

**LABORATORIUM KETERAMPILAN KLINIS
KETERAMPILAN PEMASANGAN
ELEKTROKARDIOGRAFI (EKG)**



Buku Pedoman Keterampilan Klinis

**FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS SEBELAS MARET SURAKARTA
2019**

TIM PENYUSUN

KETUA : Ratna Kusumawati**

SEKRETARIS : Heru Sulastomo*

ANGGOTA : 1. Yuliana Heri Suselo**
2. Dono Indarto**
3. Sinu Andhi Jusup**
4. Risalina Myrtha*

**** Bagian Jantung dan Pembuluh Darah Fakultas Kedokteran Universitas
Sebelas Maret Surakarta/ RSUD dr Moewardi Surakarta***

*****Bagian Fisiologi Fakultas Kedokteran Universitas Sebelas Maret
Surakarta***

ABSTRAK

Pemeriksaan elektrokardiografi (EKG) merupakan salah satu kompetensi yang harus dikuasai dalam kurikulum pendidikan dokter. Pemeriksaan EKG merupakan salah satu pemeriksaan penunjang untuk menegakkan diagnosis penyakit jantung. EKG juga memiliki keterbatasan antara lain adanya variasi normal pada beberapa populasi yang terkadang menimbulkan misdiagnosis, sehingga dalam melakukan interpretasi EKG perlu juga diketahui data fisik dan data klinis pasien.

Pada pembelajaran ini, mahasiswa akan mempelajari bagaimana melakukan pemasangan pemeriksaan EKG. Teknis pembelajaran dilangsungkan dengan metode belajar terbimbing dengan didampingi instruktur dan mandiri dengan belajar sendiri, serta responsi untuk mengevaluasi hasil belajar. Penilaian akhir dilakukan pada akhir semester melalui *Objective Structure Clinical Examination* (OSCE).

KATA PENGANTAR

Kami mengucapkan puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Kuasa, karena dengan bimbingan-Nya pada akhirnya penulis dapat menyelesaikan penyusunan Buku Keterampilan Klinis: Pemasangan Pemeriksaan Elektrokardiografi (EKG) sebagai Pedoman Keterampilan Klinis bagi mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Sebelas Maret Surakarta Semester IV. Buku Pedoman Keterampilan Klinis ini disusun sebagai salah satu penunjang pelaksanaan *Problem Based Learning* di FK UNS.

Perubahan paradigma pendidikan kedokteran serta berkembangnya teknologi kedokteran dan meningkatnya kebutuhan masyarakat menyebabkan perlunya dilakukan perubahan dalam kurikulum pendidikan dokter khususnya kedokteran dasar di Indonesia. Seorang dokter umum dituntut untuk tidak hanya menguasai teori kedokteran, tetapi juga dituntut terampil dalam mempraktekkan teori yang diterimanya termasuk dalam melakukan Pemeriksaan Fisik dan Keterampilan Diagnostik yang benar terhadap pasiennya.

Keterampilan Pemeriksaan Elektrokardiografi initerbagi menjadi dua bagian pembelajaran yaitu keterampilan pemasangan pemeriksaan EKG dan keterampilan interpretasi hasil EKG. Kedua bagian itu dipelajari dipelajari di semester IV Fakultas Kedokteran Universitas Sebelas Maret Surakarta. Dengan disusunnya buku ini penulis berharap mahasiswa kedokteran lebih mudah dalam mempelajari dan memahami pemeriksaan elektrokardiografi (EKG) dengan benar sebagai bagian dari keterampilan diagnostik dan terapeutik.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu penyusunan buku ini. Penulis menyadari bahwa buku ini masih banyak kekurangannya, sehingga penulis sangat mengharapkan saran dan kritik yang membangun untuk perbaikan dalam penyusunan buku ini.

Terima kasih dan selamat belajar.

Surakarta, Februari 2019

Tim penyusun

DAFTAR ISI

TIM PENYUSUN.....	ii
ABSTRAK.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI	v
PENDAHULUAN	vi
RPS SKILL LAB ELEKTROKARDIOGRAFI.....	vii
PEMERIKSAAN ELEKTROKARDIOGRAFI (EKG).....	1
A. ANATOMI JANTUNG	1
B. DASAR-DASAR FISIOLOGI.....	2
B.1. Dasar Elektrofisiologi	2
B.2. Sistem Konduksi Jantung.....	5
B.3. Siklus Jantung	8
B.4. Listrik Jantung dan Elektrokardiografi	8
B.5. Peristiwa Listrik pada Siklus Jantung	9
C. CARA PEMASANGAN ELEKTROKARDIOGRAFI.....	10
C.1. Spesifikasi dan Kalibrasi Kertas EKG	10
C.2. <i>Lead</i> (Sadapan)	12
PROSEDUR PEMASANGAN EKG	16
A. ALAT DAN BAHAN	16
B. TAHAP PERSIAPAN	16
CHECKLIST PENILAIAN KETERAMPILAN PEMASANGAN EKG.....	18
DAFTAR PUSTAKA.....	19

PENDAHULUAN

Pemeriksaan elektrokardiografi merupakan salah satu pemeriksaan penunjang untuk membantu mendiagnosis penyakit jantung. Bekal pengetahuan yang harus dimiliki mahasiswa sebelum mempelajari keterampilan Pemeriksaan Elektrokardiografi (EKG) adalah:

1. Anatomi dinding dada dan jantung (ruang jantung, katub jantung, dan pembuluh darah besar).
2. Fisiologi jantung (siklus jantung, sistem konduksi jantung, dan listrik jantung).

TUJUAN PEMBELAJARAN

Setelah mempelajari pemeriksaan elektrokardiografi ini mahasiswa diharapkan mampu:

1. Menjelaskan anatomi dan fisiologi kelistrikan jantung.
2. Melakukan pemasangan elektrokardiografi.
3. Menjelaskan morfologi elektrokardiografi.
4. Melakukan interpretasi elektrokardiografi normal.
5. Melakukan interpretasi elektrokardiografi patologis.

Tingkat Kompetensi Keterampilan Klinik menurut SKDI 2012

PEMERIKSAAN DIAGNOSTIK		
19	Elektrokardiografi (EKG): pemasangan dan interpretasi hasil EKG sederhana (VES, AMI, VT, AF)	4A

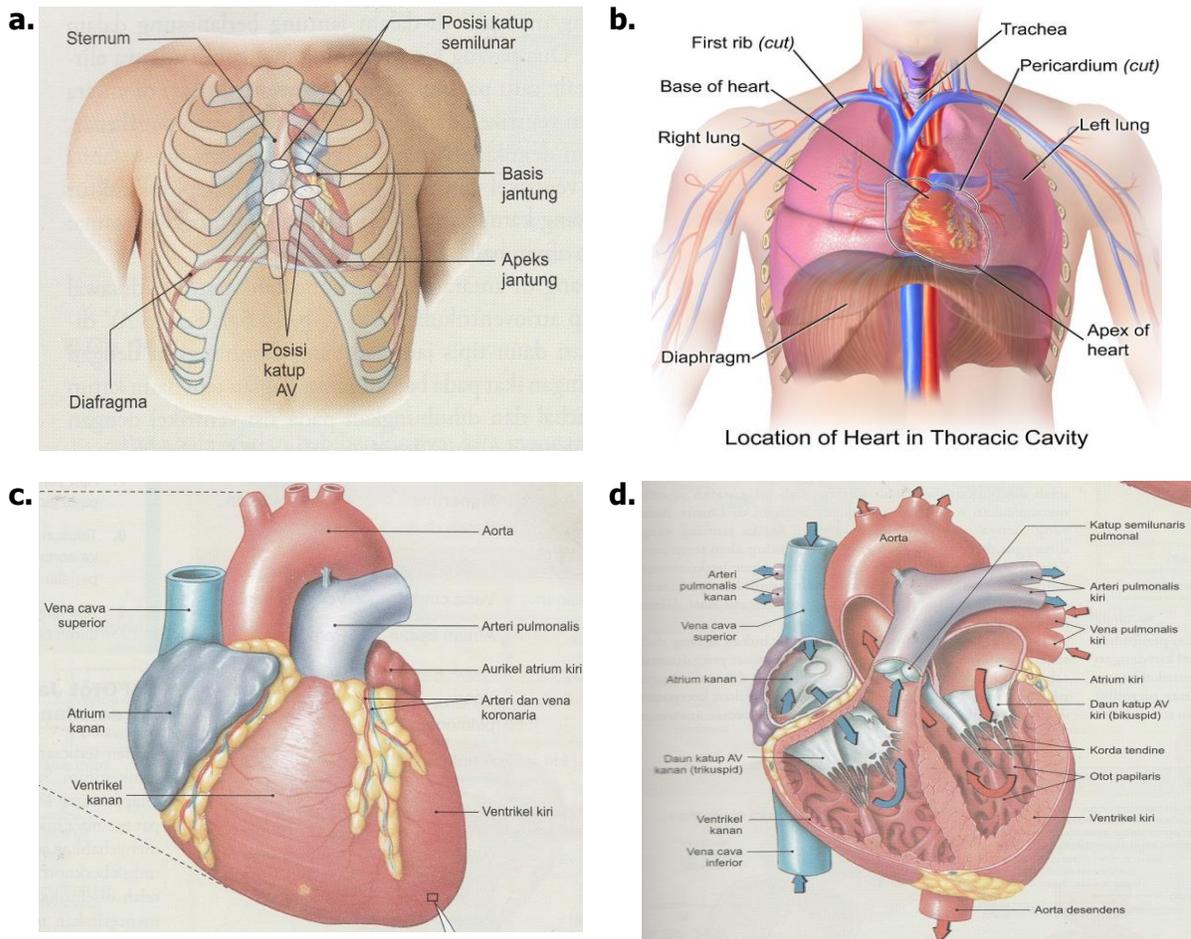
RPS SKILL LAB ELEKTROKARDIOGRAFI

		RENCANA PEMBELAJARAN SEMESTER (RPS) PROGRAM STUDI KEDOKTERAN FAKULTAS KEDOKTERAN UNIVERSITAS SEBELAS MARET		
Identitas Mata Kuliah		Identitas dan Validasi	Nama	Tanda Tangan
Kode Mata Kuliah	: SL402	Dosen Pengembang RPS	:Ratna Kusumawati, dr.,M.Biomed	
Nama Mata Kuliah	: Elektrokardiografi (EKG)			
Bobot Mata Kuliah (sks)	: 0,5 SKS	Koord. Kelompok Mata Kuliah	: Heru Sulastomo, dr.,SpJP(K) Ratna Kusumawati, dr.,M.Biomed	
Semester	: 4 (empat)			
Mata Kuliah Prasyarat	: Anatomi, fisiologi, Sistem Kardiovaskuler	Kepala Program Studi	:Sinu Andhi J., dr., M.Kes.	
Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL)				
Kode CPL		Unsur CPL		
CP 3	:	Melakukan manajemen pasien mulai dari anamnesis, pemeriksaan fisik, pemeriksaan penunjang, penegakan diagnosis dan penatalaksanaan secara komprehensif		
CP 7	:	Mampu melakukan komunikasi efektif di bidang kedokteran dan kesehatan		
CP Mata kuliah (CPMK)		1. Pemasangan pemeriksaan Elektrokardiografi (EKG) 2. Interpretasi hasil pemeriksaan EKG		
Bahan Kajian Keilmuan	:	Anatomi, Fisiologi, Sistem Kardiovaskuler		
Deskripsi Mata Kuliah	:	Skills lab ini mengajarkan tentang pemeriksaan EKG yang meliputi pemasangan EKG dan interpretasi hasil pemeriksaan EKG.		
Daftar Referensi	:	Referensi: - Baltazar, R.F. (2013). <i>Basic and Bedside Electrocardiography</i> . Baltimore,MD : Lippincott Williams & Wilkins. - Guyton, A.C. dan Hall, J.E. (2008). <i>Buku Ajar Fisiologi Kedokteran edisi 11</i> . Jakarta : EGC. - Kabo, P dan Karim, S (2007). <i>EKG dan Penanggulangan Beberapa Penyakit Jantung untuk Dokter Umum</i> . FK UI. - Netter, F.H. (2014). <i>Atlas of human anatomy</i> . 6th ed: Elsevier. - Silverthorn, D.U. (2013). <i>Fisiologi Manusia</i> . Jakarta : EGC.		

Tahap	Kemampuan akhir	Materi Pokok	Referensi	Metode Pembelajaran	Pengalaman Belajar	Waktu	Penilaian*	
							Indikator/ kode CPL	Teknik penilaian /bobot
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Mampu melakukan pemeriksaan EKG	1. Melakukan pemasangan pemeriksaan EKG 2. Melakukan interpretasi hasil pemeriksaan EKG	<ul style="list-style-type: none"> - Baltazar, R.F. (2013). <i>Basic and Bedside Electrocardiography</i>. Baltimore,MD : Lippincott Williams & Wilkins. - Guyton, A.C. dan Hall, J.E. (2008). <i>Buku Ajar Fisiologi Kedokteran edisi 11</i>. Jakarta : EGC. - Kabo, P dan Karim, S (2007). <i>EKG dan Penanggulangan Beberapa Penyakit Jantung untuk Dokter Umum</i>. Jakarta : FK UI. - Netter, F.H. (2014). <i>Atlas of human anatomy</i>. 6th ed: Elsevier. - Silverthorn, D.U. (2013). <i>Fisiologi Manusia</i>. Jakarta : EGC. 	<ul style="list-style-type: none"> Kuliah Pengantar Skills lab terbimbing Skills lab responsi 	<ul style="list-style-type: none"> Kuliah interaktif Demonstrasi Simulasi Simulasi Umpan balik 	<ul style="list-style-type: none"> 100 menit 2x100 menit 100 menit 	CP 3 CP 7	OSCE

PEMERIKSAAN ELEKTROKARDIOGRAFI (EKG)

A. ANATOMI JANTUNG



Gambar 1. Anatomi Jantung. **a.** Posisi jantung terletak di rongga thorax. **b.** Posisi jantung terhadap organ di cavum thorax. **c.** Jantung tampak dari anterior. **d.** Ruang dan katup jantung

Jantung merupakan organ muskular yang terletak di mediastinum rongga dada. Jantung terletak di bagian depan dan diapit oleh kedua organ paru (Gambar 1). Pada bagian anterior jantung terdapat *sternum* dan *costae*, pada bagian inferior jantung terdapat diafragma dan pada bagian posterior jantung terdapat vertebra. Jantung memiliki bagian berbentuk meruncing yang disebut **apeks jantung**, yang pada umumnya

mengarah ke kiri bawah tubuh. Organ jantung dilapisi di bagian luar oleh suatu membran yang disebut **perikardium**. Sedangkan jantung sendiri sebagian besar tersusun dari otot jantung yang disebut **miokardium**.

Jantung memiliki empat ruang yaitu **atrium dextra, atrium sinistra, ventrikel dextra** dan **ventrikel sinistra**. Antara bagian kanan dengan kiri dipisahkan oleh sekat/septum sehingga darah pada satu sisi tidak bercampur dengan darah di sisi yang lain. Jantung memiliki 4 katup untuk menjaga darah mengalir dengan satu arah tetap. Katup yang memisahkan antara atrium dan ventrikel di sisi kanan dan kiri masing-masing disebut katup atrioventrikel (AV). Katup AV kanan disebut **katup trikuspid** (disebut "tri" karena terdiri dari 3 daun katup). Katup AV kiri disebut **katup bikuspid** (disebut "bi" karena memiliki 2 daun katup) atau sering juga disebut **katup mitral**.

B. DASAR-DASAR FISILOGI

B.1. Dasar Elektrofisiologi

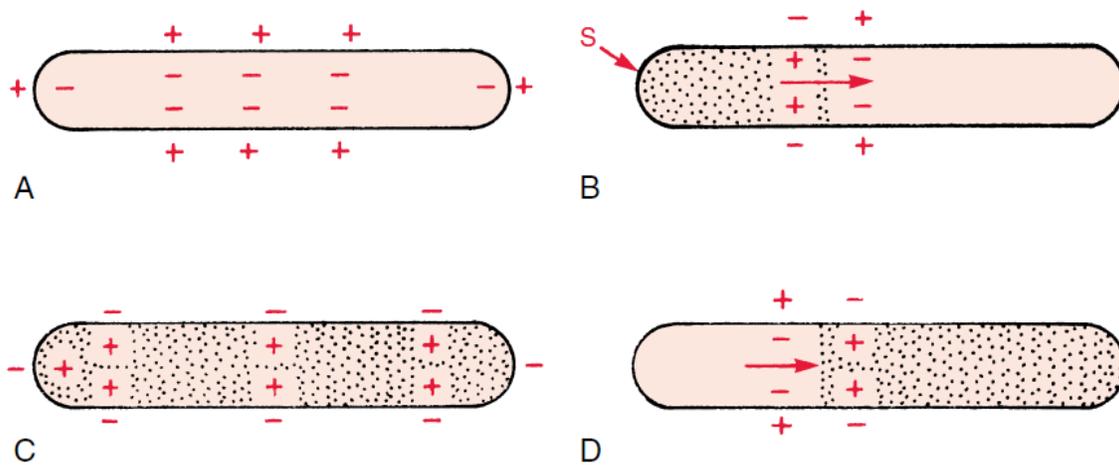
a. Potensial Aksi

Semua sel hidup termasuk sel jantung memiliki potensial listrik yang melintasi membrannya. Muatan listrik di dalam sel lebih negatif dibanding luar sel. Adanya perbedaan potensial listrik antara di luar dengan di dalam sel ini yang akan menimbulkan potensial membran istirahat.

Ion-ion yang berperan penting menentukan potensial lintas membran sel adalah ion Na^+ , K^+ dan Ca^{++} . Ion K^+ merupakan ion terpenting untuk menentukan potensial membran istirahat. Kadar ion K^+ tinggi di dalam sel dan rendah di luar sel yang menimbulkan adanya gradien elektrokimia yang menyebabkan ion K^+ berdifusi ke luar sel. Sebaliknya dengan ion Na^+ dan Ca^{++} , gradien kimia menyebabkan keduanya berdifusi masuk ke dalam sel. Potensial membran dijaga karena adanya gradien konsentrasi ion lintas membran. Untuk menjaga gradien tersebut diperlukan energi (yang berasal dari hidrolisis ATP) yang menggerakkan pompa ion.

Perubahan potensial listrik di pada permukaan membran sel terjadi setelah adanya rangsangan yang menyebabkan penurunan tahanan listrik setempat yang bersamaan dengan terjadinya peningkatan permeabilitas membran terhadap ion Na^+ dan K^+ . Hal tersebut menyebabkan pergerakan ion-ion (ion Na^+ masuk ke dalam sel). Perubahan

potensial listrik ini akan menjalar tanpa adanya rangsangan baru sampai seluruh sel teraktivasi disebabkan sifat sel yang excitable. Peristiwa ini disebut juga **depolarisasi**. Terjadinya depolarisasi secara cepat ini disebut juga **potensial aksi**. Segera setelah potensial aksi mencapai puncak, sistem pompa di membran sel mengembalikan ion Na ke luar sel sehingga potensial membran istirahat tercapai kembali. Peristiwa ini disebut juga **repolarisasi**. Sistem transport yang berperan untuk tetap memertahankan gradien konsentrasi ion K dan Na (kembali ke potensial membran istirahat) adalah sistem pompa Na^+/K^+ -ATPase. Sistem transport ini memompa tiga ion Na^+ ke luar untuk setiap ion K^+ yang masuk (Gambar 2).



Gambar 2. Depolarisasi dan repolarisasi. A. Membran potensial sel otot jantung dalam keadaan istirahat. B. Ketika sel distimulasi dan mulai terjadi depolarisasi. C. Depolarisasi lengkap (di dalam sel memiliki muatan positif dan di luar sel memiliki muatan negatif). D. Terjadi fase repolarisasi untuk kembali ke fase istirahat.

b. Potensial Aksi dan Kontraksi Serat Otot Jantung (Sel Kontraktil)

Potensial aksi dimulai dari nodus SA dan menjalar di sepanjang sistem konduksi jantung dan menyebar untuk mengaktifkan serat otot atrium dan ventrikel (sel kontraktil).

Adapun potensial aksi pada serat kontraktil sebagai berikut :

1) Depolarisasi.

Sel kontraktil memiliki sifat yang berbeda dari sel autoritmik. Serat kontraktil memiliki potensial membran yang stabil dan mendekati -90 mV . Ketika

terdapat stimulasi, kanal ion Na^+ cepat akan membuka dan menyebabkan masuknya ion Na^+ ke dalam sel dan terjadi penurunan gradien elektrokimia yang menyebabkan terjadinya depolarisasi cepat. Dalam beberapa milidetik, akibat masuknya Ion Na^+ dengan cepat maka kanal ion Na^+ secara otomatis menjadi tidak aktif sehingga aliran Na masuk ke dalam sel berkurang. Pada puncak potensial aksi, sebagian kanal ion K membuka dan menyebabkan ion K ke luar sel kontraktile. Hal ini menyebabkan repolarisasi yang kecil. Hal yang unik pada sel kontraktile adalah potensial membran dipertahankan dekat dengan puncak potensial, yang menghasilkan fase plateu.

2) Dataran (plateu).

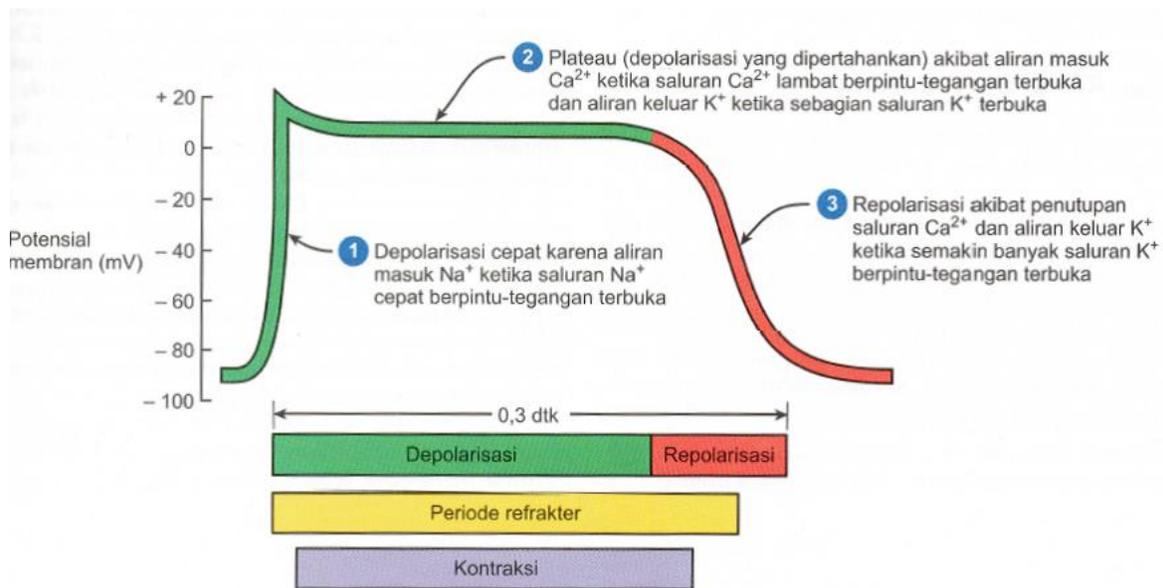
Fase berikutnya pada potensial aksi di serat kontraktile adalah plateu (pendataran), yaitu suatu periode di mana depolarisasi dipertahankan. Pada fase ini sebagian disebabkan terbukanya kanal ion Ca^{2+} lambat di sarkolema. Hal ini menyebabkan masuknya ion Ca^{2+} dari cairan interstitial ke dalam sitosol. Aliran masuk ion Ca^{2+} ini menyebabkan lebih banyak lagi ion Ca^{2+} yang keluar dari retikulum sarkoplasma ke dalam sitosol melalui kanal ion Ca^{2+} di membran retikulum sarkoplasma. Meningkatnya konsentrasi Ca^{2+} akhirnya memicu kontraksi. Fase depolarisasi selama plateu dipertahankan karena liran masuk ion Ca^{2+} tepat seimbang dengan alikan ion K^+ keluar. Fase plateu berlangsung sekitar 0,25 detik dan potensial membran sel kontraktile mendekati 0 mV.

3) Repolarisasi

Pemulihan potensial membran istirahat selama fase repolarisasi suatu potensial aksi jantung mirip dengan yang terjadi pada sel eksitabel lainnya. Fase turun potensial aksi yang cepat ditimbulkan oleh inaktivasi kanal ion Ca (kanal Ca di sarkolema dan retikulum sarkoplasma menutup) dan penundaan pengaktifan kanal ion K subkelas lain. Penurunan permeabilitas terhadap Ca ini mengurangi perpindahan Ca ke dalam sel yang berjalan lambat, sementara peningkatan mendadak permeabilitas terhadap K secara simultan mendorong difusi ion K keluar secara cepat. Sel kembali ke potensial istirahat karena keluarnya ion K dari sel. Pada potensial istirahat, kanal ion K berpintu listrik menutup.

c. Periode Refrakter

Masa refrakter adalah waktu setelah sebuah potensial aksi, di mana ketika rangsang normal tidak memicu potensial aksi yang kedua. Pada otot jantung, potensial aksi yang lama menunjukkan masa refrakter dan kontraksi berakhir pada waktu yang hampir bersamaan. Pada potensial aksi kedua dapat ditimbulkan ketika sel miokardium telah hampir semua berelaksasi, sehingga tidak terjadi sumasi atau tetani (Gambar 3).



Gambar 3. Periode refrakter serat otot jantung

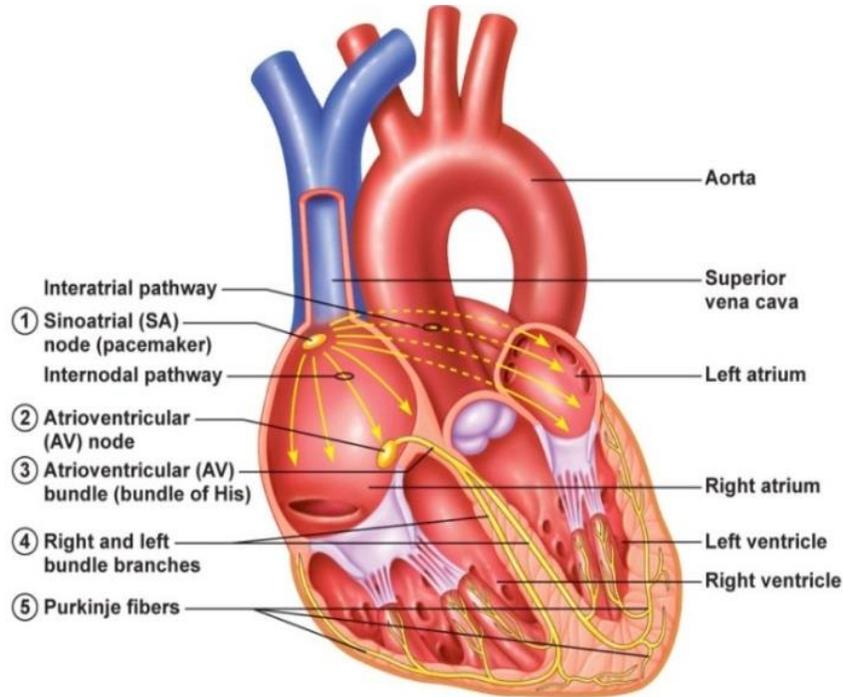
B.2. Sistem Konduksi Jantung

Secara umum jantung dibentuk oleh tiga jenis sel eksitasi :

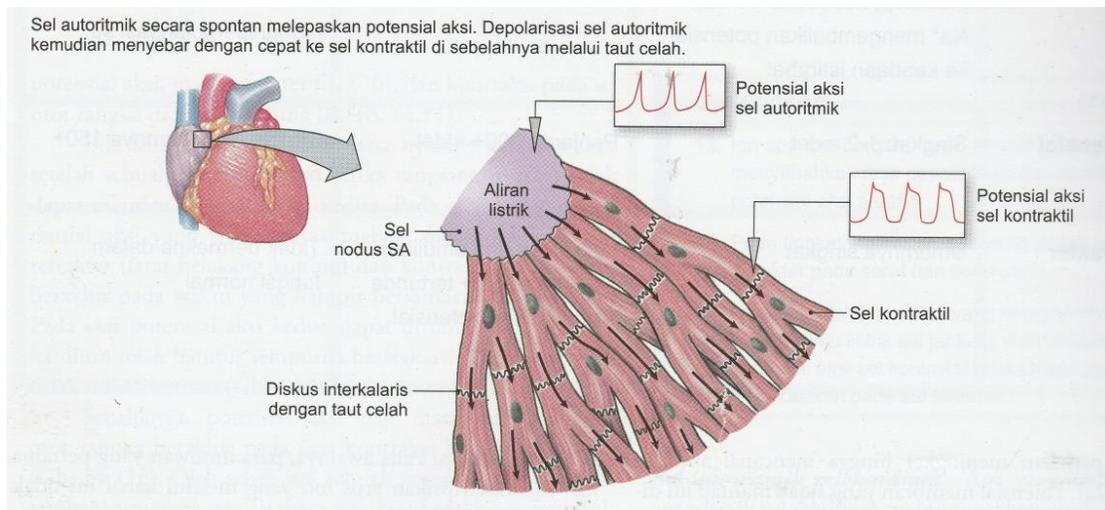
- Sel *pacemaker* sebagai sumber biolistrik jantung
- Sel konduksi sebagai penghantar arus biolistrik jantung
- Sel otot jantung (miokardium) yang berfungsi untuk kontraksi

Komunikasi listrik pada jantung dimulai dengan potensial aksi pada sel autoritmik. Denyut jantung bersumber dari sistem penghantar jantung khusus dan menyebar ke

semua bagian otot jantung melalui sistem ini. Struktur yang menyusun sistem penghantar jantung yaitu **nodus sinoatrial (nodus SA)**, **nodus atrioventrikel (nodus AV)**, **berkas his (bundle of his)** dan cabangnya, dan **sistem purkinje**(Gambar 4). Pada keadaan normal nodus SA merupakan *pacemaker* utama (Gambar 5).

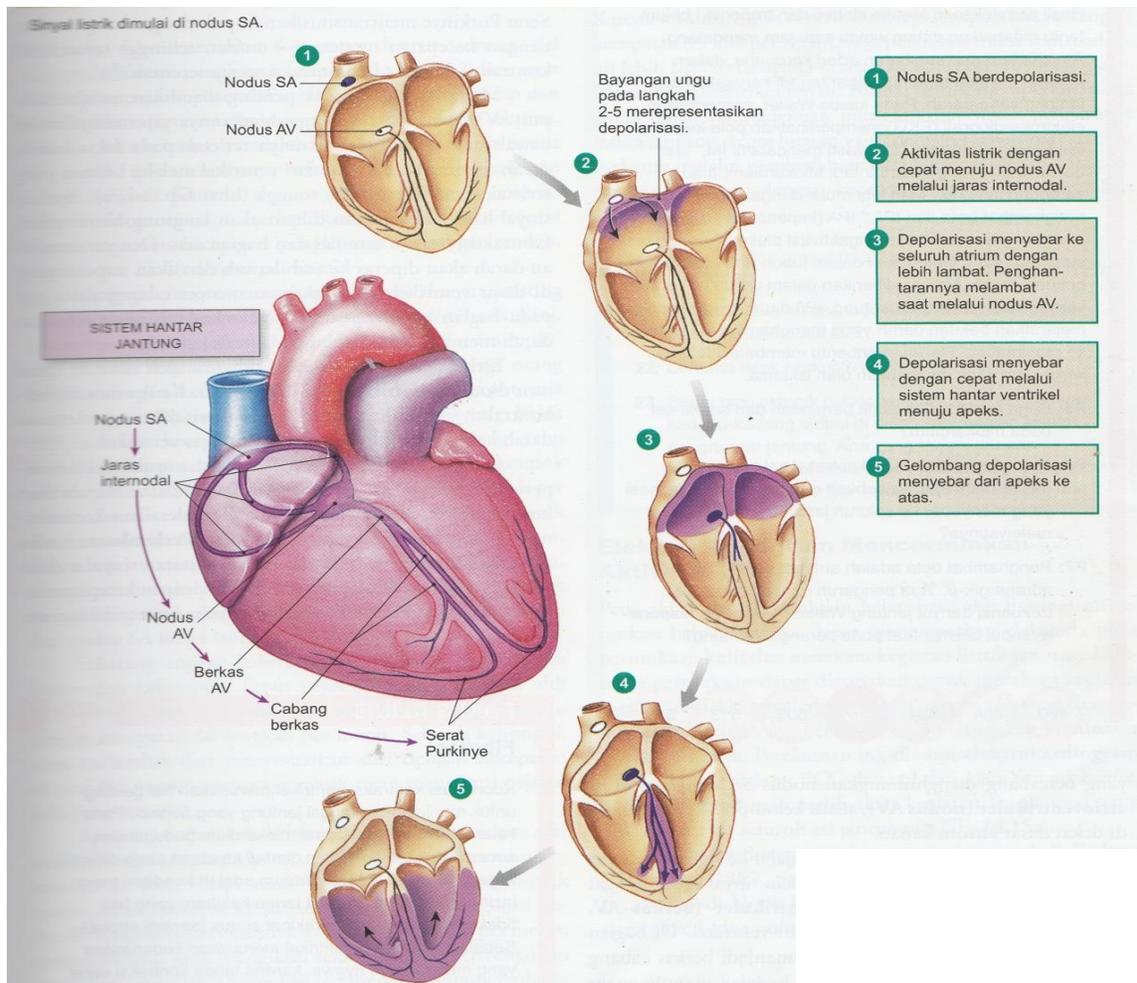


Gambar 4. Sistem konduksi jantung



Gambar 5. Nodus SA sebagai pacemaker utama

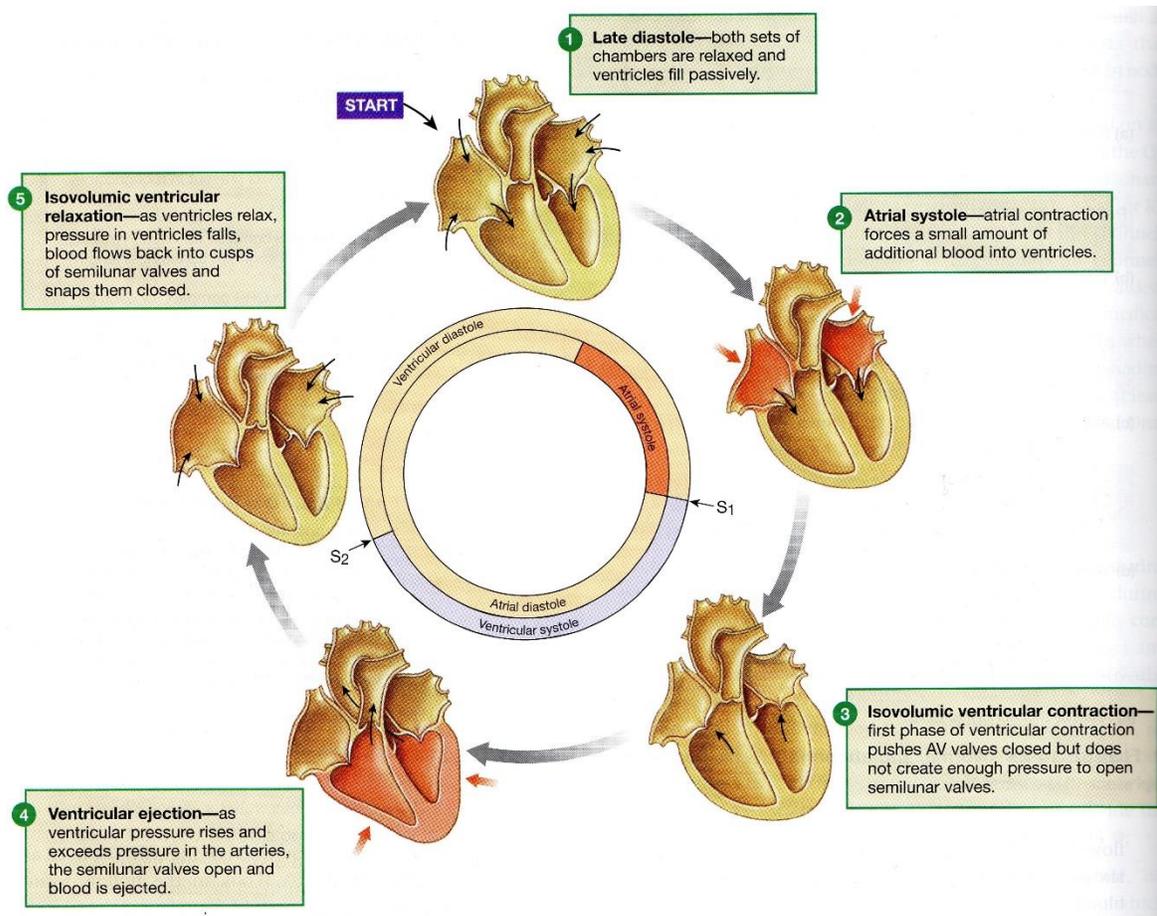
Depolarisasi dimulai di nodus SA, sel autoritmik di atrium kanan yang berfungsi sebagai picu jantung utama. Kemudian depolarisasi menyebar dengan cepat melalui sistem hantar khusus serat autoritmik non-kontraktile. Suatu jaras internodal menghubungkan nodus SA dengan nodus AV, suatu kelompok sel autoritmik di dekat dasar atrium kanan. Dari nodus AV, depolarisasi menjalar ke ventrikel. Serat purkinje, sel hantar khusus, meneruskan sinyal listrik dengan cepat di sepanjang berkas AV yang disebut berkas his pada septum ventrikel. Di bagian awal septum, berkas AV terbagi dua menjadi berkas cabang kanan dan kiri. Kedua cabang berkas berjalan menuju apeks jantung dan selanjutnya terbagi menjadi cabang purkinje yang menyebar di antara sel-sel kontraktile (gambar 6).



Gambar 6.Penyebaran eksitasi jantung

B.3. Siklus Jantung

Proses depolarisasi yang teratur pada jantung memicu suatu kontraksi yang menyebar melalui miokardium. Di setiap serabut otot, kontraksi dimulai tepat setelah depolarisasi. Jantung berkontraksi dan berelaksasi selama satu siklus jantung. Setiap siklus jantung memiliki dua fase yaitu diastolik dan sistolik. Atrium dan ventrikel tidak bersamaan ketika mengalami kontraksi dan relaksasi. Penjelasan siklus jantung dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7.Peristiwa mekanis siklus jantung

B.4. Listrik Jantung dan Elektrokardiografi

Aktifitas listrik jantung merupakan potensial aksi serabut otot jantung. Dalam teknik pemeriksaan klinik, kita tidak dapat meletakkan suatu elektroda ekstraseluler pada

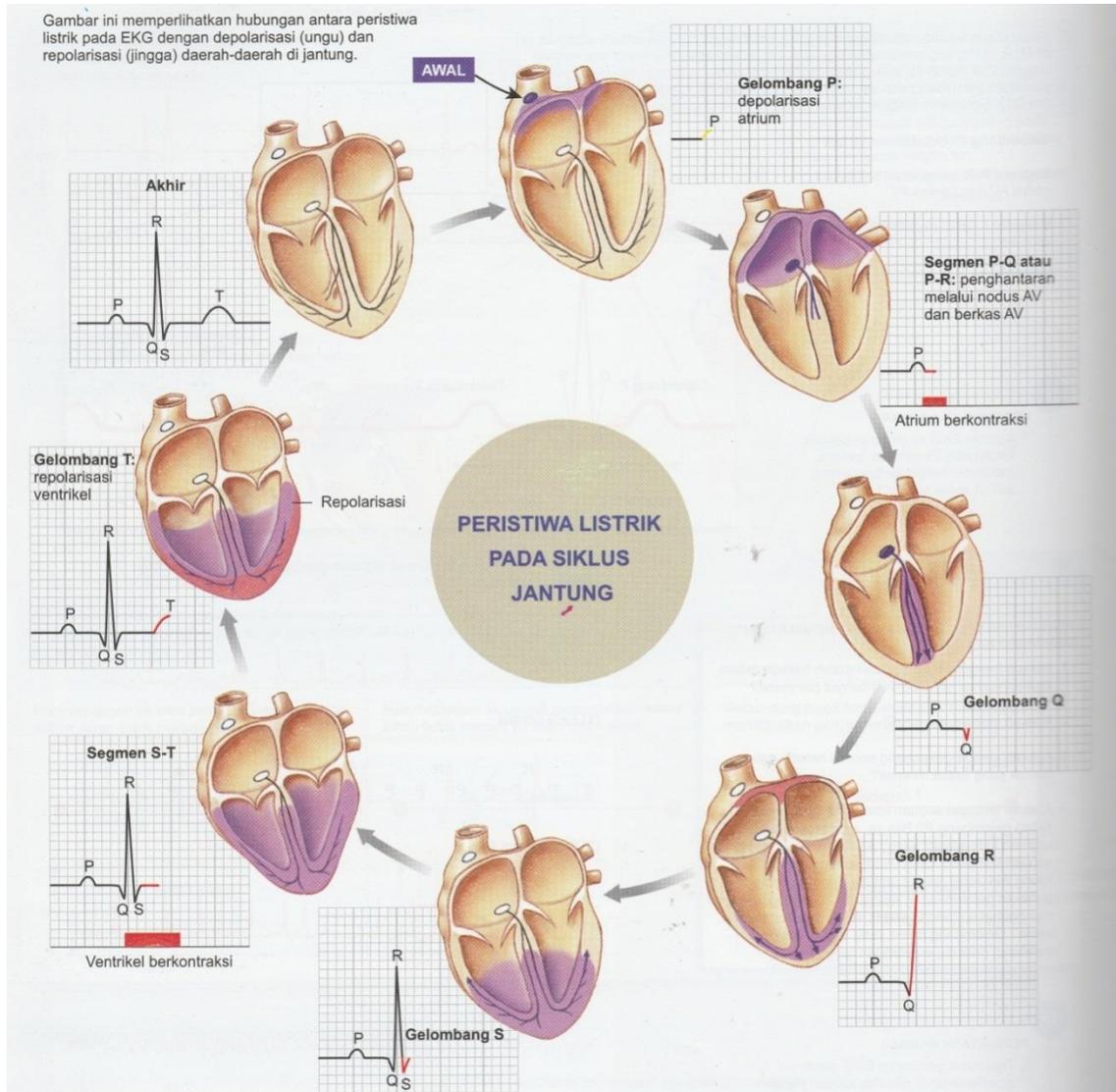
permukaan jantung, apalagi pemasangan mikroelektroda di dalam sel. Potensial aksi yang ditimbulkan oleh aktifitas jantung cukup besar, sehingga dapat dihantarkan oleh jaringan-jaringan sekeliling jantung sampai pada permukaan badan. Sehingga potensial aksi tersebut dapat ditangkap oleh elektroda-elektroda yang dipasang di permukaan badan. Jaringan sekitar jantung tersebut dinamakan "*volume conductor*".

Impuls jantung menjalar ke bagian-bagian jantung menurut urutan tertentu secara teratur. Ada kalanya bahwa satu bagian jantung aktif bersifat elektronegatif pada permukaannya, sedangkan bagian lain yang belum terpacu menjadi elektropositif pada permukaannya. Selama repolarisasi beberapa bagian jantung pulih sebagai sediakala dan bersifat elektropositif pada permukaan, sedang bagian-bagian lain masih dalam keadaan terpacu dan bersifat elektronegatif.

Elektrokardiografi(EKG) adalah grafik yang merekam potensial listrik pada jantung yang dihantarkan ke permukaan badan dan tercatat sebagai perbedaan potensial pada elektroda-elektroda pada kulit. Perbedaan potensial ini terjadi karena proses eksitasi yang tidak terjadi simultan pada seluruh jantung. Elektrokardiografi merepresentasikan aktivitas listrik total pada jantung yang direkam pada permukaan tubuh. Hal yang harus diingat adalah bahwa elektrokardiografi merupakan "gambaran" listrik suatu objek tiga dimensi.

B.5. Peristiwa Listrik pada Siklus Jantung

Proses depolarisasi teratur pada jantung memicu suatu kontraksi yang menyebar melalui miokardium. Di setiap serabut otot, kontraksi dimulai tepat setelah depolarisasi. Jantung berkontraksi dan berelaksasi selama satu siklus jantung. Setiap siklus jantung memiliki dua fase yaitu diastolik dan sistolik. Atrium dan ventrikel tidak bersamaan ketika mengalami kontraksi dan relaksasi. Listrik jantung berkaitan erat dengan siklus jantung, peristiwa listrik dalam hal ini gelombang listrik pada elektrokardiografiberkaitan dengan kontraksi atau relaksasi otot jantung secara umum. Peristiwa mekanik pada siklus jantung sedikit tertinggal dibanding sinyal listrik jantung (kontraksi otot jantung mengikuti potensial aksi). Hal ini menjadi alasan mengapa digunakan banyak *lead* (sadapan). Siklus jantung dimulai saat atrium dan ventrikel dalam keadaan istirahat. Sedangkan EKG diawali dengan depolarisasi atrium. Gambar 8 menjelaskan keterkaitan peristiwa listrik (gelombang) EKG selama satu siklus kontraksi-relaksasi otot jantung :



Gambar 8.Peristiwa listrik pada siklus jantung

C. CARA PEMASANGAN ELEKTROKARDIOGRAFI

C.1. Spesifikasi dan Kalibrasi Kertas EKG

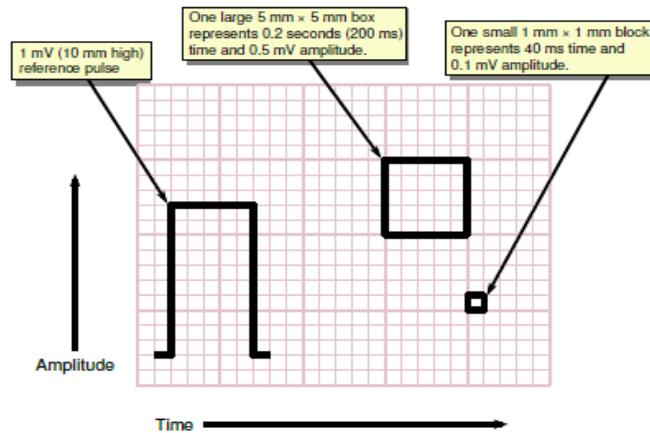
- Kertas grafik garis horizontal dan vertikal dengan jarak 1 mm.
- Garis lebih tebal terdapat pada setiap 5 mm.
- Garis horizontal menggambarkan waktu
 - 1 mm = 0,04 detik
 - 5 mm = 0,20 detik

d. Garis vertikal menggambarkan voltase

1 mm = 0,1 milivolt

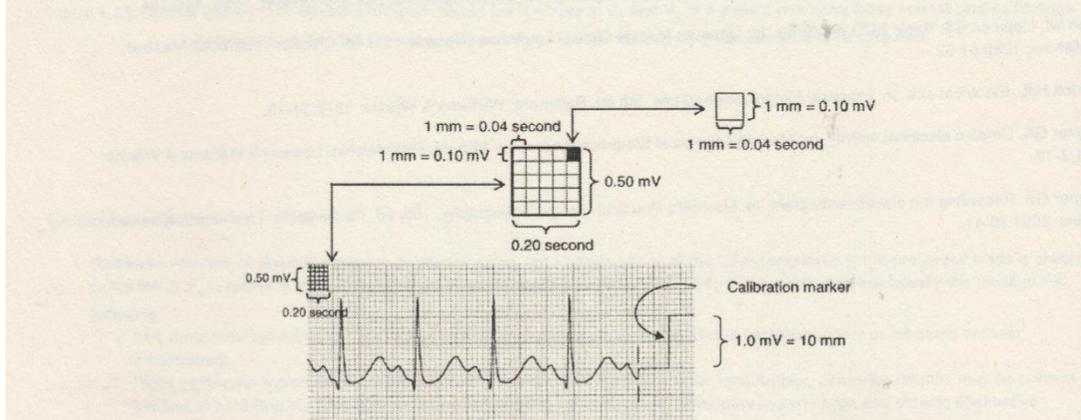
10 mm = 1 milivolt

Kalibrasi standar kertas EKG adalah kecepatan 25 mm/detik dengan voltase 10 mm/milivolt (skala 1) (Gambar 9).



Measuring time and voltage with ECG graph paper

- The standard electrocardiogram (ECG) is recorded at a paper speed of 25 mm per second. The voltage is calibrated so that 1 mV gives a vertical deflection of 10 mm.
- ECG paper: The ECG paper consists of parallel vertical and horizontal lines forming small squares 1 mm wide and 1 mm high. Every fifth line is highlighted and is darker than the other lines, thus defining a larger square of five small squares vertically and horizontally. An example of an ECG is shown in Figure 5.1.
 - Width: The width of the ECG paper represents time. Every millimeter or one small block is equivalent to 0.04 seconds, because the ECG records with a paper speed of 25 mm/second. Every highlighted line containing five small squares is equivalent to 0.20 seconds.
 - Height: The height represents voltage. Because the height is standardized to give a deflection of 10 mm per mV, every small square is equivalent to 0.10 mV. The calibration marker is routinely recorded at the beginning or end of a 12-lead tracing (Fig. 5.1).



Gambar 9. Kertas EKG dan kalibrasi standar. Kertas EKG dibagi menjadi kotak-kotak kecil. Lebar kotak kecil adalah 1 mm yang ekuivalen dengan 0,04 detik. Tinggi kotak kecil adalah 1 mm yang ekuivalen dengan 0,10 mV.

C.2. *Lead* (Sadapan)

Bila elektrokardiografi dihubungkan dengan dua titik pada tubuh, maka gambaran spesifik dari tiap pasang hubungan ini disebut *lead* (sadapan). Jenis *lead* yang sering digunakan pada EKG adalah:

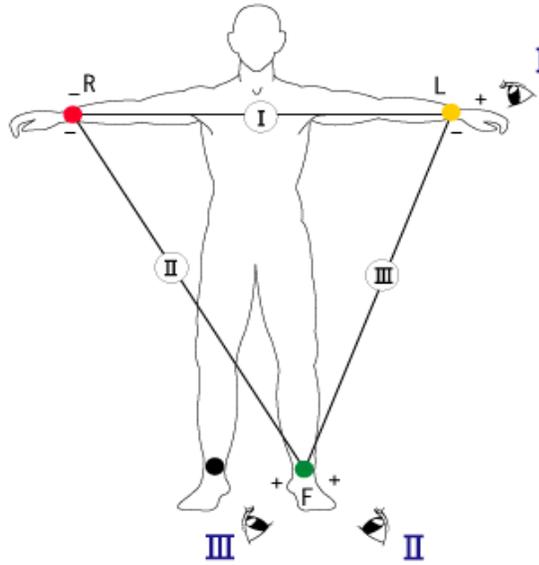
a. *Lead* Ekstremitas Bipolar :

Einthoven, bapak EKG, pada th 1913 menerangkan bahwa dipol jantung dapat digambarkan pada bidang frontal yang melalui jantung, dan seolah-olah terletak dipusat daripada segitiga sama sisi, dimana dua sudut terletak sama tinggi di atas dan puncak ada di bawah. Einthoven menggunakan tiga elektroda yang diletakkan pada pergelangan tangan dan kaki (*limb*), sehingga terbentuk tiga *lead* ekstremitas bipolar untuk merekam perbedaan potensial arus bioelektrik jantung.

Orientasi polaritas dari sumbu *lead* ekstremitas bipolar adalah sbb (lihat gambar 10):

- 1) ***Lead I***: dimana kutub negatif dari elektrokardiografi dihubungkan dengan pergelangan tangankanan dan kutub positif dihubungkan dengan pergelangan tangan kiri.
- 2) ***Lead II***: dimana kutub negatif dari elektrokardiografi dihubungkan dengan pergelangan tangan kanan dan kutubpositif dihubungkan dengan pergelangan kaki kiri.
- 3) ***Lead III***: dimana kutubnegatif dihubungkan dengan pergelangan tangan kiri dan kutub positif dengan pergelangan kaki kiri.

Dengan menggunakan tiga *lead* tersebut akan membentuk segitiga sama sisi dengan posisi jantung di tengah. Telah dijelaskan sebelumnya bahwa tubuh merupakan volume konduktor yang baik. Jadi *lead I* sebenarnya mengukur perbedaan potensial dari semua arus bioelektrik jantung yang merambat horizontal. Demikian pula *lead II* dan *III* masing-masing akan mengukur perbedaan potensial dari semua arus bioelektrik jantung yang membentuk sudut 60° dari kuadran kiri atas ke kanan bawah, dan dari kuadran kanan atas ke kiri bawah.

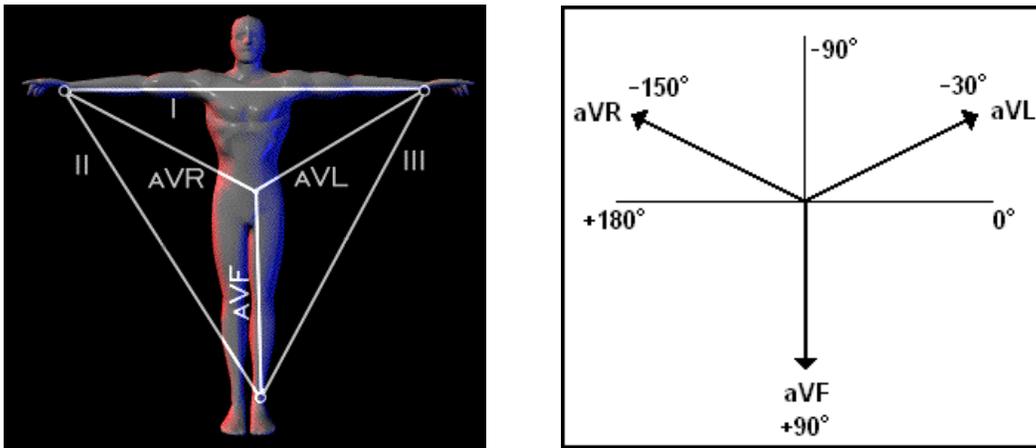


Gambar 10. Orientasi polaritas dari sumbu *lead* ekstremitas bipolar

b. *Lead* Ekstremitas Unipolar:

Terdiri dari 3 macam *lead* (Gambar 11), yaitu:

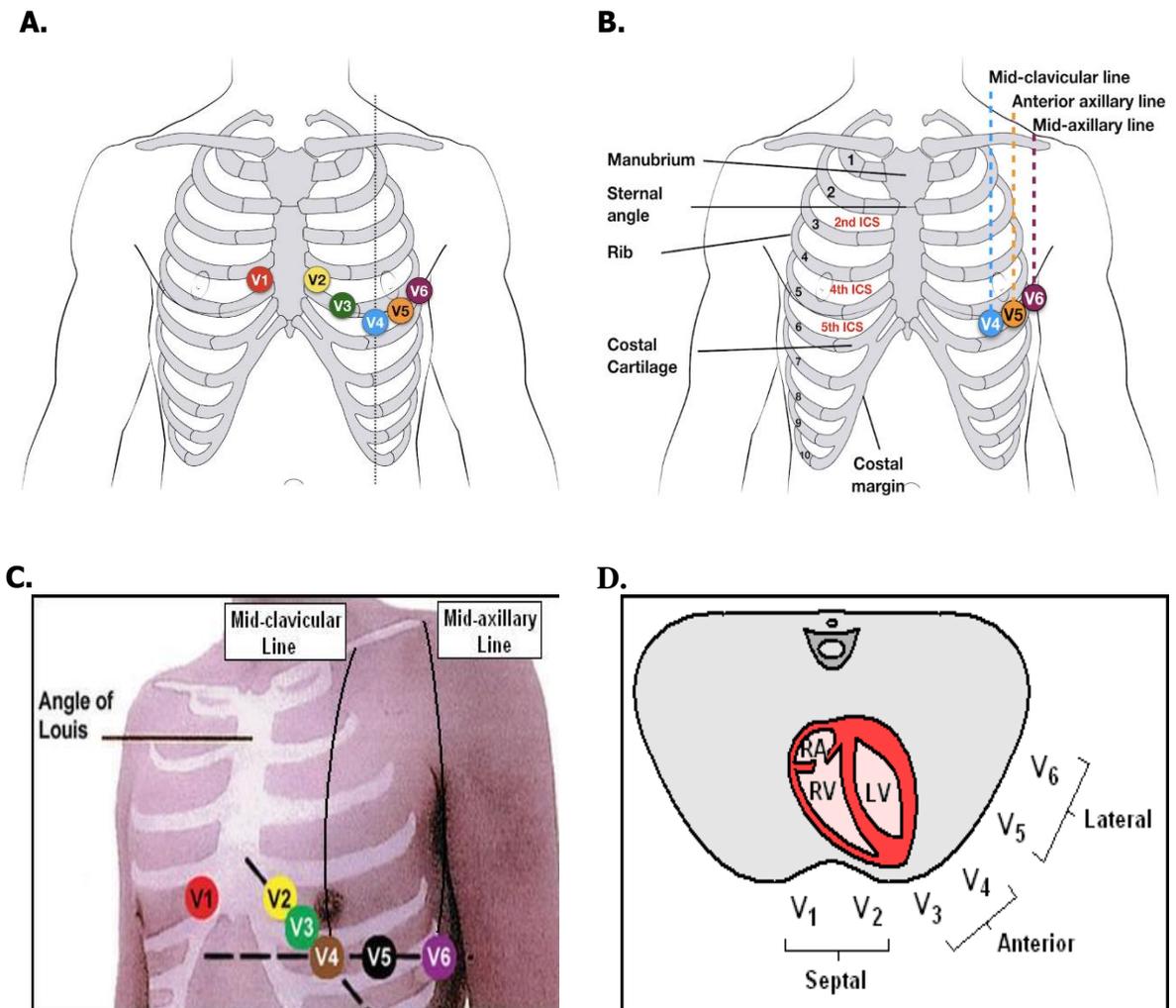
1. aVR = bila kutub positif dihubungkan dengan lengan kanan
2. aVL = bila kutub positif dihubungkan dengan lengan kiri
3. aVF = bila kutub positif dihubungkan dengan kaki kiri



Gambar 11. Gabungan 3 macam *lead* ekstremitas unipolar dengan *lead* ekstremitas bipolar (kiri) serta besar derajatnya (kanan)

c. Lead Prekordial

Pemeriksaan EKG juga memerlukan pemasangan/lead pada dinding depan dada di atas jantung yang disebut *lead* prekordial (Gambar 12). *Lead* ini dihubungkan dengan terminal positif pada elektrokardiografi, dan elektroda negatif atau disebut pula elektroda indifferens biasanya dihubungkan melalui tahanan listrik pada lengan kanan, lengan kiri dan kaki kiri bersamaan. Pada elektroda indifferens ini dibuat selalu berpotensi nol (0).



Gambar 12. Posisi lead prekordial pada dinding dada (terdapat 2 variasi posisi pemasangan). Gambar A dan B. Pemasangan V4, V5 dan V6 mengikuti *spatium intercostale (s.i.c)*. Gambar C. Pemasangan lead V5 dan V6 sejajar V4, walaupun tidak tepat di *s.i.c*. Gambar D. Gambar pemasangan lead prekordial dalam potongan melintang.

Pemasangan *lead* hanya dengan satu elektroda yang aktif, dinamakan unipolar *lead*. Dibedakan 6 macam *lead* prekordial, yaitu:

- V1 = elektroda positif pada *spatium intercostale* (s.i.c) IV linea parasternalis kanan
- V2 = elektroda positif pada s.i.c. IV linea parasternalis kiri
- V3 = antara V2 dan V4
- V4 = elektroda positif pada s.i.c V pada linea medio klavikulariskiri
- V5 = elektroda positif pada s.i.c V pada linea aksilaris anterior kiri (sejajar V4 pada linea aksilaris anterior)
- V6 = elektroda positif pada s.i.c V pada linea aksilarismedialiskiri (sejajar V5 pada line aksilaris medialis kiri)

PROSEDUR PELAKSANAAN KETERAMPILAN KLINIK PEMASANGAN EKG

A. ALAT DAN BAHAN

1. Kapas dan alkohol.
2. Mesin EKG beserta elektroda-elektrodanya.
3. Pasta EKG.
4. Kertas grafik garis horizontal dan vertikal dengan jarak 1 mm. Garis lebih tebal terdapat pada setiap 5 mm.
5. Lembar pelaporan hasil EKG.

B. TAHAP PERSIAPAN

1. Pemberian penjelasan kepada pasien tentang tujuan dan prosedur pemeriksaan yang akan dilakukan.
2. Sebaiknya istirahat 15 menit sebelum pemeriksaan.
3. Bila menggunakan perhiasan/logam/gawai supaya dilepas dan diletakkan tidak dekat/menempel pada pasien
4. Pasien diminta membuka baju bagian dada.
5. Pasien dipersilakan tidur terlentang, posisi pemeriksa berada di sebelah kanan pasien.
6. Pasien diusahakan untuk tenang dan bernafas normal. Selama proses perekaman tidak boleh bicara.
7. Bersihkan daerah yang akan dipasang elektroda dengan kapas beralkohol.
8. Oleskan pasta EKG pada elektroda untuk memperbaiki hantaran listrik.
9. Sebaiknya tidak merokok/makan 30 menit sebelumnya

C. TAHAP PELAKSANAAN

1. Pasang elektroda sesuai dengan *lead* masing-masing
 - a. *Lead* ekstremitas bipolar dan unipolar (jangan sampai terbalik)
Lead I, II dan III dipasang pada pergelangan tangan kanan dan kiri serta pergelangan kaki kanan dan kiri
Pergelangan tangan kanan dipasang elektroda yang berwarna merah [kutub (-)]/(-) dan aVR]. Pergelangan tangan kiri dipasang elektroda yang berwarna kuning [kutub

(-)/(+) dan aVL]. Pergelangan kaki kanan dipasang elektroda yang berwarna hitam (netral). Pergelangan kaki kiri dipasang elektroda yang berwarna hijau [kutub (+)/(+) dan aVF].

- b. *Lead* prekordial (jangan sampai terbalik)
 - 1) Pasang *lead* V1 pada *spatium intercostale* IV linea parasternalis kanan
 - 2) Pasang *lead* V2 pada *spatium intercostale* IV linea parasternalis kiri
 - 3) Pasang *lead* V3 diantara V2 dan V4
 - 4) Pasang *lead* V4 pada *spatium intercostale* V linea medio klavikularis kiri
 - 5) Pasang *lead* V5 pada *spatium intercostale* V linea aksilaris anterior kiri
 - 6) Pasang *lead* V6 pada *spatium intercostale* V linea aksilaris media kiri
2. Tekan tombol ID (Cardimax®)
3. Isian untuk nomer ID: arahkan kursor ke tulisan ID kemudian tekan enter kemudian tekan ↑ atau ↓
4. Isian untuk umur: arahkan kursor pada tulisan AGE kemudian tekan enter kemudian tekan ↑ atau ↓
5. Isian untuk jenis kelamin: arahkan kursor pada tulisan SEX kemudian tekan enter kemudian tekan → atau ←
6. Apabila tersedia komputer dan bisa disambungkan, isikan nama probandus.
Pilih mode auto/manual kemudian tekan enter kemudian tekan mode lagi untuk keluar.
 - a. Auto : tekan start tunggu sampai tercetak semua lead dan kesimpulan interpretasi hasil EKG
 - b. Manual : tekan start untuk merekam satu persatu setiap *lead* secara manual kemudian tekan stop setelah didapatkan panjang elektrogram yang diinginkan (contohnya untuk merekam *lead* II panjang pada kasus aritmia)
7. Kalibrasi kertas EKG dengan ecepatan perekaman standar 25 mm/detik dan voltase 10 mm/milivolt (skala 1)
8. Rekam EKG dan hasil akan tampak pada kertas EKG. Lakukan interpretasi hasil EKG tersebut
9. Lepas semua *lead* dan bersihkan sisa pasta EKG dengan kapas beralkohol
10. Tuliskan keterangan nama pasien, tanggal dan jam pemeriksaan.

CHECKLIST PENILAIAN KETERAMPILAN PEMASANGAN EKG

No	Aspek Keterampilan yang Dinilai	Bobot	Skor			
			0	1	2	
1.	Menjelaskan pada pasien pemeriksaan yang akan dilakukan	1				
2.	Mencuci tangan sebelum melakukan pemeriksaan	1				
3.	Persiapan probandus/pasien	1				
	a) Bila menggunakan perhiasan/logam/gawai supaya dilepas		Catatan : skor 2 apabila mahasiswa melakukan semua poin (a-f). Skor 1 apabila mahasiswa melakukan 4-5 poin dari 6 poin tersebut.			
	b) Pasien diminta membuka baju bagian dada					
	c) Pasien disuruh tidur terlentang					
	d) Pasien diusahakan untuk tenang, bernafas tenang, selama proses perekaman tidak boleh bicara					
	e) Bersihkan daerah yang akan dipasang elektroda dengan kapas beralkohol					
	f) Oleskan pasta EKG pada elektroda					
4.	Memasang <i>Lead</i> ekstremitas bipolar dan unipolar	2				
5.	Memasang <i>Lead</i> prekordial					
	a) Pasang lead V1	1				
	b) Pasang lead V2	1				
	c) Pasang lead V3	1				
	d) Pasang lead V4	1				
	e) Pasang lead V5	1				
	f) Pasang lead V6	1				
6.	Melepas semua <i>lead</i> dan membersihkan sisa pasta EKG dengan kapas beralkohol	1				
7.	Aspek profesionalisme	1	1	2	3	4
	SKOR TOTAL					

Keterangan :

- 0 tidak dilakukan sama sekali atau dilakukan tetapi salah
- 1 dilakukan tidak sempurna
- 2 dilakukan dengan sempurna, atau bila aspek tersebut tidak dilakukan mahasiswa karena situasi yang tidak memungkinkan (tidak diperlukan dalam skenario yang sedang dilaksanakan)

$$\text{Nilai Mahasiswa} = \frac{\text{Skor Total}}{28} \times 100\%$$

DAFTAR PUSTAKA

- Baltazar, R.F. (2013). *Basic and Bedside Electrocardiography*. Baltimore,MD : Lippincott Williams & Wilkins.
- Guyton, A.C. dan Hall, J.E. (2008). *Buku Ajar Fisiologi Kedokteran edisi 11*. Jakarta : EGC.
- Goldberger, A.L, Goldberger, Z.D dan Shvilkin, A. *Goldberger's Clinical Electrocardiography A Simplified Approach 8ed*. Philadelphia. Elsevier.
- Kabo, P dan Karim, S (2007). *EKG dan Penanggulangan Beberapa Penyakit Jantung untuk Dokter Umum*. Jakarta : FK UI.
- Netter, F.H.(2014). *Atlas of human anatomy*. 6th ed.Philadelphia. Elsevier.
- Silverthorn, D.U. (2013). *Fisiologi Manusia*. Jakarta : EGC.