



## Rancang Bangun Instrumentasi Elektrokardiografi Berbantuan PC Menggunakan Soundscope

Evi Ulandari dan Ridwan Abdullah Sani\*

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 membuat instrumentasi elektrokardiografi yang dapat menggambarkan aktivitas listrik jantung dan yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi kondisi jantung pasien. Peralatan yang digunakan adalah personal komputer (PC) sebagai penampil dan perekam grafik. Instrumentasi elektrokardiografi ini terdiri dari rangkaian elektroda kulit yang berbahan Ag/AgCl, rangkaian pengolah sinyal yang mencakup penguat instrumentasi, HPF, penguat noninverting, dan LPF. Sinyal yang dideteksi oleh sensor, diperkuat dan diteruskan ke rangkaian filter sebelum dibaca oleh komputer melalui sound card yang tersedia di PC. Perangkat lunak yang digunakan untuk menampilkan dan merekam data adalah *soundscope*. Hasil yang diperoleh alat ini adalah elektrokardiografi ini mampu menggambarkan adanya kegiatan depolarisasi ventrikel dan menghasilkan grafik sadapan aVL yang mirip dengan grafik sadapan aVL dari mesin EKG *mac i*, serta mampu menunjukkan bahwa kondisi jantung sampel adalah normal sebagaimana hasil dari EKG sebenarnya.

**Kata Kunci:** EKG, sinyal jantung, personal komputer, soundscope

**How to Cite:** Evi Ulandari dan Ridwan Abdullah Sani (2014). Rancang Bangun Instrumentasi Elektrokardiografi Berbantuan PC Menggunakan Soundscope, *Jurnal Einstein Prodi Fisika FMIPA Unimed*, 2 (3): 8-13.

\*Corresponding author:

E-mail : [gracesilitonga71@yahoo.co.id](mailto:gracesilitonga71@yahoo.co.id)

p-ISSN : 12338 - 1981

## PENDAHULUAN

Penyakit jantung merupakan pembunuh nomor satu di dunia. Penyakit ini mempunyai gejala yang terkadang mirip dengan gejala penyakit lain dan membutuhkan penanganan sedini mungkin. Untuk itu, pemeriksaan kondisi jantung secara rutin sangat diperlukan. Pemeriksaan kesehatan jantung dapat dilakukan dengan menggunakan elektrokardiograf.

Elektrokardiograf adalah alat bantu diagnostik yang digunakan untuk mendeteksi aktivitas listrik jantung. Sinyal fisiologis tubuh manusia direkam dalam bentuk grafik yang dinamakan *electrocardiogram* (ECG). Dengan rekaman ECG, dapatlah didiagnosis infark miokard yang sedang berkembang, dapat diidentifikasi aritmia yang mengancam jiwa, dapat ditunjuk dengan tepat efek kronik hipertensi berlarut-larut atau efek akut suatu embolus paru masif, atau dengan cepat dapat diberikan pengukur guna menenangkan seseorang yang ingin mulai mengikuti suatu program latihan jasmani.

Instrumentasi medis sangat berpengaruh besar dalam dunia kesehatan. Khususnya ECG sangat berperan besar dalam membantu manusia untuk mengetahui kondisi kesehatan jantung. Pada penelitian ini saya membuat Rancang Bangun Instrumentasi Elektrokardiografi Berbantuan PC Menggunakan Soundscope.

Potensial biolistrik yang dihasilkan jantung dicatat menggunakan Osiloskop pada sebuah PC. Rangkaian pengolah sinyal terdiri dari penguat instrumentasi, HPF, Penguat *noninverting*, dan LPF. *Soundcard-Oscilloscope* berbasis PC menerima data dari soundcard dengan kecepatan sampling 44,1 kHz dan resolusi 16 Bit.

## LANDASAN TEORI

### 2.1. Elektrokardiografi

Elektrokardiografi adalah pencatatan potensial bioelektrik yang dihasilkan jantung. Sinyal listrik jantung dalam bentuk grafik ditampilkan melalui monitor atau dicetak pada kertas. Hasil rekaman ini dinamakan elektrokardiogram (EKG). Elektrokardiogram (EKG) adalah grafik hasil catatan potensial listrik yang dihasilkan oleh aktifitas listrik otot jantung.

Elektrokardiogram tidak menilai kontraktilitas jantung secara langsung. Namun, EKG dapat memberikan indikasi menyeluruh atas naik-turunnya suatu kontraktilitas. Sinyal EKG dapat dideteksi karena ada arus listrik yang dihasilkan oleh denyut jantung. Listrik dapat dihasilkan oleh jantung karena jantung memiliki 3 hal berikut.

- 1) Penghasil listrik sendiri yang otomatis (pacemaker), yakni SA node, AV node, dan serabut purkinje.
- 2) Konduksi listrik yang dimulai dari nodus SA, dilanjutkan oleh nodus AV, His, cabang berkas kiri dan kanan, serta berakhir di serabut Purkinje.
- 3) Miokardium (otot-otot jantung) yang akan mengalami kontraksi bila terjadi perubahan muatan listrik di dalam sel miokard (depolarisasi). Setelah depolarisasi selesai, sel jantung akan memulihkan polaritasnya ke polaritas istirahat (repolarisasi).

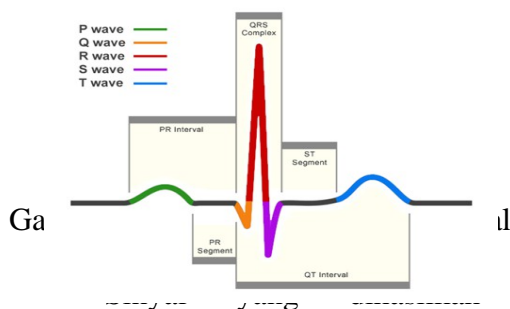
Sistem konduksi listrik jantung (nodus SA, nodus AV, His, dan serabut purkinje) secara sistematis mampu menghasilkan gelombang elektrokardiografi dan menggerakkan jantung untuk melakukan kontraksi. Ketika satu impuls dicetuskan oleh nodus SA, listrik lebih dulu menjalar di kedua atrium dan terjadilah depolarisasi. Selanjutnya, akan menghasilkan gelombang pada rekaman EKG.

Selanjutnya, listrik yang sudah ada di atrium meneruskan penjalaran

(konduksi) ke nodus AV, His, cabang berkas kiri, cabang berkas kanan, dan berakhir di serabut purkinje. Sesampainya di serabut purkinje, impuls listrik mendepolarisasi otot-otot di kedua ventrikel yang lebih lanjut akan menghasilkan kontraksi kedua ventrikel. Peristiwa terjadinya depolarisasi pada kedua ventrikel ini menghasilkan gelombang QRS dan munculnya gelombang T merupakan akibat terjadinya peristiwa repolarisasi ventrikel.

## 2.2. Gelombang ECG Normal

Elektrokardiogram normal terdiri atas gelombang P, kompleks QRS, dan gelombang T dengan tampilan grafik seperti pada Gambar 2.1.



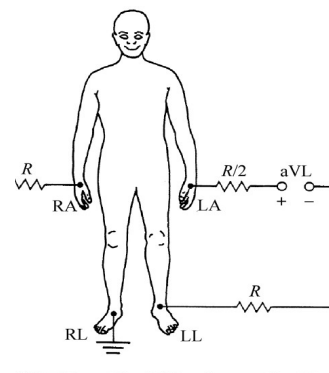
ini merupakan manifestasi dari gelombang listrik yang ada pada jantung, yang terdiri dari gelombang P, Q, R, S, dan T. Gelombang ini terdiri dari beberapa bagian gelombang yang muncul selama proses kerja jantung. Gelombang P menunjukkan proses depolarisasi pada otot-otot atrial, gelombang kompleks QRS merupakan hasil gabungan repolarisasi otot-otot atrial dan depolarisasi ventrikular yang terjadi pada waktu yang hampir bersamaan. Selang waktu dari P-Q menunjukkan waktu *delay* di dalam *fiber-fiber* di dekat node AV.

Pada rekaman EKG, adanya variasi anatomis dan orientasi jantung pada tiap-tiap orang mengakibatkan sulit dibuat rumusan yang mutlak. Namun, dapat dijelaskan orientasi gelombang-gelombang

pada rekaman EKG normal seperti berikut ini.

- 1) Pada sadapan lateral kiri dan sadapan inferior, gelombang P kecil dan biasanya positif. Pada sadapan III dan  $V_1$  gelombang ini seringkali tampak bifasik. Biasanya paling positif pada sadapan II dan paling negatif pada sadapan aVR.
- 2) Pada sebagian besar sadapan lateral kiri dan sadapan inferior, kompleks QRS besar, dan terlihat gelombang R tinggi (defleksi positif). Progresi gelombang R menunjukkan rangkaian pembesaran gelombang R saat satu gelombang R menyilang sadapan prekordial dari  $V_1$  ke  $V_5$ . Satu gelombang Q awal yang kecil, yang menunjukkan depolarisasi septum seringkali tampak pada salah satu atau beberapa sadapan lateral kiri dan kadangkala pada sadapan-sadapan inferior.
- 3) Gelombang T bervariasi, namun pada sadapan yang mempunyai gelombang R tinggi biasanya gelombang T positif.

Sadapan EKG yang digunakan dalam penelitian ini adalah sadapan aVL yang dibentuk dengan membuat lengan kiri positif dan anggota lainnya negatif, seperti pada gambar berikut.

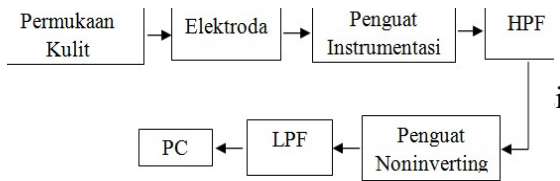


Gambar 2.2. Hubungan dari elektroda untuk sadapan tambahan aVL

## METODE PENELITIAN

### 3.1. Desain dan Realisasi PC-ECG

Rangkaian pendeteksi detak jantung ini menggunakan elektroda sebagai sensor pendeteksi detak jantung. Penguat digunakan untuk menguatkan sinyal tegangan yang dihasilkan oleh sensor. Adapun proses pengendaliannya dapat dilihat pada diagram di bawah ini:



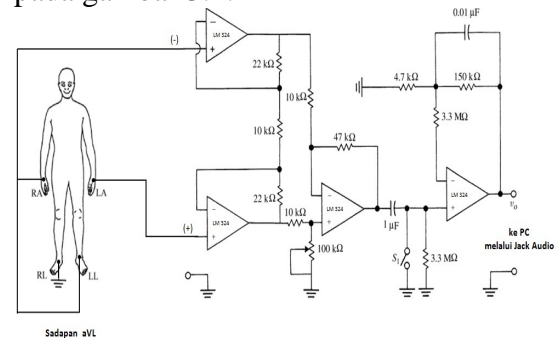
Sinyal ECG diukur dengan bantuan keping logam yang dikenal sebagai elektroda. Elektroda adalah sensor/transduser yang mengubah energi ionis dari sinyal jantung menjadi energi listrik untuk akuisisi dan pengolahan datanya. Transduser ini dipakai dengan menggunakan interface *jelly electrode-electrolyte*. Penggunaan elektroda Ag/AgCl dapat mengurangi noise dengan frekuensi rendah pada sinyal detak jantung yang terjadi karena pergerakan.

Sinyal biopotensial dipengaruhi oleh banyak sinyal lain yang dikategorikan sebagai *noise* yang berasal dari banyak sumber di luar tubuh. Noise ini diperkecil oleh sebuah filter yang dihubungkan pada output bioamplifier. Ada dua tipe Filter yang dipakai yaitu Low Pass Filter (LPF) dan High Pass Filter (HPF). Rangkaian ini berfungsi untuk menyaring atau membatasi pita frekuensi yang bisa melewatinya. Pada High Pass Filter, filter ini membuang gangguan yang berasal dari pergerakan antara pasien dengan elektroda. Sinyal derau tersebut mempunyai frekuensi yang rendah sehingga system ini EKG ini dirancang mempunyai batas frekuensi 0,5 Hz. Untuk Low Pass Filter sinyal EKG n ngat k ngan gan derau yang akan dihindarkan. Untuk High Pass Filter bekerja pada gangguan dari sinyal otot dan interferensi gelombang

elektromagnetik yang cenderung berada pada frekuensi tinggi. Filter ini digunakan untuk mendapatkan batas atas dari jangkauan frekuensi sinyal EKG yang akan diamati (150 Hz). Frekuensi yang berada di atas frekuensi cut-off ( $f_c$ ) akan mengalami peredaman.

### 3.2. Rangkaian EKG yang digunakan

Desain rangkaian elektrocardiografi berbasis PC menggunakan Soundscope ini dapat dilihat pada gambar 3.2.



Gambar 3.2. Desain rangkaian elektrocardiografi menggunakan Soundscope

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Hasil

Berikut ini adalah gambar hasil rekaman EKG menggunakan alat yang dirancang oleh peneliti. Perekaman EKG dilakukan terhadap pasien dengan keadaan tenang dan terbebas dari benda-benda yang dapat mengganggu seperti jam tangan dan pakaian sekitar sadapan. Sadapan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sadapan aVL yang termasuk kelompok sadapan lateral kiri karena sadapan ini termasuk sadapan yang mempunyai pandangan terbaik untuk sadapan lateral kiri jantung.

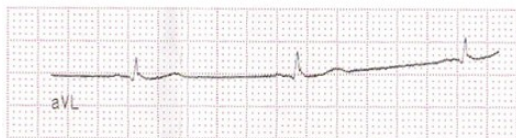
Grafik EKG pada salah satu sampel ditunjukkan pada Gambar berikut.

Gambar 4.1 Grafik yang dihasilkan oleh peralatan ECG yang dirancang oleh peneliti dengan menggunakan Soundscope pada sampel pertama

Pada sampel tersebut tampak beberapa gelombang yang terpisah dengan jarak yang sama antara gelombang satu dengan gelombang lainnya. Pola gelombang yang periodik tersebut menggambarkan bahwa jantung berdenyut secara periodik pula. Keadaan tersebut merupakan keadaan jantung yang normal.

Dari rekaman yang diperoleh dengan ECG yang dirancang peneliti terlihat adanya defleksi positif yang besar, yaitu gelombang R. Hal ini sesuai dengan pernyataan Thaler, yaitu “Pada bidang frontal, akan terlihat defleksi positif yang besar (gelombang R) pada banyak sadapan lateral kiri dan sadapan inferior.” Dengan demikian alat ini mampu menggambarkan kegiatan depolarisasi ventrikel yang merupakan bagian terbesar dari miokardium.

Pada sampel yang diukur, rekaman sadapan aVL yang diperoleh menggunakan mesin EKG *mac i* adalah sebagai berikut.



Gambar 4.2 Hasil rekaman aVL sampel

Perangkat ECG yang dirancang peneliti hanya mengambil satu sudut pandang jantung, yaitu sadapan aVL. Perbedaan yang dapat diidentifikasi dari sinyal EKG hasil penelitian dan EKG *mac i* adalah:

Pada gelombang yang terbentuk dari EKG yang dirancang peneliti, tampak bahwa tinggi defleksi gelombang R berbeda-beda, sedangkan gelombang yang dihasilkan EKG *mac i* memiliki gelombang R dengan tinggi yang relatif sama. Hal ini berlaku pula pada gelombang P, gelombang Q, gelombang S, dan gelombang T. Perbedaan ini

disebabkan karena adanya fluktuasi sinyal jantung dari sampel serta sensitifitas elektroda yang digunakan berbeda dengan elektroda EKG *mac i*.

Beberapa kesamaan yang terlihat adalah:

- Memiliki gelombang P yang kecil dan positif,
- Memiliki kompleks QRS yang besar,
- Terdapat gelombang awal Q yang kecil,
- Memiliki gelombang R dengan defleksi positif dan tinggi serta diikuti gelombang T positif, dan
- Gelombang terbentuk secara periodik.

Kesamaan di atas termasuk dalam orientasi gelombang EKG normal untuk sadapan lateral kiri. Dengan demikian rekaman yang dihasilkan EKG yang dirancang peneliti menunjukkan bahwa kondisi jantung sampel adalah normal.

## KESIMPULAN

Peralatan EKG yang dikembangkan oleh peneliti menghasilkan grafik yang menunjukkan jantung ketiga sampel adalah normal. Hasil ini sesuai dengan pernyataan dokter untuk ketiga sampel pada saat menggunakan EKG *mac i* di puskesmas. Alat ini mampu menggambarkan kegiatan depolarisasi ventrikel yang merupakan bagian terbesar dari miokardium. Gelombang aVL dari EKG yang dikembangkan peneliti mirip dengan gelombang aVL dari rekaman EKG *mac i*. Secara umum perangkat ini cukup membantu kegiatan belajar mengenai instrumentasi dasar medis dalam menggambarkan aktivitas jantung dan pemanfaatan PC dalam instrumentasi medis.

## DAFTAR PUSTAKA

1. 3M. (2014). *3M™ Foam Monitoring Electrodes 2228*. Tersedia pada <http://solutions.3m.com/wps/portal/3>

- M/en\_US/IPD-NA/3M-Infection-Prevention/products/catalog/~/3M-Foam-Monitoring-Electrodes-2228?N=3294734710+5640900&rt=d, Diakses pada 27 Agustus 2014
2. Agung R. (2005). *Realisasi Elektrokardiograf Berbasis Komputer Personal untuk Akuisisi Data Isyarat Listrik Jantung*. 4 (1).
  3. Berbari, E. J. (2000). *The Biomedical Engineering Handbook* (Ed. kedua). Boca Raton: CRC Press LLC.
  4. Bronzino, J. D. (Penyunt.). (2006). *Medical devices and systems*. Boca Raton: CRC Press.
  5. Goldberger, A. L., dkk.(2013). *Goldberger's Clinical Electrocardiography A Simplified Approach* (Ed. kedelapan). Philadelphia: Elsevier Saunders.
  6. Maisyaroh, S. (2012). *Rancang Bangun Instrumentasi Elektrokardiografi Berbasis PC Menggunakan Sound Card*. Medan: FMIPA UNIMED.
  7. Meta. (2010). *eNHa Farm*. Dipetik March 5, 2012, dari Lintah Indonesia: <http://www.lintahindonesia.com>
  8. Nagel, J. H. (2006). *Medical Devices and Systems* (Ed. ketiga). (J. D. Bronzino, Penyunt.) Boca Raton, USA: CRC Press.
  9. Neuman, M. R., dkk.(2008). *Medical Instrumentation Application and Design* (Ed. ketiga). (J. G. Webster, Penyunt.) Wiley.
  10. Rizal, A., dkk.(t.thn.). *Desain dan Realisasi Perangkat Elektrokardiograf Berbasis PC Menggunakan Soundcard*.
  11. Sangadji, F. (2008, November 24). *Dasar-Dasar Elektrokardiografi (EKG)*. Dipetik January 11, 2012, dari Elektrokardiografi: <http://ekgnursing.blogspot.com/2008/11/dasar-dasar-elektrokardiografi-ekg.html>
  12. Somawirata, I. K. (2009). *Pengembangan Electro Cardiograph (ECG) yang Terintegrasi dengan Personal Komputer*. *Prosiding SENTIA*, A-1 - A-7.
  13. STMicroelectronics Group. (2001). *LM124 - LM224 - LM324 Low Power Quad Operational Amplifiers*. [www.datasheetcatalog.com](http://www.datasheetcatalog.com)
  14. Susanto, A., dkk.(2006). *Desain dan Realisasi Alat Elektrokardiograf Berbasis Mikroprosesor 8-bit beserta Sistem Database dan Monitoringnya yang Berbasis Online untuk Membantu Pasien Jantung*. *PKMT*, 1-11.
  15. Thaler, M. S. (2000). *Satu-Satunya Buku EKG yang Anda Perlukan* (Ed. kedua). (S. Wahab, Penerj.) Jakarta, Indonesia: Hipokrates.
  16. Widiyanto, A. (t.thn.). *Perancangan Perangkat Lunak Akuisisi Data Elektrokardiografi (EKG) pada Jaringan Lokal*. 1-8.
  17. Wikipedia. (2013). *Elektrokardiogram*. Tersedia pada [id.wikipedia.org/wiki/Elektrokardiogram](http://id.wikipedia.org/wiki/Elektrokardiogram), Diakses pada tanggal 27 Agustus 2014
  18. Wikipedia. (2013). *Kartu Suara*. Tersedia pada [http://id.wikipedia.org/wiki/Sound\\_Card](http://id.wikipedia.org/wiki/Sound_Card), Diakses pada tanggal 27 Agustus 2014
  19. Zeitnitz. (2012). *LM124 - LM224 - LM324 Low Power Quad Operational Amplifiers*. [http://www.zeitnitz.de/Christian/scop\\_e\\_en](http://www.zeitnitz.de/Christian/scop_e_en)