



**PERENCANAAN DAN REALISASI ELEKTROKARDIOGRAF (EKG)  
DENGAN SISTEM TRANSMISI TANPA KABEL (NIRKABEL)**

**SKRIPSI**

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat  
untuk menyelesaikan Program Studi Fisika (S1)  
dan mencapai gelar Sarjana Sains

oleh

**Fikru Maruntut Rusdan  
NIM 061810201074**

**JURUSAN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS JEMBER  
2011**

## **PERSEMBAHAN**

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Ibunda Maimunah dan Ayahanda Anwar Hidayat yang tercinta;
2. guru-guru tercinta sejak taman kanak-kanak sampai perguruan tinggi;
3. Almamater Fakultas MIPA Universitas Jember.

## MOTO

Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman di antaramu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat.  
(Terjemahan Surat Al-Mujadalah ayat 11) <sup>\*)</sup>

Ilmu itu lebih baik daripada harta. Ilmu menjaga engkau dan engkau menjaga harta.  
Ilmu itu penghukum (hakim) dan harta terhukum. Harta itu berkurang apabila dibelanjakan tapi ilmu bertambah bila dibelanjakan. <sup>\*\*)</sup>

---

<sup>\*)</sup> Departemen Agama Republik Indonesia. 2005. *Al Qur'an dan Terjemahnya*. Jakarta: CV. Kathoda

<sup>\*\*)</sup> Ali bin Abi Thalib dalam: <http://andi-bintang.blogspot.com/2009/07/untaian-kata-mutiara-ali-bin-abi-thalib.html>.

## **PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

nama : Fikru Maruntut Rusdan

NIM : 061810201074

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul “Perencanaan dan Realisasi Elektrokardiograf (EKG) dengan Sistem Transmisi Tanpa Kabel (Nirkabel)” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan ataupun paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 23 Juni 2011

Yang menyatakan,

Fikru Maruntut Rusdan

NIM 061810201074

## **SKRIPSI**

### **PERENCANAAN DAN REALISASI ELEKTROKARDIOGRAF (EKG) DENGAN SISTEM TRANSMISI TANPA KABEL (NIRKABEL)**

Oleh

Fikru Maruntut Rusdan  
NIM 061810201074

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Ir. Misto, M.Si.

Dosen Pembimbing Anggota : Nurul Priyantari, S.Si., M.Si.

## PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Perencanaan dan Realisasi Elektrokardiograf (EKG) dengan Sistem Transmisi Tanpa Kabel (Nirkabel)” telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember pada :

hari, tanggal :

tempat : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Jember.

### Tim Penguji:

Ketua,

Sekretaris,

Ir. Misto, M.Si.  
NIP 195911211991031002

Nurul Priyantari, S.Si., M.Si.  
NIP 197003271997022001

Anggota I,

Anggota II,

Agung T. Nugroho, S.Si., M.Phill.  
NIP 196812191994021001

Dr. Edy Supriyanto, S.Si., M.Si.  
NIP 19671215199802001

Mengesahkan  
Dekan,

Prof. Drs. Kusno, DEA., Ph.D.  
NIP 196101081986021001

## RINGKASAN

**Perencanaan dan Realisasi Elektrokardiograf (EKG) dengan Sistem Transmisi Tanpa Kabel (Nirkabel);** Fikru Maruntut Rusdan, 061810201074; 2011: 51 halaman; Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Elektrokardiograf (EKG) merupakan komponen penting yang harus dimiliki rumah sakit. Berdasarkan survei yang sudah dilakukan, ada beberapa jenis EKG yang sudah dimiliki oleh beberapa rumah sakit di Jember, dari yang tanpa monitor sampai EKG monitor. Gambaran umum dari karakteristik EKG yang ada adalah: (1) tidak dapat menyimpan data secara digital; (2) masih menggunakan kabel untuk transmisi data, dan (3) harganya cukup mahal. Dengan keadaan yang seperti itu maka berimbas pada biaya pemeriksaan pasien yang mahal dan tidak semua rumah sakit dapat menyediakan alat ini dalam jumlah banyak. Untuk itu perlu dilakukan penelitian tentang EKG terhubung PC/laptop secara nirkabel dengan harga yang murah.

Berangkat dari permasalahan tersebut maka telah dilakukan penelitian tentang EKG terhubung PC secara nirkabel dengan modul Radio Frekuensi (RF) sebagai media transmisinya. Tujuan dilakukannya penelitian ini ialah mendapatkan sebuah *prototipe* dan mengetahui cara pembuatan sistem EKG terhubung PC secara nirkabel dengan harga yang murah. Agar EKG dapat terhubung dengan PC secara nirkabel telah digunakan modul RF sebagai media transmisinya. *Soundcard* digunakan sebagai *interface* antara modul RF dengan PC. Karakterisasi rangkaian EKG yang dibuat dilakukan dengan pengambilan bentuk keluaran sinyal EKG yang dihasilkan. Untuk menguji bahwa rangkaian sudah dapat mengukur apa yang seharusnya diukur, telah digunakan *picoscope* sebagai penampil sinyal dengan manusia sebagai objek pengukurannya. Karakterisasi modul RF dilakukan dengan mengetahui kemampuan RF untuk mengirimkan sinyal dari rangkaian EKG. Pengujian dilakukan dengan

mengetahui jarak transmisi terjauh *transmitter* untuk mengirimkan sinyal EKG ke *receiver* tanpa adanya kerusakan pola sinyal. Selanjutnya karakterisasi sistem keseluruhan dilakukan dengan mengambil bentuk sinyal keluaran sistem dengan menggunakan program penampil yang telah dibuat.

Dari hasil penelitian dapat diketahui bahwa rangkaian EKG yang dihasilkan sudah dapat menampilkan kompleks QRS dan gelombang T. Akan tetapi sinyalnya tidak dapat menampilkan gelombang P. Pada ujung gelombang Q dan R tampak adanya sedikit *noise*. Amplitudo rata-rata gelombang Q sekitar -2,0 V, sedangkan gelombang R hampir mendekati 3,0 V, gelombang S sekitar -1,0 V, dan gelombang T sekitar 0,8 V. Sinyal EKG yang muncul pada sistem keseluruhan sudah dapat ditampilkan dengan baik. Berbeda dengan sinyal yang diukur dari rangkaian EKG, pada sistem keseluruhan gelombang P dan T serta kompleks QRS sudah dapat terlihat dengan jelas dan *noise* yang muncul sedikit sekali. Hal ini disebabkan karena adanya filter digital pada program penampil yang menyaring *noise* lebih banyak lagi untuk menyempurnakan sinyal yang diperoleh. Sistem ini dapat digunakan pada area 4 m di sekitar *receiver*. Penambahan jarak antara *transmitter* dengan *receiver* mempengaruhi sinyal EKG yang dihasilkan. Penambahan jarak tersebut berpengaruh terhadap amplitudo sinyal. Semakin jauh jarak transmisinya menyebabkan amplitudonya akan semakin rendah. Akan tetapi hal tersebut tidak mempengaruhi pola sinyal.



## **PRAKATA**

Puji syukur ke hadirat Allah SWT. atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Perencanaan dan Realisasi Elektrokardiograf (EKG) dengan Sistem Transmisi Tanpa Kabel (Nirkabel)”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Ir. Misto, M.Si. selaku Dosen Pembimbing Utama, Ibu Nurul Priyantari, S.Si., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Anggota, Bapak Agung Tjahjo Nugroho, S.Si., M.Phil. selaku Penguji I, dan Dr. Edy Supriyanto, S.Si., M.Si. selaku Penguji II yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatian dalam penulisan skripsi ini;
2. Bapak Sutisna, M.Si., yang telah membimbing penulis dalam penulisan skripsi ini;
3. Komisi Bimbingan (KOMBI) Jurusan Fisika atas dukungan dan bantuannya;
4. Dra. Arry Y. Nurhayati, selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing penulis selama menjadi mahasiswa;
5. Bapak Tri Mulyono M.Si., dan Bapak Firman Hidayat yang telah memberi solusi;
6. rekan kerjaku Atoillah, Rizal, Wafi; juga temanku Sudarmadi, Heri, Ruli, Fatimatus Zahro, Faqih, dan Wahyudi yang telah memberi dorongan;
7. semua pihak yang telah memberikan bantuan dalam penulisan skripsi ini.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, Juni 2011

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	ii
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	iii
<b>HALAMAN MOTO</b> .....	iv
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	v
<b>HALAMAN PEMBIMBINGAN</b> .....	vi
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	vii
<b>RINGKASAN</b> .....	viii
<b>PRAKATA</b> .....	x
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiv
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xvi
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xvii
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b>	
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	1
<b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....	3
<b>1.3 Tujuan</b> .....	3
<b>1.4 Manfaat Penelitian</b> .....	3
<b>1.5 Batasan Masalah</b> .....	4
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
<b>2.1 Elektrokardiografi</b> .....	5

2.1.1	Jantung Sebagai Biopotensial .....	5
2.1.2	Elektrokardiograf (EKG) .....	6
2.1.3	Sadapan/ <i>Lead</i> pada EKG .....	8
2.1.4	<i>Noise</i> .....	10
<b>2.2</b>	<b>Penguat Instrumentasi</b> .....	<b>11</b>
<b>2.3</b>	<b>Penguat Operasional</b> .....	<b>13</b>
<b>2.4</b>	<b>Rangkaian Tapis Lolos Rendah</b> .....	<b>15</b>
<b>2.5</b>	<b><i>Soundcard</i></b> .....	<b>18</b>
<b>2.6</b>	<b>Pemancar dan Penerima Radio Frekuensi (RF)</b> .....	<b>21</b>
<b>2.6</b>	<b><i>Software Labview</i></b> .....	<b>23</b>
 <b>BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN</b>		
<b>3.1</b>	<b>Waktu dan Tempat Penelitian</b> .....	<b>26</b>
<b>3.2</b>	<b>Pendekatan Penelitian</b> .....	<b>26</b>
<b>3.3</b>	<b>Pengembangan EKG Nirkabel</b> .....	<b>27</b>
<b>3.4</b>	<b>Prosedur Penelitian</b> .....	<b>28</b>
3.4.1	Skema EKG nirkabel dengan modul RF .....	29
3.4.3	Perangkat Lunak .....	30
<b>3.5</b>	<b>Pengujian Model <i>Prototipe</i></b> .....	<b>31</b>
3.5.1	Pengujian Rangkaian EKG .....	32
a.	Instrumen Penelitian .....	32
b.	Analisa Pengujian Rangkaian EKG .....	33
3.5.2	Pengujian Modul RF .....	33
a.	Instrumen Penelitian .....	34

b. Analisa Pengujian Modul RF .....	35
3.5.3 Pengujian Sistem Keseluruhan .....	35
a. Instrumen Penelitian .....	35
b. Analisa Pengujian Sistem Keseluruhan.....	36
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
<b>4.1 Pengujian Rangkaian EKG .....</b>	<b>38</b>
4.1.1 Hasil Pengujian Sinyal EKG .....	39
4.1.2 Analisa Hasil Pengujian Sinyal EKG .....	40
<b>4.2 Pengujian Modul RF .....</b>	<b>41</b>
4.2.1 Hasil Pengujian Sistem Transmisi .....	43
4.2.2 Analisa Hasil Pengujian .....	43
<b>4.3 Pengujian Sistem Secara Keseluruhan .....</b>	<b>44</b>
4.3.1 Hasil Pengujian Sistem Secara Keseluruhan .....	45
4.3.2 Analisa Hasil Pengujian .....	46
<b>BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
<b>5.1 Kesimpulan .....</b>	<b>48</b>
<b>5.2 Saran .....</b>	<b>48</b>

**DAFTAR PUSTAKA**

**LAMPIRAN**

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2. 1 Parameter-Parameter Pada Isyarat EKG .....	7
Gambar 2. 2 Letak Sadapan <i>Unipolar Perikordial</i> Pada Permukaan Tubuh.....	9
Gambar 2. 3 Lokasi Jantung Berdasarkan Letak <i>Lead</i> atau Sadapan .....	10
Gambar 2. 4 Diagram Blok AD624 .....	12
Gambar 2. 5 Rangkaian Penguat Tak Membalik .....	14
Gambar 2. 6 Rangkaian Tapis Lolos Rendah Tipe 1 .....	16
Gambar 2. 7 Diagram Pashor Rangkaian Tapis Lolos Rendah Tipe 1 .....	17
Gambar 2. 8 Plot Respon Frekuensi Terhadap Amplitudo dan Fasa pada Rangkaian Tapis Lolos Rendah.....	18
Gambar 2. 9 Plot Respon Frekuensi Terhadap Penguatan (dB) dan Fasa pada Rangkaian Tapis Lolos Rendah .....	18
Gambar 2.10 Bagian-Bagian <i>Soundcard</i> .....	19
Gambar 2.11 Diagram Blok <i>Soundcard</i> .....	20
Gambar 2.12 Rangkaian Pemancar FM .....	22
Gambar 2.13 Bagan Pemrosesan Sinyal EKG dengan <i>labview</i> .....	24
Gambar 2.14 Program Filter Digital Untuk Menghilangkan Batas Atas <i>Baseline Wandering</i> .....	25
Gambar 2.15 Program WA <i>Detrend</i> Untuk Menghilangkan Penyimpangan Garis Dasar.....	25
Gambar 3. 1 Skema EKG Nirkabel yang Dibuat .....	27
Gambar 3. 2 Diagram Alir Penelitian .....	28

Gambar 3. 3 <i>Flowchart</i> Program Penampil Isyarat EKG ke Komputer .....	31
Gambar 3. 4 Diagram Tahapan Pengujian Penelitian .....	31
Gambar 3. 5 Susunan Peralatan Pengujian Rangkaian EKG .....	32
Gambar 3. 6 Susunan Peralatan Pengujian RF .....	34
Gambar 4. 1 Rangkaian EKG .....	38
Gambar 4. 2 Tampilan Sinyal <i>Lead I</i> .....	39
Gambar 4. 3 Tampilan Sinyal <i>Lead II</i> .....	40
Gambar 4. 4 <i>RF Transmitter</i> .....	42
Gambar 4. 5 <i>RF Receiver</i> .....	42
Gambar 4. 6 Sistem Keseluruhan EKG Nirkabel .....	44
Gambar 4. 7 Sinyal Keluaran <i>Lead I</i> .....	45
Gambar 4. 8 Program Penampil Sinyal EKG ke PC/Laptop .....	47

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1 Kualifikasi Hasil Pengujian .....	33
Tabel 3.2 Sampel Tabel Hasil Pengujian Modul RF .....	35
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Sistem Transmisi .....	43

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran A Sinyal Keluaran Uji Jarak Transmisi .....	52
Lampiran B Skema Rangkaian EKG .....	54
Lampiran C <i>Datasheet</i> IC AD624 .....	55
Lampiran D <i>Datasheet</i> IC OP07 .....	70