit adalah 5 Km
- Kecepatan rata-rata mobil ambulans 25 Km/jam

Maka dapat dihitung:

$$\text{Waktu tunggu ambulans} = \text{jarak tempuh} / \text{kecepatan rata-rata}$$

$$= 5 / 25 = 0,2 \text{ jam}$$

= 12 menit

Jika waktu tunggu dokter 3 menit (dokter sudah siap karena telah dikirim informasi bahwa pasien terkena *arrhythmia*) dan waktu untuk menghubungi pihak Rumah Sakit = 1 menit (pihak rumah sakit sudah dikirim informasi oleh perangkat detektor), maka dapat dihitung waktu penindakan menggunakan rumus 3.3 dengan perhitungan sebagai berikut:

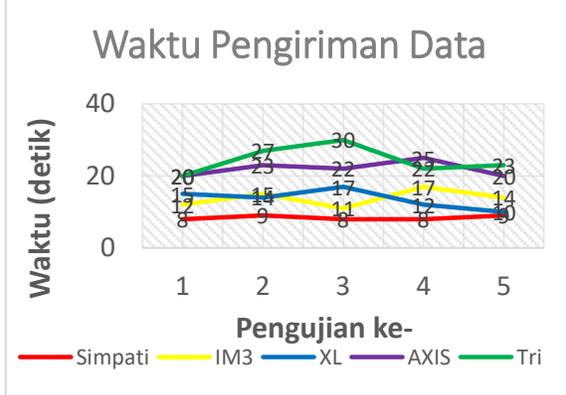
$$\text{Waktu penindakan} = 1 + 3 + 12 = 15 \text{ menit}$$

Waktu menghubungi pihak rumah sakit kurang dari 1 menit didapatkan dari pengujian pengiriman data yang telah diuji dan disajikan pada Tabel 4.10.

Tabel 4.1 Kecepatan Pengiriman Data

No	Provider	Waktu (Detik)				
		1	2	3	4	5

1	Simpati	8	9	7	8	9
2	IM3	12	15	11	17	14
3	XL	15	14	17	12	10
4	AXIS	20	23	22	25	20
5	Tri	20	27	30	22	23



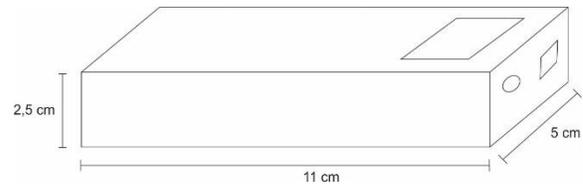
Gambar 14. Grafik Waktu Pengiriman Data

Berdasarkan pengujian kecepatan pengiriman data yang telah dilakukan didapatkan hasil yang disajikan pada Tabel 4.10. Dari kelima pengujian *provider* jaringan seluler yang diuji sebanyak 5 kali didapatkan hasil melakukan pengiriman sms dengan waktu selama 8 detik sampai 30 detik hingga data diterima oleh perangkat seluler. Dapat dilihat grafik pada Gambar 4.13, semakin rendah grafik maka semakin cepat pengiriman data yang dilakukan. Pengujian dilakukan saat sinyal telah terkunci karena jika sinyal belum terkunci maka pengiriman data melalui sms tidak akan terkirim.

Dari pengujian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa pengiriman data bisa dilakukan pada saat sinyal terkunci, dan dari kelima *provider* yang telah diuji, yang paling cepat dan stabil dalam mengirim data adalah *provider* Simpati dengan rentang waktu pengiriman selama 8 detik.

#### H. Pengukuran Dimensi Alat Detektor

Alat yang dibuat harus *ergonomic* dan disesuaikan dengan *human body* sehingga mudah dikenakan (*wearable*) dan tidak mengganggu ruang gerak pasien. Sehingga dilakukan pengukuran terhadap dimensi ukuran dari alat detektor yang telah dibuat.



Gambar 15. Sketsa Dimensi Ukuran Alat Detektor

Berdasarkan pengukuran dimensi alat yang telah dilakukan, didapatkan ukuran dengan spesifikasi panjang 11cm, lebar 5cm dan tebal/tinggi 2,5cm. Dari spesifikasi nilai tersebut diketahui bahwa ukuran dimensi alat sudah *ergonomic* sehingga sesuai untuk pemakaian tubuh (*wearable*) karena ukuran tersebut seperti ukuran *smartphone* dan hanya tebal yang berbeda.

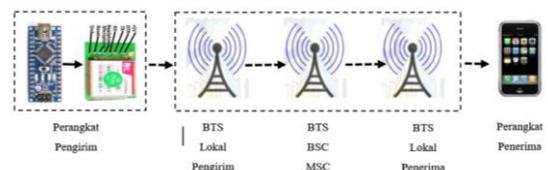


Gambar 16. Dimensi Fisik Alat Detektor

#### I. Pengukuran Pengiriman Informasi Jarak Jauh

Pengukuran informasi yang dikirim jarak jauh ini dilakukan untuk mengetahui kecepatan serta akurasi dari pengiriman data melalui teknologi seluler GSM yang dikirim lewat pesan singkat (sms).

Pengukuran dilakukan dengan cara menghitung kecepatan transfer data dari mikrokontroler ke SIM900A lalu ke BTS lokal pengirim lalu ke BTS operator dan ke BTS lokal penerima lalu ke perangkat seluler.



Gambar 17. Proses Pengiriman Sinyal

Bagian pertama adalah perhitungan kecepatan eksekusi program oleh mikrokontroler ke modul SIM900A. Jika program menggunakan baudrate 9600 bps dan kecepatan program (*delay*) dari AT-Command 500ms dengan banyak data karakter sms sebesar 880 bit, maka perhitungan dapat dilakukan dengan rumus 3.4 dengan langkah sebagai berikut:

$$\text{Kecepatan Program} = \frac{9600 \times 0,5}{880} = 5 \text{ detik}$$

Bagian kedua adalah perhitungan kecepatan pemancaran sinyal dari modul SIM900A dengan menghitung panjang gelombang terlebih dahulu, jika cepat rambat gelombang elektronagnetik sebesar  $300 \times 10^6$ , frekuensi *clock* eksternal 16MHz maka dapat dihitung menggunakan rumus 3.5 dengan langkah berikut ini:

$$\text{Panjang Gelombang} = \frac{300 \times 10^6}{16 \times 10^6} = 18,75 \text{ meter}$$

Jika panjang gelombang telah diketahui maka selanjutnya menghitung waktu yang dibutuhkan untuk mengirim data menggunakan pesan singkat/sms. Misalkan kecepatan rambat dari sinyal yang dipancarkan SIM900A adalah panjang gelombang yang telah diketahui dan jarak antara pengirim ke penerima (*user*) adalah 5 km, serta faktor sektoral antena adalah 0,012 (4 antena yaitu BTS lokal pengirim, BSC, MSC, dan BTS lokal *user* dengan 3 sektoral tiap antena). Maka dapat dihitung menggunakan rumus 3.6 dengan langkah seperti berikut:

$$\text{Waktu Kirim} = \frac{5000}{18,75} \times 0,012 = 3 \text{ detik}$$

Bagian terakhir adalah menghitung nilai total dari waktu yang telah didapatkan yaitu kecepatan program dan waktu kirim. Sehingga didapatkan hasil akhir sebagai berikut:

$$\text{Waktu Total Pengiriman Data} = 5 \text{ detik} + 3 \text{ detik} = 8 \text{ detik}$$

Setelah melakukan perhitungan maka dapat disimpulkan bahwa lama waktu perangkat detektor dalam mengirim data menggunakan pesan sms dari mikrokontroler sampai ke perangkat seluler *user* atau penerima adalah selama 8 detik dan nilai tersebut telah sesuai dengan nilai pengujian dengan menghitung

waktu kirim menggunakan *stopwatch* yang juga didapatkan nilai paling cepat sebesar 8 detik.

## IV. KESIMPULAN

### A. Kesimpulan

Setelah mengamati dan membahas dari sistem monitoring detak jantung menggunakan mikrokontroler, maka dapat disimpulkan antara lain:

1. Alat detektor *arrhythmia* yang dibuat memiliki nilai *error* rata-rata sebesar 0,874 %. Pembacaan gelombang sinyal *output sensor* sama dengan gelombang sinyal yang ditampilkan pada layar alat detektor, dengan nilai parameter gelombang yaitu periode 805,6 ms dan frekuensi 1,24 Hz dimana nilai tersebut sesuai mengingat periode detak jantung yang normal kurang dari 1 detik dan frekuensi detak jantung lebih cepat dari 1 detik. Respon penangkapan sinyal sampai dengan sinyal terkunci adalah sebesar 12 detik sampai 73 detik, sedangkan waktu pengiriman data melalui pesan sms ke perangkat seluler selama 8 detik sampai 30 detik dan pengiriman paling cepat selama 8 detik.
2. Perbandingan waktu penindakan antara manual (*direct mobile*) dengan menggunakan alat detektor adalah 1:4. Berdasarkan perhitungan, waktu penindakan dengan alat lebih cepat yaitu selama 15 menit sedangkan jika manual membutuhkan waktu selama 60 menit.
3. Berdasarkan pengukuran yang telah dilakukan, perangkat yang dibuat telah memenuhi syarat *wearable* yaitu mudah dikenakan ditubuh manusia/*human body* karena memiliki ukuran seperti *handheld* atau perangkat yang mudah dibawa layaknya *smartphone* yaitu dengan ukuran dimensi panjang 11 cm, lebar 5 cm dan tebal 2,5 cm.
4. Pengiriman sinyal data dari mikrokontroler ke perangkat seluler bisa dilakukan dengan baik dan data yang diterima masih sama dengan data yang dikirim dengan waktu pengiriman sinyal selama 8 detik. Nilai perhitungan tersebut sama dengan pengujian manual dengan mengukur lama pengiriman sinyal data menggunakan

*stopwatch* yang didapatkan nilai yaitu 8 detik saat menggunakan operator Simpati.

#### B. Saran

1. Diharapkan pada pengembangan selanjutnya, detektor *arrhythmia* dapat dirancang menggunakan teknologi 4G untuk mengirim data ke ponsel android milik dokter maupun layar monitor di Rumah Sakit yang dapat ditampilkan melalui aplikasi khusus/GUI (*Graphical User Interface*) dan bisa menampilkan sinyal ECG secara *realtime* tanpa harus menunggu saat gejala *arrhythmia* terjadi sehingga dokter atau pihak Rumah Sakit maupun pasien dapat memantau setiap saat jika menginginkannya.
2. Sebaiknya ada sistem penerimaan utama (*database station*) yang ada di Rumah Sakit berupa penampil/GUI yang dapat diakses oleh pihak Rumah Sakit setiap saat dan memiliki data *logger* atau histori dari data pendeteksian setiap pasien yang menggunakan perangkat detektor ini, sehingga dari banyaknya pasien yang ada, data akan terkumpul dan dapat dicari di komputer yang digunakan sebagai *database station*.
3. Mengingat perangkat yang mudah digunakan tubuh manusia atau *wearable* pastinya sewaktu-waktu dapat terkena gangguan interferensi serta cuaca baik terkena air saat hujan, debu, keringat dan lain sebagainya maka diharapkan dapat didesain tahan cuaca (*weather protection*) serta tahan dari interferensi.
4. Dapat dilakukan pengujian data menggunakan simulasi *Look Up Table* sehingga lebih mudah untuk mengetahui diagnosa dari gejala *arrhythmia*.

#### V. UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam melakukan penelitian dan penyusunan laporan skripsi ini penulis telah mendapatkan banyak dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Penulis mengucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada: Allah SWT yang selalu memberikan Rahmat dan Karunia-Nya. Pembimbing 1, Bapak Ir. Gatot Santoso, M.T., yang telah membimbing dengan penuh kesabaran dan terimakasih untuk

dukungan, motivasi dan ilmu yang diberikan. Pembimbing 2, Bapak Dr. Samuel Kristiyana, S.T., M.T., yang telah membimbing dengan penuh ketulusan dan terimakasih untuk dukungan serta ilmu yang diberikan. Orang tua serta keluarga penulis yang telah memberikan doa dukungan dan semua yang telah diberikan kepada penulis baik moril maupun materi. Serta semua pihak yang telah membantu yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

#### VI. DAFTAR PUSTAKA

- Bai, V.T., Srivatsa, S.K. 2008. "Design and Implementation of Mobile Telecardiac System". *Journal of Scientific & Industrial Research*. 67, 1059-1063.
- Erliyanto, M., Sumaryo, S., Rizal, A. 2008. Perancangan Perangkat Monitoring Detak Jantung (Heart-Beat Monitoring) dengan Visualisasi LCD Grafik Berbasis ATMEL AT89C51. *Prosiding Konferensi Nasional Sistem dan Informatika*, Bali. 294-299.
- Kalangi, S., Jim, E.L., Joseph, V.F.F. 2016. Gambaran *Arrhythmia* pada Pasien Penyakit Jantung Koroner di RSUP Prof. Dr. R. D. Kandou Manado. *Jurnal e-Clinic (eCI)* 4 (2).
- Patil, D.D., et al., 2012, *Internasional Journal of Computer Science Issues (IJCSI)*, 9(1), 408-413.
- Raharja, W.K., Iskandar, R., Rianto, Y., Swelandiah EP., 2014, FPGA Based Heartbeats Monitor with Fingertip Optical Sensor, *Internasional Journal of Computer Science, Engineering and Information Technology (IJCEIT)*, India.
- Raharja, W.K., dan Sendy, 2014, Alat Pengukur Jumlah Detak Jantung Berdasar Aliran Darah Ujung Jari, *Prosiding KOMMIT*, Universitas Gunadarma.
- Sari, T.P., Dawirson, Aisuwarya, R. 2015. "Sistem Monitoring Detak Jantung Menggunakan Mikrokontroler Arduino dan Komunikasi Xbee". *Seminar Nasional Sains dan Teknologi*. 016, 1-9.
- Webster, EDS., 1981, *Design of Microcomputer-Base Medical Instrumentation*, Prentice Hall International, New Jersey.