

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini akan diuraikan teori yang mendukung variabel-variabel mendasar penelitian. Penjelasan teori ini dimulai dari konsep penyakit jantung koroner, EKG, artifak, konduktor jeli dan air, kerangka teoritis, kerangka konseptual dan hipotesis penelitian.

A. Tinjauan Teori

1. Penyakit Jantung Koroner (PJK)

a. Batasan

Penyakit jantung yang disebabkan oleh kelainan pada arteri koronaria. Sebagian besar ($\pm 98\%$) disebabkan oleh arterosklerosis pada arteria koronaria, sedangkan penyebab lain hanya sekitar 2% (Adipranoto, 2006). Karena setiap orang berbeda-beda, maka tanggapan fisik terhadap PJK juga berbeda. Tidak semua orang dengan PJK memiliki *symptom* atau manifestasi tertentu, tetapi manifestasi yang umum menurut *American Health Assosiation* (AHA) adalah sebagai berikut:

1) *Asimptomatik (silent ischemia)*

Mekanisme *silent ischemia* diduga oleh karena ambang nyeri yang meningkat, neuropati otonomik (pada penderita diabetes), meningkatnya produksi endomorfina, derajat stenosis yang ringan. Kelompok penderita ini tidak pernah mengeluh

adanya nyeri dada (angina) baik pada saat istirahat maupun saat aktifitas. Secara kebetulan penderita menunjukkan adanya iskemia saat dilakukan uji beban latihan. Ketika EKG menunjukkan depresi segmen ST, penderita tidak mengeluh adanya nyeri dada. Pemeriksaan fisik, foto dada dan lain-lain dalam batas normal.

2) *Angina Pectoris Stabil*

Angina pectoris stabil adalah nyeri dada yang timbul saat aktifitas fisik, berlangsung 1-5 menit dan rasa nyeri menghilang bila penderita istirahat. Rasa nyeri juga cepat menghilang dengan pemberian obat golongan nitrat. Nyeri *precordial* terutama di daerah *retrosternal*, terasa seperti tertekan benda berat atau terasa panas, seperti diremas ataupun seperti tercekik. Rasa nyeri sering menjalar ke lengan kiri atas bawah bagian medial, ke leher, daerah maksila hingga ke dagu atau ke punggung.

3) *Angina Pectoris Tidak Stabil*

Angina pectoris tidak stabil adalah suatu sindroma klinik dengan nyeri dada yang khas yang mempunyai setidaknya satu dari ciri-ciri tersebut dibawah :

- a) Timbul pada saat istirahat, biasanya lebih dari 20 menit
- b) Nyeri yang sangat dan terjadi pertama kali dalam waktu kurang dari 30 hari.

- c) Nyeri yang makin meningkat frekuensi, durasi dan intensitasnya atau dicetuskan oleh aktivitas fisik yang lebih ringan daripada sebelumnya.

Secara klinis angina pectoris tidak stabil dikelompokkan menjadi :

- a) Angina barn
- b) Angina istirahat
- c) Angina progresif
- Angina paska infark
- 4) *Infark Myocard*
 - a) Infark Miokard Tanpa Elevasi Segmen ST

Secara klinis infark miokard tanpa elevasi segmen ST sangat mirip dengan angina pectoris tidak stabil. Yang membedakannya adalah adanya petanda jantung yang positif

- b) Infark Miokard dengan elevasi segemen ST

Merupakan oklusi total akut pada arteri koronaria dengan akibat iskemia miokard yang berkepanjangan yang menyebabkan kerusakan sel-sel otot jantung. Kerusakan miokard yang terjadi sangat tergantung pada letak dan lamanya sumbatan aliran darah, ada tidaknya kolateral, luasnya wilayah miokard yang disuplai oleh pembuluh darah yang tersumbat.

b. Faktor Risiko

Menurut Adipranoto (2006), faktor resiko PJK yang tidak dapat diubah adalah usia, jenis kelamin, riwayat keluarga. Sedangkan faktor resiko yang dapat diubah adalah merokok, hiperlipidemia, hipertensi, diabetes, obesitas, dan ketidakaktifan fisik.

c. Peran EKG pada penyakit jantung koroner

Walaupun sudah ada teknik investigasi baru seperti angiografi koroner namun EKG sampai saat ini masih memiliki peran yang penting untuk mengevaluasi penyakit jantung koroner karena EKG sangat bermanfaat, mudah dikerjakan, tidak mahal dan bukan termasuk tindakan invasif. Setiap hasil perekaman EKG pada pasien penyakit jantung koroner seharusnya ditanyakan :

- 1) Apakah EKG tersebut normal atau tidak normal ?
- 2) Jika tidak normal, apakah ketidaknormalan tersebut mengindikasikan infark miokard atau angina pectoris ?
- 3) Jika EKG mengindikasikan infark miokard, apakah EKG tersebut menggambarkan infark miokard lama atau baru ?

Pertanyaan tersebut sangat penting karena penanganan pasien dengan infark miokard baru dibandingkan pasien angina pectoris sangat berbeda.

2. Elektrokardiogram

a. Definisi

Elektrokardiogram (EKG) adalah rekaman listrik jantung yang diperoleh dengan bantuan elektroda yang ditempel di permukaan tubuh. Elektrokardiografi adalah ilmu yang mempelajari tentang EKG (Munawar dan Sutandar, 2002).

b. Manfaat

EKG sangat berguna dalam menentukan kelainan seperti; hipertropi atrium dan ventrikel, iskemia/ infark miokard, pericarditis, efek beberapa pengobatan terutama digitalis dan antiaritmia, kelainan elektrolit juga dapat menyebabkan kelainan EKG serta menilai fungsi pacu jantung (Munawar dan Sutandar, 2002).

c. Elektrofisiologi

Jantung dihidupi oleh aktivitas listriknya. Istilah-istilah berikut ini menjelaskan fase-fase normal dari aktivitas listrik jantung:

- 1) Poliarisasi (fase persiapan) dimana otot-otot jantung dalam keadaan relaksasi dan sel-sel jantung siap untuk menerima impuls listrik.
- 2) Depolarisasi (fase kontraksi) dimana sel jantung telah menyebarkan impuls listrik sehingga menyebabkan otot-otot jantung berkontraksi.
- 3) Repolarisasi (fase pemulihan) dimana otot-otot jantung kembali ke keadaan semula (relaks/istirahat).

d. Keistimewaan Sel Jantung

Sel jantung memiliki keistimewaan tersendiri yaitu :

- 1) *Automaticity*, adalah kemampuan dan sel pacemaker jantung untuk memulai secara spontan.
- 2) *Excitability*, adalah kemampuan sel miokardium untuk merespon stimulus.
- 3) *Conductivity*, adalah kemampuan sel jantung dalam menyalurkan impuls dari satu sel ke sel lainnya.
- 4) *Contractility*, adalah kemampuan jantung memendek sebagai respon terhadap stimuli listrik.

e. Sistem Konduksi Jantung

- 1) Nodus Sino-Atrial (SA), sering disebut nodus sinus, disingkat sinus Nodus SA terletak di atrium kanan didekat muara vena kava superior. Secara anatomis nodus SA memiliki panjang 10 - 12 mm, lebar 3 - 5 mm dan tebal 1 mm. Pada keadaan normal nodus SA mampu menghasilkan impuls listrik sebesar 60 - 100 kali/menit.

- 2) Sistem konduksi Intra-Atrial

Akhir-akhir ini sering dianggap bahwa dalam atrial terdapat jalur khusus dari sistem konduksi jantung yang terdiri dari 3 jalur internodal yang menghubungkan nodus SA dan AV, serta jalur Bachman yang menghubungkan atrium kanan dan atrium kiri.

3) Nodus Atrio-Ventrikuler (sering disingkat nodus)

Nodus AV terletak didalam dinding septum atau sekat antara atrium kanan dan kiri, tepatnya diatas katup trikuspid didekat sinus koronarius. Secara anatomis, nodus AV memiliki panjang sekitar 7 mm, lebar 3 mm dan tebal 1 mm. Perjalanan impuls dari nodus SA menuju nodus AV memerlukan waktu 0,08-0,12 detik, dengan maksud untuk memberikan kesempatan pengisian ventrikel selama terjadi kontraksi atrium. Nodus AV mampu menghasilkan impuls listrik sebesar 40-60 kali/menit.

4) Berkas His

Berkas His adalah sebuah berkas yang pendek (panjang sekitar 10 mm dengan diameter 2 mm) yang merupakan kelanjutan dari bagian bawah dari nodus AV yang menembus *annulus fibrosus* dan septum bagian membran. Nodus AV bersama berkas His disebut penghubung atrio-ventrikuler, disingkat penghubung.

5) Cabang Berkas

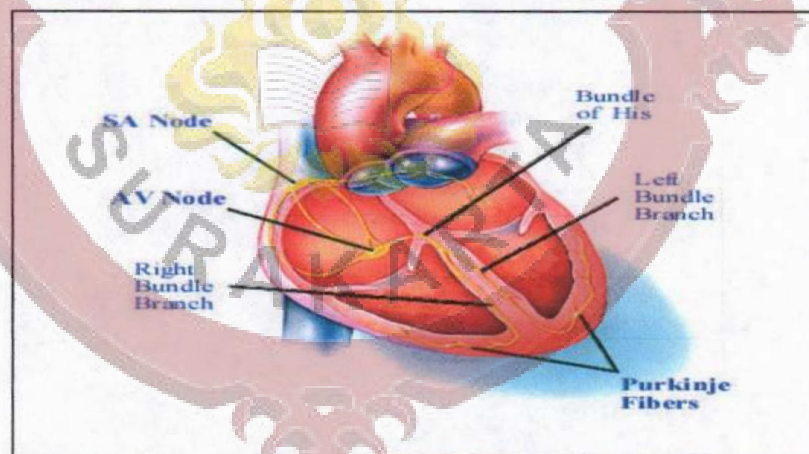
Kearah distal, berkas His bercabang menjadi dua yaitu cabang berkas kiri dan cabang berkas kanan. Cabang berkas kiri memberikan cabang-cabang ke ventrikel kiri, sedangkan cabang berkas kanan bercabang-cabang ke ventrikel kanan.

6) Fasikel

Cabang berkas kiri bercabang menjadi dua bagian, fasikel kiri anterior yang menghantarkan impuls listrik ke ventrikel kiri bagian anterior superior dan fasikel kiri posterior yang menghantarkan impuls listrik ke ventrikel kiri bagian posterior inferior.

7) Serabut Purkinje

Bagian terakhir dari sistem konduksi jantung ialah serabut-serabut purkinje, yang merupakan anyaman halus dan berhubungan erat dengan sel-sel otot jantung. Serabut purkinje mampu menghasilkan impuls 20-40 kali per-menit.



Gambar 2.1 Sistem Konduksi Jantung (Guyton, 2006)

f. Potensial Aksi

Bila kita mengukur potensial listrik yang terjadi dalam sel otot jantung dibandingkan dengan potensial diluar sel, pada saat sel mendapat stimulus, maka perubahan potensial yang terjadi sebagai fungsi dari waktu, disebut potensial aksi (Pratanu, 2006). Potensial

aksi dibagi atas 5 fase (Dharma, 2009) :

1) Fase 0 — Depolarisasi cepat

Terjadi pemasukan cepat Na^+ dari luar sel kedalam sel melalui saluran Na^+ . Ion I^{+} bergerak keluar sel dan Ca^{++} bergerak lambat masuk kedalam sel melalui saluran Ca^{++} . Sel akan terdepolarisasi dan dimulailah kontraksi jantung yang ditandai dengan kompleks QRS pada EKG. Selanjutnya terjadi repolarisasi segera yang terdiri dari tiga fase.

2) Fase 1 — Repolarisasi dini

Saluran Na^+ akan menutup sebagian, memperlambat aliran Na^+ kedalam sel. Pada saat bersamaan, Cl^- masuk kedalam sel dan K^+ keluar melalui saluran K^+ , sehingga terjadi penurunan jumlah sel positif dalam sel yang menimbulkan gelombang defleksi negative kecil pada kurva aksi potensial.

3) Fase 2 — Fase Plateau

Terjadi pemasukan lambat Ca^{++} kedalam sel melalui saluran Ca^{++} . Ion K^+ terus keluar dari sel melalui saluran K^+ , fase ini ditandai dengan segmen ST pada EKG.

4) Fase 3 — Repolarisasi cepat akhir

Terjadi *downslope* aksi potensial, dimana K^+ bergerak cepat keluar sel. Saluran Ca^{++} dan Na^+ tertutup sehingga Ca^{++} dan Na^+ tidak bisa masuk kedalam sel. Pengeluaran cepat K^+ menyebabkan suasana elektrik didalam sel menjadi negatif. Hal

ini menjelaskan terjadinya gelombang T (repolarisasi ventrikel) pada EKG. Jika saluran K^+ dihambat, terjadi pemanjangan aksi potensial.

5) Fase 4 - Resting membrane potensial

Kembali pada fase istirahat, Na^+ dijumpai banyak dalam sel serta K^+ banyak diluar sel. Pompa $Na^+ K^+$ akan diaktivasi untuk mengeluarkan Na^+ dan memasukkan K^+ kedalam sel. Jantung mengalami polarisasi (siap untuk distimuli berikutnya).

g. Sadapan EKG

Sadapan EKG standar sebanyak 12 sadapan yang terdiri dari 6 sadapan ekstremitas yang merekam aktivitas listrik dari bidang frontal dan 6 sadapan prekordial yang merekam aktivitas listrik pada bidang horizontal.

1) Sadapan Ekstremitas

Sadapan ekstremitas direkam dengan meletakkan 4 elektrode pada lengan kanan (kabel warna merah), lengan kiri (kabel warna kuning), tungkai kanan (kabel warna hitam), dan tungkai kiri (kabel warna hijau). Sadapan ekstremitas terdiri dari 3 sadapan bipolar dan 3 sadapan unipolar ekstremitas.

a) Sadapan bipolar ekstremitas

Dinamakan sadapan bipolar karena sadapan ini hanya merekam perbedaan potensial dari 2 elektroda, sadapan ini ditandai dengan angka romawi I, II dan III.

- (1) Sadapan I : Merekam beda potensial antara tangan kanan dengan tangan kiri, dimana tangan kanan bermuatan negatif dan tangan kiri bermuatan positif.
- (2) Sadapan II : Merekam beda potensial antara tangan kanan dan kaki kiri, dimana tangan kanan bermuatan negatif dan kaki kiri bermuatan positif.
- (3) Sadapan III : Merekam beda potensial antara tangan kiri dan kaki kiri, dimana tangan kiri bermuatan negatif dan kaki kiri bermuatan positif.



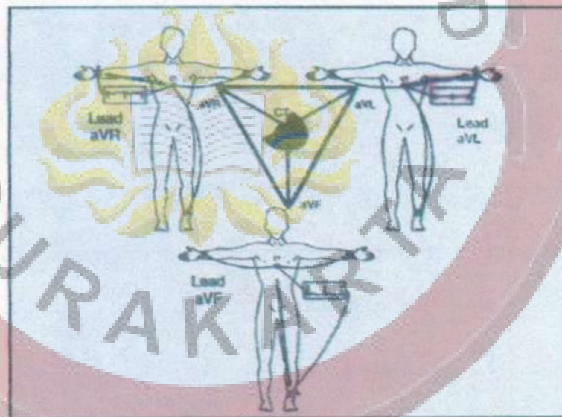
Gambar 2.2 Sadapan bipolar (sumber Pratanu, 2006)

b) Sadapan unipolar ekstrinitas

Merekam beda potensial listrik pada satu ekstremitas, elektroda eksplorasi diletakkan pada ekstremitas lain yang akan diukur. Gabungan elektroda-elektroda pada ekstremitas lain membentuk elektroda indeferen (potensial nol). Sadapan unipolar ekstremitas

terdiri dari 3 sadapan yaitu :

- (1) Sadapan aVR : merekam potensial listrik pada tangan kanan, dimana tangan kanan bermuatan positif, tangan kiri dan kaki kiri membentuk elektroda indeferen.
- (2) Sadapan aVL : merekam potensial listrik pada tangan kiri, dimana tangan kiri bermuatan positif, tangan kanan dan kaki kiri membentuk elektroda indeferen.
- (3) Sadapan aVF : merekam potensial listrik pada kaki kiri, dimana kaki kiri bermuatan positif, tangan kanan dan tangan kiri membentuk elektroda indeferen.



Gambar 2.3 Sadapan unipolar ekstremitas (Pratanu , 2006)

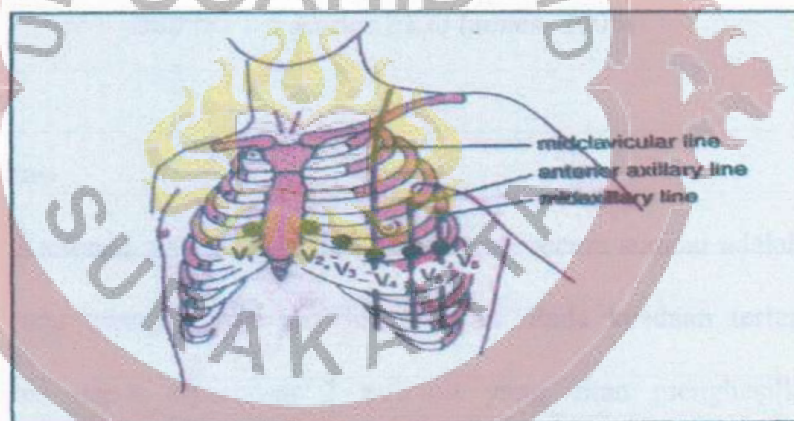
2) Sadapan Prekordial

Sadapan prekordial disebut juga sadapan unipolar prekordial, yaitu merekam besar potensial listrik iantung dengan bantuan 6 elektroda eksplorasi yang ditempatkan di beberapa tempat pada dinding dada elektroda indifferen diperoleh dengan menggabungkan ketiga elektroda ekstremitas

(Rahayoe, 2001). Pemasangan sadapan prekordial :

- a) Sadapan V1 ruang interkostal IV garis sterna kanan
- b) Sadapan V2 : ruang interkostal IV garis sterna kanan
- c) Sadapan V3 : pertengahan antara V2 dan V4
- d) Sadapan V4 : ruang interkostal V garis midklavikula kiri
- e) Sadapan V5 : sejajar V4 garis aksila kanan
- f) Sadapan V6 : sejajar V4 garis aksila tengah

Umumnya perekaman UKG lengkap dibuat 12 sadapan, akan tetapi pada keadaan tertentu perekaman dibuat sampai V7, V8 V9 atau V3R, V4R (Pratanu, 2004)

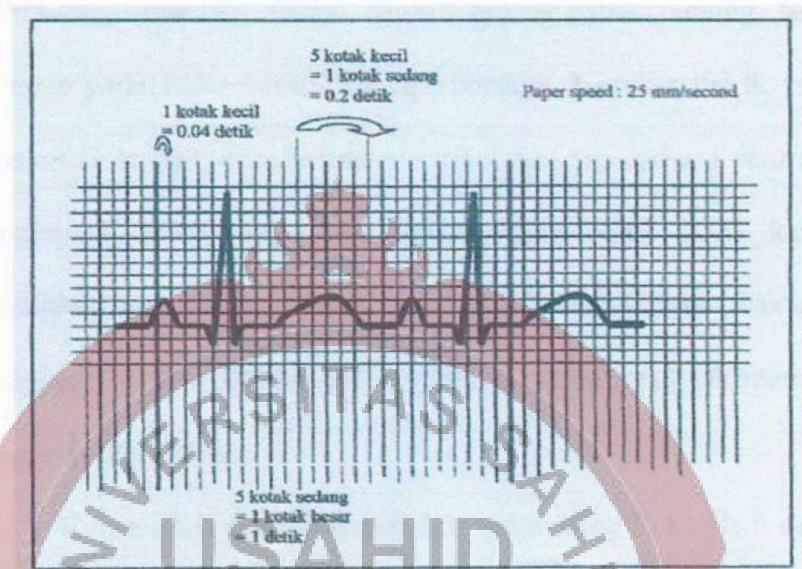


Gambar 2.4 Penempatan elektroda prekordial (Jones, 2005)

h. Kertas EKG

Kertas EKG merupakan kertas gratik yang terdiri dari garis horizontal dan vertikal dengan jarak 1 mm. Garis yang lebih tebal terdapat pada setiap 5 mm. Kecepatan kertas standar adalah 25 mm/detik. Garis horizontal menggambarkan waktu dimana 1 mm (1 kotak kecil) 0,04 detik sehingga 5 mm (1 kotak besar) = 0,20 detik.

Garis vertikal menggambarkan voltase listrik jantung, dimana 1 mm = 0,1 milivolt sehingga 10 mm = 1 milivolt.



Gambar 2.5 Kertas EKG (Jones, 2005)

i. Kalibrasi

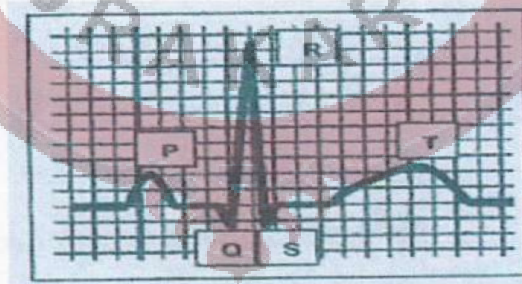
Kalibrasi atau penentuan ukuran kertas secara standar adalah 1 mV yang menghasilkan defleksi 10 mm. Pada keadaan tertentu kalibrasi dapat diperbesar 2 milivolt yang akan menghasilkan defleksi 20 mm atau diperkecil 112 milivolt yang akan menghasilkan defleksi setinggi 5 mm. Hal ini harus dicatat pada kertas hasil rekaman, sehingga tidak menimbulkan interpretasi yang salah bagi yang membacanya.

j. Kurva EKG

Kurva EKG menggambarkan proses listrik yang terjadi pada atrium dan ventrikel. Sesuai dengan proses listrik jantung, setiap hantaran pada EKG normal memperlihatkan 3 proses listrik yaitu; depolarisasi atrium, depolarisasi ventrikel dan repolarisasi ventrikel. Repolarisasi atrium umumnya tidak terlihat pada EKG karena disamping intensitasnya kecil juga repolarisasi atrium waktunya bersamaan dengan depolarisasi ventrikel yang mempunyai intensitas yang jauh lebih besar.

Kurva EKG normal terdiri dari gelombang P, Q, R, S dan T serta kadang-kadang terlihat gelombang U. Selain itu juga ada beberapa interval dan segmen EKG.

k. EKG Normal



Gambar 2.6 Bentuk Dasar EKG

1) Gelombang P

Merupakan gambaran proses depolarisasi atrium. Setengah gelombang P pertama karena stimulasi atrium kanan serta bentuk *clownslope* berikutnya terjadi karena stimuli atrium kiri. Pada

bidang frontal : positif di sadapan I, II, dan aVF dan negatif di aVR, sedangkan di aVL dan III bisa positif, negatif atau bifasik. Pada bidang horizontal : biasanya bifasik atau negatif di sadapan V1 dan V2, dan positif di sadapan V3 hingga V6. Nilai normal :

- a) Lebar : 0,04 — 0,11 detik
- b) Tinggi kurang dari 2,5 mm



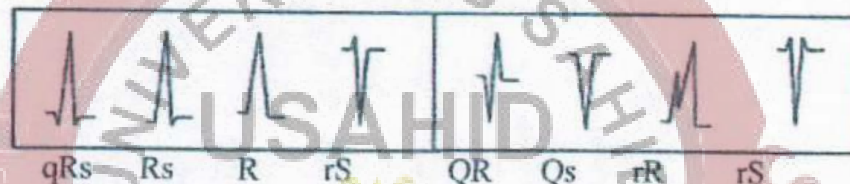
Gambar 2.7 Morfologi gelombang P (Jones, 2005)

2) Kompleks QRS

Merupakan gambaran proses depolarisasi ventrikel. Durasi lebar normal kompleks QRS adalah 0,06 — 0,10 detik, tinggi tergantung sadapan. Kompleks QRS terdiri dari:

- a) Gelombang Q adalah defleksi negatif pertama pada kompleks QRS. Nilai normal gelombang Q adalah: lebar $< 0,04$ detik dan dalamnya $< 1/3$ tinggi gelombang R pada sadapan yang bersangkutan. Gelombang Q abnormal disebut gelombang Q patologis.

- b) Gelombang R adalah defleksi positif pertama pada kompleks QRS. Umumnya kompleks QRS positif di sadapan I, II, V5 dan V6. Disadapan aVR, V1 dan V2 biasanya hanya kecil. Gelombang R meningkat dari V1 ke V6.
- c) Gelombang S adalah defleksi negatif setelah gelombang R di sadapan aVR, V1 dan V2. Gelombang S terlihat lebih dalam, disadapan V4, V5, dan V6 mulai kurang dalamnya. Gelombang S mengecil dari V1 ke V6.



Gambar 2.8 Istilah-istilah untuk berbagai bentuk kompleks QRS (Pratanu, 2006)

- 3) Gelombang T
- Merupakan gambaran proses repolarisasi ventrikel. Gelombang T positif di hampir semua sadapan kecuali di aVR dan V1. Tinggi normal gelombang T pada sadapan ekstremitas <5 mm dan pada sadapan prekordial <10 mm.
- 4) Gelombang U

Adalah defleksi positif setelah gelombang T dan sebelum gelombang P berikutnya. Penyebab gelombang U masih belum diketahui, namun diduga timbul akibat repolarisasi lambat sistem konduksi interventrikuler. Gelombang U biasanya tegak dan

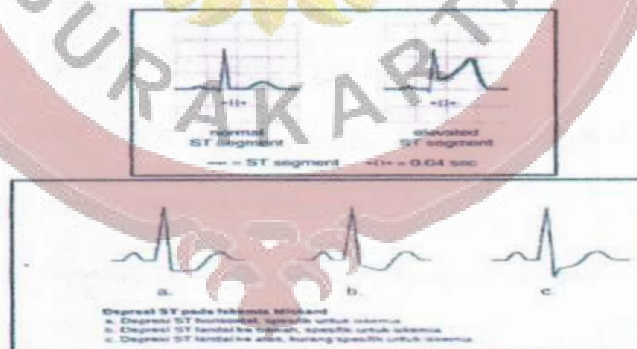
paling besar terdapat di V2 dan V3.

5) Interval PR

Interval PR diukur dari permulaan gelombang P sampai permulaan kompleks QRS. Nilai normal berkisar antara 0,12-0,20 detik. Ini merupakan waktu yang dibutuhkan untuk depolarisasi atrium dan jalannya impuls melalui berkas His sampai permulaan depolarisasi ventrikel.

6) Segmen ST

Segmen ST diukur dari akhir kompleks QRS sampai permulaan gelombang T. Segmen ini normalnya isoelektris, tetapi pada lead prekordial dapat bervariasi. Segmen ST yang naik di atas garis isoelektris disebut ST elevasi dan yang di bawah garis isoelektris disebut ST depresi.



Gambar 2.9 Macam-macam segmen ST (Jones, 2005)

7) Interval QT

Interval QT diukur dari permulaan kompleks QRS sampai akhir gelombang T. Interval ini merupakan waktu yang diperlukan

ventrikel dari awal terjadinya depolarisasi sampai akhir repolarisasi. Interval ini tergantung dari frekuensi jantung. Nilai normal untuk interval QT sebagai fungsi dari frekuensi jantung ialah menurut rumus Bazet:

$$QT-c = \frac{QT}{(R - R)^{1/2}}$$

Keterangan :

QT-c : QT terkoreksi

QT : QT yang terukur

R — R : interval R-R yang terukur

Semua ukuran dalam detik. Nilai normal untuk QT-c ialah 0,33-0,43.

I. Konfigurasi Gelombang EKG Normal 12 Sadapan

Konfigurasi gelombang EKG normal 12 sadapan dapat dilihat lebih lanjut pada tabel 2.1 di bawah ini :

Tabel 2.1 Konfigurasi gelombang EKG normal 12 sadapan

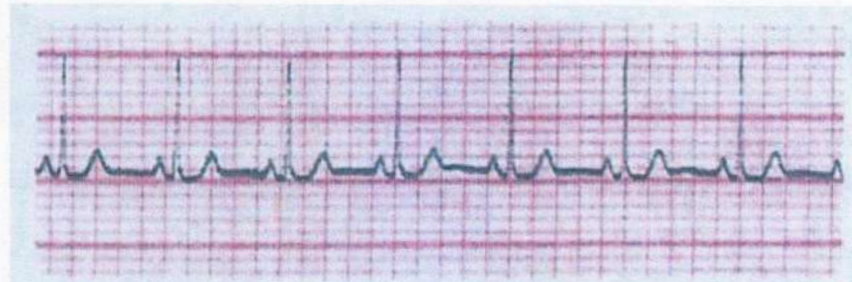
Sadapan	Gel. P	Gel. Q	Gel. R	Gel. S	Gel. T	Segmen ST
I	Positif	Kecil	Besar	Kecil, <gel.R / tidak ada	Positif	Bervariasi dari +1 s/d -0,5 mm
II	Positif	Kecil/ tidak ada	Besar	Kecil, <gel.R / tidak ada	Positif	Bervariasi dari +1 s/d -0,5 mm
III	Positif, Bifasik, Inversi,	Kecil/ tidak ada	Tidak ada sampai besar	Tidak ada sampai besar	Positif, Bifasik, Inversi	Bervariasi dari +1 s/d -0,5 mm
aVR	Inversi	Kecil, tidak ada, besar	Kecil/ tidak ada	Besar (mungkin QS kompleks)	Inversi	Bervariasi dari +1 s/d -0,5 mm

aVL	Positif, Bifasik, Inversi	Kecil, tidak ada, besar	Kecil, tidak ada, besar	Tidak ada sampai besar	Positif, Bifasik Inversi	Bervariasi dari +1 s/d -0,5 mm
aVF	Positif	Kecil/ tidak ada	Kecil, tidak ada, besar	Tidak ada sampai besar	Bifasik Inversi	Bervariasi dari +1 s/d -0,5 mm
V1	Positif, Bifasik, Inversi	Tidak ada/ QS kompleks	< dari gel. S / tidak ada	Besar	Positif, Bifasik, Inversi	Bervariasi dari +1 s/d -0,5 mm
V2	Positif	Tidak ada	< dari gel. S / tidak ada (> besar dari V1)	Besar	Positif	Bervariasi dari +1 s/d -0,5 mm
V3	Positif	Kecil/ tidak ada	Kecil, > besar / sama dng S (> besar dari V2)	> besar, kurang atau sama dng gelombang R	Positif	Bervariasi dari +1 s/d -0,5 mm
V4	Positif	Kecil/ tidak ada	> besar dari S (> besar dari V3)	Lebih kecil e dari R (> kecil dari V3)	Positif	Bervariasi dari +1 s/d -0,5 mm
V5	Positif	Kecil	> besar dari R di V4, < 26mm	> kecil dari S di V4	Positif	Bervariasi dari +1 s/d -0,5 mm
V6	Positif	Kecil	Besar, < 26 mm	> kecil dari S di V5	Positif	Bervariasi dari +1 s/d -0,5 mm

m. Irama Jantung

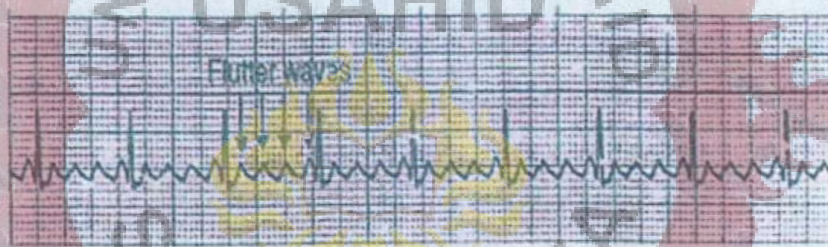
Kata irama digunakan untuk menyebut bagian jantung yang mengendalikan rangkaian aktivitas listrik jantung. Irama jantung normal yang aktivasi listriknya mulai nodus SA disebut irama sinus (Hampton, 2006). Irama jantung ada 5 yaitu :

- 1) Irama sinus, adalah irama denyut jantung yang pemacu dominannya adalah nodus SA. Cirinya ada gelombang P normal diikuti kompleks QRS.



Gambar 2.10 Contoh irama sinus: Irama sinus normal
(sumber: Jones, 2005)

- 2) Irama atrial adalah irama denyut jantung yang pemacu dominannya berasal dari atrium. Cirinya ada gelombang P yang berbeda dengan gelombang P sinus.



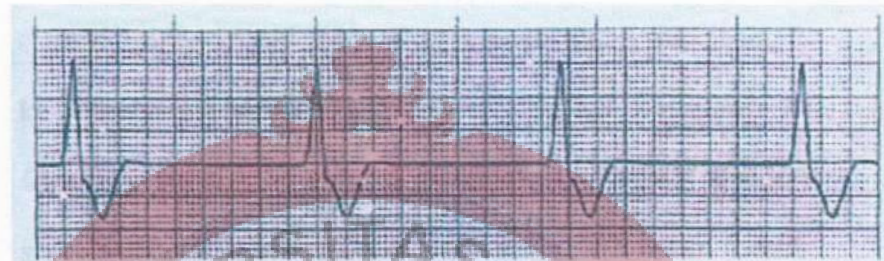
Gambar 2.11 Contoh irama atrial: Atrial Flutter (sumber: Jones, 2005)

- 3) Irama penghubung adalah irama denyut jantung yang pemacu dominannya adalah nodus AV. Cirinya gelombang P hilang/inversi/mundur (*retrograde*)



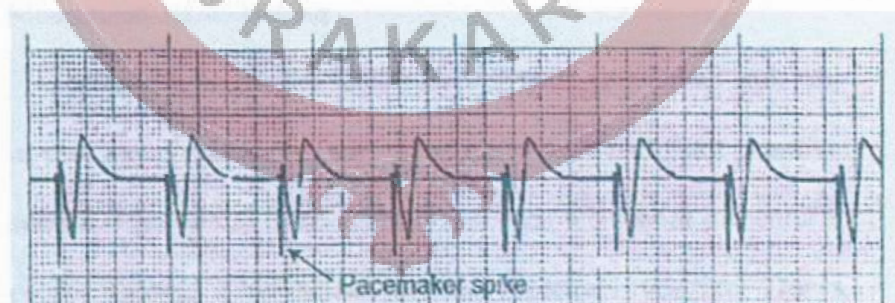
Gambar 2.12 Contoh irama penghubung (sumber: Jones, 2005)

- 4) Irama ventrikuler adalah irama denyut jantung yang pemacu dominannya adalah sumber impuls dari ventrikel. Cirinya gelombang P menghilang, jika ada biasanya tidak berhubungan dengan kompleks QRS secara konstan.



Gambar 2.13 Contoh irama ventrikuler: irama lolos ventrikuler (sumber: Jones, 2005)

- 5) Irama pemacu buatan adalah irama denyut jantung yang berasal dari pemacu buatan, misalnya pemasangan pace jantung buatan pada pasien dengan blok AV derajat 3



Gambar 2.14 Contoh irama pemacu buatan terlihat pada spike tanda panah (sumber: Jones, 2005)

n. Menentukan Frekuensi Jantung Melalui EKG

Ada 3 cara untuk menentukan frekuensi jantung melalui kertas EKG, yaitu :

- 1) Cara pertama, 1500 dibagi jumlah kotak kecil antara gelombang R ke gelombang R berikutnya.
- 2) Cara kedua, 300 dibagi jumlah kotak besar antara gelombang R ke gelombang R berikutnya.
- 3) Cara ketiga, mengukur EKG strip (biasanya sadapan II atau VI) sepanjang 6 detik, hitung jumlah kompleks QRS dalam 6 detik kemudian dikalikan 10.

Cara pertama dan kedua digunakan jika irama jantung teratur, sedangkan cara ketiga dapat digunakan pada irama jantung teratur dan tidak teratur. Irama jantung dikatakan teratur jika jarak antara gelombang R ke R berikutnya selalu sama, jika jarak gelombang R ke R berikutnya tidak sama maka disebut irama tidak teratur.

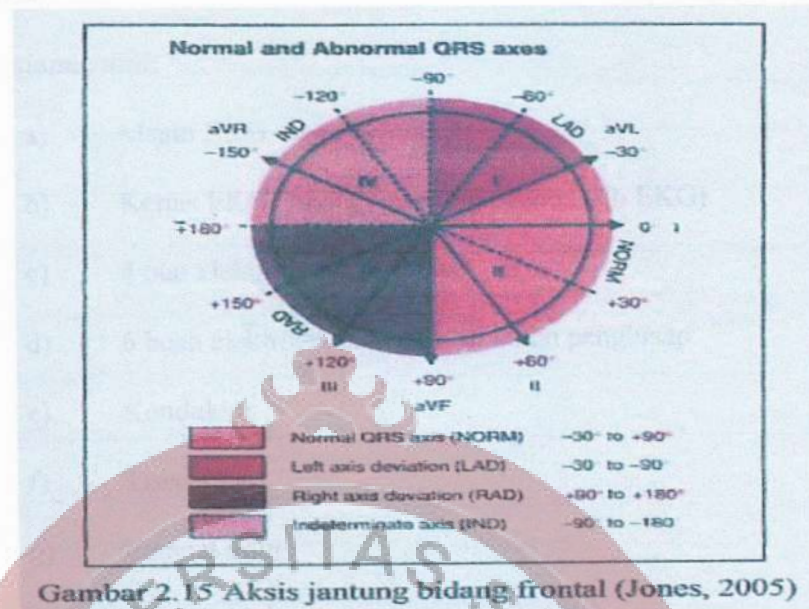
o. Menentukan Aksis Jantung

Aksis dapat disebut sumbu jantung menggambarkan arah rata-rata aktivitas listrik jantung yang dihasilkan oleh otot ventrikel selama depolarisasi ventrikel. Analisa aksis membantu menentukan posisi jantung, blok cabang berkas, hipertropi ventrikel (Jones, 2005).

1) Aksis jantung bidang frontal pada kompleks QRS

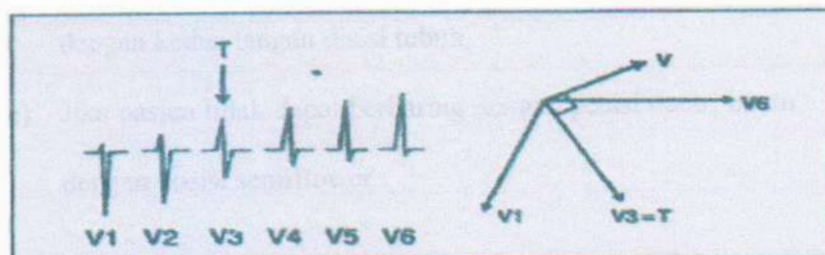
Aksis jantung bidang frontal ditentukan dengan menghitung jumlah resultan defleksi-defleksi positif dan negatif QRS rata-rata dan sadapan I sebagai sumbu X dan sadapan aVF sebagai sumbu Y. Aksis normal berkisar antara -30° sampai $+90^{\circ}$.

- a) Bila hasil resultan sadapan I positif dan aVF positif, maka aksis jantung berada pada posisi normal.
- b) Bila hasil resultan sadapan I positif, aVF negatif, dan sadapan II positif, maka aksis jantung masih berada pada posisi normal.
- c) Bila hasil resultan sadapan I positif, aVF negatif, dan sadapan II negatif, maka terjadi deviasi aksis ke kiri (LAD) berada pada sudut -30° sampai $+90^{\circ}$.
- d) Bila hasil resultan sadapan I negatif, aVF positif, dan sadapan II negatif, maka terjadi deviasi aksis ke kanan (RAD) berada pada sudut $+90^{\circ}$ sampai -180° .
- e) Bila hasil resultan sadapan I negatif, aVF negatif, dan sadapan II negatif, maka terjadi deviasi aksis ke superior (extreme RAD) berada pada sudut $+180^{\circ}$ sampai -90° .



Gambar 2.15 Aksis jantung bidang frontal (Jones, 2005)

- 2) Aksis jantung bidang horizontal tidak dinyatakan dalam derajat, tetapi cukup ditentukan sadapan mana yang mempunyai jumlah aljabar defleksi kompleks QRS sama dengan nol. Sadapan ini disebut daerah transisi pada bidang prekordial. Daerah transisi yang normal ialah V3 dan V4. Bila daerah transisi berpindah ke arah jarum jam (dilihat dari arah tungkai), misalnya di V5 atau V6, maka dikatakan bahwa aksis jantung mengalami rotasi searah jarum jam. Bila daerah transisi berpindah ke arah V1 atau V2, maka dikatakan terjadi rotasi berlawanan arah jarum jam.



Gambar 2.16 Aksis jantung bidang horisontal yang normal. T = daerah transisi (Pratanu, 2006)

p. Perekaman EKG

1) Persiapan alat:

- a) Mesin EKG
- b) Kertas EKG (sudah terpasang pada mesin EKG)
- c) 4 plat elektrode ekstremitas
- d) 6 buah elektrode dada dengan balon penghisap
- e) Konduktor
- f) Tissue/ kasa
- g) Tempat tidur
- h) Pena/ spidol

2) Persiapan pasien

- a) Jelaskan bahwa tes ini hanya sebentar, aman dan tidak menyakitkan, ini merupakan cara untuk mengevaluasi fungsi jantung.
- b) Jelaskan prosedurnya dan jawab setiap pertanyaan pasien, tenang dan persiapkan pasien dengan baik.
- c) Selama perekaman EKG, anjurkan pasien untuk tenang dan hindari gerakan-gerakan tubuh, serta anjurkan klien untuk tidak bicara.
- d) Anjurkan pasien untuk berbaring ditengah tempat tidur dengan kedua tangan disisi tubuh.
- e) Jika pasien tidak dapat berbaring dengan posisi datar, bantu dengan posisi semiflower

- f) Jaga privasi pasien, buka lengan dan dada pasien.
- 3) Pemilihan letak elektrode
- a) Pilih tempat yang datar dan berdaging, bukan otot atau tulang
 - b) Bersihkan minyak/ kotoran lain dari kulit untuk mempertinggi kontak elektrode
- 4) Cara Kerja Perekaman EKG
- a) Hubungkan mesin EKG dengan stop kontak, jika mesin menggunakan baterai charge mungkin tidak perlu
 - b) Oleskan konduktor pada lokasi penempatan elektrode
 - c) Letakkan elektrode ekstremitas pada :
 - (1) Kabel warna merah di pergelangan tangan kanan
 - (2) Kabel warna kuning di pergelangan tangan kiri
 - (3) Kabel warna hijau di pergelangan kaki kiri
 - (4) Kabel warna hitam di pergelangan kaki kanan sebagai ground
 - d) Letakkan elektrode dada pada :
 - (1) V1 : di ruang interkostal IV garis sterna kanan
 - (2) V2 : di ruang interkostal IV garis sterna kiri
 - (3) V3 : di pertengahan antara V2 dan V4
 - (4) V4 : di ruang interkostal V garis midklavikula kiri
 - (5) V5 : sejajar V4 garis aksila kiri depan
 - (6) V6 : sejajar V4 garis aksila kiri tengah

- (7) V3R dan V4R sama dengan V3 dan V4 tapi disebelah kanan direkam jika terdapat infark miokard inferior.
- e) Yakinkan semua elektrode terpasang dengan benar, dan hidupkan mesin
 - f) Anjurkan pasien untuk rileks, berbaring dan bernafas dengan normal, serta tidak berbicara selama perekaman EKG.
 - g) Atur kecepatan perekaman dalam 25 mm/detik
 - h) Lakukan kalibrasi 2 kali
 - i) Lakukan perekaman EKG 12 sadapan dan sadapan II panjang minimal sepanjang 6 detik untuk analisa aritmia
 - j) Amati hasil perekaman EKG, setelah perekaman matikan mesin.
 - k) Lepas elektrode dan bersihkan kulit pasien
 - l) Beri nama pada masing-masing sadapan, nama dan register pasien, jam dan tanggal perekaman, nama pembuat perekaman. Rapiakan peralatan dan dokumentasikan hasil perekaman EKG.
- q. Cara Interpretasi EKG 12 Sadapan
- Menurut Hampton (2006), urutan interpretasi EKG yaitu :
- 1) Tentukan frekuensi jantung
 - 2) Tentukan irama jantung

- 3) Tentukan sumbu jantung
 - 4) Tentukan ada tidaknya tanda hipertropi
 - 5) Tentukan ada tidaknya tanda iskemia / infark miokard
- r. Gambaran EKG pada Penyakit Jantung Koroner

Kelainan miokard yang disebabkan oleh terganggunya aliran koroner dapat diketahui melalui EKG. Terganggunya aliran koroner menyebabkan kerusakan miokard yang dapat dibagi menjadi 3 tingkat yaitu:

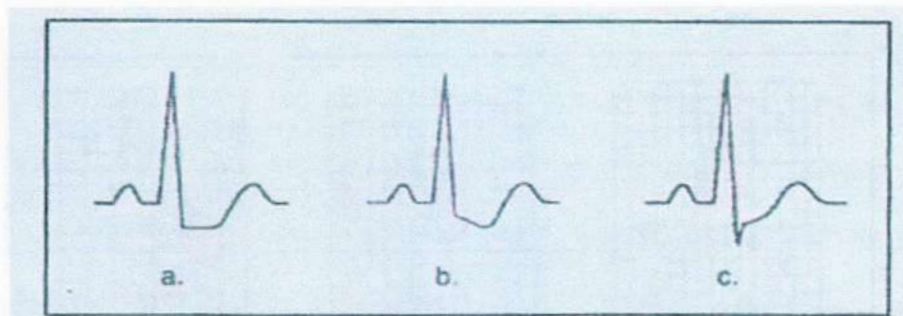
- 1) Iskemia, kelainan miokard yang paling ringan dan masih reversible
- 2) Injuri, yaitu kelainan yang lebih berat, tetapi masih reversible
- 3) Nekrosis, yaitu kelainan yang sudah irevesibel, karena kerusakan sel-sel miokard sudah permanen.

- s. Gambaran EKG pada Iskemia

Gambaran EKG pada Iskemia meliputi :

- 1) Depresi ST

Ini adalah ciri dasar iskemia miokard. Ada 3 macam jenis depresi ST, yaitu: depresi ST horisontal, landai ke bawah, dan landai ke atas. Yang paling spesifik adalah depresi ST horisontal dan landai ke bawah. Depresi ST dianggap bermakna jika lebih dari 1 mm, makin dalam makin spesifik.



Gambar 2.17 Depresi ST pada iskemia miokard (Pratanu, 2004);
a. Horizontal b. Landai kebawah c. Landai keatas

2) Inversi T

Gelombang T yang negatif bisa terdapat pada iskemia miokard, tetapi tanda ini kurang spesifik, yang spesifik adalah bila gelombang T ini simetris dan berujung lancip.

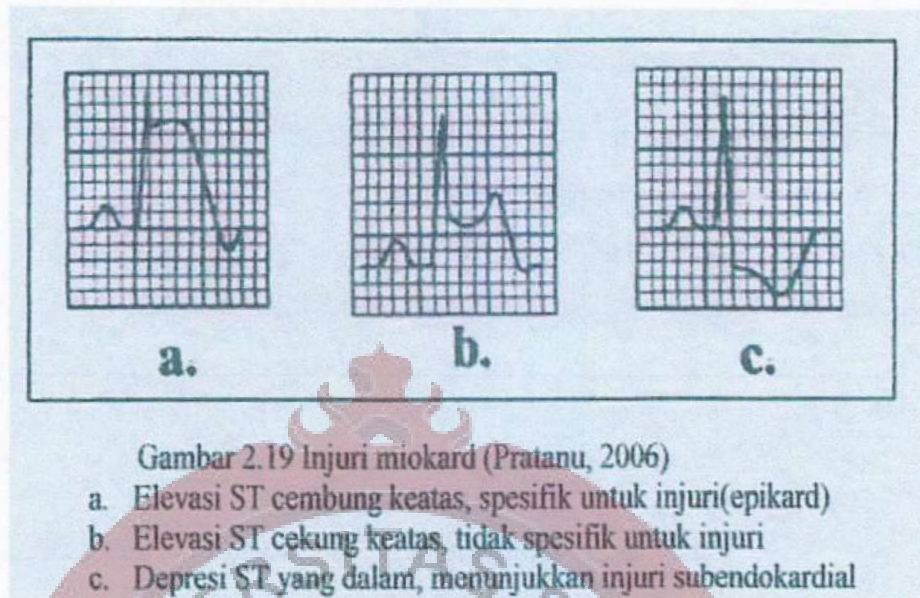


Gambar 2.18 Inversi T pada iskemia miokard (Pratanu, 2004)

- a. Inversi T kurang spesifik untuk iskemia
- b. Inversi T yang berujung lancip dan simetris (seperti anak panah), spesifik untuk iskemia

t. Gambaran EKG pada Injuri

Ciri dasar injuri adalah elevasi ST, yang khas ialah konveks keatas. Pada umumnya dianggap bahwa elevasi ST menunjukkan injuri di daerah subepikardial, sedangkan injuri di daerah subendokardial menunjukkan depresi ST yang dalam.



u. Gambaran EKG pada Nekrosis

Ciri dasar nekrosis miokard adalah adanya gelombang Q patologis yaitu Q yang lebar dan dalam, dengan syarat-syarat :

- 1) Lebar $> 0,04$ detik
- 2) Dalam > 4 mm atau $> 25\%$ tinggi R



Gambar 2.20 Nekrosis miokard.

Pada umumnya dianggap:

Q menunjukkan tebalnya nekrosis

R menunjukkan sisa miokard yang masih hidup (Pratanu, 2004)

- a) Bentuk qR : nekrosis dengan sisa miokard sehat yang cukup
- b) Bentuk Qr : nekrosis tebal dengan sisa miokard sehat yang tipis
- c) Bentuk QS : nekrosis seluruh tebal miokard, yaitu transmural

v. Lokasi Dinding Ventrikel pada EKG

Karena iskemia miokard sebagian besar mengenai ventrikel kiri, maka penting untuk menentukan bagian-bagian dan dinding ventrikel kiri pada EKG. Menurut Pratanu (2006), pada umumnya dipakai istilah-istilah sebagai berikut :

- 1) Daerah anteroseptal : V1 - V4
- 2) Daerah anterior ekstensif : V1-V6, I dan aVL
- 3) Daerah anterolateral : V4-V6, I dan aVL
- 4) Daerah anterior terbatas : V3-V5
- 5) Daerah inferior : II, III dan aVF
- 6) Daerah lateral tinggi : I dan aVL
- 7) Daerah posterior murni : bayangan cermin dari V1, V2 dan V3 terhadap garis horizontal
- 8) Proyeksi dinding ventrikel kanan pada umumnya terlihat pada V4R - V6R sering bersamaan dengan II, III dan aVF

3. Artifak

a. Pengertian

Gelombang, segmen, dan kompleks pada EKG dihasilkan oleh aktivitas listrik jantung, akan tetapi jika terdapat gangguan defleksi yang lain maka disebut artifak (James, 2008).

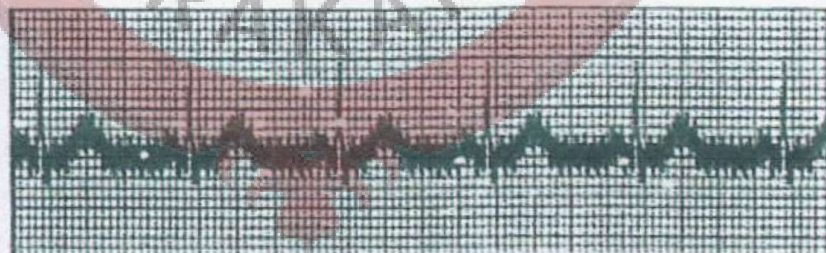
b. Penyebab

Penyebab artifak adalah konduktor antara elektrode dan kulit kurang baik, elektrode kering dan kotor, elektrode lepas, pasien bergerak, tremor, mesin EKG rusak, respirasi, kabel sadapan putus, ground listrik jelek (James, 2008).

c. Klasifikasi

1) *AC Interference.*

Penyebabnya adalah ground listrik yang jelek, kabel pasien terlalu dekat dengan alat atau stop kontak yang lain.



Gambar 2.21 Artifak: AC Interference (sumber: Jones, 2008)

2) *Baseline.*

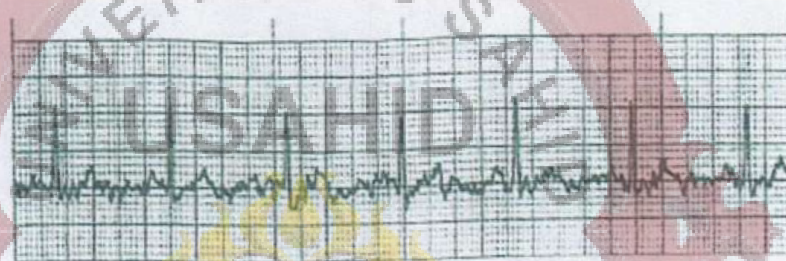
Penyebabnya adalah pasien bergerak, elektrode bergerak, konduktor antara elektrode dan kulit kurang baik, gangguan. respirasi.



Gambar 2. 22 Artifak: wandering baseline. (sumber: Jones, 2008)

3) *Tremor muscle artifact*

Penyebabnya adalah pasien kedinginan, pasien bergerak, kejang, tremor, penyakit Parkinson (Jones, 2008)



Gambar 2.23 Artifak: tremor/ muscle artifact (sumber : Jones, 2008)

4. Konduktor

a. Definisi

Yang dimaksud disini adalah konduktor listrik, yaitu materi yang dapat melewati muatan listrik. Pada logam tertentu arus listrik dibawa oleh elektron, tidak ada ikatan khusus pada atom. Contoh konduktor: Cu, Zn, Pb, Fe, Al. (Gabriel, 2002)

b. Fungsi konduktor pada perekaman EKG

Fungsi konduktor pada perekaman EKG adalah untuk menurunkan resistensi kulit terhadap aliran listrik jantung dan

meningkatkan konduksi listrik antara kulit dan elektrode (James, 2008). Elektrode adalah konduktor yang digunakan untuk bersentuhan dengan bagian atau media non-logam.

c. Konduktor jeli elektrode

Jeli elektrode merupakan jeli khusus yang biasa digunakan untuk perekaman EKG. Jeli elektrode berisi *hydroxyethylcellulose*, keseimbangan pH dan tidak menyebabkan iritasi pada kulit. *Hydroxyethylcellulose* adalah jeli yang berasal dari selulosa. *Hydroxyethylcellulose* dapat menyebabkan retensi air dan adhesi. Selain itu jeli elektrode juga mengandung salin untuk meningkatkan konduktivitas listrik (Wikianswers, 2012).

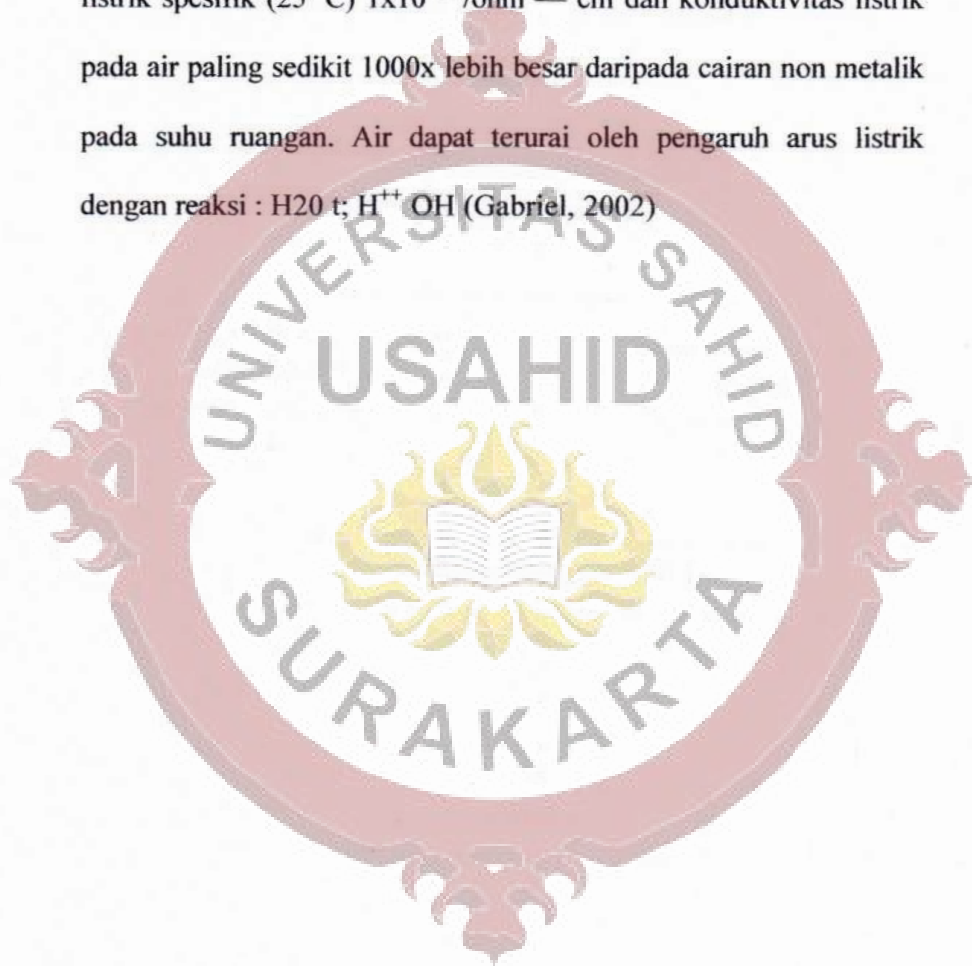
d. Konduktor air ledeng

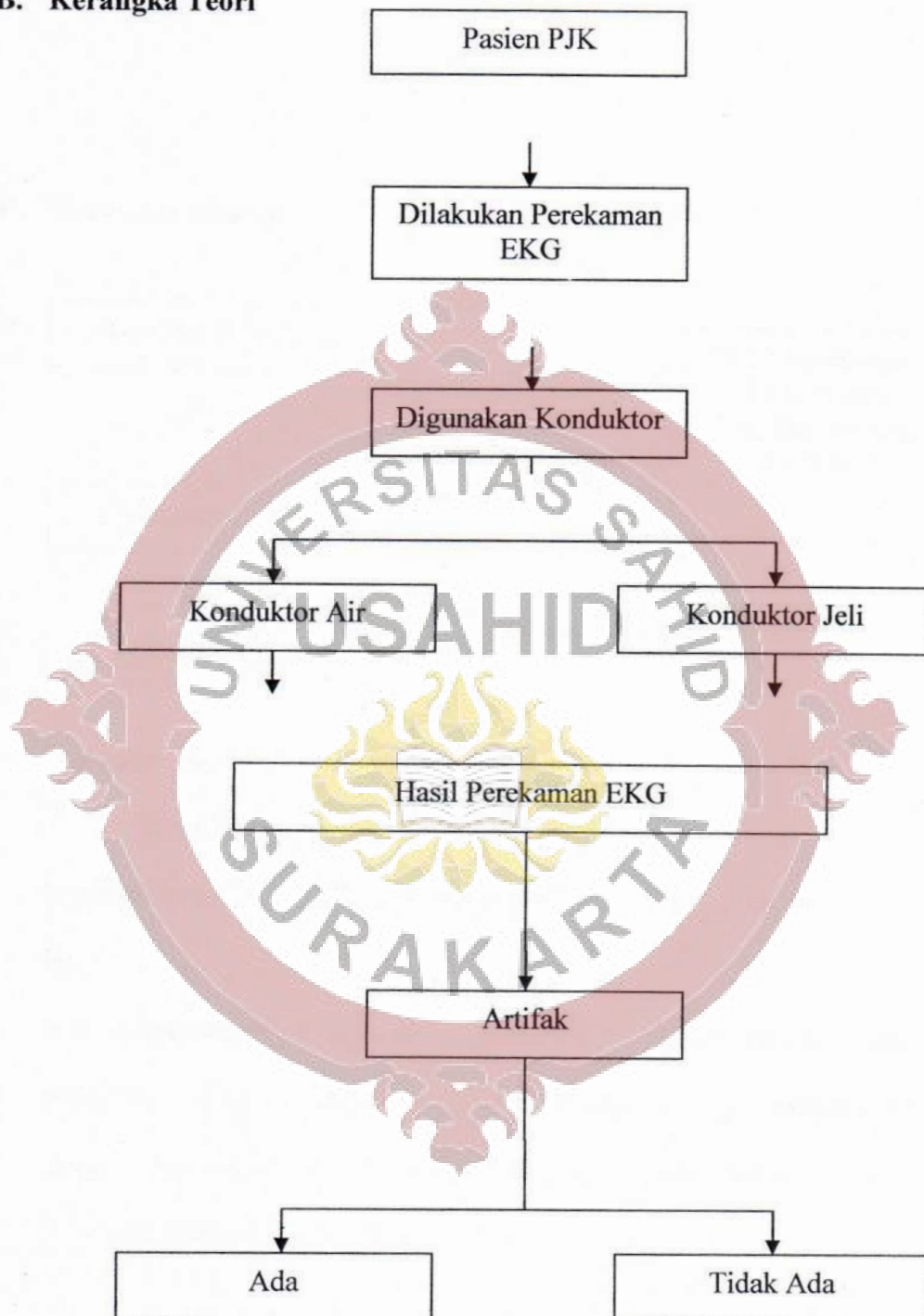
Air yang dimaksud disini adalah air tanah atau air tawar, bukan air laut. Menurut Gabriel (2002) elemen/ mineral yang terkandung dalam air permukaan tanah adalah:

- 1) *Hardness* (120 mg/l sebagai CaCO_3);
- 2) *Calcium* (80mg/l sebagai CaCO_3);
- 3) *Magnesium* (40mg/l sebagai CaCO_3);
- 4) *Sodium dan potassium* (19mg/l sebagai Na);
- 5) *Bicarbonat* (106 mg/l sebagai CaCO_3);
- 6) *Chlorida* (23mg/l sebagai Cl);
- 7) *Sulfat* (38mg/l sebagai SO_4);
- 8) *Nitrat* (0,44mg/l sebagai N);

- 9) Besi (0,3mg/l sebagai Fe);
- 10) *Silica* (13mg/l sebagai SiO₂);
- 11) *Karbon dioksida* (4mg/l sebagai CaCO₃); dan
- 12) pH 7,8

Sifat — sifat air diantaranya adalah air memiliki konduktivitas listrik spesifik (25° C) 1×10^{-17} /ohm — cm dan konduktivitas listrik pada air paling sedikit 1000x lebih besar daripada cairan non metalik pada suhu ruangan. Air dapat terurai oleh pengaruh arus listrik dengan reaksi : $H_2O \rightarrow H^{++} OH$ (Gabriel, 2002)



B. Kerangka Teori

Sumber : Adipranoto (2006) ; Munawar dan Sutandar (2002) ; Pratanu (2006) ; James (2008) ; Gabriel (2002)

Gambar 2.24. Kerangka Teori

C. Kerangka Konsep



Gambar 2.25. Kerangka Konsep

D. Hipotesa Penelitian

Hipotesa penelitian adalah pernyataan sementara yang perlu diuji kebenarannya (Hastono, 2010). Hipotesa pada penelitian ini adalah :

Ha :

Hasil perekaman EKG dengan menggunakan konduktor jeli cenderung lebih efektif dibandingkan dengan penggunaan konduktor air pada pasien penyakit jantung koroner (PJK) di ruang *Intensive Cardio Vascular Care Unit* (ICVCU) RSUD Dr. Moewardi