



UWHS

**MONITORING EKG
SINGLE LEAD PORTABLE**

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh:

Merlinda Astri Puspawati

1904078

PROGRAM STUDI D-III TEKNOLOGI ELEKTRO MEDIS

FAKULTAS KESEHATAN DAN KETEKNISIAN MEDIS

UNIVERSITAS WIDYA HUSADA SEMARANG

2022



PERNYATAAN TERTULIS

JUDUL : MONITORING EKG SINGLE LEAD PORTABLE
NAMA : MERLINDA ASTRI PUSPADEWI
NIM : 1904078

“Saya menyatakan dan bertanggung jawab dengan sebenarnya bahwa Karya Tulis ini adalah hasil karya saya sendiri kecuali cuplikan dan rigkasan yang masing-masing telah saya jelaskan sumbernya. Jika pada waktu selanjutnya ada pihak lain yang mengklaim bahwa Karya Tulis ini sebagai karyanya, yang disertai dengan bukti-bukti yang cukup, maka saya bersedia untuk dibatalkan gelar Ahli Madya Teknologi Elektromedis saya beserta segala hak dan kewajiban yang melekat pada gelar tersebut”

Semarang, 2 Juli 2022

Merlinda Astri Puspawati



UWHS

PERNYATAAN PERSETUJUAN

JUDUL : MONITORING EKG 3 SINGLE LEAD PORTABLE

NAMA : MERLINDA ASTRI PUSPADEWI

NIM : 1904078

“Karya Tulis ini telah disetujui untuk dipertahankan di hadapan penguji Ujian Akhir Program Pendidikan Diploma III Teknologi Elektromedis Universitas Widya Husada Semarang.”

Menyetujui

Pembimbing Tugas Akhir

Ir. Vivi Vira Viridianti, M.Kes, DHM, M. H
NIDN. 8836710016



PENGESAHAN KARYA TULIS

NAMA : MERLINDA ASTRI PUSPADEWI

NIM : 1904078

Karya Tulis ini telah diujikan dan dipertahankan di hadapan tim penguji Ujian Akhir Program Pendidikan Diploma III Teknologi Elektromedis Universitas Widya Husada Semarang pada Hari Sabtu Tanggal 24 Bulan September Tahun 2022

Dewan Penguji :

Ketua Penguji

Anggota

Agung Satrio Nugroho, S.T., M.Eng

NIDN.0619058101

Anggiat Winher Parluhutan Os, S.ST

NIP 197208061997031003

Ka.Prodi DIII Teknik Elektromedik

Agung Satrio Nugroho, S.T., M.Eng

NIDN.0619058101

ABSTRAK

Penderita penyakit jantung koroner memerlukan pemantauan berlanjut dengan memantau aktivitas sehari-hari dan memonitoring aktivitas listrik jantung menggunakan alat monitoring EKG. Monitoring EKG dapat menampilkan aktivitas listrik jantung dengan memanfaatkan axis jantung. Maka dari itu penting dirancangkannya Monitoring EKG Single Lead Menggunakan Arduino Nano Berbentuk *Portable* untuk memudahkan dalam mengidentifikasi suatu penyakit dan kelainan jantung. Metode penelitian yang digunakan hanya menambahkan jumlah channel yang digunakan untuk mendapatkan interpretasi jantung berdasarkan axis jantung. Diharapkan hasil penelitian ini dapat bermanfaat bagi user dan memudahkan dalam mendiagnosa penyakit jantung koroner.

Hasil penelitian sebelumnya ditemukan masalah grafik yang ditampilkan tidak stabil dan naik turun, untuk itu dalam penelitian selanjutnya dapat lebih stabil dan dapat memanfaatkan axis jantung untuk mempermudah diagnosa penyakit. Dalam perancangan alat masih diperlunya pengembangan dan peningkatan mutu dan kualitas sinyal yang dihasilkan.

Kesimpulan pada alat menunjukkan bahwa alat dapat bekerja dengan baik dan hasil pengukuran serta analisa pada titik pengukuran yang telah direncanakan hasilnya masih masuk pada toleransi yang ada. Berdasarkan hasil perhitungan dari alat didapatkan nilai keakurasian sebesar 99,8% dengan presentasi kesalahan sebanyak 0,2%.

Kata kunci: EKG, Monitoring EKG, Jantung.

ABSTRACT

Patients with coronary heart disease require continuous monitoring by monitoring daily activities and monitoring the electrical activity of the heart using an ECG monitoring device. ECG monitoring can display the electrical activity of the heart by utilizing the cardiac axis. Therefore, it is important to design a single lead ECG Monitoring Using an Arduino Nano-Based Portable to make it easier to identify a disease and heart disorder. The research method used only adds the number of channels used to get an interpretation of the heart based on the heart axis. It is hoped that the results of this study can be useful for users and make it easier to diagnose coronary heart disease.

The results of previous studies found that the graphic problem displayed was unstable and up and down, for that in future research it could be more stable and could utilize the heart axis to facilitate disease diagnosis. In the design of the tool, it is still necessary to develop and improve the quality and quality of the resulting signal.

The conclusion on the tool shows that the tool can work well and the results of measurements and analyzes at the planned measurement points the results are still within the existing tolerance. Based on the results of the calculation of the tool obtained an accuracy value of 99.8% with an error presentation of 0.2%.

Keywords : ECG, ECG monitoring, heart

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, atas berkat dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal ini. Penulisan Karya Tulis Ilmiah ini mengambil judul “Monitoring EKG Single Lead *Portable*”. Penulisan Karya Ilmiah ini disusun untuk memenuhi salah satu persyaratan untuk menyelesaikan Program Pendidikan Sarjana Diploma III Teknik Elektromedik Universitas Widya Husada Semarang.

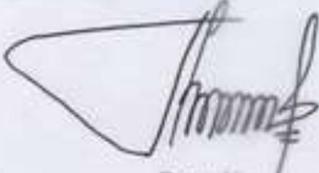
Pada kesempatan kali ini, penulis menyampaikan terimakasih sebesar-besarnya kepada berbagai pihak yang telah banyak membantu selama masa penyelesaian Karya Tulis Ilmiah ini terutama kepada :

1. Bapak, Ibu dan Keluarga yang selalu memberikan dukungan berupa doa, moril dan materil kepada penulis.
2. Dr. Hargianti Dini Iswandari, drg., M.M Rektor Univeritas Widya Husada Semarang.
3. Dr. Didik Wahyudi, S.KM., M.Kes. Dekan Fakultas Kesehatan dan Keteknisian Medis Universitas Widya Husada Semarang.
4. Agung Satrio Nugroho, M.Eng selaku Ketua Program Studi DIII Teknik Elektromedik Universitas Widya Husada Semarang.
5. Ir. Vivi Vira Viridianti, M.Kes, DHM, M.H, selaku pembimbing yang telah membantu dan mendukung dalam proses pengerjaan Karya Tulis Ilmiah ini.
6. Segenap dosen dan staff Prodi Teknik Elektromedik Universitas Widya Husada Semarang atas ilmu yang telah diberikan.
7. Sahabat penulis yaitu Virya, Aurel, Febi, dan Annisa yang selalu memberikan semangat dan selalu menemani penulis dalam keadaan apapun.

8. Teman-teman seperjuangan TEM angkatan 2019 yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penulisan Karya Tulis Ilmiah ini mengingat keterbatasan pengetahuan, kemampuan dan pengalaman penulis. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak agar penulisan Karya Tulis Ilmiah selanjutnya menjadi lebih baik lagi.

Semarang, 2 Juli 2022



Penulis

DAFTAR ISI

<u>PERNYATAAN TERTULIS</u>	ii
<u>PERNYATAAN PERSETUJUAN</u>	iii
<u>PENGESAHAN KARYA TULIS</u>	iv
<u>ABSTRAK</u>	v
<u>ABSTRACT</u>	vi
<u>KATA PENGANTAR</u>	vii
<u>DAFTAR GAMBAR</u>	xiii
<u>DAFTAR TABEL</u>	xiv
<u>BAB I PENDAHULUAN</u>	1
<u>1.1 Latar Belakang</u>	1
<u>1.2 Rumusan Masalah</u>	2
<u>1.3 Tujuan Penelitian</u>	2
<u>1.4 Batasan Masalah</u>	3
<u>BAB II DASAR TEORI</u>	4
<u>2.1 Jantung</u>	4
<u>2.1.1 Struktur Jantung</u>	6
<u>2.1.2 Cara Kerja Jantung</u>	11
<u>2.1.3 Faktor-faktor Penyakit Jantung</u>	14
<u>2.1.4 Jenis Penyakit Jantung</u>	15
<u>2.1.5 Gejala Penyakit Jantung</u>	17
<u>2.2 Elektrokardiografi (EKG)</u>	18
<u>2.2.1 Fungsi EKG</u>	20
<u>2.2.2 Jenis-jenis EKG</u>	22
<u>2.2.3 Sadapan (Lokasi Penempatan Lead) EKG</u>	24
<u>2.2.4 Irama EKG</u>	26
<u>2.3 Aksis Jantung</u>	29
<u>2.3.1 Menentukan Aksis Jantung</u>	30
<u>2.4 Modul Charger (TP4056M)</u>	32

<u>2.4.1 Fungsi Modul Charger</u>	32
<u>2.4.2 Spesifikasi Modul Charger</u>	33
<u>2.5 Baterai Lithium Ion 18650</u>	33
<u>2.5.1 Fungsi Baterai Lithium</u>	34
<u>2.5.2 Keunggulan dan Kelemahan Baterai</u>	34
<u>2.6 Elektroda</u>	35
<u>2.7 Modul Step Up</u>	36
<u>2.7.1 Fungsi Step UP</u>	36
<u>2.7.2 Spesifikasi Step Up</u>	37
<u>2.8 Sensor AD8232 (Heart Rate)</u>	37
<u>2.8.1 Fungsi Sensor AD8232</u>	39
<u>2.8.2 Konfigurasi Pin Sensor AD8232</u>	39
<u>2.9 Arduino Nano</u>	40
<u>2.9.1 Fungsi Arduino Nano</u>	41
<u>2.9.2 Spesifikasi Arduino Nano</u>	41
<u>2.9.3 Konfigurasi Pin Arduino Nano</u>	42
<u>2.10 LCD Touchscreen</u>	43
<u>2.10.1 Fungsi LCD Touchscreen</u>	44
<u>2.10.2 Bagian-bagian LCD Touchscreen</u>	45
<u>2.11 Resistor SMD</u>	45
<u>2.11.1 Cara Mengitung Resistor SDM</u>	46
<u>2.12 Kapasitor SMD</u>	47
<u>2.12.1 Fungsi Kapasitor SMD</u>	48
<u>2.12.2 Kelebihan dan Kekurangan Kapasitor SMD</u>	49
<u>2.13 Dioda</u>	49
<u>BAB III PERENCANAAN</u>	51
<u>3.1 Tahap Perencanaan</u>	51
<u>3.2 Spesifikasi Alat</u>	52
<u>3.3 Perencanaan Blok Diagram</u>	53
<u>3.3.1 Cara Kerja Blok Diagram</u>	54
<u>3.3.2 Fungsi Bagian Blok Diagram</u>	54

<u>3.4 Flow chart</u>	57
<u>3.5 Standar Oprasional</u>	58
<u>3.6 Perencanaan Desain</u>	59
<u>3.6.1 Elektroda</u>	59
<u>3.6.2 Box Kontrol</u>	60
<u>3.6.3 Desain Keseluruhan Alat</u>	60
<u>3.7 Perencanaan Komponen</u>	61
<u>3.8 Perencanaan Rangkaian</u>	62
<u>3.8.1 Rangkaian Charger</u>	62
<u>3.8.2 Rangkaian Step Up</u>	63
<u>3.8.3 Pin Mikrokontroler</u>	65
<u>3.8.4 Pin Sensor AD8232</u>	65
<u>3.8.5 Pin LCD</u>	66
<u>3.9 Persiapan Peralatan</u>	67
<u>3.10 Pembuatan Modul</u>	67
<u>3.11 Perencanaan Titik Pengukuran</u>	68
<u>BAB IV PENGUKURAN DAN PENDATAAN</u>	69
<u>4.1 Pengertian</u>	69
<u>4.2 Persiapan Pengukuran</u>	69
<u>4.3 Hasil Pengukuran</u>	70
<u>4.4 Hasil Perbandingan</u>	70
<u>4.5 Percobaan Alat</u>	71
<u>BAB V ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN</u>	73
<u>5.1 Wiring Keseluruhan Alat</u>	73
<u>5.2 Cara Kerja Wiring Diagram</u>	74
<u>5.3 Analisa Data Hasil Pengukuran</u>	74
<u>5.3.1 Analisa Pada TP1</u>	75
<u>5.3.2 Analisa Pada TP2</u>	75
<u>5.3.3 Analisa Pada TP3</u>	76
<u>5.3.4 Analisa Pada Perbandingan Alat</u>	76
<u>5.3.5 Analisa Percobaan 1</u>	77

5.3.6 Analisa Percobaan 2	77
5.3.7 Analisa Percobaan 3	77
BAB VI PENUTUP	78
6.1 Kesimpulan	78
6.2 Saran	78



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Anatomi Jantung	6
Gambar 2. 2 Aliran Jantung	11
Gambar 2. 3 Peredaran Darah	13
Gambar 2. 4 Gejala Penyakit Jantung	17
Gambar 2. 5 EKG	18
Gambar 2. 6 Gelombang Sinyal EKG	19
Gambar 2. 7 Sadapan Prekordial	24
Gambar 2. 8 Sadapan Unipolar	25
Gambar 2. 9 Sadapan Bipolar	26
Gambar 2. 10 Irama Sinus Ritmis	27
Gambar 2. 11 Irama Sinus Tachycardial	28
Gambar 2. 12 Irama Atrial Fibrillation (AF)	28
Gambar 2. 13 Irama Ventricular Tachycardia (VT)	29
Gambar 2. 14 Irama Ventricular Fibrillation (VF)	29
Gambar 2. 15 Irama SVT	29
Gambar 2. 16 Kuadran Menentukan Aksis Dengan Grafik	30
Gambar 2. 17 Modul Charger	32
Gambar 2. 18 Baterai Lithium Ion	33
Gambar 2. 19 Elektroda EKG	35
Gambar 2. 20 Step Up MT3608	37
Gambar 2. 21 Single Lead Heart Rate Monitor AD8232	37
Gambar 2. 22 Arduino Nano	40
Gambar 2. 23 Pin Arduino Nano	42
Gambar 2. 24 LCD Touchscreen	43
Gambar 2. 25 Struktur LCD	45
Gambar 2. 26 Resistor SMD	46
Gambar 2. 27 Jenis-jenis Dioda	50
Gambar 3. 1 Blok Diagram	53
Gambar 3. 2 Flow chart	57
Gambar 3. 3 Desain Elektroda	59
Gambar 3. 4 Desain Box Kontrol	60
Gambar 3. 5 Desain Keseluruhan Alat	60
Gambar 3. 6 Rangkaian Charger	62
Gambar 3. 7 Rangkaian Step Up	63
Gambar 3. 8 Pin Arduino Nano	65
Gambar 3. 9 Pin Single Lead Heart Rate Monitor AD8232	65
Gambar 3. 10 Pin LCD	66
Gambar 3. 11 Titik Pengukuran	68
Gambar 5. 1 Wiring Diagram Keseluruhan	73

DAFTAR TABEL

Table 2. 1 Nilai Tekanan Darah	15
Table 2. 2 Parameter Elektrokardiografi	19
Table 2. 3 Menentukan Aksis Jantung	31
Table 2. 4 Konfigurasi Pin AD8232	40
Table 3. 1 Komponen Alat	61
Table 3. 2 Komponen Modul Charger	63
Table 3. 3 Komponen Step Up	64
Table 3. 4 Komponen Mikrokontroler	65
Table 3. 5 Komponen Single Lead Heart Rate Monitor	66
Table 3. 6 Komponen Rangkaian LCD	67
Table 3. 7 Persiapan Peralatan	67
Table 4. 1 Hasil TP	70
Table 4. 2 Hasil Perbandingan	71
Table 4. 3 Percobaan Alat	71

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

EKG atau Elektro Kardiograf merupakan sebuah alat medis yang digunakan untuk merekam aktivitas kelistrikan jantung dalam waktu tertentu dan hasil sinyal listrik jantung ditangkap oleh elektroda. Sinyal listrik yang ditangkap elektroda masih sangat lemah sehingga perlu dikuatkan sinyalnya dengan rangkaian *amplifier*. Selanjutnya dibedakan antara sinyal listrik jantung dan sinyal interferensi AC oleh rangkaian filter. Hasil sinyal listrik jantung diolah melalui masing-masing elektroda dipasang di kedua tangan dan kaki. Elektrokardiograf (EKG) difungsikan untuk mengakses respon jantung pada pasien dalam hal ini *treadmill test* sebagai uji beban atau uji fisik jantung. Untuk mengakses respon jantung terhadap peningkatan beban kerja dan kebutuhan darah selama test dengan sadapan total 12 lead dan denyut jantung selama treadmill test berlangsung. Hasil perekaman digunakan untuk mendiagnosa penyakit iskemik jantung (menurunnya asupan darah ke jantung karena penyempitan arteri jantung) dan kelainan jantung yang lain.

Untuk itu peneliti berharap dapat mengembangkan monitoring EKG dengan sadapan 1 lead. EKG single lead dapat menginterpretasikan kelainan jantung hipertrofi atrium dan hipertrofi ventrikel berdasarkan aksis jantung dari titik letak elektroda. Selain itu, juga dapat memantau sisi jantung yang lain dan lebih mudah dalam pemakaian di bandingkan juga dengan 12 lead mengingat EKG digunakan untuk memonitoring aktivitas.

Monitoring EKG yang digunakan saat ini masih menggunakan satu channel saja. mikrocontroller kemudian ditampilkan pada LCD. Metode pemasangan elektroda menggunakan metode sadapan bipolar. Dinamakan bipolar karena merekam perbedaan potensial dari dua elektrode. Sadapan ini memandang jantung secara arah vertikal (keatas-bawah, dan kesamping) dan merekam dua kutub listrik yang berbeda, yaitu kutub positif dan kutub negatif. Berdasarkan hasil identifikasi masalah diatas perlunya perencanaan pada EKG untuk dikembangkan kembali mejadi tiga channel. Untuk mendapatkan hasil atau data diagnosa pada pemeriksaan jantung yang lebih akurat dan cepat.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang penulis jabarkan di atas, maka rumusan masalah dari penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana cara membuat alat Electrocardiograf yang dapat bekerja dengan baik sesuai fungsinya dalam menghasilkan sinyal jantung?
2. Bagaimana cara merancang EKG dengan menggunakan single lead?
3. Bagaimana cara agar pembacaan sinyal jantung menjadi lebih praktis dan mudah?
4. Bagaimana menampilkan hasil output sinyal jantung dalam bentuk EKG portable?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penyusunan karya tulis ini adalah: Merancang alat monitoring EKG menggunakan single lead berbentuk portable yang memudahkan pembacaan

sinyal jantung dan praktis untuk dibawa kemana saja serta EKG single lead yang dapat bekerja dengan baik untuk memonitoring sinyal jantung.

1.4 Batasan Masalah

Dalam penyajian dan pembahasan karya tulis ini, akan dibatasi pokok-pokok pembahasan agar tidak terjadi pelebaran masalah. Pada tugas akhir ini penulis membatasi pembahasan masalah pada Monitoring EKG single lead portable hanya pada :

1. Monitoring EKG dengan single lead.
2. Monitoring EKG hanya pada Lead I.
3. Monitoring menampilkan bentuk sinyal EKG Lead I.

BAB II

DASAR TEORI

2.1 Jantung

Jantung (bahasa Latin: *cor*) adalah sebuah rongga, rongga organ berotot yang memompa darah lewat pembuluh darah oleh kontraksi berirama yang berulang. Darah menyuplai oksigen dan nutrisi pada tubuh, juga membantu menghilangkan sisa-sisa metabolisme. Istilah *kardiak* berarti berhubungan dengan jantung, dari kata Yunani *cardia* untuk jantung. Jantung adalah salah satu organ manusia yang berperan dalam sistem peredaran darah, terletak di rongga dada agak sebelah kiri. Jantung merupakan organ vital yang berfungsi sebagai pemompa darah untuk memenuhi kebutuhan oksigen dan nutrisi ke seluruh tubuh.

Jantung adalah salah satu organ tubuh yang paling vital fungsinya dibandingkan dengan organ tubuh vital lainnya. Dengan kata lain, apabila fungsi jantung mengalami gangguan maka besar pengaruhnya terhadap organ-organ tubuh lainnya terutama ginjal dan otak. Fungsi utama jantung adalah sebagai *single* pompa yang memompakan darah ke seluruh tubuh untuk kepentingan metabolisme sel-sel demi kelangsungan hidup. Jantung akan mulai berdetak ketika manusia masih dalam kandungan, dan tidak akan berhenti sampai manusia meninggal. Untuk itu, siapapun orangnya sebelum belajar EKG harus menguasai anatomi & fisiologi dengan baik dan benar.

Jantung terdiri dari serabut-serabut otot khusus yang bekerja secara otomatis dan bersifat tetap. Selain itu, masih terdapat sistem saraf yang mengatur irama

denyut jantung. Dengan sekali denyutan jantung, darah yang kaya oksigen dialirkan ke seluruh tubuh, sedangkan darah yang kurang oksigen dialirkan ke paru-paru agar bisa dilakukan pertukaran gas.

Jantung pada orang dewasa mempunyai panjang sekitar 12 cm, lebar 8 cm, dan tebal 6 cm. Beratnya sekitar 280-340 gram pada pria, dan 230-280 gram pada wanita. Jantung dibungkus oleh pericardium yang merupakan lapisan fibro serosa. Detak lapisan fibro serosa tersusun dari serabut kolagen yang membentuk *pericardium viscerale* yang melekat erat pada jantung. *Pericardium perietale* ini melekat pada diafragma, sternum, vertebra, dan *pleura*. Terdapat rongga (*cavum pericardium*) yang berisi cairan *pericardial* diantara lapisan *parietalis* dan *visceralis*.

Tiga lapisan yang menyusun jantung ialah sebagai berikut :

1. *Pericardium* ialah lapisan luar jantung yang merupakan membran yang membungkus jantung. Di dalamnya berisi cairan pericardium. Cairan ini berfungsi untuk mengurangi gesekan saat berdenyut.
2. Miocardium ialah lapisan otot jantung yang berfungsi untuk berkontraksi sehingga jantung berdetak selamanya.
3. Endocardium ialah lapisan dalam yang berupa selaput yang membatasi ruang jantung. Sistem saraf yang mengendalikan sistem kerja jantung diatur oleh sistem saraf tak sadar yang terletak di dalam miocardium.

Ada tiga jenis sistem saraf yang mengendalikan kerja jantung, yaitu sebagai berikut:

1. Simpul yang terdapat pada dinding serambi di antara vena masuk ke serambi kanan disebut sistem Keith-Flack (Nodus Sino Aurikularis).
2. Simpul yang berada pada sekat serambi dengan bilik disebut simpul Tawara (Nodus Atrioventrikularis).
3. Saraf yang berada di sekat antara bilik jantung disebut berkas His.

2.1.1 Struktur Jantung



Gambar 2. 1 Anatomi Jantung

1. Perikardium

Jantung berada dalam rongga berisi cairan dengan sebutan rongga perikardial. Dinding dan lapisan rongga perikardial ini memiliki sebutan perikardium. Pada gambar anatomi jantung, tampak perikardium berada pada bagian tengah. Perikardium ialah sejenis membran serosa yang menghasilkan cairan serous untuk melumasi jantung selama berdenyut dan mencegah gesekan yang menyakitkan antara jantung dan organ sekitarnya. Bagian ini juga berfungsi untuk menyangga dan menahan jantung untuk tetap berada dalam posisinya. Dinding jantung terdiri dari tiga lapisan yaitu epikardium (lapisan

terluar), miokardium (lapisan tengah), dan endokardium (lapisan dalam). Jika anda tidak menjaga kesehatan jantung, perikardium bisa meradang sehingga menyebabkan perikarditis. Sementara bila bagian endokardium dan miokardium yang meradang, Anda akan mengalami endokarditis atau miokarditis.

2. Serambi (atrium)

Bagian serambi atau atrium merupakan bagian jantung atas yang terdiri dari serambi kanan dan kiri. Serambi kanan berfungsi untuk menerima darah kotor dari tubuh yang dibawa oleh pembuluh darah. Sedangkan serambi kiri berfungsi untuk menerima darah bersih dari paru-paru. Serambi memiliki dinding yang lebih tipis dan tidak berotot, karena tugasnya hanya sebagai ruangan penerima darah. Pada gambar anatomi jantung, tampak serambi berada pada sisi kanan dan kiri jantung bagian atas.

3. Bilik (ventrikel)

Sama seperti serambi, bilik atau ventrikel merupakan bagian jantung bawah yang terdiri dari bagian kanan dan kiri. Bilik kanan berfungsi untuk memompa darah kotor dari jantung ke paru-paru. Sementara itu, bilik kiri berfungsi untuk memompa darah bersih dari jantung ke seluruh tubuh.

Dinding bilik jauh lebih tebal dan berotot ketimbang serambi karena bekerja lebih keras untuk memompa darah baik dari jantung ke paru-

paru, maupun ke seluruh tubuh. Pada gambar anatomi jantung, tampak ventrikel berada pada sisi kanan dan kiri jantung bagian bawah.

4. Katup

Perhatikan gambar anatomi jantung, ada empat katup yang menjaga aliran darah mengalir ke satu arah, yaitu:

- Katup trikuspid, mengatur aliran darah antara serambi kanan dan bilik kanan.
- Katup pulmonal, mengatur aliran darah dari bilik kanan ke arteri pulmonalis yang membawa darah ke paru-paru untuk mengambil oksigen.
- Kemudian, katup mitral, mengalirkan darah yang kaya oksigen dari paru-paru mengalir dari serambi kiri ke bilik kiri.
- Katup aorta, membuka jalan bagi darah yang kaya akan oksigen dari bilik kiri ke aorta (arteri terbesar pada tubuh).

Pada beberapa orang, katup jantung mungkin tidak berfungsi semestinya, sehingga menyebabkan penyakit katup jantung.

5. Otot jantung

Otot jantung merupakan gabungan dari otot lurik dan otot polos yang berbentuk silindris dan memiliki garis terang serta gelap. Pengamatan secara saksama menggunakan mikroskop, maka akan tampak otot ini memiliki banyak inti sel yang berada pada bagian tengahnya.

Otot dalam jantung bertugas untuk memompa darah ke seluruh tubuh. Otot jantung merupakan otot terkuat karena mampu bekerja terus menerus sepanjang waktu tanpa istirahat untuk memompa darah. Jika otot ini berhenti bekerja, maka sistem peredaran darah akan terhenti, sehingga terjadilah kematian.

Nah, pada otot jantung ini terdapat siklus jantung, yakni urutan kejadian yang terjadi saat jantung berdetak. Berikut dua fase siklus jantung, yaitu:

- Sistol, jaringan otot jantung berkontraksi untuk memompa darah keluar dari ventrikel.
- Diastol, otot jantung rileks terjadi pada saat pengisian darah pada jantung

Tekanan darah meningkat pada arteri utama selama sistol ventrikel dan menurun selama diastol ventrikel. Hal ini menyebabkan 2 angka yang terkait dengan tekanan darah.

Tekanan darah sistolik adalah angka yang lebih tinggi dan tekanan darah diastolik adalah angka yang lebih rendah. Sebagai contoh, tekanan darah 120/80 mmHg menggambarkan tekanan sistolik (120) dan tekanan diastolik (80). Otot jantung dapat melemah atau memiliki kelainan struktur, yaitu kardiomiopati.

6. Pembuluh darah

Perhatikan gambar anatomi jantung, ada tiga pembuluh darah utama yang terdapat pada jantung, yaitu:

➤ Arteri

Pembuluh darah jantung ini kaya akan oksigen karena berfungsi darah ke sisi kiri otot jantung (ventrikel dan atrium kiri). Arteri memiliki dinding yang cukup elastis sehingga mampu menjaga tekanan darah tetap konsisten.

Kemudian, arteri koroner kiri utama lalu bercabang membentuk:

- Arteri *Left Anterior Descending* (LAD), berfungsi menyediakan darah menuju bagian atas dan kiri jantung.
- Arteri *Left Circumflex* (LCX), cabang arteri kiri utama yang mengelilingi otot jantung dan menyediakan darah menuju sisi luar dan belakang jantung.

Pada arteri koroner kanan bertugas memasok darah menuju ventrikel kanan, atrium kanan, SA (sinoatrial) dan AV (atrioventricular). Arteri koroner kanan bercabang menjadi arteri *Right Posterior Descending*, dan arteri marginal kanan. Bersama dengan LAD, arteri koroner kanan membantu memasok darah menuju sekat jantung.

Pembuluh darah pada jantung dapat menyebabkan masalah, seperti penyakit jantung koroner dan arterosklerosis, kedua kondisinya menandakan adanya penyumbatan pada pembuluh jantung.

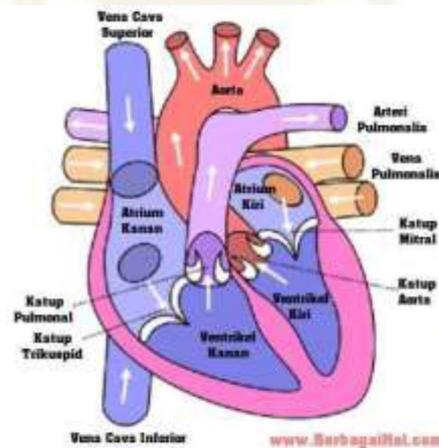
➤ Vena

Pembuluh darah yang satu ini membawa darah yang miskin oksigen dari seluruh tubuh untuk kembali ke jantung, ketimbang arteri yaitu vena memiliki dinding pembuluh yang lebih tipis.

➤ Kapiler

Pembuluh darah ini bertugas untuk menghubungkan arteri terkecil dengan vena terkecil. Dindingnya sangat tipis sehingga memungkinkan pembuluh darah untuk bertukar senyawa dengan jaringan sekitarnya, seperti karbon dioksida, air, oksigen, limbah, dan nutrisi.

2.1.2 Cara Kerja Jantung



Gambar 2. 2 Aliran Jantung

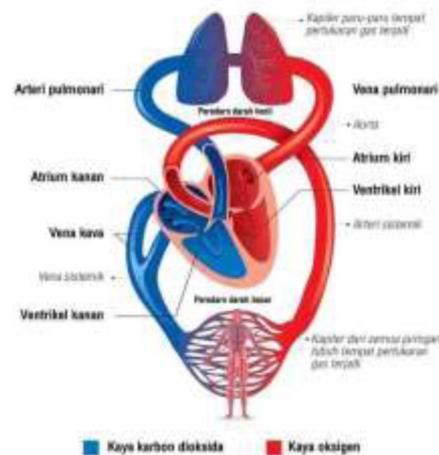
Setiap ruang jantung akan mengendur ketika jantung berdenyut. Akibatnya ruangan jantung akan terisi darah (*diastole*). Darah akan dipompa keluar ketika jantung berkontraksi (*sistole*). Serambi kanan dan serambi kiri akan relaksasi dan berkontraksi secara bersamaan. Bilik

kanan dan bilik kiri juga akan berkontraksi dan relaksasi secara bersamaan.

Darah dari paru-paru yang masuk ke jantung melalui pembuluh balik paru-paru (pulmonal) yang kaya oksigen masuk ke serambi kiri. Darah akan masuk ke dalam bilik kiri melalui katup mitral ketika serambi kiri ini berkontraksi. Katup mitral ini akan menutup jika bilik kiri berkontraksi, dan katup aorta akan terbuka. Selanjutnya darah yang kaya oksigen akan diedarkan ke seluruh tubuh. Darah kotor yang kaya karbondioksida akan masuk ke serambi kanan dari seluruh tubuh melalui vena kava (vene terbesar). Darah dari serambi kanan selanjutnya akan didorong masuk ke bilik kanan. Melalui katup pulmoner, darah akan mengalir dari bilik kanan menuju arteri pulmonalis untuk dibawa paru-paru. Melalui pembuluh yang sangat kecil, darah akan mengalir mengelilingi kantong udara di paru-paru untuk menyerap oksigen dan melepaskan karbondioksida. Darah yang kaya oksigen akan mengalir ke serambi kiri melalui vena pulmonalis. Sirkulasi pulmoner merupakan peredaran darah di antara bagian kanan jantung, paru-paru dan serambi kiri. Dari serambi kiri, darah selanjutnya akan masuk ke bilik kiri untuk selanjutnya diedarkan ke seluruh tubuh melalui aorta.

Darah dalam tubuh manusia diedarkan melalui pembuluh darah peredaran manusia disebut juga peredaran darah tertutup. Peredaran darah manusia juga disebut peredaran darah ganda, sebab setiap kali siklus,

darah mengalir melalui jantung sebanyak dua kali. Peredaran darah ganda terdiri dari :



Gambar 2. 3 Peredaran Darah

1. Peredaran darah besar (sistem sirkulatoria magna) merupakan peredaran darah yang mengalir dari bilik kiri jantung menuju ke seluruh tubuh, kecuali paru-paru dan kembali ke jantung masuk serambi kanan.
2. Peredaran darah kecil (sistem airkulatori parva) merupakan darah yang mengalir dari bilik kanan jantung menuju paru-paru dan kembali ke jantung melalui serambi kiri

Dari siklus ini dibedakan menjadi 5 fase yaitu fase *Ventrikel Filling*, fase *Atrial Contraction*, fase *Isovolumetric Contraction*, fase *Ejection*, dan fase *Isovolumetric Relaxation* dimana dari fase tersebut akan membentuk sinyal EKG.

2.1.3 Faktor-faktor Penyakit Jantung

Beberapa faktor-faktor resiko penyakit jantung, diantaranya :

1. Usia

Lebih dari 83% orang yang meninggal karena penyakit jantung berusia 65 tahun atau lebih, tapi resiko seseorang terhadap atherosclerosis (dan akhirnya menyerah pada serangan jantung yang fatal) mulai meningkat setelah usia 40.

2. Berat Badan

Obesitas dan penimbunan lemak di sekitar pembuluh darah jantung memicu terbentuknya protein-protein bersifat jahat sehingga menimbulkan peradangan pembuluh darah jantung, dan pada akhirnya akan mengakibatkan aterosklerosis serta penyakit jantung koroner.

3. Tekanan Darah

Pada pemeriksaan tekanan darah akan didapat dua angka. Angka yang lebih tinggi diperoleh pada saat jantung berkontraksi (sistolik), angka yang lebih rendah diperoleh pada saat jantung berelaksasi (diastolik). Tekanan darah kurang dari 120/80 mmHg didefinisikan sebagai "normal". Pada tekanan darah tinggi, biasanya terjadi kenaikan tekanan darah 140/90 mmHg atau ke atas, diukur di kedua lengan tiga kali dalam jangka beberapa minggu.

Table 2. 1 Nilai Tekanan Darah

Kategori	Tekanan Darah Sistolik	Tekanan Darah Diastolik
Normal	<120mmHg	<80mmHg
Pre-Hipertensi	120-139 mmHg	80-89 mmHg
Stadium 1	140-159 mmHg	90-99 mmHg
Stadium 2	≥ 160 mmHg	≥ 100 mmHg

4. Rokok

Zat-zat kimiawi di dalam rokok bereaksi seperti kertas ampelas bagi pembuluh darah dan memberi pegangan bagi plak untuk bertahan.

5. Olahraga

Dua jam olahraga aerobik dalam seminggu dapat mengurangi resiko terhadap serangan jantung sampai separuhnya, menurut para penelitian Kanada. Angkat beban selama tiga kali seminggu dapat menurunkan kadar diastolik dalam darah sebesar delapan poin yang dapat mengurangi resiko dari serangan jantung sebesar 15%.

2.1.4 Jenis Penyakit Jantung

Saat ini penyakit jantung masih menjadi salah satu penyebab utama kematian tertinggi di Indonesia dan dunia baik pria maupun wanita pada segala usia. Terdapat beberapa jenis penyakit jantung antara lain:

1. Penyakit Jantung Koroner

Penyakit jantung koroner disebabkan oleh adanya penyumbatan pada pembuluh darah arteri oleh tumpukan plak maupun zat-zat kimia dari makanan dan minuman. Hal tersebut membuat adanya penggumpalan darah pada bagian arteri sehingga aliran darah terganggu.

2. Kelainan Irama Jantung

Kelainan irama jantung atau aritmia merupakan kondisi dimana laju irama jantung tidak normal. Laju dapat terasa terlalu cepat, terlalu lambat, atau ritmenya tidak teratur. Pada umumnya kelainan irama jantung tergolong tidak berbahaya, dapat menimbulkan gejala dan komplikasi yang parah apabila penyakit ini muncul karena adanya kondisi gangguan jantung lemah atau rusak.

3. Penyakit Jantung Bawaan

Penyakit jantung bawaan sebagian besar disebabkan adanya kelainan struktur maupun fungsi jantung sejak bayi dalam kandungan. ASD (Atrial Septal Defect) dan VSD (Ventricular Septal Defect) atau yang lebih dikenal sebagai jantung bocor merupakan penyakit jantung bawaan yang umum terjadi. Penyakit jantung bawaan dapat terjadi karena turunan genetik dari salah satu atau kedua orang tua.

4. Kelainan Katup atau Klep Jantung

Kelainan klep jantung merupakan penyakit yang terjadi ketika katup jantung tidak berfungsi sebagaimana mestinya. Katup jantung yang tidak berfungsi dengan baik dapat menyebabkan darah dapat mengalir balik dan sulit keluar dari jantung. Kondisi ini juga dapat menyebabkan terbentuknya lubang kecil pada sekat jantung yang disebut jantung bocor.

5. Gagal Jantung

Gagal jantung adalah kondisi dimana jantung tidak dapat memompa darah dengan optimal sehingga darah yang dipompa tidak membawa oksigen dan nutrisi yang cukup dan tubuh menjadi kesulitan untuk mendapat kebutuhannya.

2.1.5 Gejala Penyakit Jantung



Gambar 2. 4 Gejala Penyakit Jantung

Penyakit jantung yang dapat terjadi baik dewasa maupun anak-anak membuat pentingnya mendeteksi gejala-gejala penyakit jantung agar terhindar dari resiko penyakit jantung yang parah. Gejala-gejala yang dapat muncul antara lain nyeri dada, sesak nafas, jantung berdebar, hingga cepat lelah. Adapun gejala-gejala tidak khas yang menyertai seperti mual, muntah, dan tidak jarang ditemukan pasien dengan penyakit jantung yang tidak bergejala. Hal tersebut dikarenakan pasien menderita neuropati diabetik atau gangguan saraf akibat penyakit diabet.

Apabila mengalami gejala-gejala tersebut, segera berkunjung ke rumah sakit agar mendapatkan penanganan dan pemeriksaan secara tepat agar pengobatan dapat cepat dilakukan serta meminimalkan resiko terburuk. Untuk mendiagnosa penyakit jantung, dokter akan melakukan serangkaian pemeriksaan seperti anamnesa, pemeriksaan fisik, hingga

pemeriksaan penunjang seperti EKG atau disebut juga dengan rekam jantung, echocardiography (USG jantung) serta *treadmill test* bila diperlukan.

Dalam pencegahan dan memelihara kesehatan jantung dibutuhkan perubahan gaya hidup sehat dengan perilaku “CERDIK” yaitu Cek kesehatan secara rutin, Enyahkan asap rokok, Rajin melakukan aktivitas fisik kurang lebih 30 menit dalam sehari, Diet sehat dan seimbang, Istirahat yang cukup minimal 7 hingga 8 jam per hari, dan Kelola stress.

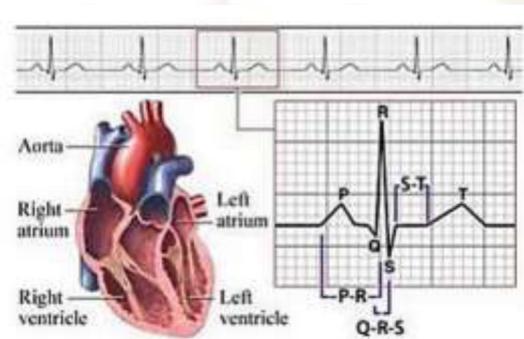
2.2 Elektrokardiografi (EKG)



Gambar 2. 5 EKG

Elektrokardiografi (EKG) atau Electrocardiography (ECG) merupakan suatu alat yang digunakan untuk merekam sinyal biologi yang terbentuk sebagai hasil dari aktivitas listrik jantung . Sinyal ini diambil dengan cara memasang elektroda pada titik tertentu pada bagian tubuh pasien. EKG atau Elektrokardiogram adalah suatu representasi dari potensial listrik otot jantung yang didapat melalui serangkaian pemeriksaan dengan menggunakan sebuah alat bernama elektrokardiograf. EKG dapat mendeteksi adanya suatu kelainan pada aktivitas elektrik jantung melalui gelombang irama jantung yang

direpresentasikan alat EKG di kertas EKG. Hasil rekaman EKG mempunyai bentuk yang spesifik sehingga dapat dijadikan sebagai acuan untuk menentukan kondisi kesehatan jantung seseorang oleh dokter ahli jantung. Sinyal EKG mempunyai tegangan sampai 0,3mV dan rentang frekuensi antara 0,03 – 100 Hz. Sinyal ini dideteksi dan direkam menggunakan perangkat elektrokardiografi. Pada dasarnya EKG terdiri dari banyak gelombang, yang tiap gelombang mewakili satu denyut jantung (satu kali aktifitas listrik jantung).



Gambar 2. 6 Gelombang Sinyal EKG

Dalam satu gelombang EKG terdiri dari beberapa titik gelombang ada yang disebut interval dan segmen. Titik terdiri dari titik P, Q, R, S, T dan U (kadang sebagian referensi tidak menampilkan titik U) sedangkan Interval terdiri dari PR interval, QRS interval dan QT interval dan Segmen terdiri dari PR segmen, dan ST segmen.

Table 2. 2 Parameter Elektrokardiografi

Gelombang EKG	Amplitudo	EKG Interval	Durasi
---------------	-----------	--------------	--------

P	<0.3 mV	P-R	0.12-0.20 s
R	1.6-3mV	Q-T	0.35-0.44 s
Q	25% dari R	S-T	0.05-0.15 s
T	0.1-0.5 mV	Q-R-S	0.06-0.10 s

Interval antara R-R menandakan periode dari detak jantung yang dapat dikonversikan menjadi Heart Rate:

$$HR = 60 / R-R (S) \dots\dots\dots (2. 1)$$

R – R = adalah interval antara sinyal R dengan sinyal R yang diukur dalam detik. Interval R-R relatif konstan dari detak ke detak. Perubahan pada interval R-R menandakan adanya kecepatan jantung yang tidak wajar. Dalam pengambilan sinyal elektrokardiografi terdapat berbagai metode yang bisa dilakukan yaitu :

1. Standard Clinical EKG

Menggunakan 10 elektroda (12 lead) digunakan untuk menganalisis kondisi kesehatan jantung pasien.

2. Vectorcardiogram/ Standart Monitoring

Pemodelan potensial tubuh sebagai vektor 3 dimensi dengan menggunakan sadapan bipolar (Einthoven) atau Unipolar. Pengambilan sinyal jantung melalui 3 titik tertentu pada tubuh, yang digunakan untuk memantau kondisi kesehatan jantung pasien dalam jangka waktu tertentu.

2.2.1 Fungsi EKG

Elektrokardiogram atau EKG adalah salah satu tes untuk mengevaluasi kesehatan jantung. Tes kesehatan yang juga dikenal lengkap

sebagai elektrokardiografi ini bertujuan untuk mengetahui dan merekam aktivitas kelistrikan pada organ jantung.

Jantung bekerja karena dipicu oleh hantaran sinyal listrik alami. Sinyal-sinyal inilah yang menyebabkan otot jantung berkontraksi untuk menciptakan detak jantung. Setiap kali jantung berdetak, gelombang (impuls) listrik akan mengalir dalam jantung Anda. Gelombang ini menyebabkan otot-otot jantung meremas, kemudian memompa darah keluar dari jantung. Jadi, dapat disimpulkan bahwa tes EKG dapat mendeteksi apakah detak jantung seseorang normal atau tidak.

Jika aktivitas kelistrikan dalam jantung terganggu dan detak jantung tidak normal, ini menunjukkan adanya gangguan atau penyakit pada jantung. Lewat tes kesehatan inilah, dokter dapat menegakkan diagnosis penyakit yang diderita seseorang.

Selain mendeteksi detak jantung yang tidak beraturan, situs John Hopkins Medicine juga menyebutkan berbagai fungsi dari EKG, di antaranya adalah:

- Mengetahui penyebab dari nyeri dada (angina), palpitasi, murmur, sesak napas, pusing, pingsan atau gejala penyakit jantung lainnya.
- Memantau kerja alat pacu jantung implan yang dipasangkan ke tubuh.
- Membantu dokter mengevaluasi kesehatan jantung secara menyeluruh sebelum prosedur medis tertentu, seperti operasi jantung, atau perawatan lanjut bagi orang yang mengalami serangan jantung,

mengalami endokarditis (peradangan pada katup jantung), dan setelah menjalani kateterisasi jantung.

- Mengetahui seberapa optimal fungsi jantung untuk perbandingan sebelum dan sesudah menjalani pengobatan penyakit kardiovaskuler.

2.2.2 Jenis-jenis EKG

Beberapa jenis EKG yang biasanya dilakukan, di antaranya adalah:

- *Cardiopulmonary exercise test (CPET)*

Tes jenis ini digunakan untuk mendeteksi penyakit jantung atau paru. Selama tes CPET, pasien akan diminta untuk melakukan olahraga ringan dengan sepeda tegak sambil bernapas melalui corong. Setiap napas akan diukur untuk menilai bagaimana kinerja tubuh. Kapasitas dan kekuatan paru-paru diukur sebelum dan selama berolahraga. Kemudian, direkam sebelum, selama, dan setelah berolahraga. Tes CPET akan berlangsung selama total 40 menit; namun pasien hanya akan diminta untuk berolahraga selama kurang lebih 10 menit. Tes ini membutuhkan upaya maksimal Anda untuk memastikan diperoleh informasi diagnostik yang paling andal.

- *Exercise electrocardiogram (stress test)*

Tes ini dilakukan sambil Anda melakukan olahraga, seperti mengayuh sepeda statis atau berjalan di atas treadmill.

Tujuannya untuk memantau jantung selama periode stres. Biasanya ini dilakukan setelah serangan jantung terjadi, operasi jantung, atau ketika mendeteksi adanya penyakit arteri koroner.

- *Monitor Holter*

Jenis yang digunakan untuk memantau penelusuran EKG secara terus menerus selama 24 jam atau lebih. Elektroda (kecil, tambalan plastik) ditempatkan di lokasi tertentu di dada, lengan, dan kaki.

Ketika elektroda dihubungkan ke mesin elektrokardiogram dengan kabel timah, aktivitas listrik jantung diukur, diinterpretasikan, dan dicetak untuk informasi dokter.

- *Resting 12-lead EKG*

Tes standar untuk mengukur fungsi listrik jantung Anda. Dilakukan saat Anda berbaring diam, kemudian alat khusus akan merekam aktivitas listrik jantung Anda dari 12 elektroda (tempelan lengket) di dada, lengan, dan kaki Anda secara bersamaan.

Jenis tes ini dapat menjadi bagian dari pemeriksaan rutin untuk memeriksa kondisi jantung sebelum tanda atau gejala berkembang.

- *Signal-averaged electrocardiogram*

Selama prosedur ini, beberapa pelacakan EKG diperoleh selama kira-kira 20 menit untuk menangkap detak jantung *abnormal* yang mungkin terjadi hanya dalam durasi pendek.

Pemilihan jenis tes ini akan bergantung dengan gejala dan dugaan penyakit jantung yang dimiliki. Sebagai contoh, jenis tes olahraga mungkin direkomendasikan jika gejala muncul ketika menjalani aktivitas fisik. Sementara, tipe rawat jalan lebih cocok dilakukan jika

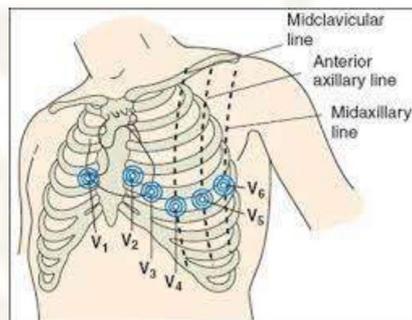
gejala tidak dapat diprediksi pemicunya, yakni durasinya pendek dan terjadi secara acak.

2.2.3 Sadapan (Lokasi Penempatan Lead) EKG

Untuk memperoleh rekaman EKG dipasang elektroda-elektroda di kulit pada tempat-tempat tertentu. Lokasi penempatan elektroda sangat penting diperhatikan, karena penempatan yang salah akan menghasilkan pencatatan yang berbeda. Terdapat 3 jenis sadapan (lead) pada EKG, yaitu:

A. Sadapan Prekordial

Merupakan sadapan V1, V2, V3, V4, V5, dan V6 yang ditempatkan secara langsung di dada.

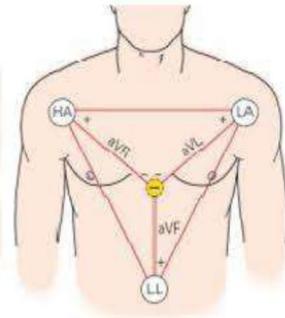


Gambar 2. 7 Sadapan Prekordial

1. Sadapan V1 ditempatkan di ruang intercostal IV di kanan sternum.
2. Sadapan V2 ditempatkan di ruang intercostal IV di kiri sternum.
3. Sadapan V3 ditempatkan di antara sadapan V2 dan V4.
4. Sadapan V4 ditempatkan di ruang intercostal V di linea (sekali pun detak apeks berpindah).
5. Sadapan V5 ditempatkan secara mendatar dengan V4 di linea axillaris anterior.

6. Sadapan V6 ditempatkan secara mendatar dengan V4 dan V5 di linea midaxillaris.

B. Sadapan Unipolar

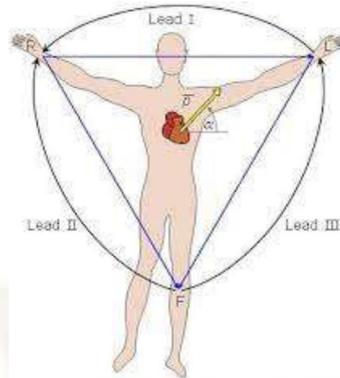


Gambar 2. 8 Sadapan Unipolar

1. aVR : merekam potensial listrik pada tangan kanan (RA) yang bermuatan (+), dan elektroda (-) gabungan tangan kiri dan kaki kiri membentuk elektroda indifiren.
2. aVL : merekam potensial listrik pada tangan kiri (LA) yang bermuatan (+), dan muatan (-) gabungan tangan kanan dan kaki kiri membentuk elektroda indifiren.
3. aVF : merekam potensial listrik pada kaki kiri (LF) yang bermuatan (+) dan elektroda (-) dari gabungan tangan kanan dan kaki kiri membentuk elektroda indifiren.

C. Sadapan Bipolar

Merekam perbedaan potensial dari 2 elektroda, yang ditandai dengan angka romawi I, II dan III.



Gambar 2. 9 Sadapan Bipolar

1. Sadapan I : merekam beda potensial antara tangan kanan (RA) yang bermuatan negatif (-) tangan kiri bermuatan positif (+).
2. Sadapan II : merekam beda potensial antara tangan kanan (-) dengan kaki kiri (LF) yang bermuatan (+).
3. Sadapan III : merekam beda potensial antara tangan kiri (LA) yang bermuatan (-) dan kaki kiri (+).

2.2.4 Irama EKG

Dalam keadaan normal impuls untuk kontraksi jantung berasal dari nodus SA dengan melewati serabut-serabut otot atrium impuls diteruskan ke nodus AV, dan seterusnya melalui berkas His → cabang His kiri dan kanan → jaringan 12 Purkinje → akhirnya ke serabut otot ventrikel. Disini nodus SA menjadi pacemaker utama dan pacemaker lain yang terletak lebih rendah tidak berfungsi. Apabila nodus SA terganggu maka fungsi sebagai pacemaker digantikan oleh pacemaker yang lain.

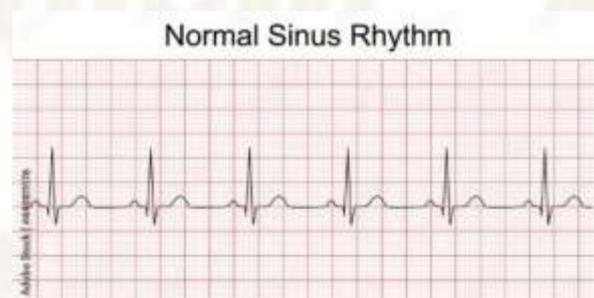
Irama jantung normal demikian dinamakan irama sinus ritmis yaitu iramanya teratur, dan tiap gelombang P diikuti oleh kompleks QRS. Irama sinus merupakan irama yang normal dari jantung dan nodus SA sebagai

pacemaker. Jika irama jantung ditimbulkan oleh impuls yang berasal dari pacemaker yang terletak di luar nodus SA disebut irama ektopik.

Adanya perubahan-perubahan yang ringan dari panjang siklus masih dianggap irama sinus yang normal. Akan tetapi apabila variasi antara siklus yang paling panjang dan paling pendek melebihi 0,12 detik maka perubahan irama ini dinamakan sinusaritmia.

a. Irama Sinus Ritmis

- Irama reguler dengan frekuensi 60-100 kali per menit dan R ke R regular.
- Morfologi gelombang P normal, tiap gelombang P diikuti satu kompleks QRS.
- Gelombang P defleksi positif di sadapan II
- Gelombang P dan kompleks QRS defleksi negatif di lead aVR



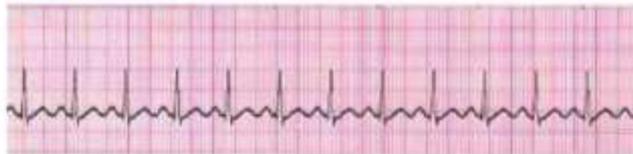
Gambar 2. 10 Irama Sinus Ritmis

b. Sinus Tachycardial

- Memenuhi kriteria irama sinus, tetapi sedikit ireguler dengan frekuensi 101-180 kali dalam 1 menit.
- Merupakan gambaran fisiologis normal, yang sering didapatkan pada individu sehat usia muda.

- Fenomena ini terjadi karena pengaruh respirasi. Kondisi detak jantung cepat yang cukup umum.

Sinus Tachycardia



Gambar 2. 11 Irama Sinus Tachycardial

c. Atrial Fibrillation (AF)

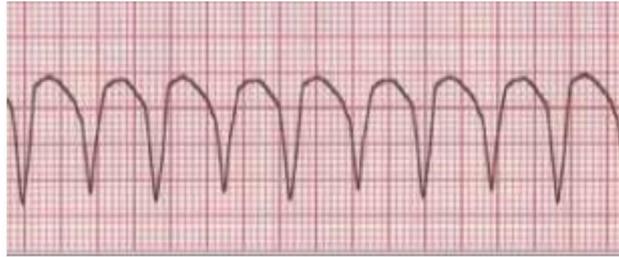
- Ciri khas AF adalah tidak adanya gelombang P dan iramanya irregularly irregular (betul-betul ireguler).
- Morfologi gelombang P berupa fibrilasi.



Gambar 2. 12 Irama Atrial Fibrillation (AF)

d. Ventricular Tachycardia (VT)

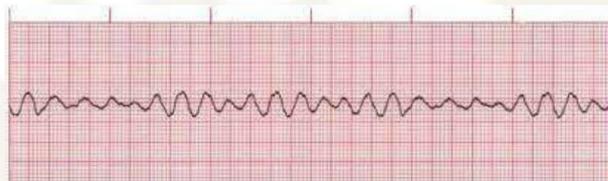
- Terdapat >3 irama ventrikuler dengan frekuensi 100-250 kali per menit (kebanyakan di atas 120 kali per menit)
- Kompleks QRS lebar (durasi QRS >0,12 detik)
- Kadang gelombang P nampak (tanda panah), tetapi tidak ada asosiasi dengan kompleks QRS.



Gambar 2. 13 Irama Ventricular Tachycardia (VT)

e. Ventricular Fibrillation (VF)

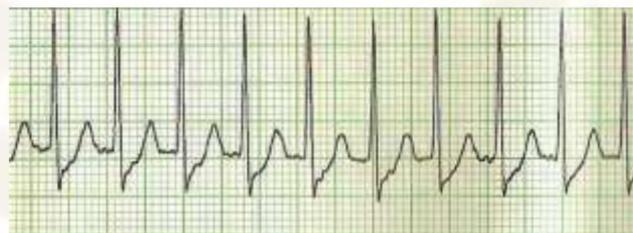
- Gelombang nampak ireguler dengan berbagai morfologi dan amplitude.
- Gelombang P, kompleks QRS, atau gelombang T tidak terlihat.



Gambar 2. 14 Irama Ventricular Fibrillation (VF)

f. Supraventricular Tachycardia (SVT)

- Takikardi reguler (frekuensi 140-280 kali per menit)
- Kompleks QRS sempit (durasi kompleks QRS <0,12detik)
- Gelombang P tidak jelas terlihat.



Gambar 2. 15 Irama SVT

2.3 Aksis Jantung

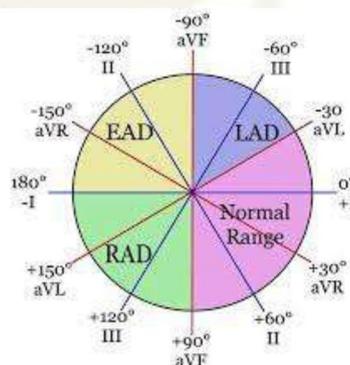
Axis jantung singkatnya adalah resultan dari seluruh vektor dari arus listrik jantung yang menandakan arah sebagian besar arus listrik jantung berada. Aksis jantung adalah arah rata-rata dari gaya listrik jantung, yang umumnya terlihat

pada hasil perekaman EKG, dan menentukan aksis jantung ini merupakan salah satu *skill and knowledge* yang cukup menantang untuk dipelajari hingga sampai pada tahap “sempurna” untuk menentukan diagnosis aksis jantung EKG.

Normalnya arah aliran listrik jantung berada pada arah ventrikel kiri, diakibatkan otot ventrikel kiri yang lebih tebal sehingga arus listrik jantung, dominan ke arah dari ventrikel kiri. Interpretasi aksis pada EKG dikatakan Normal bila hasilnya berada pada 0-90 derajat. Bila >90 derajat disebut dengan Deviasi aksis ke kanan (*Right Axis Deviation / RAD*). Sedangkan bila <30 derajat merupakan deviasi aksis ke kiri (*left Axis Deviation / LAD*).

2.3.1 Menentukan Aksis Jantung

A. Menentukan Aksis Jantung Dengan Menggunakan Metode Grafik



Gambar 2. 16 Kuadran Menentukan Aksis Dengan Grafik

Pada metode grafik diperlukan dua buah lead ekstremitas, namun lebih mudah menggunakan lead I dan aVF karena kedua lead ini membentuk sudut saling tegak lurus seperti sumbu X dan sumbu Y pada grafik koordinat.

Penghitungan sumbu QRS dengan metode grafik memerlukan beberapa langkah. Langkah pertama adalah menghitung jumlah

defleksi pada lead I. Jumlah defleksi dihitung dalam satuan kotak kecil sesuai vektornya dan kemudian dipetakan pada lead I. Selanjutnya, jumlah defleksi pada lead aVF dihitung, kemudian dipetakan pada lead aVF.

Kemudian, garis tegak lurus dibuat pada lead I dan aVF melalui kedua titik tersebut. Titik potong kedua garis tegak lurus tersebut kemudian dihubungkan dengan pusat lingkaran. Garis yang terakhir ini akan memotong lingkaran dan sumbu QRS dapat dilihat pada angka di busur lingkaran atau dihitung secara manual.

Cara menghitung sudut tersebut menggunakan rumus

$$\tan \alpha = y/x \dots\dots\dots(2. 2)$$

sehingga α dapat dihitung dengan menggunakan tabel logaritma atau kalkulator.

B. Menentukan Aksis Jantung Dengan Menggunakan Metode Tabel

Berikut adalah kondisi Ketika membaca EKG:

1. Aksis Normal.
2. Deviasi Aksis ke Kiri (LAD).
3. Deviasi Aksis ke Kanan (RAD).
4. Deviasi Aksis Ekstrim ke Kanan.

Table 2. 3 Menentukan Aksis Jantung

CARA CEPAT MENENTUKAN AKSIS JANTUNG

Lead I	Lead AvF	Aksis
Positif	Positif	Aksis Normal
Positif	Negatif	LAD
Negatif	Positif	RAD
Negatif	Negatif	Deviasi Aksis Ekstrim Kanan

2.4 Modul Charger (TP4056M)



Gambar 2. 17 Modul Charger

Modul ini menggunakan IC TP4056 yang merupakan IC pengisi ulang linear untuk baterai lithium-ion sel tunggal dengan arus dan tegangan yang konstan yang dilengkapi dengan sistem pengaturan suhu (thermal regulation). Tegangan pengisian konstan di 4,2 Volt (akurasi 1,5%), ideal untuk digunakan mengisi ulang baterai bertegangan 3 ~ 3,7 Volt.

Fitur lainnya dari IC ini adalah pemantau arus, pengunci tegangan kurang (under-voltage lockout), pengisi ulang otomatis, dan dua status pin yang mana pada modul ini dihubungkan dengan LED indikator.

2.4.1 Fungsi Modul Charger

TP4056 adalah modul untuk mengisi baterai isi ulang Lithium (Li-ion rechargeable battery) 1 Ampere yang dilengkapi dengan 2 lampu indikator, masing-masing menunjukkan status saat mengisi ulang (LED merah) dan saat baterai sudah terisi penuh (LED biru).

Modul ini dapat digunakan untuk mencharge 1 baterai lithium maupun beberapa baterai lithium yang disusun secara paralel.

2.4.2 Spesifikasi Modul Charger

Spesifikasi TP4056 adalah sebagai berikut :

- Input: micro USB (kabel output HP pada umumnya)
- Tegangan input: 4.5-5.5V
- Tegangan stop cas penuh: 4.2V
- Arus cas maximum: 1000mA / 1A
- Output: Bat+ and Bat- (tidak boleh terbalik)
- Terdapat 2 lampu indikator:
- merah – sedang cas
- biru – sudah penuh

2.5 Baterai Lithium Ion 18650



Gambar 2. 18 Baterai Lithium Ion

Baterai adalah suatu sel elektrokimia yang mengubah dari energi kimia menjadi energi listrik. Baterai lithium-ion merupakan salah satu jenis baterai sekunder (rechargeable battery) yang dapat diisi ulang dan merupakan baterai yang ramah lingkungan karena tidak mengandung bahan yang berbahaya seperti

baterai-baterai yg berkembang lebih dahulu yaitu baterai NI-Cd dan Ni-MH.

Tegangan kerja Baterai Lithium-Ion 18650 adalah 3,7 volt. Tegangan maksimum dapat di cas 4,2 volt dan baterai dianggap kosong pada tegangan 2,8–3,0 volt. Untuk kemampuan menyimpan arus listrik beragam tergantung produksinya. Secara umum, baterai ini maksimal memiliki kapasitas 3600 mAh. Ada yang 3400 mAh, 2500 mAh, 2200 mAh, 1500 mAh dan sebagainya. Namun maksimal yang dapat diproduksi hingga kini hanya dapat menyimpan arus maksimal 3600 mAh.

2.5.1 Fungsi Baterai Lithium

Baterai Li-Ion berfungsi menghasilkan listrik dalam jumlah besar, tegangan yang konstan, hemat daya, dan juga jauh lebih ringan dibanding jenis baterai sekunder lainnya. Baterai yang ramah lingkungan karena tidak mengandung bahan yang berbahaya seperti baterai-baterai yg berkembang lebih dahulu yaitu baterai NI-Cd dan Ni-MH.

2.5.2 Keunggulan dan Kelemahan Baterai

- a. Keunggulan baterai Li-ion.
 1. Dapat menyimpan daya lebih besar.
 2. Perawatan lebih mudah.
 3. Harga lebih murah.
 4. Cocok untuk perangkat nirkabel, HP, dan perangkat elektronik lainnya.
- b. Kekurangan baterai Li-ion.
 1. Tidak tahan panas.

2. Saat didistribusikan dalam jumlah besar membutuhkan prosedur khusus.
3. Isi ulang baterai yang berlebihan akan memperpendek usia baterai itu sendiri.
4. Rentan meledak.

2.6 Elektroda



Gambar 2. 19 Elektroda EKG

Elektroda berdasarkan polaritasnya dibagi menjadi elektroda positif (anode) dan elektroda negatif (katode) dan netral (ground elektroda). Fungsi dasar dari elektroda adalah mendeteksi sinyal kelistrikan jantung. Fungsi dari transducer adalah untuk mengkonversi informasi biologis menjadi sinyal elektrik yang dapat diukur. Transduser ini dipakai dengan menggunakan *interface jelly* electrode/electrolyte. Dengan menggunakan elektroda Ag/AgCl mengurangi noise dengan frekuensi rendah pada sinyal ECG yang terjadi karena pergerakan. Agar perolehan gambar ECG jelas, maka dibubuhi krim atau *jelly* sehingga resistensi antara elektroda dengan kulit menjadi seminimal mungkin.

Sensor ini didasarkan teknik EKG 3 lead , yaitu menggunakan elektroda kuning dengan kutub positif, elektroda berwarna merah dengan kutub negatif

dan elektroda berwarna hijau sebagai ground dengan luaran pembacaan sinyal analog. Elektroda mendapatkan sinyal-sinyal biolistrik berdasarkan prinsip kontak antara ion metal dengan metal yang bersesuaian menghasilkan potensial listrik yang disebut potensial elektroda. Potensial elektroda dihasilkan karena adanya peredaan laju perpindahan ion masuk dan keluar metal.

2.7 Modul Step Up

Modul MT3608 adalah modul yang dapat digunakan untuk menaikkan tegangan DC hingga 28 V. Untuk menaikkan tegangan, putar trimpot berlawanan arah jarum jam hingga tegangan output naik melebihi tegangan input. Transformator step-up adalah transformator yang memiliki lilitan sekunder lebih banyak daripada lilitan primer, sehingga berfungsi sebagai penaik tegangan.

2.7.1 Fungsi Step UP

Step up DC to DC berfungsi untuk menaikkan tegangan/volt DC ke DC. Misalnya memerlukan voltase 9V DC, sedangkan sumber yang ada hanya 5V DC. Dengan alat sirkuit sederhana ini dapat menaikkan tegangan arus DC lebih tinggi dari nilai tegangan input yang ada. *Boost step up converter module* dengan *input micro usb*. Potensiometer dirancang untuk kontrol torsi yang presisi, yang membuatnya lebih mudah digunakan. Modul ini adalah catu daya step up dc ke dc yang bagus untuk peralatan elektronik Anda, pengisi daya baterai, lampu led, dan lainnya.



Gambar 2. 20 Step Up MT3608

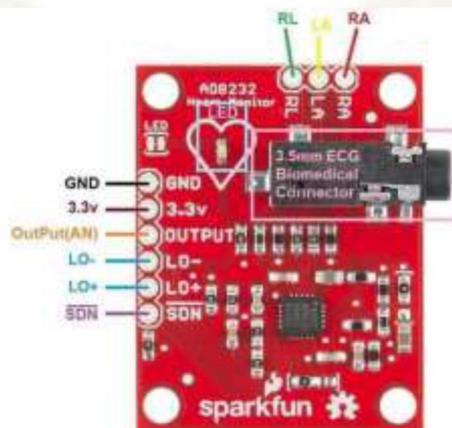
2.7.2 Spesifikasi Step Up

Step up MT3608 DC *Adjustable Boost* Modul 2A 2V-24V 5V 9V

LM2577 :

1. Maximum output current : 2A
2. Input voltage : 2V~24V
3. Maximum output voltage : >5V-28V
4. Efficiency : >93%
5. Input bisa menggunakan micro usb connector.
6. Ukuran Board: 36X17X14mm.

2.8 Single Lead Heart Rate Monitor AD8232



Gambar 2. 21 Single Lead Heart Rate Monitor AD8232

AD8232 adalah single lead heart rate monitor ECG/EKG atau Elektrokardiogram. Elektrokardiogram (EKG) adalah grafik yang dibuat oleh sebuah elektrokardiograf, yang merekam aktivitas kelistrikan jantung dalam waktu tertentu. Tes ini merekam aktivitas kelistrikan melalui gelombang, yang muncul pada kertas pelacak. Hasilnya akan diinterpretasikan, baik oleh teknisi terlatih atau dokter ahli jantung. Detak jantung normal adalah 60 – 100 per menit. Selanjutnya, gelombang (tinggi dan rendah) harusnya sama rata atau konsisten. Penyimpangan apapun dapat menjadi indikasi potensi masalah jantung.

Single lead heart rate monitor AD8232 merupakan sebuah blok pengkondisian sinyal yang mampu mengekstrak, menyaring dan memperkuat sinyal biopotensial tubuh yang sangat bising. Modul ini mendapatkan input sinyal biopotensial ini melalui elektroda-elektroda yang ditempatkan pada bagian tubuh tertentu berdasarkan teori sadapan bipolar segitiga *Einthoven*.

Desain ini memungkinkan *ultralow power analog to digital converter* (ADC) atau di hubungkan dengan mikrokontroler untuk memperoleh sinyal output dengan mudah. AD8232 dapat menerapkan filter high pass dua kutub untuk menghilangkan artifak gerak dan potensial setengah sel elektroda. Filter ini digabungkan erat dengan arsitektur instrumentasi penguat untuk mendapatkan hasil kedua gain yang besar dan *high-pass* penyaringan dalam satu tahap, sehingga menghemat ruang dan biaya. Penguat operasional yang tidak terikat dengan AD8232 bisa dibuat sebagai *filter low pass* tiga kutub untuk menghilangkan *noise* tambahan. Pengguna dapat memilih memotong frekuensi

dari semua filter yang sesuai jenis aplikasi yang diinginkan. AD8232 mempunyai sembilan koneksi keluaran dari IC yang dapat dihubungkan dengan SDN, LO+, LO-, output, 3,3 V, dan disediakan pin GND untuk mengoperasikan monitor dengan arduino. AD8232 juga dilengkapi dengan pin R (Right Arm), L (Left Arm) dan F (Foot)) untuk menghubungkan dengan sensor elektroda.

2.8.1 Fungsi AD8232

Modul AD8232 yang berfungsi untuk membaca sinyal biolistrik tubuh, dengan cara menempelkan lead atau alat penerima implus listrik jantung pada bagian tubuh yang telah ditentukan berdasarkan teori segitiga *Einthoven*. Prinsip kerja sensor EKG seperti sebuah penguat operasional untuk membantu mendapatkan sinyal yang jelas dari *interval* dengan mudah.

Modul AD8232 digunakan untuk pengkondisian sinyal dalam EKG serta aplikasi pengukuran biopotensial lainnya. Tujuan utama dari chip ini adalah untuk memperkuat, mengekstrak serta menyaring sinyal-sinyal biopotensial yang kecil dalam kondisi bising seperti yang terbentuk melalui penggantian elektroda jarak jauh serta gerakan.

Jadi, EKG AD8232 adalah chip kecil yang tepat digunakan untuk mengukur pergerakan listrik jantung yang dapat dipetakan seperti Elektrokardiogram (EKG). Ini digunakan untuk membantu dalam mendiagnosis berbagai kondisi jantung.

2.8.2 Konfigurasi Pin Modul AD8232

Berikut adalah konfigurasi pin modul AD8232 :



Table 2. 4 Konfigurasi Pin AD8232

Board Label	Pin Function
GND	Ground
3,3 V	3,3 V Power supply
Output	Output signal
LO-	Leads-off Detect -
LO+	Leads-off Detect +
SDN	Shutdown

2.9 Arduino Nano



Gambar 2. 22 Arduino Nano

Arduino merupakan sebuah *platform* dari *physical computing* yang bersifat *open source*. Arduino tidak hanya sekedar sebuah alat pengembang, tetapi merupakan kombinasi dari *hardware*, bahasa pemrograman dan *Integrated Development Environment (IDE)* yang canggih IDE adalah sebuah software yang berperan untuk menulis program, meng-compile menjadi kode biner dan mengupload ke dalam memory microcontroler.

Arduino Nano adalah salah satu *board* mikrokontroler yang berukuran kecil, lengkap dan mendukung penggunaan *breadboard*. Arduino Nano diciptakan dengan basis *microcontroller* ATmega328 atau Atmega 16.

2.9.1 Fungsi Arduino Nano

Arduino Nano pin yang fungsinya untuk memungkinkan terjadinya komunikasi serial pada Arduino. Contohnya yaitu pin RX0 dan TX1. RX berfungsi untuk menerima TTL data serial dan TX berfungsi untuk mengirim TTL data serial.

Fungsi utama Arduino Nano adalah:

1. Sebagai alat kendali yang bisa di program secara cepat dan mudah.
2. Sebagai alat kendali dengan biaya paling minimal dengan hasil paling maksimal.

2.9.2 Spesifikasi Arduino Nano

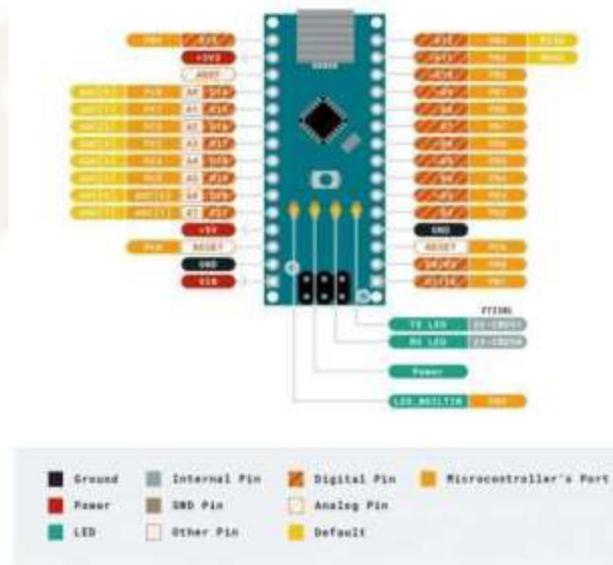
Berikut adalah spesifikasi Arduino Nano :

- a. Mikrokontroler menggunakan Atmega 328 atau Atmega168.
- b. Tegangan operasi sebesar 5 Volt.
- c. Tegangan Input disarankan sebesar 7 – 12 Volt.
- d. Batas tegangan 6 – 20 Volt.
- e. Pin digital I/O 14 buah .
- f. Pin PWM sebanyak 6 buah.
- g. Pin Input Analog sebanyak 8 buah.
- h. Arus DC per pin I/O sebesar 40 mA.
- i. Flash Memory 16KB (Atmega168) atau 32KB (Atmega328) 2KB

digunakan oleh Bootloader.

- j. Clock Speed 16MHz.
- k. Ukuran 1.85cm x 4.3cm.

2.9.3 Konfigurasi Pin Arduino Nano



Gambar 2. 23 Pin Arduino Nano

Konfigurasi pin Arduino Nano memiliki 30 Pin. Berikut Konfigurasi pin Arduino Nano :

- a. VCC merupakan pin yang berfungsi sebagai pin masukan catu daya digital.
- b. GND merupakan pin ground untuk catu daya digital.
- c. AREF merupakan Referensi tegangan untuk input analog. Digunakan dengan fungsi analog *Reference*.
- d. RESET merupakan Jalur LOW ini digunakan untuk me-reset (menghidupkan ulang) mikrokontroler. Biasanya digunakan untuk menambahkan tombol *reset* pada shield yang menghalangi papan

utama Arduino.

- e. Serial RX (0) merupakan pin sebagai penerima TTL data serial.
- f. Serial TX (1) merupakan pin sebagai pengirim TT data serial.
- g. *External Interrupt* (Interupsi Eksternal) merupakan pin yang dapat dikonfigurasi untuk memicu sebuah interupsi pada nilai yang rendah, meningkat atau menurun, atau perubahan nilai.
- h. *Output PWM 8 Bit* merupakan pin yang berfungsi untuk data analog *Write*.
- i. SPI merupakan pin yang berfungsi sebagai pendukung komunikasi.
- j. LED merupakan pin yang berfungsi sebagai pin yang diset bernilai HIGH, maka LED akan menyala, ketika pin diset bernilai LOW maka LED padam. LED Tersedia secara built-in pada papan Arduino Nano.
- k. Input Analog (A0-A7) merupakan pin yang berfungsi sebagai pin yang dapat diukur/diatur dari mulai *Ground* sampai dengan 5 Volt, juga memungkinkan untuk mengubah titik jangkauan tertinggi atau terendah mereka menggunakan fungsi analog *Reference*.

2.10 LCD Touchscreen



Gambar 2. 24 LCD Touchscreen

LCD atau *Liquid Crystal Display* adalah suatu jenis media *display* (tampilan) yang menggunakan kristal cair (*liquid crystal*) untuk menghasilkan gambar yang terlihat. Teknologi *Liquid Crystal Display* (LCD) atau Penampil Kristal Cair sudah banyak digunakan pada produk-produk seperti layar Laptop, layar Ponsel, layar Kalkulator, layar Jam Digital, layar Multimeter, Monitor Komputer, Televisi, layar Game portabel, layar Thermometer Digital dan produk-produk elektronik lainnya.

LCD tidak memancarkan pencahayaan apapun, LCD hanya merefleksikan dan mentransmisikan cahaya yang melewatinya. Oleh karena itu, LCD memerlukan *Backlight* atau Cahaya latar belakang untuk sumber cahayanya. Cahaya *Backlight* tersebut pada umumnya adalah berwarna putih. Sedangkan Kristal Cair (*Liquid Crystal*) sendiri adalah cairan organik yang berada diantara dua lembar kaca yang memiliki permukaan transparan yang konduktif.

Sedangkan *touchscreen* atau layar sentuh, adalah sebuah perangkat input elektronik, yang mana cara penggunaannya bisa dikendalikan oleh Anda sebagai pengguna, dengan menggunakan satu atau dua gerakan (bahkan bisa lebih).

2.10.1 Fungsi LCD Touchscreen

LCD berguna untuk menampilkan output keluaran gambar dan tulisan yang terdapat di HP. Sementara untuk *Touchscreen* ini berguna untuk menjadi input sentuhan. *Touchscreen* merupakan sebuah perangkat atau tampilan *visual* yang dimana pengguna dapat mengontrol melalui gerakan sederhana atau *multi-touch* dengan menggunakan sentuhan jari

kita. Jika LCD hanya mengalami retak saja, kemungkinan touchscreen masih bisa digunakan.

2.10.2 Bagian-bagian LCD Touchscreen



Gambar 2. 25 Struktur LCD

Bagian-bagian LCD diantaranya :

- Lapisan Terpolarisasi 1 (Polarizing Film 1)
- Elektroda Positif (Positive Electrode)
- Lapisan Kristal Cair (Liquid Cristal Layer)
- Elektroda Negatif (Negative Electrode)
- Lapisan Terpolarisasi 2 (Polarizing film 2)
- Backlight atau Cermin (Backlight or Mirror)

2.11 Resistor SMD

Resistor SMD biasa diartikan Resistor Surface Mount Device atau resistor yang metode pemasanganya terletak pada permukaan motherboard atau PCB maupun modul dan biasa disebut dengan resistor tempel, Penandaan nilai resistansinya ditandai dengan numerik yang kodenya mirip dengan kondensator kecil. Resistor dengan nilai standar ditandai dengan 3 digit kode, dimana dua digit

pertama merupakan nilai resistansi dan digit ke tiga merupakan merupakan jumlah nol yang ditambahkan setelah dua digit resistansi di awal.

Resistor yang menggunakan komponen lebih kecil dan menjadi lebih cepat, lebih efisien, dan lebih murah. SMD Resistor adalah komponen berbentuk segi empat kecil dengan area metalized di ujungnya. Area metalized digunakan untuk menyolder dengan PCB. SMD Resistor memiliki substrat keramik untuk itu film oksida logam disimpan. Ketebalan dan panjang film oksida logam ini menentukan nilai resistansi. Penggunaan Oksida Logam memberikan stabilitas dan toleransi yang baik terhadap SMD Resistor. Tidak seperti resistor berkode warna, resistor SMD tidak memiliki pita warna, sebaliknya mereka memiliki angka yang tercetak di atasnya.



Gambar 2. 26 Resistor SMD

2.11.1 Cara Mengitung Resistor SDM

- Sistem 3 digit dan 4 digit

Pada sistem pengkodean 3 digit, angka pertama dan kedua merupakan nilai resistansi numerik dan angka paling kanan adalah faktor pengalinya (pangkat dari 10 / banyaknya angka nol). Berikut adalah beberapa contoh pembacaan resistor smd sistem 3 digit :

- $103 = 10 \times 10^3 = 10.000 \text{ ohm}$
- $391 = 39 \times 10^1 = 390 \text{ ohm}$
- $151 = 15 \times 10^1 = 15 \text{ ohm}$
- $473 = 47 \times 10^3 = 47.000 \text{ ohm}$

Pada sistem pengkodean 4 digit, angka pertama, kedua dan ketiga merupakan nilai resistansi numerik dan angka paling kanan adalah faktor pengali (pangkat dari 10 / banyaknya nilai nol). contoh :

- $8202 = 820 \times 10^2 = 82.000 \text{ ohm}$
- $2572 = 257 \times 10^2 = 25.700 \text{ ohm}$
- $7992 = 799 \times 10^2 = 79.900 \text{ ohm}$
- $1733 = 173 \times 10^3 = 173.000 \text{ ohm}$

Pada pengkodean 3 digit dan 4 digit juga biasanya ada resistor yang disisipi huruf "R" , huruf "R" digunakan sebagai tanda koma (posisi titik desimal) untuk nilai resistansi, contohnya :

- 0R5 artinya 0,5 ohm
- 0R01 artinya 0,01 ohm
- R100 artinya 0,100 ohm

2.12 Kapasitor SMD

Komponen elektronik yang terdiri dari isolator antara dua konduktor. Bahan dielektrik atau isolator memainkan peran penting dalam menyimpan muatan listrik. Fungsi utamanya untuk menyimpan energi listrik dan pasokan ulang yaitu mengisi dan membuang energi listrik. Jenis SMD Kapasitor. dibagi sesuai dengan

jenis dielektrik yang digunakan dalam komposisinya. (Udara, Kertas, Mika dan Elektrolit) banyak digunakan.

Kapasitor yang paling sering digunakan adalah kapasitor SMD karena memiliki beberapa fitur seperti tanpa timah, berukuran kecil dan mudah diatur pada printed circuit board (PCB). Ini sempurna dalam pembuatan volume tinggi. Kinerja kapasitor ini sangat baik, terutama pada RF. Kedua konduktor kapasitor ini dapat dipisahkan dengan isolator; isolator ini memainkan peran penting sekaligus menyimpan energi listrik.

Perancangan kapasitor ini dapat dilakukan dengan menggunakan plat logam dimana plat tersebut dipisahkan oleh bahan dielektrik. Nama kapasitor ini terutama bergantung pada bahan dielektrik yang digunakan dalam kapasitor ini. Berdasarkan jenis warna yang digunakan pada kapasitor, batas kapasitor dapat dirancang. Jika warna kapasitor elektrolitik kuning, batasnya dirancang dengan warna coklat. Begitu pula jika kapasitor berwarna hitam, bordernya didesain dengan warna silver.

2.12.1 Fungsi Kapasitor SMD

Fungsi utama kapasitor SMD adalah untuk mengisi daya serta melepaskan supply listrik. Kapasitor juga berfungsi untuk menyimpan, menyaring dan mengatur energi listrik. Untuk kapasitor SMD, dapat digunakan dari 1pF hingga 1uF.

Selain itu, ukuran yang tersedia untuk kapasitor ini berkisar antara 0603 hingga 1206. Dalam hal ini, kapasitor yang paling umum digunakan adalah jenis bahan keramik. Kapasitor tantalum adalah kapasitor dengan kapasitansi 1 F dan ukuran lainnya. Penjelasannya bisa dilihat dari lambang

huruf A sampai E. Kapasitor jenis tantalum ini memiliki elektroda positif dan negatif yang ditandai di bagian luarnya.

2.12.2 Kelebihan dan Kekurangan Kapasitor SMD

Kelebihan

Keunggulan kapasitor SMD adalah

- Ukuran kecil
- Kinerjanya tinggi
- Tidak ada timah lead
- Biaya lebih murah
- Mudah diatur dengan bantuan mesin modern dalam fabrikasi
- Begitu kecepatan produksi meningkat, maka akan ada kemungkinan pengurangan biaya.

Kekurangan

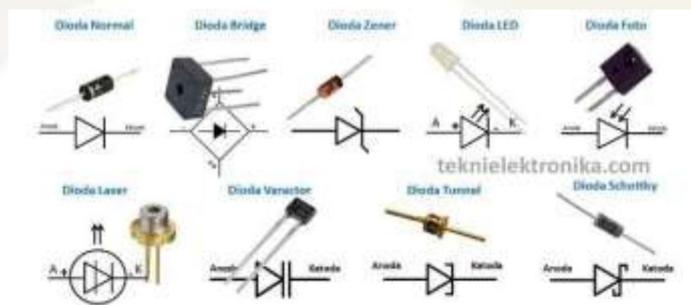
Kelemahan kapasitor SMD adalah

- Perbaikan kapasitor ini agak sulit karena ukurannya yang kecil.
- Ini memiliki kapasitas panas yang rendah.
- Operasi manual sulit dilakukan karena ukurannya
- Dapat dengan mudah rusak jika dibawa keluar.

2.13 Dioda

Dioda (Diode) adalah komponen elektronik aktif yang terbuat dari bahan semikonduktor dan mempunyai fungsi untuk menghantarkan arus listrik ke satu

arah tetapi menghambat arus listrik dari arah sebaliknya. Oleh karena itu, Dioda sering dipergunakan sebagai penyearah dalam rangkaian elektronik. Dioda pada umumnya mempunyai 2 elektroda (terminal) yaitu Anoda (+) dan Katoda (-) dan memiliki prinsip kerja yang berdasarkan teknologi pertemuan p-n semikonduktor yaitu dapat mengalirkan arus dari sisi tipe-p (Anoda) menuju ke sisi tipe-n (Katoda) tetapi tidak dapat mengalirkan arus ke arah sebaliknya. Berikut ini adalah simbol dan bentuk diode.



Gambar 2. 27 Jenis-jenis Dioda

Berdasarkan fungsi Dioda, Dioda dapat dibagi menjadi beberapa jenis diantaranya adalah :

- a. Dioda Penyearah (Dioda biasa atau Dioda Bridge) yang berfungsi sebagai penyearah arus AC ke arus DC.
- b. Dioda Zener yang berfungsi sebagai pengaman rangkaian dan juga sebagai pengstabil tegangan.
- c. Dioda LED yang berfungsi sebagai lampu Indikator ataupun lampu penerangan.
- d. Dioda Photo yang berfungsi sebagai sensor cahaya.

BAB III

PERENCANAAN

3.1 Tahap Perencanaan

Sebelum pembuatan modul serta karya tulis, penulis terlebih dahulu membuat perencanaan modul yang akan dibuat. Hal ini bertujuan untuk memudahkan pembuatan modul serta karya tulis agar hasil yang dicapai sesuai dengan yang direncanakan oleh penulis.

Tahapan-tahapan perencanaan dalam pembuatan modul adalah sebagai berikut:

- a. Merancang blok diagram dan *wiring diagram* dari modul yang akan dibuat berdasarkan cara kerja yang diinginkan.
- b. Menentukan komponen-komponen yang diperlukan dalam pembuatan modul agar modul dapat bekerja dengan baik sesuai dengan harapan.
- c. Membuat modul sesuai dengan *wiring diagram* yang telah dibuat.
- d. Membuat program sesuai *flowchart* dan *men-download* program ke *mikrokontroler*.
- e. Melakukan pengujian dan perbaikan pada modul yang telah dibuat.
- f. Pembuatan *casing* atau mekanik sesuai dengan gambar yang telah dibuat.
- g. Menyusun hasil dalam bentuk karya tulis ilmiah berdasarkan pada teori-teori yang relevan serta hasil pendataan modul.

3.2 Spesifikasi Alat

Nama alat : Monitoring EKG 3 Channel Berbentuk *Portable*

Catu Daya : *Power supply* dan baterai.

Display : LCD 5 inch.

Sensor : AD8232.

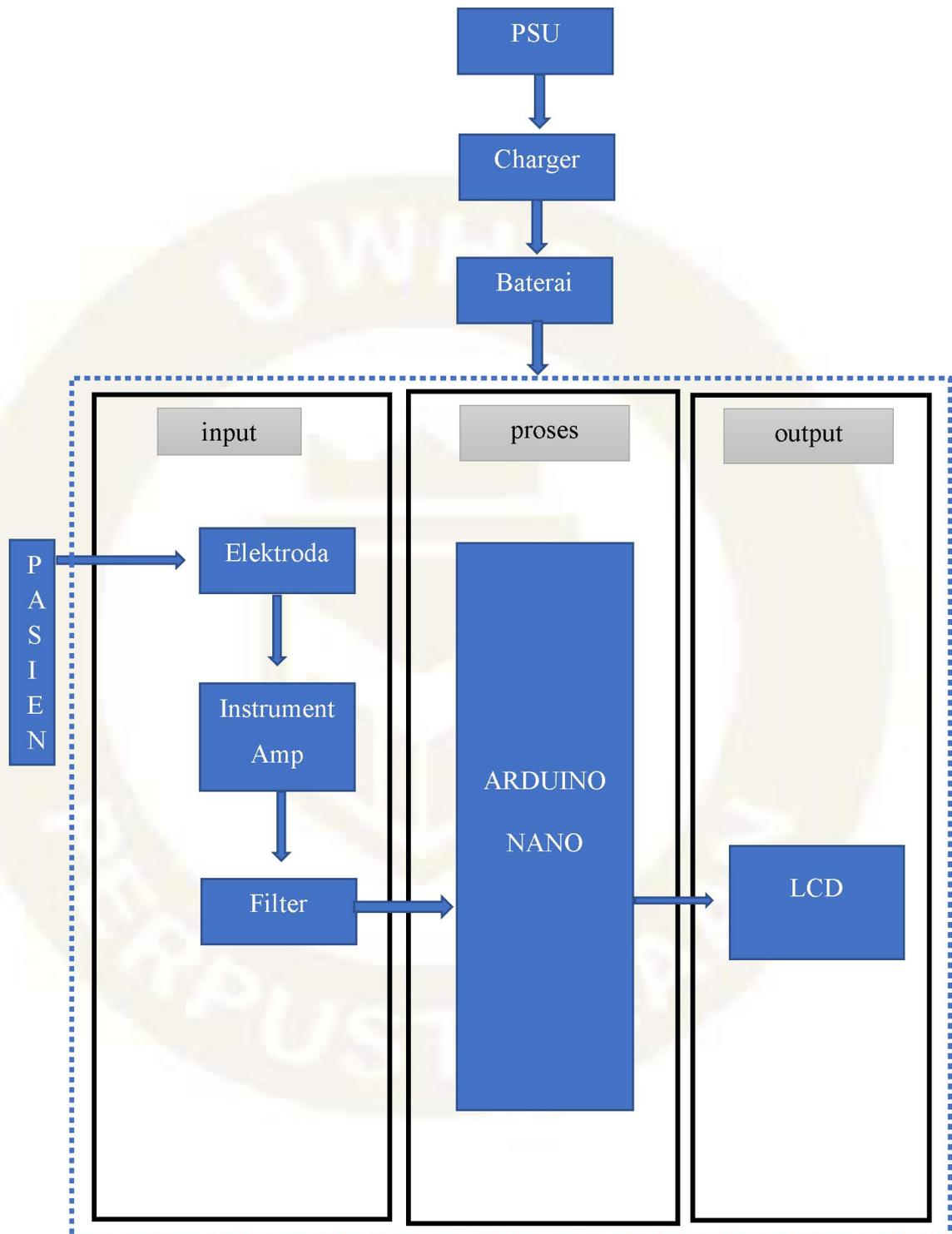
Mikrokontroler : Arduino Nano.

Aksesoris : Elektroda, LCD display, Baterai.

Tombol : Saklar.



3.3 Perencanaan Blok Diagram



Gambar 3. 1 Blok Diagram

3.3.1 Cara Kerja Blok Diagram

Cara kerja alat ini dimulai power supply unit yang diambil dari tegangan PLN 220V untuk mencharger baterai untuk power alat. Kemudian langkah selanjutnya mula-mula elektroda transduser yang mendeteksi sinyal kelistrikan pada jantung, kemudian mengkonversi sinyal informasi biologis tersebut menjadi sinyal elektrik. Sinyal yang dihasilkan dari elektroda tersebut memiliki amplitude sekitar 0.13 mV, kemudian sinyal tersebut di lanjutkan pada penguat instrumentasi AD8232 yang tersusun dari beberapa Op-Amp dan sebuah filter yang berfungsi menguatkan sinyal amplitude kecil dan meredam noise. Sinyal analog yang dihasilkan dari penguat instrumentasi di ubah ke digital, setelah itu data digital tersebut akan diproses oleh Arduino Nano yang nantinya data akan ditampilkan berupa grafik sinyal plotting jantung di lcd.

3.3.2 Fungsi Bagian Blok Diagram

1. PSU (Power Supply Unit)

Power supply ini diambil dari tegangan PLN 220V yang berfungsi mengalirkan daya listrik pada alat.

2. *Charger*

Charger berfungsi untuk mengisi baterai dengan tegangan konstan, tegangan ini akan mengisi baterai hingga mencapai tegangan yang ditentukan atau sering disebut *full charger*.

3. Baterai

Baterai berfungsi untuk menyediakan atau menyuplai energi listrik bagi alat tanpa harus tersambung ke listrik. Pemberi supply tegangan sebesar 3,7 VDC dari baterai untuk rangkaian step up.

4. Sensor Elektroda EKG

Sensor elektroda EKG sebagai pendeteksi sinyal kelistrikan jantung dari permukaan kulit yang mengkonversi informasi biologis menjadi sinyal elektrik yang dapat diukur. Elektroda ini ditempelkan pada permukaan tangan dan kaki pasien pada lokasi yang sudah ditentukan yang disebut sadapan atau lead.

5. Instrumen Amp

Instrumen amplifier berfungsi untuk menguatkan sinyal dan bertujuan untuk menghilangkan *noise* dari rangkaian. AD8232 bertindak sebagai OP-Amp untuk membantu mendapatkan sinyal yang jelas dari sinyal PQRS lebih mudah. Terdapat LED indicator yang akan menyala seiring dengan detak irama jantung.

6. Filter

Sinyal EKG mempunyai amplitude sangat kecil sehingga rawan terhadap interferensi dari sinyal lain seperti otot, pergerakan sensor dan interferensi dari tegangan jala-jala listrik. Untuk meredam sinyal-sinyal (meredam *noise*) interferensi tersebut maka digunakan rangkaian filter untuk mendapatkan sinyal EKG yang baik. Filter adalah rangkaian yang digunakan untuk melewatkan sinyal-sinyal

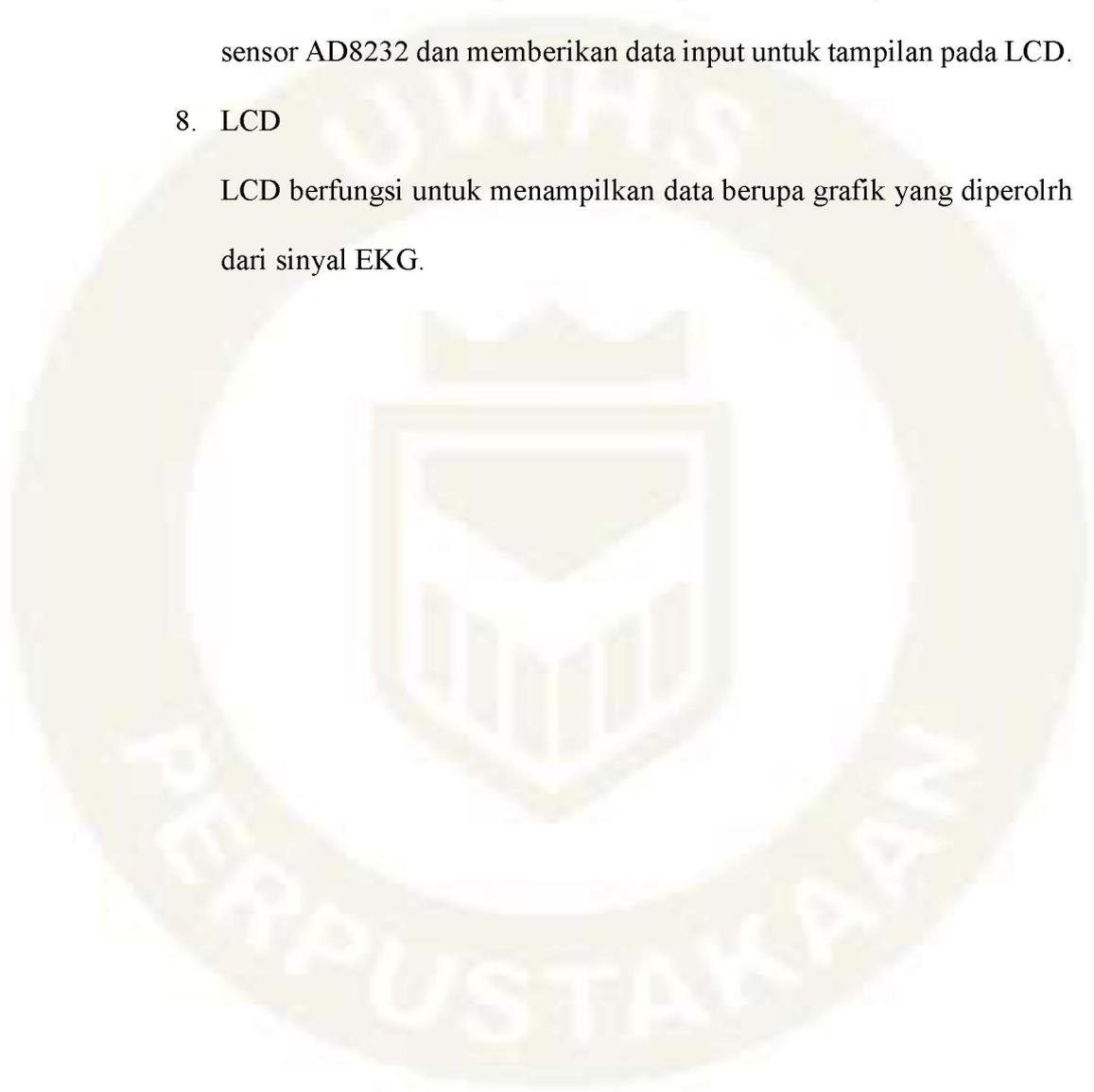
dengan frekuensi yang diinginkan dan meredam sinyal-sinyal diluar batas frekuensi sinyal EKG.

7. Arduino Nano

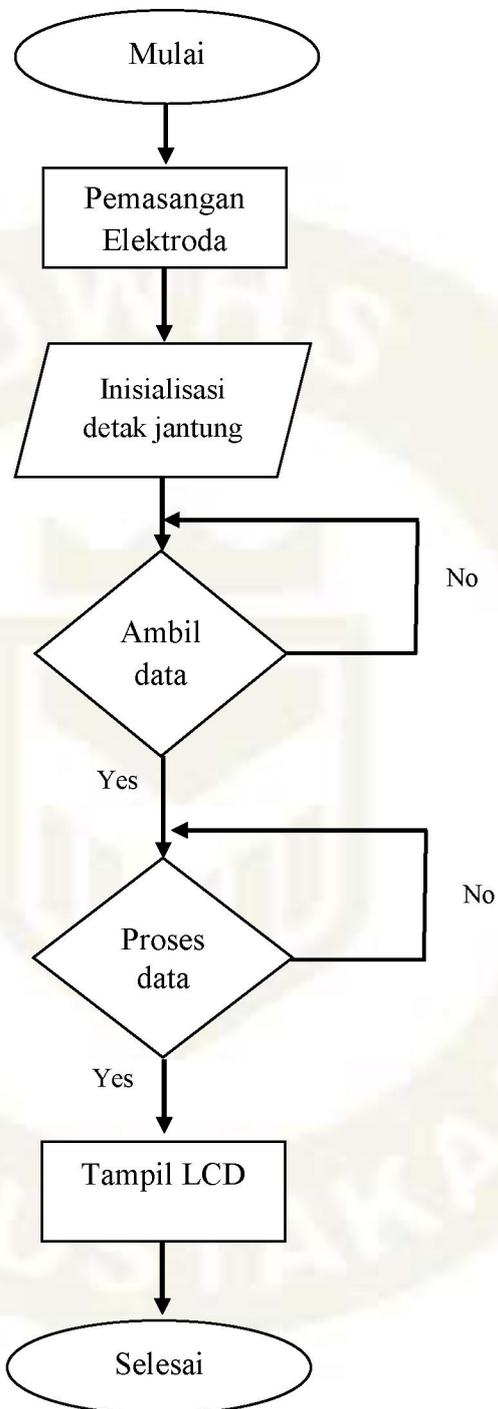
Arduino Nano berfungsi untuk mengolah dan memproses data dari sensor AD8232 dan memberikan data input untuk tampilan pada LCD.

8. LCD

LCD berfungsi untuk menampilkan data berupa grafik yang diperoleh dari sinyal EKG.



3.4 Flow chart



Gambar 3. 2 Flow chart

Keterangan :

Pada saat alat mulai kemudian memasang elektroda ke pasien sesuai sadapan, selanjutnya alat akan melakukan inisialisasi detak jantung. Dilanjutkan pengambilan data jika “yes”, jika “no” akan kembali pada inisialisasi detak jantung. Setelah ambil data alat, jika “yes” alat akan melakukan pemrosesan data dengan sinyal analog yang terdeteksi ini diolah, jika “no” akan terus menerus ambil data. Selanjutnya setelah pemrosesan, sinyal jantung akan ditampilkan grafik sinyal EKG pada LCD. Setelah grafik tampil di LCD kemudian selesai.

3.5 Standar Oprasional

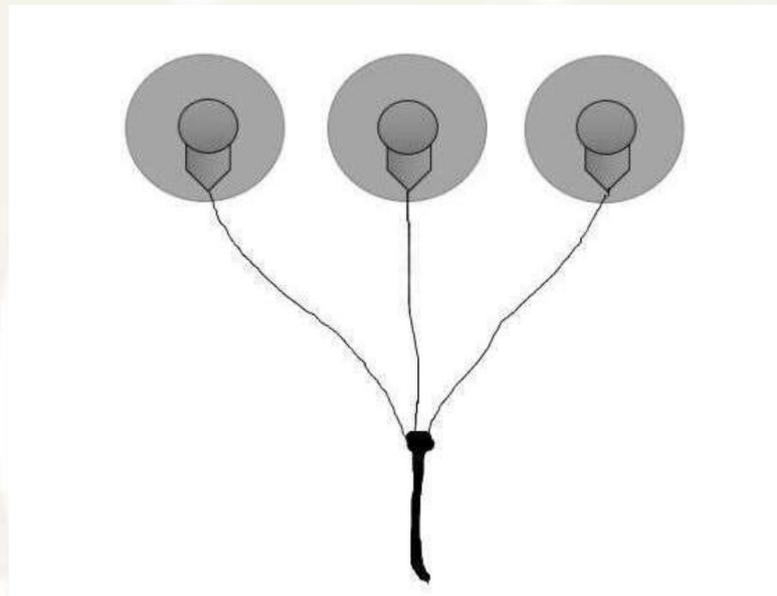
Standar oprasional pengoprasian dalam menggunakan alat monitoring ekg 3 channel berbentuk portable sebagai berikut :

- a. Siapkan tranduser dan pasang elektroda pada tranduser.
- b. Pasang tranduser yang sudah dipasangkan dengan elektroda tadi pada alat monitoring ekg.
- c. Pasang elektroda pada pasien sesuai sadapan yaitu tranduser warna kuning ditempelkan pada pergelangan tangan sebelah kiri, warna merah ditempelkan pada pergelangan tangan sebelah kanan, dan warna hijau ditempelkan pada bawah lutut kaki sebelah kanan.
- d. Tekan tombol on pada sklar.
- e. Tunggu beberapa saat agar grafik yang tampil di LCD stabil.
- f. Lakukan monitoring pada grafik sinyal jantung yang ditampilkan pada LCD.

- g. Setelah selesai melakukan monitoring matikan alat dengan menekan tombol off.
- h. Lepas transduser dan buang elektroda karena hanya sekali pakai.
- i. Gulung kabel transduser dan simpan bersama alat.

3.6 Perencanaan Desain

3.6.1 Elektroda



Gambar 3. 3 Desain Elektroda

3.6.2 Box Kontrol



Gambar 3. 4 Desain Box Kontrol

3.6.3 Desain Keseluruhan Alat



Gambar 3. 5 Desain Keseluruhan Alat

Keterangan :

Bahan : Akrilik

Dimensi : 20 x 15 x 6

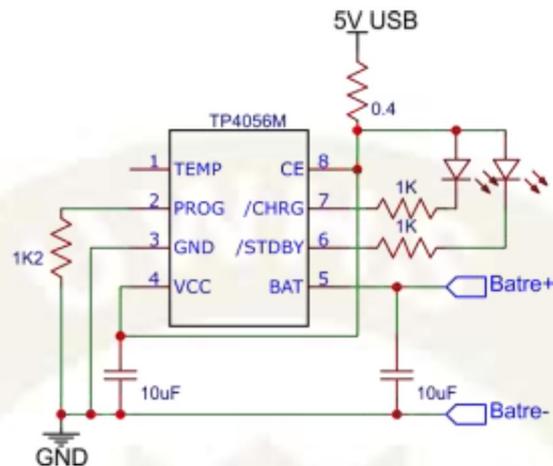
3.7 Perencanaan Komponen

Table 3. 1 Komponen Alat

NO	BAHAN	JUMLAH
1.	Baterai	1
2.	Sensor AD8232	1
3.	Arduino Nano	1
4.	LCD Touchscreen 5 inch	1
5.	Modul MT3608	1
6.	Modul Charger	1
7.	Kapasitor	Secukupnya
8.	Dioda	Secukupnya
9.	Resistor	Secukupnya
10.	Akrilik	Secukupnya

3.8 Perencanaan Rangkaian

3.8.1 Rangkaian Charger



Gambar 3. 6 Rangkaian Charger

Baterai Charger adalah suatu alat yang berfungsi untuk mengisi baterai dengan tegangan konstan, tegangan ini akan mengisi baterai hingga mencapai tegangan yang ditentukan atau sering disebut full charger. Rangkaian *charger* mendapat *supply* sebesar 5v, rangkaian *charger* berfungsi untuk pengisian baterai. Tegangan kerja Baterai yaitu 3,7 volt. Tegangan maksimum dapat di cas 4,2 volt dan baterai dianggap kosong pada tegangan 2,8 – 3,0 volt, kemudian terdapat dua buah LED sebagai indikator bila sedang mengisi daya maka LED merah akan menyala dan jika baterai sudah penuh maka LED biru akan menyala.

Ketahanan baterai :

Diket : Kapasitas baterai = 2600mAH

$$= 2,6 \text{ AH}$$

Arus keseluruhan = 1,3A

Ditanya : Ketahanan baterai?

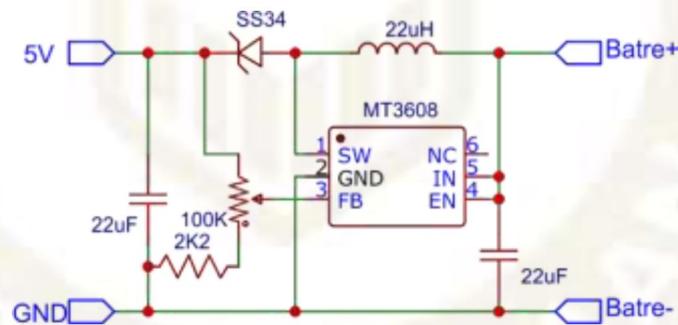
Jawab : Ketahanan baterai = Kapasitas : Arus keseluruhan
 $= 2,6 : 1,3$
 $= 2 \text{ jam}$

Jadi ketahanan baterai dapat bertahan selama 2jam.

Table 3. 2 Komponen Modul Charger

No	Komponen	Tipe/ Nilai	Jumlah
1	IC TP4056	-	1
2	Resistor	1K2	1
3	Resistor	1K	2
4	Kapasitor	10 μ F	2
5	LED	-	2

3.8.2 Rangkaian Step Up



Gambar 3. 7 Rangkaian Step Up

Rangkaian step up berfungsi untuk menaikkan tegangan DC menjadi 5v dengan tegangan awal 3,7v. Teknologi yang dipakai pada rangkaian ini adalah menggunakan switching, dengan mengubah level tegangan DC dengan menyimpan energi input sementara dan kemudian melepaskan energi output tersebut pada output tegangan yang berbeda dalam komponen medan magnet inductor.

Rumus mencari R1 pada modul step-up :

Diketahui : R2 = 2200 Ohm

$$V_{ref} = 0,6$$

$$V_{out} = 5V$$

Ditanya : R1?

Jawab : $R1 = R2 \times \left(\frac{V_{out}}{V_{ref}} - 1 \right)$

$$R1 = 2200 \times \left(\frac{5}{0,6} - 1 \right)$$

$$R1 = 16133 \text{ Ohm}$$

$$R1 = 16K1 \text{ Ohm}$$

Setelah diketahui nilai R1 kemudian masukan nilai pada rumus stepup sebagai berikut :

$$V_{out} = V_{ref} \times \left(\frac{R1}{R2} + 1 \right)$$

$$V_{out} = 0,6 \times \left(\frac{16133}{2200} + 1 \right)$$

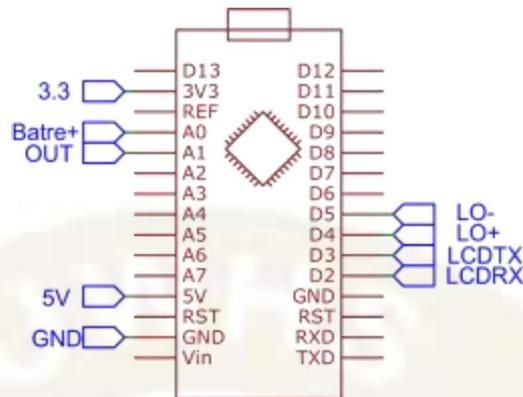
$$V_{out} = 0,6 \times 8,33$$

$$V_{out} = 5V$$

Table 3. 3 Komponen Step Up

No	Komponen	Tipe/Jenis	Jumlah
1	IC	MT3608	1
2	Kapasitor	22 μ F	2
3	Resistor	2K2	1
4	Resistor	100K	1
5	Dioda Zener	SS34	1
6	Induktor	22 μ H	1

3.8.3 Modul Mikrokontroler



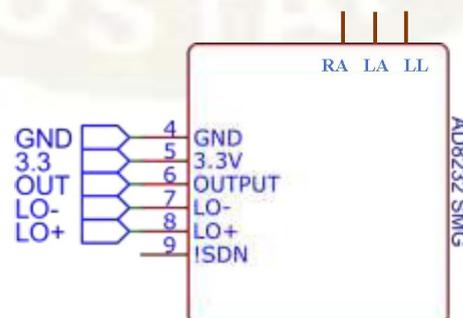
Gambar 3. 8 Pin Arduino Nano

Arduino Nano pin yang fungsinya untuk memungkinkan terjadinya komunikasi serial pada Arduino. Pada rangkaian Arduino Nano ini berfungsi sebagai pemrosesan data, mikrokontroler arduino nano bekerja dengan tegangan input 5 volt yang didapat dari rangkaian modul step-up. Pada pin A0 dihubungkan ke baterai, kemudian pin A4, A5 dihubungkan pada lcd, dan diberi *ground*.

Table 3. 4 Komponen Mikrokontroler

No	Komponen	Type / Jenis	Jumlah
1	Arduino	Nano	1

3.8.4 Modul Single Lead Heart Rate Monitor AD8232



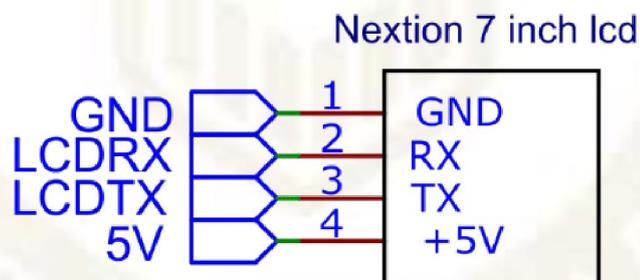
Gambar 3. 9 Pin Single Lead Heart Rate Monitor AD8232

Single lead heart rate monitor AD8232 dihubungkan pada arduino digunakan untuk mengukur elektrokardiogram (EKG) dan aktivitas bioelektrik yang terjadi di tubuh manusia. Modul ini akan mendeteksi aktivitas kelistrikan yang terjadi di otot jantung dan mengirimkan hasil pengukuran berupa sinyal analog, kemudian AD8232 yang digunakan sebagai analog-to-digital converter (ADC) akan mengubah sinyal analog menjadi sinyal digital sehingga mikrokontroler dapat segera memprosesnya.

Table 3. 5 *Komponen Single Lead Heart Rate Monitor*

No	Komponen	Tipe / Jenis	Jumlah
1	Sensor Heart Rate	AD8232	1

3.8.5 Modul LCD



Gambar 3. 10 Pin LCD

Rangkaian LCD berfungsi sebagai media menampilkan grafik dari sinyal EKG. Pada rangkaian ini menggunakan LCD *touchscreen* yang di hubungkan pada pin kaki Arduino Nano yang akan memberikan instruksi-instruksi perintah yang akan diproses dan ditampilkan pada layar LCD . Untuk menyambungkan LCD dengan

board Arduino Nano memerlukan 4 pin digital untuk mengendalikan sebuah modul LCD.

Table 3. 6 Komponen Rangkaian LCD

No	Komponen	Tipe / Jenis	Jumlah
1	LCD	7 inch	1

3.9 Persiapan Peralatan

Table 3. 7 Persiapan Peralatan

No	Alat	Jumlah
1.	Tool set	1
2.	Solder	1
3.	Bor	1
4.	Gerenda	1
5.	Multimeter	1

3.10 Pembuatan Modul

Langkah-langkah yang dilakukan dalam pembuatan modul adalah sebagai berikut :

- a. Mempersiapkan gambar rangkaian wiring keseluruhan.
- b. Menentukan komponen yang diperlukan sesuai dengan rangkaian.
- c. Menentukan bagian-bagian yang akan dipasang pada kotak kontrol seperti LCD, saklar, baterai, arduino , modul charger, step up, dan titik pengukuran (TP).

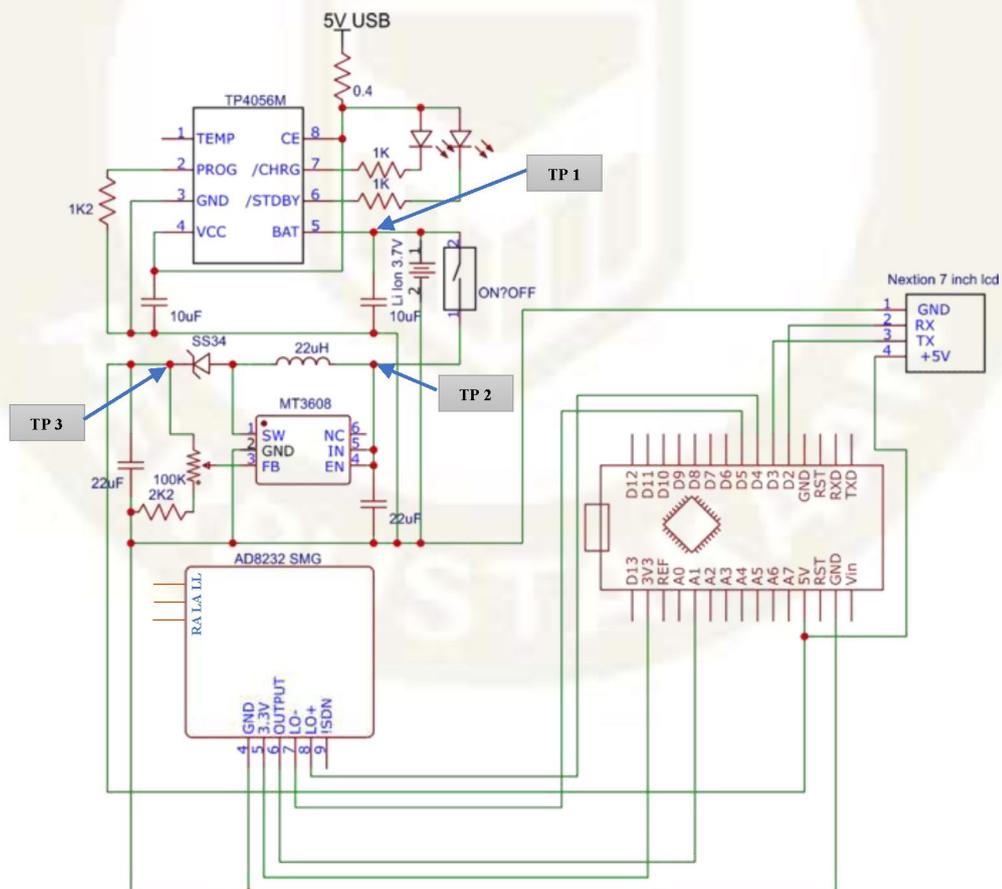
- d. Merancang tata letak tiap komponen dan jalur hubungan antara komponen untuk dilakukan penyolderan.
- e. Memastikan tidak ada jalur antar penghantar yang saling bersinggungan.
- f. Mengunduh program yang telah dibuat ke mikrokontroler.

3.11 Perencanaan Titik Pengukuran

Titik-titik pengukurannya adalah sebagai berikut:

1. TP 1, tegangan keluaran (output) baterai.
2. TP 2, tegangan masukan (input) 4VDC.
3. TP 3, tegangan keluaran (output) 5VDC.

Berikut ditinjau titik pengukuran pada gambar rangkaian keseluruhan modul:



Gambar 3. 11 Titik Pengukuran

BAB IV

PENGUKURAN DAN PENDATAAN

4.1 Pengertian

Pengukuran adalah kegiatan membandingkan suatu besaran yang diukur dengan alat ukur yang digunakan sebagai satuan. Pendataan adalah pencatatan hasil dari pengukuran pada titik-titik pengukuran yang ditentukan berdasarkan kebutuhan alat. titik-titik pengukuran ditentukan berdasarkan kebutuhan untuk membandingkan antara hasil ukur menurut teori terhadap hasil pengukuran langsung terhadap titik pengukuran. Hasil pengukuran disajikan dalam bentuk tabel untuk mempermudah dalam menganalisa data.

4.2 Persiapan Pengukuran

Dalam proses pengukuran ini, alat ukur yang digunakan adalah sebagai berikut:

j. **Multimeter Digital**

Merk : Sanwa

Model : CD800a

Buatan : China

k. **Osiloskop Digital**

Merk : Owon

Model : SDS1102

l. **Phantom ECG**

Merk : Datrend Systems Inc

Model : 20A ECG

4.3 Hasil Pengukuran

Dari pengukuran yang dilakukan pada titik pengukuran (TP1 dan TP2) diperoleh hasil pengukuran sebagai berikut :

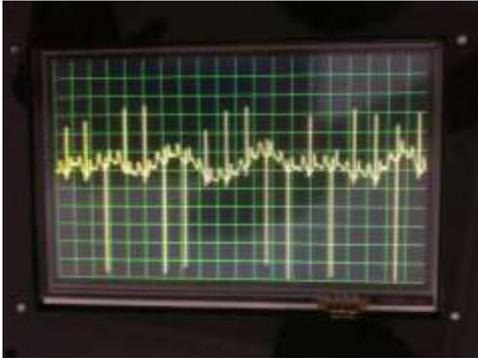
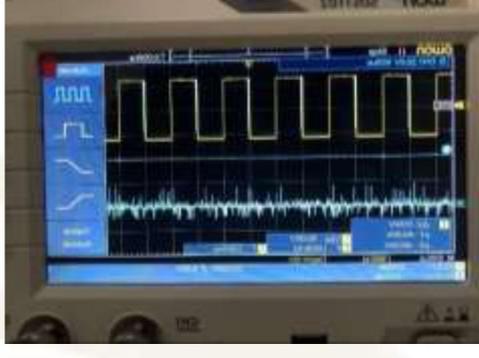
Table 4. 1 Hasil TP

Titik	Hasil	Keterangan	Gambar
TP1	3,7	Tegangan keluaran baterai	
TP2	3,62	Tegangan masukan step up	
TP3	4,99	Tegangan keluaran step up	

4.4 Hasil Perbandingan

Hasil perbandingan alat ini dilakukan dengan membandingkan grafik sinyal jantung yang tampil pada osiloskop yang diberi tegangan oleh phantom ekg dengan alat yang saya buat.

Table 4. 2 Hasil Perbandingan

Kondisi Sinyal Pada Alat	Kondisi Sinyal Pada Osiloskop
	

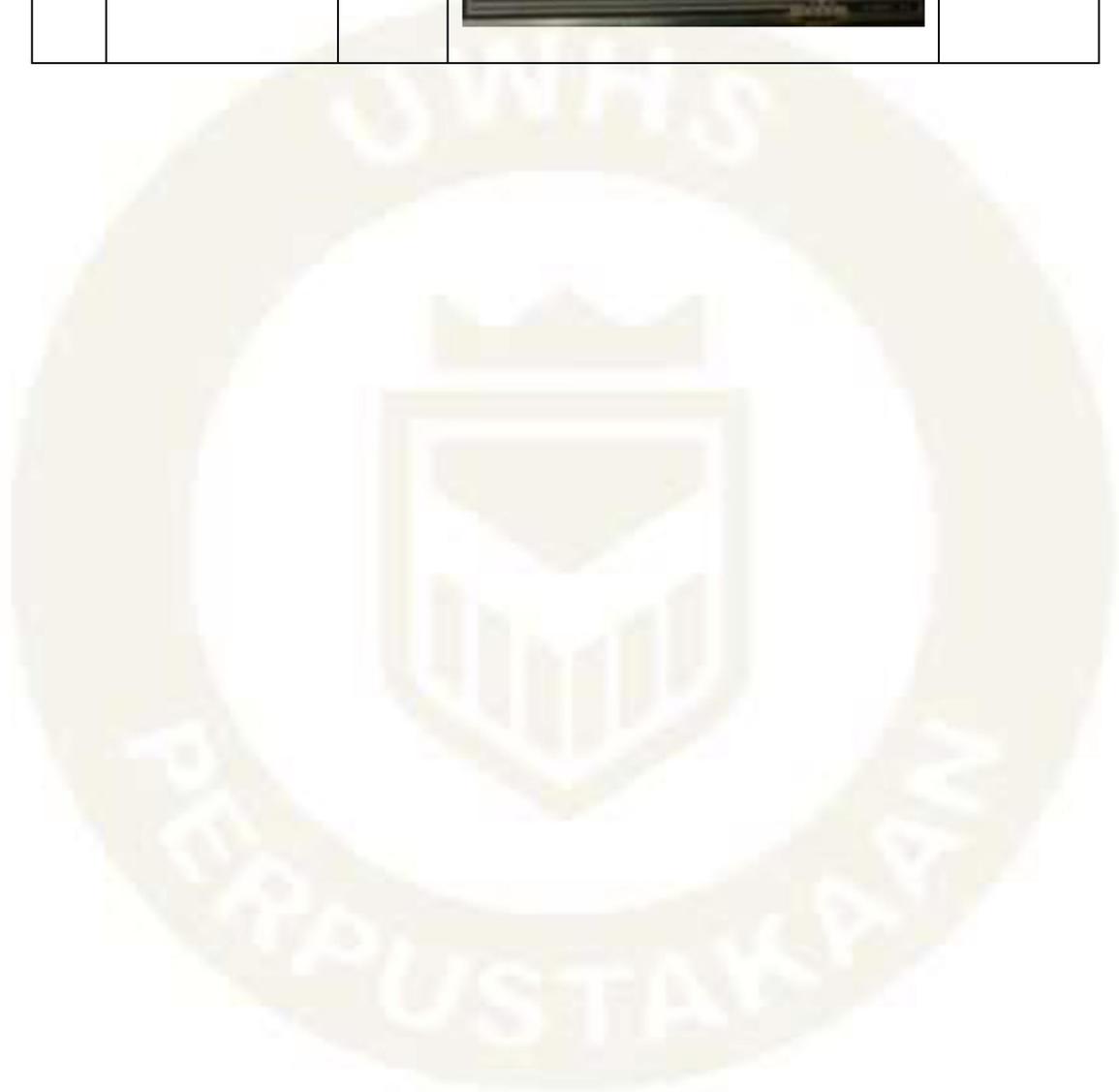
4.5 Percobaan Alat

Percobaan alat yang dibuat dilakukan dengan berbagai kondisi keadaan pasien yang berbeda-beda.

Table 4. 3 Percobaan Alat

No.	Kondisi Pasien	Hasil	Gambar	Kotak
1.	Pasien saat tidak melakukan kegiatan apapun.	61 BPM		305 kotak besar
2.	Pasien setelah melakukan aktifitas ringan.	81 BPM		405 kotak besar

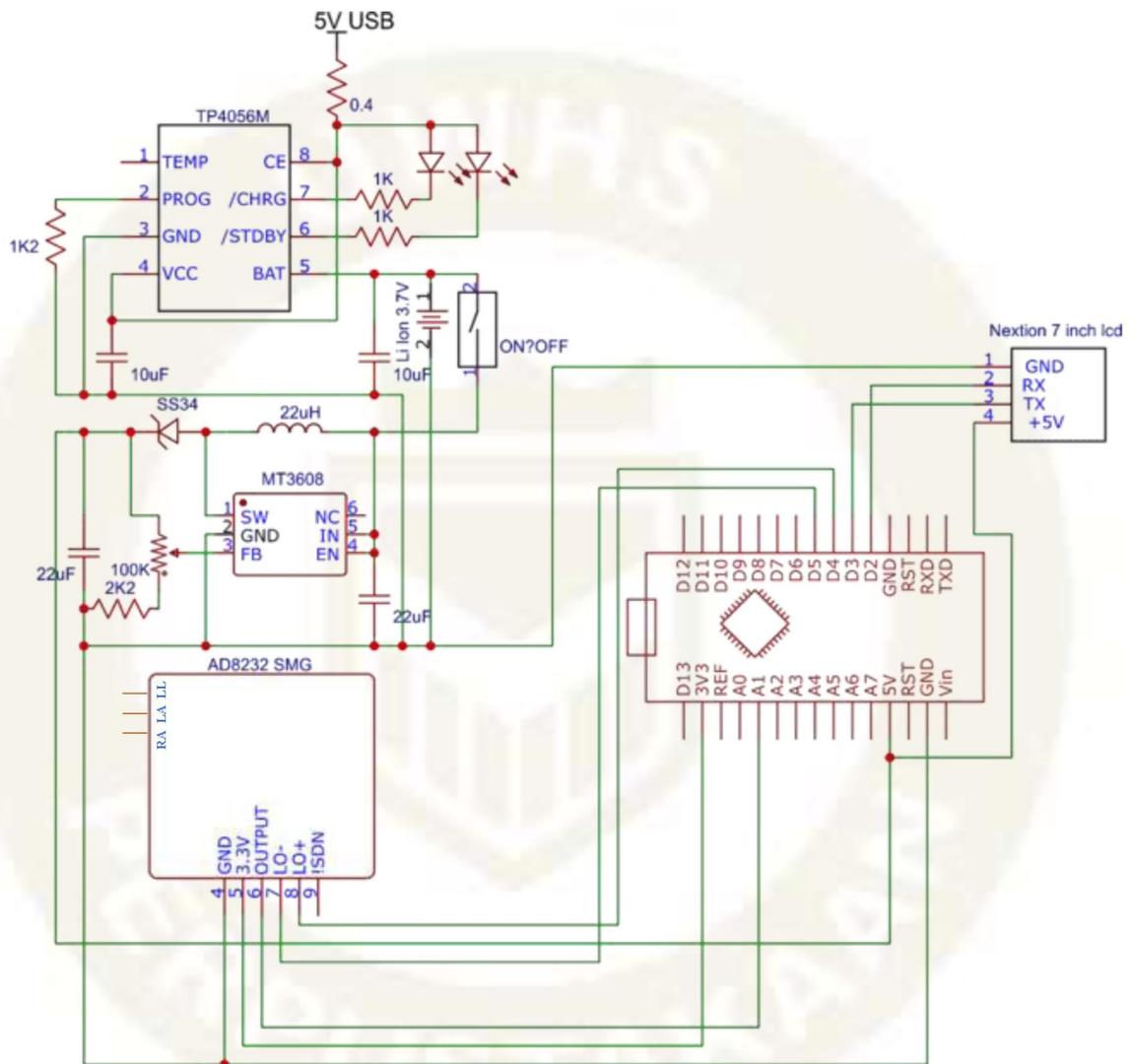
3.	Pasien setelah melakukan olahraga.	125 BPM		625 kotak besar
----	------------------------------------	------------	--	--------------------



BAB V

ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

5.1 Wiring Keseluruhan Alat



Gambar 5. 1 Wiring Diagram Keseluruhan

5.2 Cara Kerja Wiring Diagram

Ketika proses pengecasan mendapat *supply* tegangan 220 VAC melalui adaptor dihubungkan ke modul charger, lalu rangkaian *charger* akan melakukan pengisian baterai Lithium Ion, pada saat melakukan pengisian baterai maka *indicator* LED akan menyala, LED berwarna merah menandakan bahwa baterai belum penuh dan LED biru menandakan bahwa baterai telah penuh, kemudian *output* dari baterai akan dinaikan tegangan menggunakan rangkaian step-up dari tegangan 3,7V menjadi 5V kemudian keluaran tersebut akan mensupply keseluruhan rangkaian. Modul AD8232 akan bekerja, Selanjutnya modul AD8232 yang mendapatkan tegangan sebesar 5V dari step-up kemudian akan mendeteksi sinyal kelistrikan jantung. Kemudian mengkonversi sinyal informasi biologis tersebut menjadi sinyal elektrik. Sinyal yang dihasilkan dari elektroda tersebut memiliki *amplitude* sekitar 0.13 mV, kemudian sinyal tersebut di lanjutkan pada penguat instrumentasi AD8232 yang tersusun dari beberapa Op-Amp dan sebuah filter yang berfungsi menguatkan sinyal amplitude kecil dan meredam noise. Sinyal analog yang dihasilkan dari penguat instrumentasi di ubah ke digital, setelah itu data digital tersebut akan diproses oleh Arduino Nano dan kemudian akan diolah oleh Arduinino Nano dan ditampilkan pada LCD yang mendapatkan supply sebesar 5V dari *step-up*.

5.3 Analisa Data Hasil Pengukuran

Analisa pendataan dilakukan agar dapat melakukan perbandingan antara teori dan praktik. Data yang di peroleh secara teori dan di perhitungkan secara matematis menggunakan rumus-rumus yang relevan dan juga dari komponen-

komponen yang dianalisa, sedangkan untuk praktiknya berupa data yang diperoleh dari pengukuran pada test point Bab IV. Analisis data dari pengukuran ini bertujuan untuk :

- a. Membandingkan antara hasil menurut teori dan hasil ukur pada tiap-tiap titik pengukuran.
- b. Mengetahui besarnya presentase kesalahan (PK) pada tiap titik pengukuran.
- c. Mengetahui kemungkinan penyebab antara hasil teori dan hasil ukur.

Presentase kesalahan (PK) dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$PK = \left| \frac{\text{Hasil Teori (HT)} - \text{Hasil Ukur (HU)}}{\text{Hasil Teori (HT)}} \right| \times 100$$

5.3.1 Analisa Pada TP1

TP1 merupakan titik pengukuran tegangan keluaran dari baterai. Secara teori keluaran baterai adalah 3V-3,7V, pada hasil pengukuran didapat keluaran baterai adalah 3,7V nilai tersebut masih memasuki batas nilai toleransi dengan datasheet baterai. yang memiliki tegangan minimal 3V dan tegangan maksimal sebesar 3,7V.

5.3.2 Analisa Pada TP2

TP2 merupakan titik pengukuran tegangan masukan dari Step-Up. Secara teori masukan Step-Up adalah 2V~12V, pada hasil pengukuran didapat masukan Step-Up adalah 3,62V dengan nilai tersebut memasuki batas toleransi dengan datasheet Step Up MT3608 yang memiliki masukan

tegangan minimal 2V dan masukan tegangan maksimal 12V.

5.3.3 Analisa Pada TP3

TP3 merupakan titik pengukuran tegangan keluaran dari Step-Up. Secara teori keluaran Step-Up adalah 5V, pada hasil pengukuran didapat keluaran Step-Up adalah 4,99V dengan nilai yang didapat adalah sebagai berikut :

$$PK = \left| \frac{\text{Hasil Teori (HT)} - \text{Hasil Ukur (HU)}}{\text{Hasil Teori (HT)}} \right| \times 100$$

$$PK = \left| \frac{5V - 4,99V}{5V} \right| \times 100$$

$$PK = 0,002 \times 100$$

$$PK = 0,2\%$$

Hal ini menandakan keluaran dari Step-Up masih bekerja secara normal karena tegangan keluarannya masih di dalam batas toleransi.

Jadi dari hasil pengukuran TP1 – TP3 didapatkan presentasi kesalahan sebesar 0,2 %. Maka mendapatkan keakurasian sebesar :

$$\text{Keakurasian} = 100\% - PK$$

$$= 100\% - 0,2\%$$

$$\text{Keakurasian} = 99,8\%$$

5.3.4 Analisa Pada Perbandingan Alat

Pada perbandingan alat yang dibuat mendapatkan sinyal jantung dari pasien dengan osiloskop yang mendapatkan tegangan dari phantom ecg, mendapatkan grafik sinyal yang sesuai. Maka dari itu dari hasil

perbandingan diatas terbukti bahwa alat dapat mengeluarkan grafik sinyal dengan baik.

5.3.5 Analisa Percobaan 1

Pada percobaan 1 saat kondisi pasien pada saat tidak melakukan kegiatan apapun diperoleh frekuensi sebanyak 61 BPM. Jadi frekuensi 61 BPM termasuk pada irama sinus ritmis yang frekuensi R-R' sebanyak 60-100 yang berarti jantung pada keadaan normal.

5.3.6 Analisa Percobaan 2

Pada percobaan 2 saat kondisi pasien setelah melakukan aktivitas ringan diperoleh frekuensi sebanyak 81 BPM. Jadi frekuensi 81 termasuk pada irama sinus ritmis yang frekuensi R-R' sebanyak 60-100 yang berarti jantung pada keadaan normal. Jika dibandingkan dengan percobaan 1 hasil grafik percobaan 2 lebih sempit dibanding percobaan 1.

5.3.7 Analisa Percobaan 3

Pada percobaan 3 saat kondisi pasien setelah melakukan olahraga diperoleh frekuensi sebanyak 125 BPM. Jadi frekuensi 125 termasuk pada irama sinus *tachycardial* yang frekuensi R-R' sebanyak 100 - 280 yang berarti jantung pada keadaan iramanya lebih cepat. Jika dibandingkan dengan percobaan 1 dan percobaan 2 hasil grafik percobaan 3 lebih sempit dibanding percobaan 1 dan percobaan 2.

BAB VI

PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Setelah melakukan pembuatan, pengujian, dan pendataan pada alat dapat disimpulkan bahwa:

- a. Alat rancang bangun monitoring ekg 3 channel dengan sensor ad8232 dapat bekerja dengan baik sesuai dengan fungsinya.
- b. Berdasarkan percobaan alat pada pasien jika mendapatkan frekuensi sebanyak 60 – 100 dalam 1 menit maka pasien memiliki irama jantung sinus ritmis, sedangkan jika mendapatkan frekuensi sebanyak lebih dari 100 dalam 1 menit maka pasien memiliki sinyal jantung yang berirama sinus *tachycardia*.

6.2 Saran

Setelah melakukan pembuatan, pengujian dan pendataan pada alat, penulis memberikan saran sebagai pengembangan peneliti selanjutnya yaitu sebagai berikut :

- a. Alat dapat dikembangkan menjadi monitoring EKG 3 Lead
- b. Hasil pembacaan alat dapat dibuat dengan system android atau IoT.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Atfirul Aziz, Dewa Gede Hari Wisana, Endro Yulianto. 2016. MONITORING EKG 3 CHANNEL BERBASIS PERSONAL KOMPUTER.
- [2] Abdullah, dr. Rozi. 2014. Elektrofisiologi Jantung. <http://bukusakudokter.org/2012/10/14/anatomi-fisiologi-jantung/> (diakses tanggal 21 September 2015).
- [3] Abdullah, dr. Rozi. 2014. Elektrofisiologi Jantung. <http://bukusakudokter.org/category/diagnostic-tools/ekg/> (diakses tanggal 21 September 2015).
- [4] Circuitstoday. Desember 2014. Instrumentation Amplifier. <http://www.circuitstoday.com/instrumentation-amplifier> (diakses tanggal 24 September 2015).
- [5] Elektronika Dasar. 2014. Pengertian dan Kupas Tuntas Band Pass Filter. <http://pengertian-dan-kupas-tentangband-pass.html> (diakses tanggal 23 September 2015).
- [6] Surtono, A., Widodo, T. S., & Tjokronagoro, M. (2012). Analisis Klasifikasi Sinyal EKG Berbasis Wavelet dan Jaringan Syaraf Tiruan. *Jurnal Nasional Teknik Elektro Dan Teknologi Informasi*, 1(3), 60–66. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.1236.5280>.
- [7] THALER, M. (2012). SATU-SATUNYA BUKU EKG YANG ANDA PERLUKAN (KETUJUH ED.). JAKARTA: PENERBIT BUKU KEDOKTERAN:(EGC). (ISBN 978-979-044-460-7)

- [8] SURIEPTO, U., DAN UTAMA, J. (2014). TELEMONTORING ELEKTROKARDIOGRAFI PORTABEL PORTABEL PORTABLE ELECTROCARDIOGRAPH TELEMONTORING. TELEKONTRAN, 2(1), 19-28.



LAMPIRAN

```
#include "Nexion.h"

SoftwareSerial LCDNEX(11, 12);

#define LOMAX 2

#define LOMIN 3

int data kirim, bacaadc, awalbaca, kondisibaca, hitung, bpm, zoom, berhenti;

int offset = 5;

unsigned long millisdulu, millissekarang, millisreset, millisdetak;

//page0

NexWaveform s0 = NexWaveform(0, 1, "s0");

NexNumber n0 = NexNumber(0, 2, "n0");//BPM

NexButton b0 = NexButton(0, 4, "b0");//+

NexButton b1 = NexButton(0, 5, "b1");//-

NexButton b2 = NexButton(0, 6, "b2");//-

NexTouch *nex_listen_list[] =

{

    &b0, &b1, &b2, NULL

};

void setup() {

    //Serial.begin(9600);

    nexInit();

    pinMode(LOMAX, INPUT);

    pinMode(LOMIN, INPUT);
```

```
awalbaca = analogRead(A1);

kondisibaca = 0;

hitung = 0;

zoom = 2;

b0.attachPop(b0PopCallback);
b1.attachPop(b1PopCallback);
b2.attachPop(b2PopCallback);

berhenti = 1;
}

void loop() {
  nexLoop(nex_listen_list);
  millisekarang = millis();
  bacaadc = analogRead(A1);
  //Serial.println(zoom);
  data kirim = bacaadc / zoom;
  if (berhenti == 1)
  {
    s0.addValue(0, data kirim);
    if (bpm <= 150)
    {
      n0.setValue(bpm);
    }
  }
}
```

```
b2.setText("STOP");
}
if (berhenti == 0)
{
    b2.setText("START");
}

if (kondisibaca == 0)
{
    if (bacaadc >= awalbaca + ofset || bacaadc <= awalbaca - ofset)
    {
        hitung++;
        kondisibaca = 1;
    }
}
else
{
    if (bacaadc > awalbaca - ofset + 1 && bacaadc < awalbaca + ofset - 1 )
    {
        kondisibaca = 0;
    }
}

if (hitung == 1)
```

```
{
    millisdulu = millisekarang;
    millisreset = millisekarang;
}
if (hitung == 3)
{
    hitung = 0;
    millisdetak = millisekarang - millisdulu;
    bpm = 120000 / millisdetak;
    millisreset = millisekarang;
}
if (millisekarang - millisreset >= 10000)
{
    bpm = 0;
    millisreset = millisekarang;
}
}
void b1PopCallback(void *ptr)//++
{
    if (zoom < 4)
    {
        zoom++;
    }
}
```

```
}  
  
void b0PopCallback(void *ptr)//--  
{  
    if (zoom > 0)  
    {  
        zoom--;  
    }  
}  
  
void b2PopCallback(void *ptr)//++  
{  
    if (berhenti == 0)  
    {  
        delay(250);  
        berhenti = 1;  
    }  
    if (berhenti == 1)  
    {  
        delay(250);  
        berhenti = 0;  
    }  
}  
}
```