

## DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Bahan.....	33
Tabel 3. 2 Definisi Operasional Variabel .....	36
Tabel 3. 3 Jadwal Kegiatan.....	41
Tabel 4. 1 Tabel Perhitungan BPM pada Lead V4.....	49
Tabel 4. 2 Tabel Perhitungan BPM pada Lead V5.....	50
Tabel 4. 3 Tabel Perhitungan BPM pada Lead V6.....	51
Tabel 4. 4 Tabel Perhitungan BPM pada V4.....	52
Tabel 4. 5 Tabel Perhitungan BPM pada V5.....	53
Tabel 4. 6 Tabel Perhitungan BPM pada V6.....	54
Tabel 4. 7 Tabel Perhitungan BPM pada V4.....	56
Tabel 4. 8 Tabel Perhitungan BPM pada V5.....	57
Tabel 4. 9 Tabel Perhitungan BPM pada V6.....	58
Tabel 4. 10 Tabel Perhitungan BPM pada V4.....	60
Tabel 4. 11 Perhitungan BPM pada V5.....	61
Tabel 4. 12 Tabel Perhitungan BPM pada Lead V6.....	62
Tabel 4. 13 Tabel Hasil Pengukuran BPM Sebanyak 1 Kali .....	62

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Jantung merupakan organ tubuh yang paling penting dibandingkan organ tubuh yang lain. Tugas jantung sebagai pemompa darah ke seluruh tubuh secara terus menerus. Penyakit jantung tetap menjadi penyebab utama kematian di tingkat global selama 20 tahun terakhir. Namun, sekarang membunuh lebih banyak orang daripada sebelumnya. Jumlah kematian akibat penyakit jantung meningkat lebih dari 2 juta sejak tahun 2000, menjadi hampir 9 juta pada tahun 2019. Penyakit jantung saat ini mewakili 16% dari total kematian dari semua penyebab. Agar tidak mengganggu sistem kerja jantung maka diperlukan suatu alat yang dapat memonitor aktivitas jantung. Sampai saat ini pemantauan kondisi jantung salah satunya dengan menggunakan alat EKG (Elektrokardiogram) yang banyak ditemukan di instansi kesehatan. EKG sendiri adalah sebuah alat yang menggunakan prinsip kelistrikan pada jantung untuk memperoleh informasi seputar kerja jantung manusia. Peristiwa kelistrikan pada jantung menghasilkan sebuah

sinyal yang dinamakan sinyal bioelektrik yang dapat digunakan untuk mengetahui gangguan pada jantung melalui alat EKG (Elektrokardiograf). Dalam pengembangan sebelumnya oleh Bambang Guruh Irianto (2015) yaitu EKG 12 channel berbasis ATmega Mikrokontroller dengan tampilan grafik LCD, PC, dapat dicetak dan disimpan melalui computer. Kekurangan alat ini adalah tidak adanya kalibrasi 1mV, setting kecepatan kertas, sensifitas dan pengambilan data heart rate belum secara real time. Yaya Suryana (2017) melakukan penelitian berjudul Sistem Pemonitor Detak Jantung Portable Menggunakan 3 Sensor Elektroda. Menggunakan tiga sensor elektroda, modul AD8232, mikrokontroller ATmega328 dan arduino mini pro. Kekurangan dari sistem ini adalah sadapan dibatasi pada lead I, II dan III. Agustiawan dkk (2015) melakukan penelitian berjudul Sistem Instrumentasi Akuisisi Data ECG 12 Lead Berbasis Komputer. Menggunakan mikrokontroller ATmega16 sebagai pengontrol utama dan USB to serial RS232 sebagai media komunikasi interfacing komputer. Kekurangan dari penelitian ini adalah tidak menggunakan masukan langsung dari tubuh manusia dan rekaman data tidak secara real time. Mengacu pada permasalahan diatas,

maka penulis ingin mengembangkan alat “*ECG 12 Channel Tampil PC*” dengan pemilihan channel yang akan ditampilkan pada Delphi melalui USB dan akan ditampilkan pada PC. Penelitian ini bertujuan untuk **mempermudah user untuk mendapatkan hasil dalam 1 kali pengambilan data dan mempermudah pembacaan hasil dalam 1 plot ECG yang sudah terdiri dari 12 channel**. Tampilan 12 channel akan ditampilkan pada aplikasi Delphi. Penulis memfokuskan sadapan unipolar yang terdiri dari (V4, V5, V6).

## **1.2 Batasan Masalah**

Untuk mengatasi meluasnya permasalahan, maka penulis membatasi poin-poin masalah untuk perancangan alat ini yaitu:

1. Monitoring ECG 12 *lead* bidang frontal meliputi sadapan unipolar (V4, V5, V6).
2. Menggunakan ATmega untuk mengirim data ke PC
3. Menggunakan Delphi7 sebagai tampilan.
4. Menggunakan rangkaian modular.

## **1.3 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas maka didapat suatu rumusan masalah bagaimana cara membuat

ECG 12 channel berbasis PC sadapan unipolar (V4, V5, V6).

## **1.4 Tujuan Penelitian**

### **1.4.1 Tujuan Umum**

Dibuatnya alat ECG 12 *channel* berbasis PC (V4, V5, V6).

### **1.4.2 Tujuan Khusus**

1. Membuat rangkaian penyadap V4,V5,V6
2. Membuat rangkaian buffer, rangkaian instrument amplifier IC AD620, rangkaian filter analog dan adder.
3. Membuat program pengolahan data dengan menggunakan mikrokontroller ATmega 2650.
4. Membuat program penampil grafik dengan Delphi7 dan uji fungsi pada alat.

## **1.5 Manfaat Penelitian**

### **1.5.1 Manfaat Teoritis**

1.5.1.1 Meningkatkan wawasan dan ilmu pengetahuan bagi mahasiswa Teknik Elektromedik dalam bidang diagnostik terutama pada alat sinyal jantung (ECG).

1.5.1.2 Sebagai referensi penelitian selanjutnya.

### **1.5.2 Manfaat Praktis**

Dengan dibuatnya alat ECG 12 *channel* berbasis PC sadapan unipolar (V4, V5, V6) diharapkan dapat memudahkan user dalam monitoring sinyal ECG meliputi sadapan unipolar (V4, V5, V6).

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Studi Literatur**

Penelitian sebelumnya yang di lakukan oleh bapak Bambang Guruh Irianto pada tahun 2015 dengan judul *Design of Electro Cardiograph Machine Based on Atmega Microcontroller (Tahun 2015)[1]*. Dalam penelitian tersebut mesin ECG 12 Channel dilengkapi dengan mikrokontroller ATmega, LCD 64x12 dan dapat terkoneksi dengan perangkat lain. Listing program mikrokontroller ATmega tersebut digunakan untuk mentransformasikan dan menjalankan program ke mesin ECG untuk mengetahui jumlah detak jantung, bunyi bip setiap gelombang R sinyal ECG, ditampilkan pada grafik LCD , PC, dicetak melalui komputer, dan dapat disimpan di komputer (bambang). Tetapi pada alat ini tidak dilengkapi kalibrasi 1mV, setting kecepatan kertas, sensitifitas dan pengambilan data heart rate belum real time.

Dwiky Wicaksono dan Aprilia Krisnawati pada tahun 2015 melakukan penelitian dengan judul *Elektrokardiograf (ECG) 12 Lead Tampil PC [1]*. Pada alat ini terdapat tombol kalibrasi 1 mV, menggunakan

pengaturan kecepatan kertas dan sensitifitas, *display* grafik sinyal ECG dan nilai heart rate ditampilkan pada PC (dwiky, april). Peneliti memberi saran untuk selanjutnya alat dapat dilengkapi dengan data penyimpanan untuk analisa sinyal ECG.

Selanjutnya Agustawan, dkk (2015) melakukan penelitian berjudul *Sistem Instrumentasi Akuisisi Data ECG 12 Lead Berbasis Komputer*. Penelitian tersebut menggunakan mikrokontroler ATmega16 sebagai pengontrol utama, USB to serial RS232 sebagai media komunikasi interfacing komputer (agustiawan) [2]. Peneliti memberi saran untuk selanjutnya alat dapat dilengkapi dengan masukan langsung dari tubuh manusia dengan menggunakan sensor tertentu dan dapat menggunakan sistem rekaman data frekuensi secara *real time*.

Alif Fitriani Putri dan Anang Widiatoro pada tahun 2020 melakukan penelitian dengan judul *Monitoring Ekg (Elektrokardiograf) Berbasis Mikrokontroler Dan Pemrograman Delphi* (Tahun 2020) [3]. Pada penelitian ini menggunakan ATMEGA8 sebagai pengontrol utama. Modul AD8232 untuk mendapatkan sinyal jantung. Hasil monitoring ini akan ditampilkan pada



laptop. Alat ini juga menggunakan modul bluetooth untuk mengirimkan data kedalam laptop. Sinyal listrik jantung akan diproses oleh rangkaian AD8232. Kemudian data diolah oleh mikrokontroller. Setelah pengolahan data selesai, data akan dikirim melalui Bluetooth ke laptop menggunakan program Delphi 7.0. Hasil tampilan dapat dilihat pada laptop. Tampilan monitoring yang ada dilaptop berupa grafik sinyal EKG dan BPM.

Tatyana Dimitrova (Tahun 2007) melakukan penelitian dengan judul *High Resolution Front-end For ECG Signal Processing*. Penelitian ini terdiri dari *amplifier* ECG 12 saluran yang dibangun di atas konsep penggerak potensial tubuh. Seluruh data ADC bekerja dengan sinkron dan hasil data keluarannya ditransfer ke PC melalui USB (tatyana) [4]. Kekurangan pada penelitian ini adalah tidak dilengkapi penyimpanan data.

Yan Lin (Tahun 2016) melakukan penelitian dengan judul *Design and Development of Standart 12 Lead ECG Data Acquisition and Monitoring System*. Sistem yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari dua bagian yaitu, bagian akuisisi data pra-analog dan pemrosesan data digital [5]. Di bagian akuisisi data awal analog, ini terdiri dari tiga sirkuit pengukur saluran dan pemilih utama. Pada

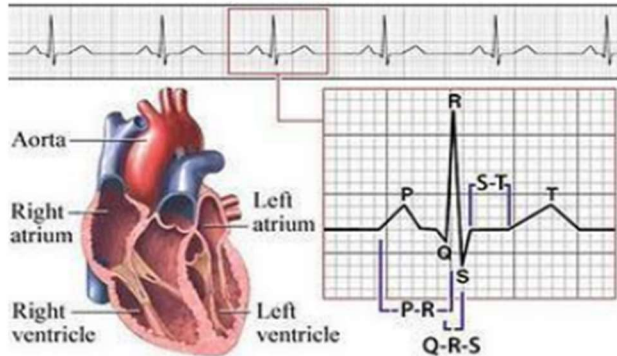
bagian pengolahan data digital, mikrokontroler diprogram menggunakan bahasa C. PC mendapat data dari antarmuka USB.

## **2.2 Elektrokardiogram (ECG)**

Elektrokardiogram (ECG) adalah suatu grafik yang dihasilkan oleh alat elektrokardiograf untuk mendeteksi kelainan jantung dengan cara mengukur aktivitas listrik pada jantung, seperti saat jantung berkontraksi. ECG dapat membantu mendiagnosa berbagai kondisi kesehatan jantung.

Aktivitas elektrik yang ditimbulkan oleh sel jantung sebagai ion yang bertukar melewati membran sel. Elektroda yang dapat menghantarkan aktivitas listrik dari jantung ke mesin ECG ditempatkan pada posisi yang strategis di ekstremitas dan prekordium dada. Energi elektrik yang sangat sensitive, kemudian diubah menjadi grafik yang ditampilkan oleh mesin ECG. Tampilan ini disebut elektrokardiogram. Kontraksi jantung direpresentasikan dalam bentuk gelombang pada kertas ECG, dan dinamakan gelombang P, Q, R, S, dan T. Bentuk gelombang ini ditunjukkan pada defleksi terhadap garis isoelektrik (garis yang menunjukkan tidak adanya energi).

Garis isoelektrik dapat ditentukan dengan melihat interval dari T hingga P .

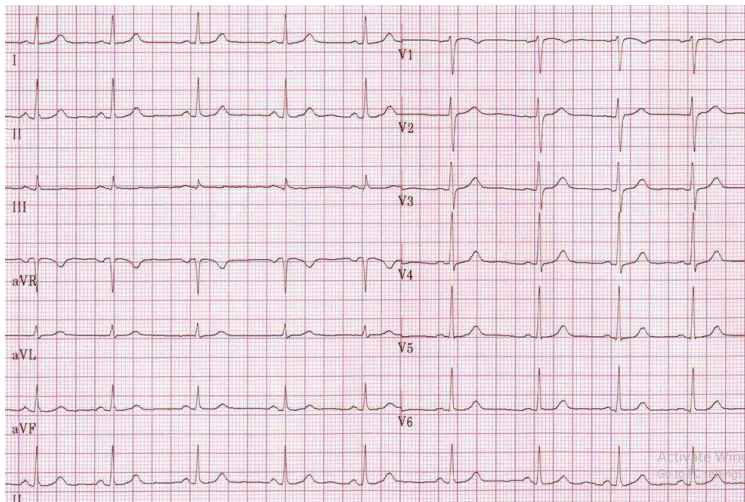


**Gambar 2.1 Gelombang Sinyal ECG**

(Sumber : [bundaheartcentre.com](http://bundaheartcentre.com) "Electrocardiography")

- Gelombang P adalah defleksi positif yang pertama dan merepresentasikan depolarisasi atrium
- Gelombang Q merupakan defleksi negatif pertama setelah gelombang P
- Gelombang R merupakan defleksi positif pertama setelah gelombang P
- Gelombang S merupakan defleksi negatif setelah gelombang R
- Bentuk gelombang QRS biasanya dilihat sebagai satu unit dan merepresentasikan depolarisasi ventrikel

- Gelombang T mengikuti gelombang S dan bergabung dengan kompleks QRS sebagai segmen ST
- Gelombang T merepresentasikan kembalinya ion ke dalam sisi (appropriate) dalam membrane sel. Ini sama dengan relaksasi dari serabut otot dan menggambarkan repolarisasi ventrikel
- Interfal QT merupakan waktu antara gelombang Q dan gelombang T.

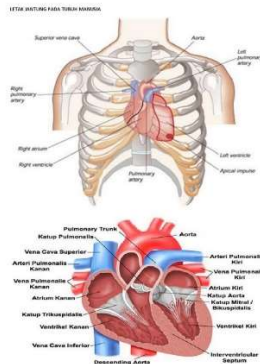


**Gambar 2.2 Sinyal ECG**

(Sumber : [belajarelektrokardiogram.blogspot.com](http://belajarelektrokardiogram.blogspot.com) “Gambaran Tracking ECG yang Normal” 2018)

## 2.3 Jantung

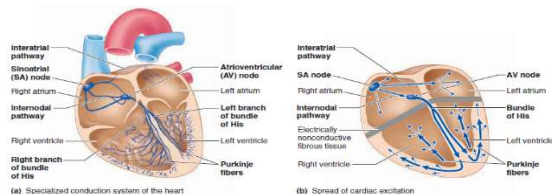
Jantung adalah organ vital pada tubuh manusia yang terletak di dalam rongga dada di bagian mediastinum, berada di antara paru-paru di balik tulang dada (sternum). Posisi jantung miring ke bawah dan sedikit ke arah kiri, sekitar dua pertiga jantung terletak pada bagian sebelah kiri. Bagian atas jantung lebih luas dibandingkan dengan bagian dasar. Bagian ujung jantung yang meruncing, berada tepat di atas diafragma, jantung sendiri beratnya kira-kira sebesar 300 gram. Ukuran jantung sangat bervariasi mengikuti ukuran tubuh manusia, jantung dewasa berukuran 9 cm dengan lebar 13 cm dari dasar ke puncak, dan 6 cm 15 dari anterior ke posterior.



**Gambar 2.3 Posisi jantung pada rongga dada**  
(Sumber: Aisyah nur oktavia, 2020)

Jantung memiliki rongga yang berisi 2 atrium dan 2 ventrikel [6] Jantung merupakan organ berotot yang mampu memompa darah ke seluruh tubuh. Jantung dibungkus oleh suatu selaput yang dinamakan perikardium. Peran jantung yaitu mempertahankan aliran darah dengan bantuan sejumlah klep yang melengkapinya. Untuk menjamin kelangsungan sirkulasi, jantung berkontraksi secara periodik, otot pada jantung berkontraksi terus-menerus tanpa merasa lelah. Kontraksi jantung manusia merupakan kontraksi miogenik, atau kontraksi yang diawali dengan rangsangan otot jantung tanpa rangsangan dari syaraf.

Di dalam otot jantung terdapat jaringan khusus yang menghantarkan aliran listrik. Jaringan tersebut mempunyai sifat-sifat yang khusus yaitu: otomatis, irama, daya konduksi dan daya rangsangan sehingga dapat menyebabkan jantung berkontraksi [7].



**Gambar 2.4 Sistem konduksi jantung**

(Sumber: *Sherwood L. Human physiology from cells to systems,*

*7th ed. Belmont: Brooks/Cole; 2010)*

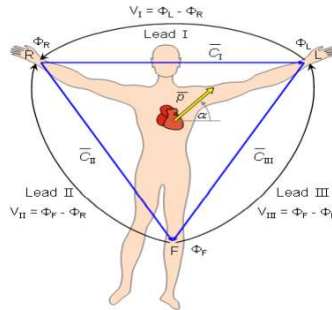
Selanjutnya, dari SA *node* impuls dilanjutkan ke simpul atrioventricular (AV *node*) yang terletak pada dinding pembatas antara serambi kanan dan bilik kanan. Simpul ini berfungsi menghantarkan impuls dari serambi ke bilik. Impuls dari simpul AV *node* kemudian diteruskan ke seluruh bilik melalui berkas His. Pada ujung berkas His terdapat banyak cabang. Cabang – cabang ini disebut serat purkinje. Serat – serat purkinje bertugas meneruskan impuls dari berkas his ke seluruh otot bilik. Bilik kemudian berkontraksi sehingga darah dipompa keluar dari bilik dan mengalir dalam sistem peredaran darah (Guyton dan Hall 1997). [8].

## **2.4 Sadapan ECG**

Untuk menghasilkan gelombang implus dari jantung tersebut perlu dilakukan penyadapan dengan menggunakan elektroda, peletakan elektroda terdapat beberapa macam sadapan. Sadapan-sadapan itu adalah: Sadapan ekstremitas bipolar :

- 1) Lead I, mengukur perbedaan potensial elektrik antara lengan kanan (-) dan lengan kiri (-).
- 2) Lead II, mengukur perbedaan potensial elektrik antara kaki kiri (+) dan lengan kanan (-).

3) Lead III, mengukur perbedaan potensial elektrik antara kaki kiri (+) dan lengan kiri (-).



**Gambar 2.5 Segitiga Einthoven**

(Sumber: <https://repository.umy.ac.id/>)

Sadapan ekstremitas unipolar :

- 1) aVR, mengukur potensial elektrik antara pusat jantung dengan lengan kanan(+).
- 2) aVL, mengukur potensial elektrik antara pusat jantung dengan lengan kiri(+).
- 3) aVF, mengukur V antara pusat jantung dengan kaki kiri(+).

Hasil dari perolehan sinyal EKG tersebut dapat dihitung nilai detak jantungnya dengan satuan BPM (Beat Per Menit). Nilai detak jantung manusia dapat diperoleh dengan nilai yang berbeda-beda, untuk detak jantung normal orang berada dalam kisaran 60 hingga 100 detak



per menit, tetapi ini dapat berubah 22 seiring usia dan jenis kelamin, dan dari nilai detak jantung tersebut dapat disimpulkan bahwa ketika detak jantung kurang dari 60 bpm disebut Bradycardia sedangkan ketika detak jantung dari 100 bpm disebut Tachycardia [9].

Sandapan unipolar prekordial :

Merekam besar potensial listrik jantung dengan bentuan elektroda eksplorasi yang ditempatkan di beberapa tempat pada dinding dada. Elektroda indifferen diperoleh dengan menggabungkan ketiga elektroda ekstremitas [10].

Sandapan **V1**: Ruang interkostal IV garis sternal kanan

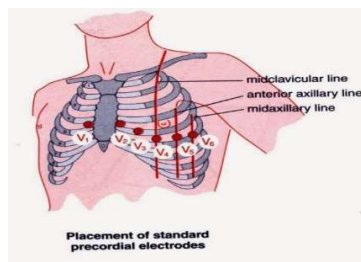
Sandapan **V2**: Ruang interkostal IV garis sternal kiri

Sandapan **V3**: Pertengahan antara V2 dan V4

Sandapan **V4**: Ruang interkostal V garis midklavikula kiri

Sandapan **V5**: Sejajar V4 garis aksila depan

Sandapan **V6**: Sejajar V4 garis aksila tengah.



**Gambar 2.6** Sadapan pericardial (unipolar)

(Sumber: [dokter-medix.blogspot.com/2009/07/elektrokardiografi-ekg](http://dokter-medix.blogspot.com/2009/07/elektrokardiografi-ekg))

## 2.5 Filter

Filter adalah suatu rangkaian yang digunakan untuk membuang tegangan output pada frekuensi tertentu. Untuk merancang rangkaian filter dapat digunakan komponen pasif (R,L,C) dan komponen aktif (Op-Amp, transistor). Dengan demikian filter dapat dikelompokkan menjadi filter pasif dan filter aktif. Pada makalah ini akan dibahas mengenai filter pasif dan filter aktif [11].

Berdasarkan hal ini filter dapat dibagi menjadi 4, yaitu :

1. Filter lolos bawah (*low pass filter*), pass band berawal dari  $\omega = 0$  radian/detik sampai dengan  $\omega = \omega_0$  radian/detik, dimana  $\omega_0$  adalah frekuensi cut-off.
2. Filter lolos atas (*high pass filter*), berkebalikan dengan filter lolos bawah, stop band berawal dari  $\omega = 0$  radian/detik sampai dengan  $\omega = \omega_0$  radian/detik, dimana  $\omega_0$  adalah frekuensi cut-off.
3. Filter lolos pita (*band pass filter*), frekuensi dari  $\omega_1$  radian/detik sampai  $\omega_2$  radian/detik adalah dilewatkan, sementara frekuensi lain ditolak.
4. Filter stop band, berkebalikan dengan filter lolos pita, frekuensi dari  $\omega_1$  radian/detik sampai  $\omega_2$  radian/detik adalah ditolak, sementara frekuensi lain diteruskan.

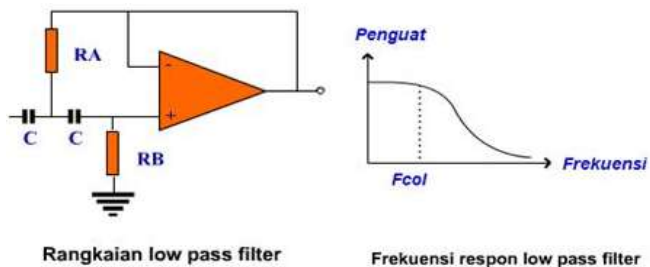
- Filter aktif

Filter Aktif yaitu filter yang menggunakan komponen aktif, biasanya transistor atau penguat operasi (op-amp). Kelebihan filter ini antara lain:

1. Frekuensi yang kurang dari 100 kHz, penggunaan induktor (L) dapat dihindari.
2. Relatif lebih murah untuk kualitas yang cukup baik, karena komponen pasif yang presisi harganya cukup mahal.

Beberapa macam filter yang termasuk ke dalam filter aktif adalah :

- a. Filter lolos bawah (*low pass filter*)



**Gambar 2.7 Low pass filter**

(Sumber : <http://andri19921119.blogspot.com/p/filter-aktif-dan-filter-pasif.html>)

*Low-pass filter* digunakan untuk meneruskan sinyal berfrekuensi rendah dan meredam sinyal