

## HOME MADE ELEKTROKARDIOGRAF (EKG)

**Budi Sumanto, Agus Purwanto dan Sumarna**  
Laboratorium Getaran dan Gelombang, Jurdik Fisika, FMIPA, UNY

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan membuat modul elektronik EKG untuk mendeteksi sinyal listrik yang dihasilkan oleh jantung dan dihubungkan ke alat perekam atau display sehingga membentuk instrumen medis yang disebut Elektrokardiograf (EKG).

Metode penelitian yang digunakan adalah metode *leads* ekstemitas bipolar yang pertama kali diperkenalkan oleh Einthoven yang dikenal dengan segitiga Einthoven. Dengan asumsi ini maka elektroda diletakkan pada pergelangan tangan dan kaki, sehingga terbentuklah tiga *leads* ekstremitas bipolar untuk mencatat beda potensial biolistrik jantung.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa modul elektronik yang dibuat dapat mendeteksi sinyal listrik yang dihasilkan dari aktivitas kerja jantung seperti pada hasil pengukuran EKG secara konvensional.

**Kata kunci:** *Elektrokardiograf (EKG), leads ekstremitas bipolar, segitiga Einthoven, elektroda, biolistrik jantung, modul elektronik.*

### 1. PENDAHULUAN

Elektrokardiograf (EKG) merupakan instrumen medis yang dibutuhkan oleh paramedis untuk memperoleh informasi tentang kondisi fungsi kerja jantung manusia. Karena harganya yang relatif mahal, untuk mengetahui fungsi kerja jantung seorang pasien, paramedis yang berada di daerah harus mengirim atau merujuk pasiennya ke rumah sakit atau laboratorium medis yang hanya terdapat di kota besar. Karena itu pasien harus mengeluarkan biaya lebih besar untuk mengetahui kesehatan jantungnya.

*Personal Computer* (PC) merupakan perangkat yang sudah menjadi kebutuhan masyarakat pada saat ini. Selain itu, PC telah dipergunakan secara luas di kantor-kantor pemerintahan termasuk kecamatan dan Puskesmas di daerah.

Berdasarkan dari kedua kondisi di atas, maka penelitian yang dilakukan adalah bagaimana membuat alat yang dapat mendeteksi dan mengirim sinyal listrik analog yang berasal dari jantung ke dalam PC. Dengan kata lain alat yang diteliti tersebut adalah alat yang apabila dihubungkan dengan PC maka menjadi sebuah EKG yang banyak dibutuhkan oleh paramedis.

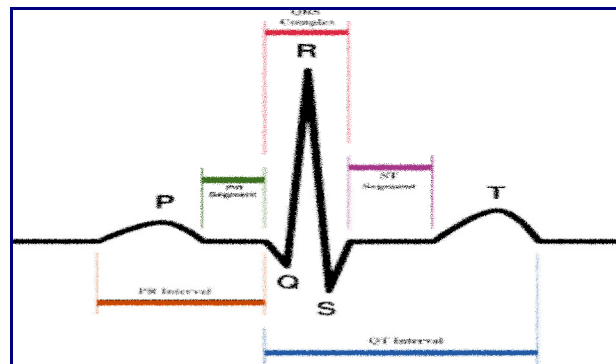
## 2. TEORI

### 2.1. Elektrokardiogram (EKG)

Berhubung tubuh merupakan sebuah konduktor yang baik, maka impuls yang dibentuk oleh jantung dapat menjalar ke seluruh tubuh. Sehingga potensial biolistrik yang dipancarkan oleh jantung dapat diukur melalui elektroda-elektroda yang diletakkan pada berbagai posisi di permukaan tubuh. Grafik yang tercatat melalui rekaman ini disebut elektrokardiogram (EKG).

Pada keadaan normal konfigurasi EKG pada setiap *lead* tampak berbeda. Hal ini dapat dipahami karena arah dan intensitas gelombang yang terbentuk dalam urutan depolarisasi-repolarisasi jantung, bila dipandang dari setiap elektroda saling berlainan, sehingga bentuk-bentuk defleksi yang terekam juga berlainan.

Walaupun demikian terdapat tiga gelombang dan tiga interval yang memiliki arti klinis yang perlu diperhatikan pada setiap EKG (Gambar 2.1). Ketiga gelombang tersebut adalah : gelombang P, kompleks QRS dan gelombang T. Sedangkan ketiga interval tersebut adalah : interval PR, interval QRS dan interval QT.



Gambar 1. Bentuk biolistrik jantung ( [www.wikipedia.org/electrocardiogram](http://www.wikipedia.org/electrocardiogram))

Gelombang P menunjukkan depolarisasi atrial, segmen PR menunjukkan berhentinya impuls pada AV node, gelombang QRS menunjukkan depolarisasi ventrikel, segmen ST menunjukkan tidak adanya impuls disebabkan adanya periode refrakter di sel miokardium dan gelombang T menunjukkan repolarisasi ventrikel (Gabriel, 1996 : 242-243).

Berikut ini adalah durasi yang penting pada parameter EKG (Aston, 1991:48).

**Tabel 1.** Durasi parameter sinyal EKG

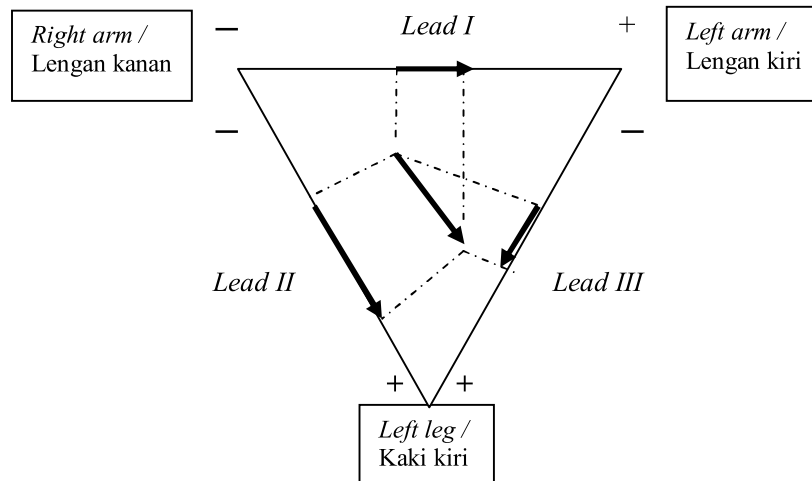
Fitur	Durasi (ms)
QRS	70 - 110
R-R	600 - 1000
P-R	150 - 200
S-T	50 - 150

Dari parameter tersebut dapat diketahui detak jantung normal dalam *beats per minute* (bpm) yaitu:

$$BPM = \frac{60}{R - R} \text{ (bpm)} \quad (2.1)$$

## 2.2. Lead (Sandapan) Standar EKG

Untuk mendeteksi sinyal EKG, ditentukan titik-titik referensi pengukuran untuk meletakkan elektroda. Pengambilan titik-titik referensi ini pertama kali diperkenalkan oleh Einthoven dan dikenal dengan segitiga Einthoven seperti Gambar 2.2 di bawah ini

**Gambar 2.** Segitiga Einthoven

Tiga *Lead* standar EKG yang diperkenalkan pertama kali oleh Einthoven (Cromwell, 1973:90) adalah:

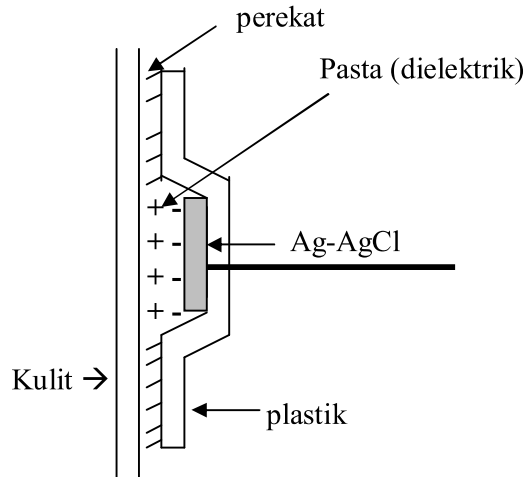
*Lead I* : mengukur beda potensial antara lengan kiri (LK<sub>i</sub>) dan lengan kanan (LK<sub>a</sub>).

*Lead II* : mengukur beda potensial antara kaki kiri (KK<sub>i</sub>) dan lengan kanan (LK<sub>a</sub>).

*Lead III* : mengukur beda potensial antara kaki kiri (KK<sub>i</sub>) dan lengan kiri (LK<sub>i</sub>).

### 2.3. Elektroda

Elektroda digunakan untuk mendeteksi sinyal EKG pada permukaan tubuh. Sebagian besar tipe yang digunakan dalam lingkungan klinik adalah elektroda permukaan. Elektroda permukaan terbuat dari lempengan logam yang dilapisi dengan larutan elektrolit seperti pada gambar berikut ini:



**Gambar 3.** Elektroda Ag-AgCl yang digunakan untuk pemantauan pasien. Elektroda direkatkan pada kulit untuk mencegah gerakan kulit dan pasta mengisi ruang antara kulit dan elektroda (Cameron & Skofronick, 1978: 220-223).

### 2.4. Elektrokardiograf (EKG)

Elektrokardiograf adalah suatu instrumen yang digunakan untuk memperoleh dan merekam sinyal elektrokardiogram. Elektrokardiograf terdiri dari:

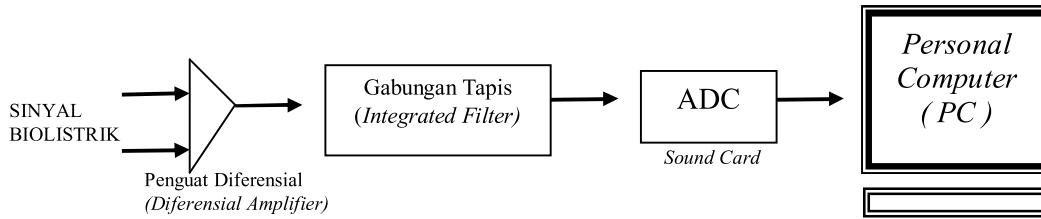
#### 1. Rangkaian Penguat Instrumentasi

Keluaran sensor sering kali mempunyai nilai tegangan yang amat lemah, yaitu dalam orde mikrovolt dengan keluaran yang mengambang atau tidak jelas pentanahannya (*grounding*). Untuk memperkuatnya diperlukan penguat diferensial dengan nilai CMRR (*Common Mode Rejection Ratio*) yang bernilai sangat besar.

#### 2. Rangkaian pengkondisi sinyal

Karena tegangan yang dihasilkan oleh biopotensial jantung sangat rendah dibanding dengan efek *stray capacitance* yang menimbulkan tegangan pada tubuh manusia akibat listrik PLN sedangkan penguat differensial tidak dapat menghilangkan secara keseluruhan maka dibutuhkan bantuan rangkaian tapis. Karena frekuensi listrik PLN adalah 50 Hz maka rangkaian ini memiliki lebar pita atau *bandwidth (BW)* yang sempit pada frekuensi tersebut.

Seluruh rangkaian modul elektronik dari elektrokardiograf yang dibuat dapat diuraikan dalam bentuk blok diagram berikut ini:



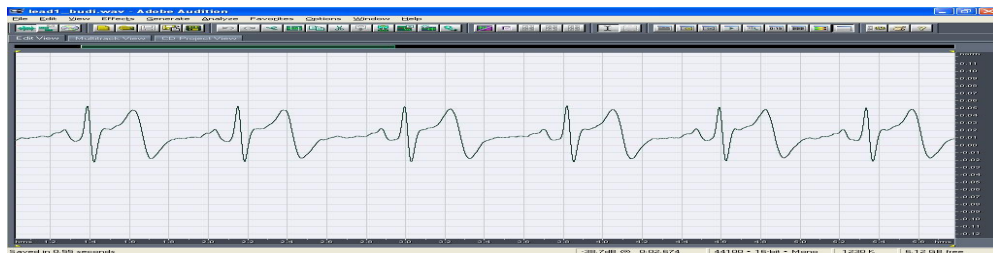
**Gambar 4.** Blok diagram elektrokardiograf

### 3. METODE PENELITIAN

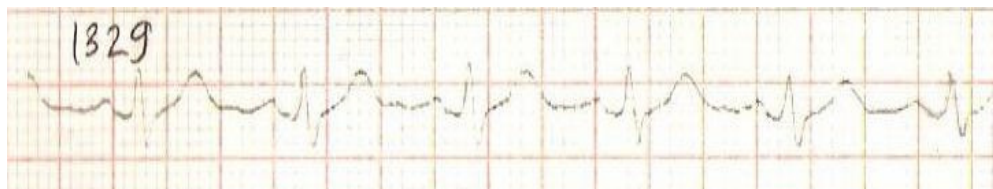
Penelitian ini dilakukan di laboratorium Getaran dan Gelombang, Jurusan Pendidikan Fisika FMIPA UNY. Penelitian ini diawali dengan membuat modul elektronik EKG yang di dalamnya mencakup rangkaian penguat instrumentasi dan rangkaian pengkondisi sinyal. Data direkam dengan program *SpectraPlus 5.0* secara bergantian dengan durasi sekitar 5 detik dengan *sample-rate* 44100 Hz kemudian hasilnya dianalisis dengan menggunakan program *Cardio Calipers*; hasil analisis berupa amplitudo dan durasi parameter sinyal EKG.

### 4. HASIL PENELITIAN

Dari hasil penelitian diperoleh tiga buah gelombang EKG yaitu *lead I*, *lead II* dan *lead III*. Berikut ini adalah hasil perekaman biolistrik jantung dari masing-masing *lead*.



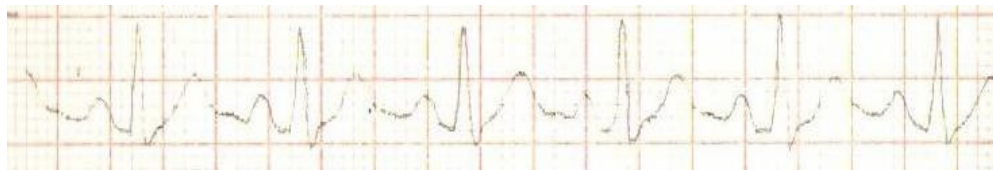
**Gambar 5.a** Hasil perekaman biolistrik jantung *lead I*



**Gambar 5.b** Hasil perekaman biolistrik jantung *lead I* secara konvensional



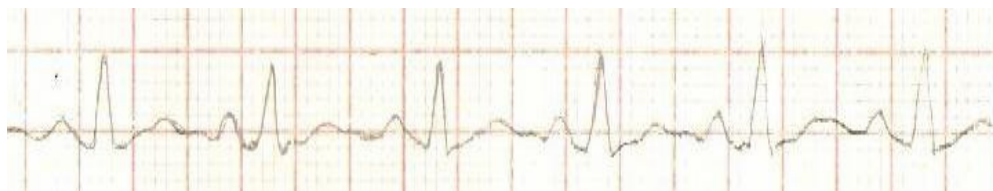
**Gambar 6.a** Hasil perekaman biolistrik jantung *lead II*



**Gambar 6.b** Hasil perekaman biolistrik jantung *lead II* secara konvensional



**Gambar 7.a** Hasil perekaman biolistrik jantung *lead III*



**Gambar 7.b** Hasil perekaman biolistrik jantung *lead III* secara konvensional

Pengukuran dengan menggunakan modul elektronik yang dibuat mempunyai hasil yang sama dengan hasil pengukuran EKG secara konvensional.

## 5. KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa modul elektronik yang dibuat dapat mendeteksi sinyal biolistrik yang dihasilkan dari aktivitas kerja fungsi jantung. Apabila dibandingkan dengan hasil pengukuran EKG secara konvensional seperti hasil yang diperoleh sudah menyerupai.

## DAFTAR PUSTAKA

Aston, Richard. (1990). *Principles of Biomedical Instrumentation and Measurement*. Singapura : Merrill Publishing Company.

Cameron, John. R & Skofronick, James. G (1978). ***Medical Physics***. Canada : John Willey and Sons, Inc.

Cromwell, Leslie. (1973). ***Biomedical Instrumentation and Measurement***. New Jersey : Prentice Hall, Inc.

Gabriel, J.F. (1988). **Fisika Kedokteran**. Jakarta : EGC.