



## RANCANG BANGUN INSTRUMENTASI PENGOLAHAN SINYAL ELEKTROKARDIOGRAFI (EKG) DENGAN ADDER AMPLIFIER BERBASIS *PERSONAL COMPUTER* (PC)

Nia Annisa Ferani dan Sehat Simatupang \*

Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Medan, Indonesia

*Diterima Oktober 2014; Disetujui November 2014; Dipublikasikan Desember 2014*

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik rancangan instrumentasi pengolahan sinyal elektrokardiografi (EKG) dengan perancangan rangkaian penguat instrumentasi, *high pass filter*, *low pass filter orde 2 butterworth*, dan penambahan rangkaian *adder amplifier*. Sinyal biopotensial tubuh ditangkap oleh sensor Ag/AgCl dan dikuatkan dengan penguat instrumentasi, kemudian dilanjutkan ke rangkaian *high pass filter*, *low pass filter orde 2 butterworth* untuk menghilangkan *noise* pada frekuensi yang telah ditetapkan, dan selanjutnya diteruskan ke rangkaian *adder amplifier*. Dimana pada rangkaian *adder*, output sinyal amplitude gelombang dapat diatur. Sinyal tersebut diolah menjadi sinyal digital menggunakan *software soundcard scope* dengan *Jack Mic* sebagai konektor. Hasil grafik EKG rancangan dibandingkan dengan EKG medis dan didapatkan amplitude gelombang P pada sampel pertama 0,09mV, sampel kedua 0,06mV, sampel ketiga 0,09. Pada gelombang QRS, sampel pertama 1,71mV, sampel kedua 1,25mV, sampel ketiga 1,17mV. Pada gelombang T, sampel pertama 0,13mV, sampel kedua 0,12mV, sampel ketiga 0,18 mV, dan didapat persentase error rata-rata sebesar 13,2%. Pada periode gelombang Q-R-S sampel pertama 80ms, sampel kedua 100ms, sampel ketiga 100ms. Pada interval Q-T sampel pertama 320ms, sampel kedua 280ms, sampel ketiga 350ms. Interval P-R didapat data sampel pertama 120ms, sampel kedua 160ms, sampel ketiga 200ms. Pada interval P sampel pertama 80ms, sampel kedua 80ms, sampel ketiga 100ms. Sehingga didapat persentase error rata-rata interval 10,8%. Pada pengukuran sampel di waktu yang sama, tampak pola gelombang P, gelombang Q, kompleks QRS telah terbentuk, yang menandakan alat rancangan telah bekerja dengan baik. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan pola grafik EKG telah memenuhi parameter Elektrokardiografi.

**Kata kunci** : EKG, *high pass filter*, *low pass filter*, *adder amplifier*, dan *soundcardscope*

**How to Cite:** Nia Annisa Ferani dan Sehat Simatupang, (2015) Rancang Bangun Instrumentasi Pengolahan Sinyal Elektrokardiografi (Ekg) Dengan *Adder Amplifier* Berbasis *Personal Computer* (Pc), *Jurnal Einstein Prodi Fisika FMIPA Unimed*, 1 (5): 23-29.

\*Corresponding author:  
E-mail : [rani\\_nia92@yahoo.com](mailto:rani_nia92@yahoo.com)

p-ISSN : I2338 - 1981

## PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang sangat pesat di abad ke-20 ini, mem-permudah manusia dalam memenuhi kebutuhan hidup. Perkembangannya telah merambah di segala bidang, termasuk dalam bidang kedokteran. Salah satu pemanfaatan teknologi dalam bidang kedokteran adalah usaha untuk mengetahui aktivitas yang dilakukan oleh jantung sebagai organ vital dalam tubuh manusia. Mengingat dalam beberapa tahun terakhir, penyakit jantung masih merupakan salah satu penyakit utama yang mengancam kehidupan manusia.

Di Provinsi Sumatera Utara sendiri, terdapat beberapa kasus penyakit jantung koroner dan gagal jantung yang menjadi salah satu penyebab angka kematian pada usia  $\geq 15$  tahun. Menurut laporan riset kesehatan dasar Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan Kementerian Kesehatan di tahun 2013, sekitar 1,1% penduduk Sumatera Utara mengalami jantung koroner dan 0,3% mengalami gagal jantung.

Menurut survey dan pendataan *World Health Organization* (WHO), pada tahun 2015 diperkirakan kematian akibat penyakit jantung dan pembuluh darah meningkat menjadi 20 juta jiwa. Sedangkan di negara maju seperti Amerika Serikat, menurut laporan *American Heart Association* setiap tahunnya kurang lebih 163.000 orang Amerika terkena serangan jantung (Busono,dkk. 2010)

Elektrokardiografi (EKG) merupakan salah satu sarana untuk menganalisa diagnosis penyakit jantung. Alat ini merekam bioelektrik yang keluar dari jantung. Elektrokardiogram yang merupakan hasil rekaman alat ini dapat menunjukkan adanya perubahan-perubahan bioelektrik yang dikeluarkan oleh jantung (Fitriani, 2010). Sehingga akan lebih memudahkan untuk mengetahui keadaan kesehatan jantung.

Akan tetapi pada saat ini elektrokardiografi (EKG) hanya dapat

ditemui di rumah sakit yang berada di kota-kota besar. Hal ini dikarenakan harga dari elektro-kardiografi (EKG) yang sangat mahal, sehingga susah dijangkau oleh instansi-instansi kesehatan tertentu. Kemajuan teknologi di bidang elektronika digital yang begitu cepat, sehingga dimungkinkan untuk merancang instrumentasi berbasis digital.

Berdasarkan uraian di atas, maka dirancang suatu instrument pengolahan sinyal elektrokardiografi (EKG) sederhana berbasis *personal computer* (PC) yang dapat membaca keluaran sinyal biopotensial. Blok rangkaian penelitian ini terdiri dari keluaran sinyal biopotensial yang ditangkap oleh sensor Ag/AgCl lalu diteruskan ke penguat instrumentasi, *High Pass Filter* (HPF), *Low Pass Filter* (LPF), dan *Adder Amplifier*. Hasil dari keluaran sinyal akan ditampilkan melalui *personal computer* (PC) menggunakan *software soundcard scope*.

Sinyal biopotensial tubuh akan ditangkap oleh sensor Ag/AgCl dan akan diperkuat oleh rangkaian penguat instrumentasi dikarenakan sinyal keluaran tubuh bernilai sangat kecil berkisar  $100\mu\text{V}$ - $5\text{mV}$ . Sinyal biopotensial tubuh yang telah dikuatkan masih memiliki noise, yang berasal dari biopotensial tubuh dan jala-jala listrik, sehingga diperlukan rangkaian filter untuk meredam noise tersebut. Pada perancangan instrumentasi ini digunakan rangkaian *high pass filter* dan *low pass filter*. *High pass filter* digunakan untuk melewati frekuensi dalam kisaran tertentu dan menolak frekuensi dalam kisaran tertentu, sehingga output keluarannya dapat dibatasi, sedangkan *Low pass filter* meredam sinyal-sinyal frekuensi tinggi yang masih mempengaruhi sinyal.

Penambahan rangkaian *Adder Amplifier* digunakan sebagai interfacing dan penambah level tegangan sinyal elektrokardiografi dengan tegangan DC, sehingga nantinya dapat diproses oleh *personal computer* (PC) kemudian akan diproses oleh *software soundcard scope*

sebagai penampil sinyal keluaran biopotensial.

**METODOLOGI PENELITIAN**

**1. Tempat dan Waktu Penelitian**

Pelaksanaan penelitian meliputi perakitan dan pengujian, akan dilaksanakan di Laboratorium Fisika FMIPA Universitas Negeri Medan pada bulan September-Desember 2014.

**2. Alat dan Bahan**

**Alat:**

Multimeter, Elektroda Ag/AgCl, Catu Daya Belah 5Volt, Jack Mic, Software Soundcard Scope, Tang potong, Solder, Penyedot timah, Bor DC, Obeng Positif, Pulpent permanent, Caput Buaya,

**Bahan:**

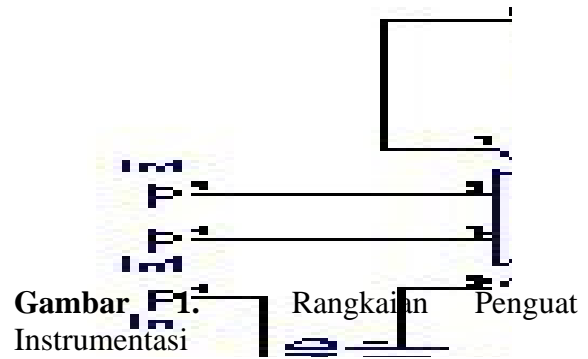
IC OP07, AD620, Kapasitor 0,1µF/16V; 20 nF/16V; 47nF/16V; 100µF/16V; 1000µF/16V, Resistor 560Ω; 10kΩ; 100kΩ; 220kΩ; 3,2MΩ, Potensiometer 10kΩ, Transistor 7805; 7905, Dioda Bridge, Trafo CT, Led, Fuse, Sakelar, Steker, PCB polos, Pelarut, Timah, Kabel penghubung, Socket IC

**3. Pembuatan Elektrokardiografi**

Blok rangkaian instrument elektrokardiografi (EKG) ini tersusun dari penguat instrumentasi, rangkaian filter (*High Pass Filter* dan *Filter Lowpass orde 2 butterworth*), dan rangkaian *adder amplifier*.

**a. Perancangan Penguat Instrumentasi**

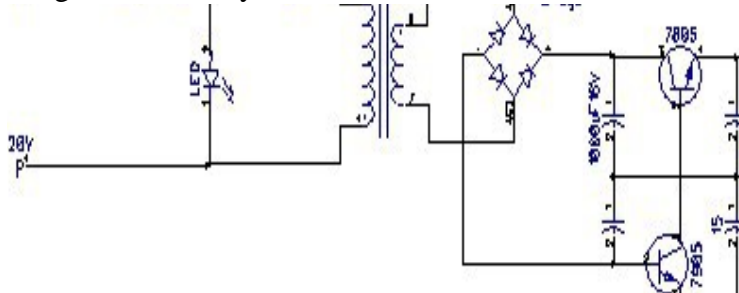
Penguat Instrumentasi yang akan dirancang menggunakan IC AD 620, dimana IC ini mempunyai tingkat akurasi tinggi dan hanya memerlukan 1 resistor eksternal untuk mengatur penguatan dengan rentang 1-1000 kali. Direncanakan penguat ini akan memberikan penguatan sebesar 90 kali. Penguatan yang besar ini didasarkan pada kecilnya amplitude sinyal biomedik jantung yang berkisar antara 100µV – 5mV (Hindasyah, 2009).



**Gambar 1.** Rangkaian Penguat Instrumentasi

**b. Perancangan Catu Daya Belah 5 Volt**

Untuk mengaktifkan rangkaian penguat instrumentasi, IC AD620 harus aktif. Untuk mengaktifkan IC AD 620 maka diperlukan tegangan masukan sebesar +5V dan -5V. berikut adalah rancangan rangkaian catu daya belah ±5 Volt.



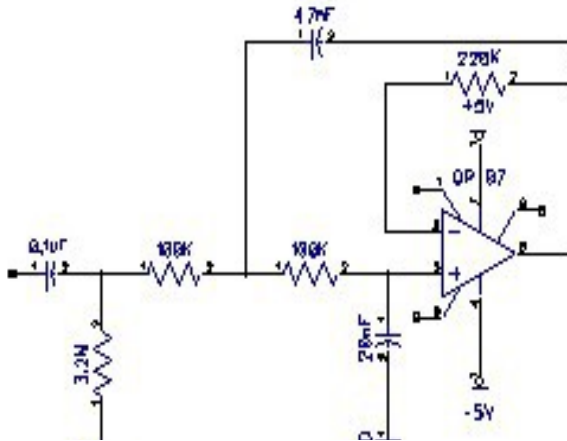
**Gambar 2.** Catu Daya Belah 5V

**c. Perancangan Filter**

Filter adalah rangkaian yang digunakan untuk memisahkan sinyal gelombang pada frekuensi dasarnya. Adapun filter yang akan digunakan pada rangkaian ini adalah *High Pass Filter* dan, *Filter Low Pass orde 2 butterworth*.

Resistor yang digunakan pada rangkaian *High Pass Filter* adalah 3,2MΩ

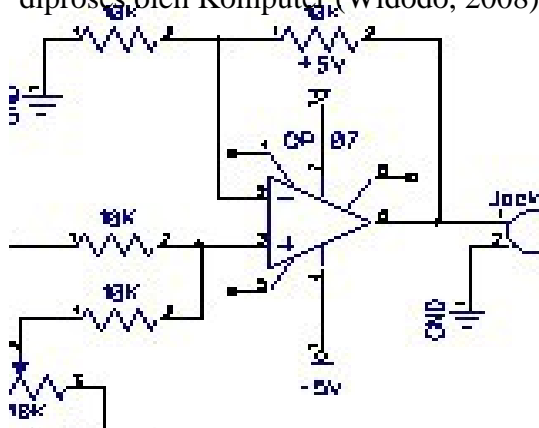
Berikut adalah skema rangkaian rancangan *High Pass Filter* dan *Filter Low pass orde 2 butterworth* :



**Gambar 3.** Rangkaian Filter

**d.**  
**Perancangan Rangkaian Adder Amplifier**

Rangkaian *adder* berfungsi sebagai penambah level tegangan sinyal ECG dengan tegangan DC, system ini akan menaikkan level tegangan sinyal ECG sesuai dengan tegangan dc yang ditambahkan. Penambahan tegangan dc disesuaikan hingga semua level sinyal ECG bernilai positif sehingga nantinya dapat diproses oleh Komputer (Widodo, 2008).



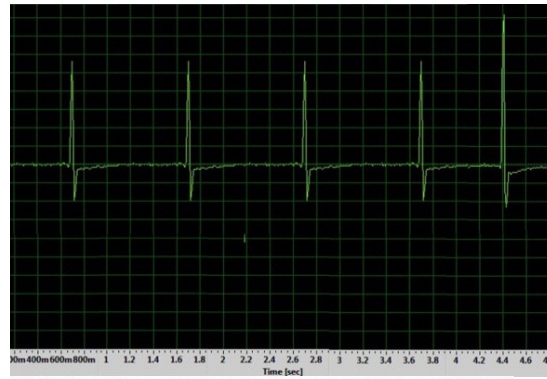
**Gambar 4.** Rangkaian Adder Amplifier

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Hasil Penelitian**

Berikut data hasil EKG yang telah di set up menggunakan *Soundcard Scope Software* dan hasil EKG medis

**Sampel 1**



**Gambar 5.** Hasil EKG Rancangan dan Hasil EKG Medis

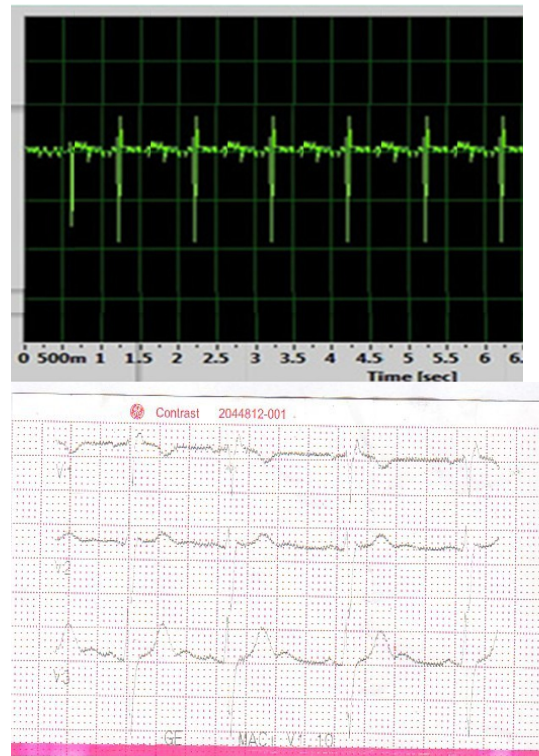
**Gambar 6.** Hasil Plot Data Excel Ekg Rancangan

**Sampel 2**



**Gambar 7.** Hasil EKG Rancangan dan Hasil EKG Medis

**Gambar 8.** Hasil Plot Data Excel EKG Rancangan



**Gambar 9.** Hasil EKG Rancangan dan Hasil EKG Medis

**Gambar 10.** Hasil Plot Data Excel EKG Rancangan

### Sampel 3

**Perbandingan Data Penelitian Elektrokardiografi Rancangan dengan Elektrokardiografi Medis**

**a. Perbandingan Amplitudo Gelombang Elektrokardiografi**

**Tabel 1.** Perbandingan Amplitudo Gelombang Elektrokardiografi

Amplitudo	Parameter Gelombang EKG (mV)	Hasil Pengujian					
		EKG Rancangan (mV)			EKG medis (mV)		
		Sampel			Sampel		
		I	II	III	I	II	III
<b>P</b>	< 0,25	0,09	0,06	0,09	0,1	0,08	0,1
<b>QRS</b>	1,1 – 3	1,71	1,25	1,17	1,5	1,1	1,2
<b>T</b>	< 0,5	0,13	0,12	0,18	0,17	0,15	0,2

<b>Q-T</b>	360-440	320	280	350	280	240	320
<b>P-R</b>	120-200	120	160	200	120	136	160
<b>P</b>	80-110	80	80	100	80	88	96

Durasi	% error interval gelombang			% error rata-rata interval
	I	II	III	
<b>Q-R-S</b>	0%	16,7%	16,7%	11,1%
<b>Q-T</b>	14,28%	16,7%	9,4%	13,5%
<b>P-R</b>	0%	17,6%	25%	14,2%
<b>P</b>	0%	9,1%	4,2%	4,4%

Amplitudo	% error amplitude			% error rata-rata amplitude
	I	II	III	
<b>P</b>	10%	25%	10%	11,7%
<b>QRS</b>	14%	13,6%	2,5%	10,1%
<b>T</b>	23,5%	20%	10%	17,8%

**b. Perbandingan Periode Gelombang Elektrokardiografi**

**Tabel 2.** Perbandingan Periode Gelombang Elektrokardiografi

Jenis Gelombang	Parameter Durasi Gelombang EKG (ms)	Hasil Pengujian					
		EKG rancangan (ms)			EKG medis (ms)		
		Sampel			Sampel		
		I	II	III	I	II	III
<b>Q-R-S</b>	80-120	80	100	100	80	120	

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dari rancang bangun Elektrokardiografi dengan menggunakan *Adder amplifier*, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Pengolahan sinyal EKG menggunakan penguat instrumentasi dengan IC AD620, rangkaian *high pass filter*, *low pass filter orde 2 butterworth*, serta penambahan rangkaian *adder amplifier* menghasilkan gelombang output yang memenuhi parameter Elektrokardiografi.
2. Meskipun telah memenuhi parameter

EKG, akan tetapi masih terdapat beberapa perbedaan antara hasil EKG medis dengan EKG yang dirancang pada pengukuran di waktu yang berbeda. Hal itu dapat terlihat pada pola gelombang amplitude. Besar persentase kesalahan pada masing-masing gelombang antara lain pada gelombang P persentase rata-rata errornya sebesar 19,3%, gelombang QRS sebesar 10%, gelombang T sebesar 17,8%.

Jadi didapat persentase error rata-rata sebesar 15,7%. Sedangkan besar persentase kesalahan pada periode yang didapat pada gelombang QRS adalah 20%, gelombang QT 13,2%, gelombang PR 17,2%, dan gelombang P sebesar 4,3%. Sehingga didapat besar persentase kesalahan rata-rata pada interval waktu sebesar 13,67%.

3. Pada pengukuran di waktu yang sama, tampak pola

gelombang P, gelombang Q, kompleks QRS telah terbentuk, yang menandakan alat rancangan telah bekerja dengan baik.

4. Perancangan alat elektrokardiografi ini menghasilkan data yang lebih baik dibanding penelitian sebelumnya. Hal ini dapat dilihat dari persentase kesalahan yang lebih kecil dari penelitian sebelumnya yakni pada amplitudonya didapat ralat sebesar 15,7% dan pada frekuensinya didapat ralat

sebesar  
13,67%.

**DAFTAR  
PUSTAKA**

- Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan Ke-mentrian Kesehatan RI., (2013), *Riset Kesehatan Dasar (RisKesDas 2013)*, Menteri Kesehatan RI, Jakarta.
- Busono, P., dan Sarodja, N., (2010), *Implementasi Standalone Patient Monitoring System Dilengkapi Dengan Perangkat Lunak Interpretasi Untuk Meningkatkan Kualitas Pelayanan Kesehatan di Puskesmas*, Laporan Hasil Penelitian, BPPT Serpong, Tangerang
- Fitriani, L., (2010), *Evaluasi Kerja Electrocardiograph (ECG) RSUD Zainoel Abidin*, Laporan Penelitian, Banda Aceh
- Hindasyah, A., (2009), *Rancang Bangun Sistem Instrumentasi Elektrokardiogram dan Aktifitas Gerak Secara Wireless*, Tesis, FMIPA, UI, Depok.
- Widodo, A., (2008), *Sistem Akuisisi ECG Menggunakan USB untuk Deteksi Aritmia*, Tugas Akhir, FT,ITS,Surabaya.
- World Health Organisation, (2014), *Cardiovascular Diseases*, WHO, New York.