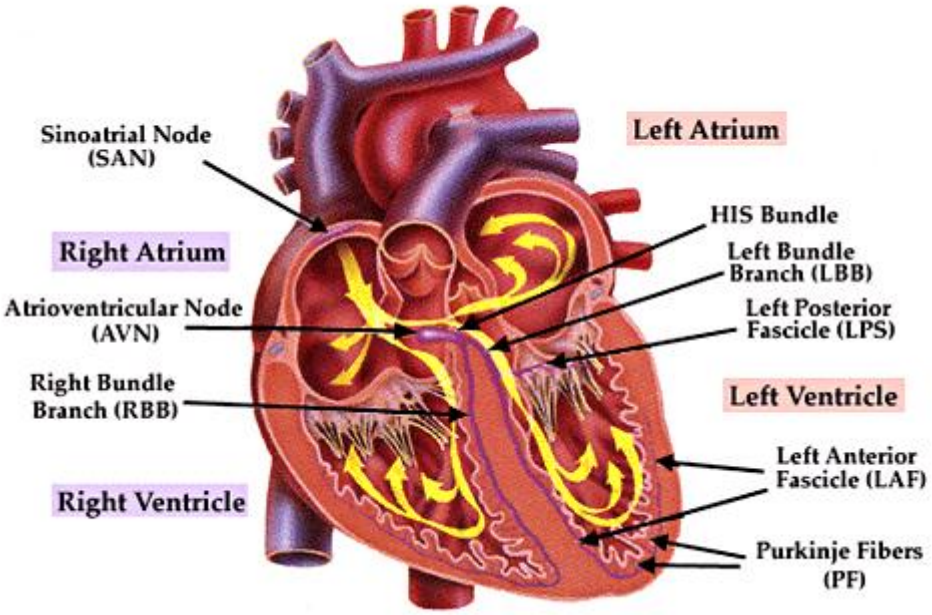
BAB II
DASAR TEORI

2.1 Sistem kerja jantung

Salah satu organ penting dalam tubuh kita adalah jantung. Fungsi dari jantung sendiri yaitu sebagai pemompa darah yang mengalirkan darah keseluruh jaringan tubuh. Di dalam jantung terdapat sebuah pompa yang memiliki empat bilik. Dua bilik yang terletak di atas disebut Atrium, dan dua yang di bawah disebut Ventrikel. Jantung juga dapat dibagi menjadi dua bagian, yaitu bagian kanan yang bertugas memompa darah ke paru-paru, dan bagian kiri yang bertugas memompa darah ke seluruh tubuh manusia.



Gambar 2.1 Jantung Manusia[1]

Aktivitas elektrik dalam keadaan normal berawal dari *impuls* yang dibentuk oleh *pacemaker* di simpul *SinoAtrial* (SA) Signal listrik dari SA node mengalir melalui kedua atrium, menyebabkan kedua atrium berkontraksi mengalirkan darah

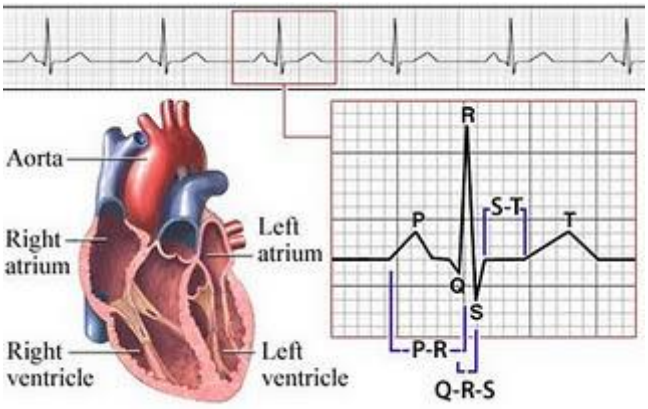
ke ventrikel. Kemudian signal listrik ini mengalir melalui *Atrio Ventrikular*(AV) node lalu menuju ke berkas *His* dan terpisah menjadi dua melewati berkas kiri dan kanan dan berakhir pada serabut *Purkinjie* yang mengaktifkan serabut otot ventrikel. Ini menyebabkan kedua ventrikel berkontraksi memompa darah keseluruh tubuh dan menghasilkan denyutan (*pulse*). Pengaliran listrik yang teratur ini dari SA node ke AV node menyebabkan kontraksi teratur dari otot jantung yang dikenal dengan sebutan denyut sinus (*sinus beat*).[1]

2.2 Elektrokardiografi (EKG)

Elektrokardiografi (EKG) atau *Electrocardiography* (ECG) merupakan suatu alat yang digunakan untuk merekam sinyal biologi yang terbentuk sebagai hasil dari aktivitas listrik jantung[2]. Sinyal ini diambil dengan cara memasangkan elektroda pada titik tertentu pada bagian tubuh pasien.

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 mewakilkan satu denyut jantung (satu kali aktifitas listrik jantung). Lihat gambar 2.2 satu gelombang EKG.



Gambar 2.2 Gelombang sinyal EKG[3]

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.

Tabel 2.1 Parameter Elektrokardiografi[2]

Gelombang EKG	Amplitudo	EKG Interval	Durasi
P	< 0.3 mV	P-R	0,12 – 0,20 dtk
R	1,6 – 3 mV	Q-T	0,35 – 0,44 dtk
Q	25 % dari R	S-T	0,05 – 0,15 dtk
T	0,1 – 0,5 mV	Q-R-S	0,06 – 0,10 dtk

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

$$HR = 60 / R\text{-}R\ (S)$$

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 jantungyang 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

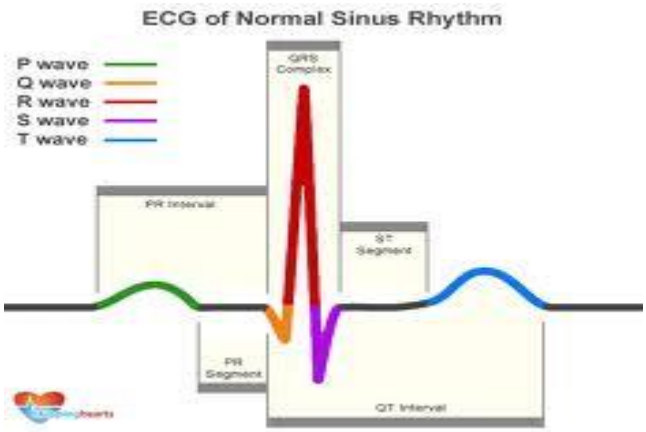
Pemodelan potensial tubuh sebagai vektor 3 dimensi dengan menggunakan sadapan *bipolar* (Einthoven) atau Unipolar. Pengambilan sinyal jantung melalui 3 titik tertentu pada tubuh, yang digunakan untuk memantau kondisi kesehatan jantung pasien dalam jangka waktu tertentu.

2.3 Irama Jantung

Irama jantung terdiri dari 3 macam yaitu Irama Sinus, Irama Junction, dan Irama Ventrikel[3]. Masing-masing irama dinamai sesuai impuls listrik yang keluar. Bila pencetus impuls listrik keluar dari SA Node maka irama yang muncul disebut Irama Sinus, dari SA Node muncul Irama Junction dan dari Vertikel disebut Idiovertikuler. Untuk Irama Sinus yaitu yaitu irama jantung yang sumber *pacemaker*-nya berasal dari SA node atau Impulsnya berasal dari SA Node, ada beberapa irama yang impulsnya berasal dari SA Node diantaranya:

1. Sinus Normal
2. Sinus Bradikardia
3. Sinus Takikardia
4. Sinus Aritmia

A. Ciri Irama Normal Sinus



Gambar 2.3 Ritme Sinus Normal[1]

Ciri-cirinya.

1. Gelombang P (+) membentuk gambar cembung seperti bukit.
2. Kompleks QRS sempit tidak lebih dari 3kotak kecil atau 0,12 detik.

B. Ciri Irama Sinus Bradikardia



Gambar 2.4 Ritme Sinus Bradikardia[3]

Ciri-cirinya.

1. Irama teratur.
2. RR interval jaraknya sama dalam 1 lead panjang.
3. PP interval jaraknya sama dalam 1 lead panjang.
4. Kompleks QRS harus sama dalam 1 lead panjang.

5. Impuls dari SA node yang ditandai dengan adanya gel P yang mempunyai bentuk sama dalam 1 lead panjang.
6. Frekuensi (HR) dibawah 60x/menit.
7. Adanya gelombang P yang selalu diikuti kompleks QRS.
8. Gelombang P dan kompleks QRS normal dan sama bentuknya dalam 1 lead.

Yang membedakan antara sinus bradikardia dengan normal sinus rhytm adalah frekfensi jantungnya. Pada sinus bradikardia frekuensi jantungya kurang dari 60 x/menit, sedangkan ciri yang lainya persis sama dengan normal sinus rhytm. Seringkali kita menemukan pasien dengan frekuensi jantung yang kurang dari 60 x/menit dan bahkan kurang dari 50 x/menit tanpa ada keluhan yang berarti, ini biasanya kita temukan pada jantung olah ragawan atau orang yang melakukan kegiatan olah raga yang teratur seperti para atlit. Jadi siapapun orangnya yang melakukan olah raga secara teratur dan benar, akan didapatkan frekuensi jantung yang kurang dari 60x/menit atau bahkan kurang dari 50 x/menit tanpa adanya keluhan. Frekuensi jantung yang kurang dari 60 x/menit juga bisa disebabkan oleh beberapa penyebab seperti obat-obatan (*digoxin, beta blockers, calcium channel blockers*) dan biasanya terjadi setelah pasca serangan jantung dan stroke. Jadi kita hanya melakukan intervensi pada pasien dengan frekuensi jantung yang kurang dari 60x/menit apabila si pasien mengalami gejala-gejala yang menganggu haemodinaik pasien. Untuk itu kita tidak boleh memutuskan hasil analisa ECG hanya dengan melihat ECG saja tanpa mempertimbangkan keadaan klinis pasien maupun riwayat kesehatan pasien.

C. Ciri Irama Sinus Takikardia



Gambar 2.5 Ritme Sinus Takikardia[3]

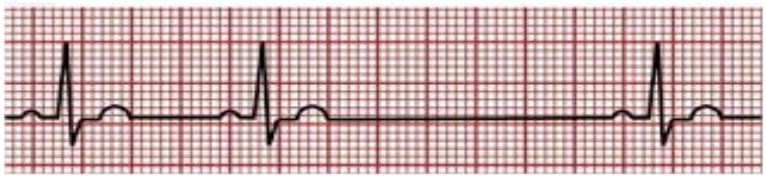
Sama dengan sinus bradikardia, yang membedakanya adalah frekuensi jantung (HR) lebih dari 100x/menit. Seperti halnya dengan sinus bradikardia, hanya satu yang membedakan antara sinus takikardia dengan normal sinus rhytm yaitu frekuensi jantungnya. Pada sinus takikardia, frekuensi jantungnya lebih dari 100 x/menit. Peningkatan frekuensi jantung pada pasien dengan sinus takikardia biasanya terjadi oleh adanya respon fisiologi dari tubuh terhadap suatu keadaan yang menggangu hemostasis tubuh.

Dari sekian banyak penyebab frekuensi jantung melebihi 100 x/menit pada kasus sinus takikardi, kita mengenal beberapa keadaan yang harus kita tahu seperti :

1. Keadaan normal respon : sehabis melakukan aktivitas, kesakitan, demam, stress dan cemas.
2. Hypovolemik
3. Anemia
4. Obat-obatan
5. Gagal jantung
6. Perdarahan
7. Emboli pulmonal dan Distress pernapasan
8. Sepsis
9. Perikarditis

Jadi kita tidak boleh serta merta melakukan intervensi untuk menurunkan frekuensi jantungnya.

D. Irama Sinus Aritmia



Gambar 2.6 Ritme Sinus Aritmia[3]

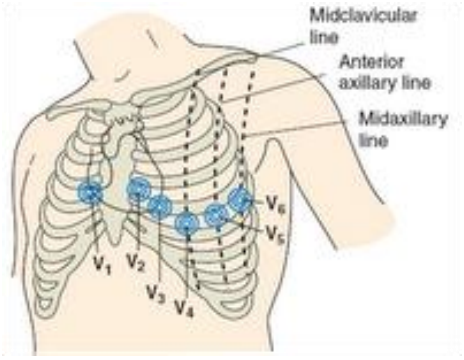
Sinus Aritmia terjadi dimana irama sinus berubah menjadi lebih cepat pada waktu yang tidak terautr. Keadaan akan terlihat jelas disaat seseorang menarik napas dalam dan menghembuskannya.

2.4 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 sandapan (lead) pada EKG, yaitu :

A. Sadapan Prekordial

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

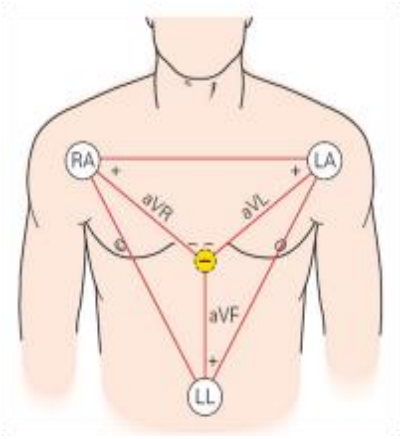


Gambar 2.7 Sadapan Prekordial[3]

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 (sekalipun 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

Sandapan Unipolar Ekstremitas

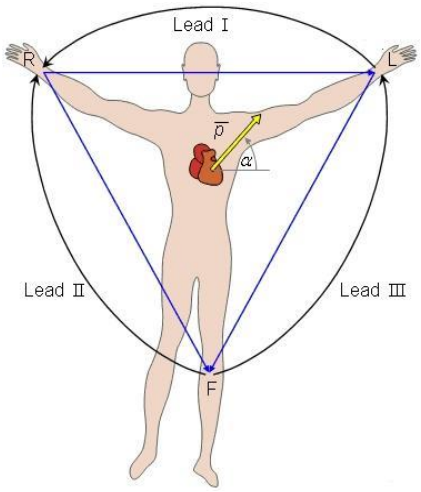


Gambar 2.8 Sadapan Unipolar[3]

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 (Einthoven)

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



Gambar 2.9 Sadapan Bipolar[3]

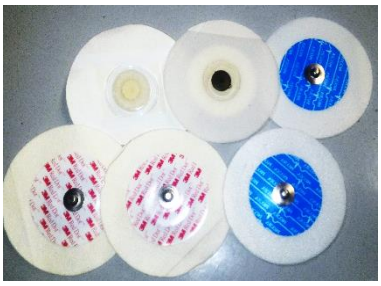
1. Sandapan I : merekam beda potensial antara tangan kanan (RA) yang bermuatan negatif (-) tangan kiri bermuatan positif (+).
2. Sandapan II : merekam beda potensial antara tangan kanan (-) dengan kaki kiri (LF) yang bermuatan (+)
3. Sandapan III : merekam beda potensial antara tangan kiri (LA) yang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

2.5 Sensor EKG

Elektrokardiografi (EKG) merupakan suatu sinyal yang dihasilkan oleh aktivitas listrik otot jantung. EKG ini merupakan rekaman informasi kondisi jantung yang diambil dengan memasang elektroda pada tubuh. Rekaman EKG ini digunakan oleh dokter atau ahli medis untuk menentukan kondisi jantung dari pasien, yakni untuk mengetahui hal-hal seperti frekuensi (*rate*) jantung, arhytmia, infark miokard, pembesaran atrium, hypertrofi ventrikular, dll. Pemeriksaan EKG dilakukan dengan menempelkan elektroda (alat penerima impuls listrik jantung) di

beberapa lokasi yang telah ditentukan. Setelah itu, informasi mengenai keadaan jantung dapat diketahui melalui pola grafik yang dihasilkan[2].

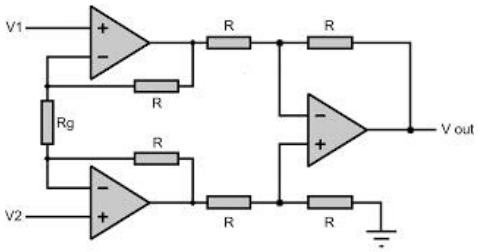
Fungsi dasar dari elektroda adalah mendeteksi sinyal kelistrikan jantung. Dengan kata lain sebagai transduser untuk mengkonversi informasi biologis menjadi sinyal elektrik yang dapat diukur. Transduser ini dipakai dengan menggunakan *interface jelly elektroda-electrolyte.* Dengan menggunakan elektroda Ag/AgCl mengurangi *noise* dengan frekuensi rendah pada sinyal ECG yang terjadi karena pergerakan.



Gambar 2.10 Sensor EKG

2.6 Penguat Instrumentasi

Penguatan sinyal yang sangat direkomendasikan untuk penguatan biopotensial adalah dengan menggunakan rangkaian instrumentasi amplifier. Hal ini disebabkan karena biopotensial mempunyai amplitudo sinyal yang sangat lemah dengan impedansi sumber yang tinggi sehingga dibutuhkan impedansi input yang cukup tinggi yang dapat dipenuhi dengan menggunakan rangkaian instrumentasi amplifier. Selain itu, rangkaian instrumentasi amplifier juga mempunyai *Common Mode Rejection Ratio* (CMRR) yang cukup tinggi untuk meminimalkan *common noise* yang terjadi dari perbedaan penguatan kedua sinyal. Berikut adalah rangkaian dasar penguat instrumentasi.

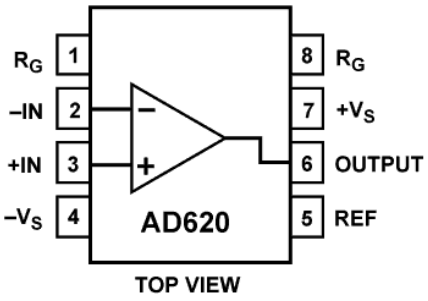


Gambar 2.11 Rangkaian Dasar Penguat Instrumentasi[4]

Dari rangkaian dasar penguat instrumentasi.

$$Vout = \left(\frac{2R}{Rg} + 1\right).(V1 - V2) \text{ .....(2.1)}^{[4]}$$

Rangkaian instrumentasi yang digunakan ini dipilih yang sudah dalam bentuk satu paket IC yaitu AD620 instrumentasi amplifier. AD620 instrumentasi amplifier ini selain harganya yang cukup murah juga mempunyai tingkat akurasi tinggi sampai 40 ppm ketidaklinearan, daya yang rendah sekitar 1.3 mA arus maksimum, impedansi input yang cukup tinggi dan CMRR sampai 100 dB. Bentuk paket IC AD620 secara skematik dapat diberikan pada gambar berikut ini.



Gambar 2.12 IC AD620[5]

Berikut rumus penguatan pada IC AD620

$$\text{R4} = \frac{49{,}5\ \text{k}\Omega}{\text{G} - 1} \text{ .....(2.2)}^{[5]}$$

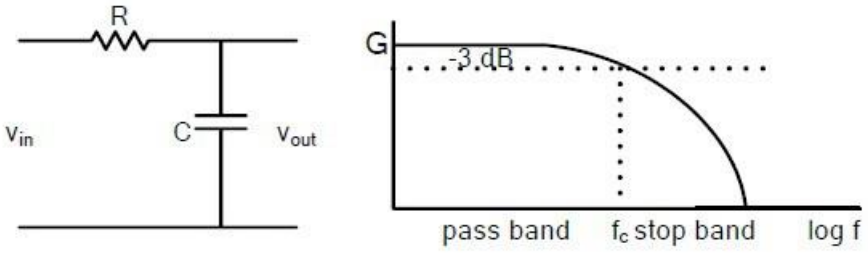
Rumus ini adalah rumus dasar penguatan pada AD620 yang terdapat pada *datasheet.*

2.7 Filter

Filter adalah sebuah jaringan elektris yang merubah karakteristik amplitudo dan/atau fasa suatu sinyal tetapi tidak mengubah frekuensinya. Idealnya, *filter* tidak menambah frekuensi yang baru pada sinyal masukannya. *Filter* biasanya digunakan di dalam sistem elektronik untuk meloloskan sinyal pada *range* frekuensi tertentu dan menolak sinyal pada *range* frekuensi yang lainnya. Berdasarkan sifatnya, *filter* terbagi menjadi dua macam, yaitu *filter* pasif (*filter* yang hanya terdiri dari komponen pasif, seperti kapasitor, resistor atau induktor) dan *filter* aktif (*filter* yang berisi komponen aktif, seperti transistor dan op-amp).

2.7.1 Low Pass Filter

Low Pass Filter (LPF) adalah filter yang hanya melewatkan sinyal dengan frekuensi yang lebih rendah dari frekuensi *cut-off* (f_c) dan akan melemahkan sinyal dengan frekuensi yang lebih tinggi dari frekuensi *cut-off* (f_c). Pada filter LPF yang ideal sinyal dengan frekuensi diatas frekuensi *cut-off* (f_c) tidak akan dilewatkan sama sekali (tegangan output = 0 volt)**.** Rangkaian low pass filter RC merupakan jenis filter pasif, dengan respon frekuensi yang ditentukan oleh konfigurasi R dan C yang digunakan.



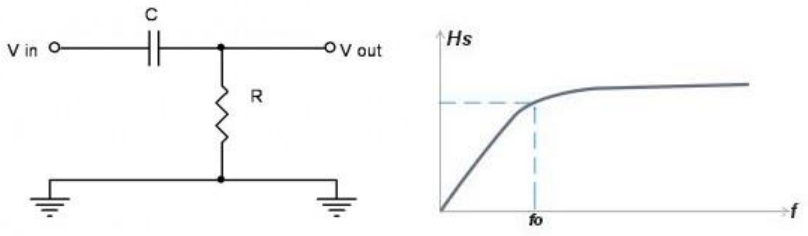
Gambar 2.13 Rangkaian dan Respon frekuensi LPF

Frekuensi *cut-off* (f_c) dari Low Pass Filter (LPF) dengan RC dapat dituliskan dalam persamaan matematik sebagai berikut.

$$fc = \frac{1}{2\pi RC} \text{ .....(2.3)}$$

2.7.2 High Pass Filter

High Pass Filter adalah suatu rangkaian yang akan melewatkan suatu isyarat yang berada diatas frekuensi *cut-off* (ω_c) sampai frekuensi *cut-off* **(**ω_c) rangkaian tersebut dan akan menahan isyarat yang berfrekuensi dibawah frekuensi *cut-off* **(ω_c)** rangkaian tersebut. *High pass filter* dasar disusun dengan rangkaian RC seperti berikut.



Gambar 2.14 Rangkaian dan Respon frekuensi HPF

Pada dasarnya HPF dan LPF memiliki persamaan yang sama seperti pada persamaan 2.1. Yang membedakan yaitu nilai dari komponen Resistor dan Kapasitor, yang dapat menentukan bahwa rangkaian tersebut HPF atau LPF.

2.8 Noise Sinyal EKG

Pada pengukuran dan pembacaan sinyal elektrokardiografi (EKG) terdapat gangguan atau *noise* yang termasuk kedalam sinyal asli EKG. Secara garis besar, gangguan sinyal EKG dapat diklasifikasikan ke dalam kategori berikut.

1. *Power Line Interference*
2. *Electrode contact noise*
3. *Motion Artifacts*
4. EMG *noise*
5. *Instrumentation noise*

Noise ini sangat mempengaruhi segmen ST, menurunkan kualitas sinyal, resolusi frekuensi, menghasilkan sinyal amplitudo besar di EKG yang dapat meyerupai metode PQRST bentuk gelombang dan masker fitur kecil yang penting untuk pemantauan klinis dan diagnosis.

2.8.1 Power Line Interference

Gangguan *power line interference* terjadi melalui mekanisme kopling kapasitif dan kopling induktif. Kopling kapasitif mengacu pada transfer energi antara dua sirkuit sehingga kopling kapasitansi akan terjadi diantara kedua sirkuit tersebut[6]. Nilai kopling kapasitansi akan menurun dengan meningkatnya pemisahan sirkuit. Sedangkan kopling induktif disebabkan oleh induktansi bersama antara dua konduktor. Ketika arus mengalir melalui kawat menghasilkan *fluks magnetic*, yang dapat menginduksikan arus dalam sirkuit yang berdekatan. Geometri konduktor serta pemisahan antara dua konduktor tersebut akan menentukan nilai induktansi bersama. Biasanya, kopling kapasitif bertanggung

jawab terjadinya gangguan di frekuensi tinggi sementara kopling induktif pada frekuensi rendah. Untuk alasan ini kopling adalah mekanisme yang dominan gangguan terhadap saluran listrik di bidang kardiologi elektro. Untuk membatasi jumlah gangguan saluran listrik, elektroda harus diterapakan dengan benar, bahwa tidak ada kabel longgar, dan semua komponen memiliki pelindung yang memadai. Biasanya *power line interference* memiliki frekuensi 60 Hz atau 50 Hz, tergantung pada kekuatan *suplly* yang ada.

2.8.2 Electrode Contact Noise

Electrode contactnoise (*noise* akibat kontak elektroda) disebabkan oleh variasi dalam posisi jantung sehubungan dengan elektroda dan perubahan dalam media propagasi antara jantung dan elektrod[6]. Hal ini menyebabkan perubahan mendadak dalam amplitudo sinyal EKG, serta pergeseran dasar frekuensi rendah. Selain itu, konduktivitas akan melemah antara elektroda dan kulit sehingga mengurangi amplitudo sinyal EKG dan meningkatkan kemungkinan gangguan (dengan mengurangi SNR). Mekanisme dasar yang mengakibatkan gangguan dasar ini adalah variasi impedansi antara elektroda dengan kulit. Semakin besar impedansi elektroda dengan kulit, semakin kecil perubahan impedansi relatif dibutuhkan untuk menyebabkan perubahan besar dalam dasar sinyal EKG.

2.8.3 Motion Artifacts

Motion Artifact (Artefak yang terjadi akibat perubahan gerak) disebabkan oleh gerakan elektroda. Penyebab yaitu getaran, gerakan, atau respirasi subjek. Puncak amplitudo dan durasi dari artefak adalah variabel acak yang tergantung pada

berbagai diketahui seperti sifat elektroda, sifat elektrolit (jika digunakan antara elektroda dan kulit), impedansi kulit, dan pergerakan pasien. Dalam sinyal EKG ini, *baseline drift* terjadi pada frekuensi sangat rendah (sekitar kurang dari 1 Hz)[6].

2.8.4 Electromyographic Noise

Electromyograohic Noise (noise yang muncul akibat kontraksi otot/EMG) disebabkan oleh kontraksi otot-otot lain disekitar elektroda, mereka menghasilkan depolarisasi dan repolarisasi gelombang yang juga dapat terbaca oleh EKG[6]. Besarnya gangguan ini tergantung pada jumlah kontraksi otot, dan kualitas probe. Hal ini juga ditetapkan bahwa amplitudo dari sinyal elektromiografi adalah stokastik (random) di alam dan dapat cukup dimodelkan dengan fungsi distribusi Gaussian. Rata-rata gangguan dapat diasumsikan nol, namun variansinya tergantung pada variabel lingkungan dan akan berubah tergantung pada kondisi. Studi tertentu telah menunjukan bahwa devisasi standar dari kebisingan biasanya 10% dari puncak ke puncak amplitudo EKG. Frekuensi gangguan yang disebabkan oleh EMG ini berkisar 100-500 Hz.

2.8.5 Instrumentation Noise

Instrumentation Noise (noise yang muncul akibat dari peralatan listrik yang digunakan dalam pengukuran EKG juga berkontribusi kebisingan). Sumber utama dari bentuk gangguan ini adalah probe elektroda, kabel, prosesor sinyal atau penguat, dan *analog-to-digital converter*[6]. Sayangnya *Instrumentation Noise* tidak dapat dihilangkan karena melekat dalam komponen elektronik, tetapi dapat

dikurangi melalui kualitas peralatan yang lebih tinggi dan sehingga untuk mendesain sebuah rangkaian alat EKG diperlukan kehati-hatian dan ketelitian.

Bentuk lain dari gangguan yang disebut *flicker noise*, sangat penting dalam pengukuran EKG, karena kandungan frekuensi rendah dari sinyal EKG. Mekanisme yang sebenarnya yang menyebabkan jenis kebisingan belum dipahami, tapi satu teori yang diterima secara luas adalah bahwa hal itu disebabkan oleh perangkat energi yang terjadi antara *interface* dari dua bahan. Hal ini diyakini bahwa pembawa muatan dapat menyebabkan *flicker noise*.

Diantara *noise-noise* yang telah disebutkan diatas, *power line interference* dan *baseline wandering* merupakan hal yang paling signifikan dan sangat mempengaruhi analisis sinyal EKG. Selain dari *power line interference* dan *base line wandering*, gangguan lain yang mungkin yaitu noise yang bersifat *wideband* dan biasanya merupakan proses stokastik yang kompleks yang juga dapat mendistorsi sinyal EKG. Seperti gangguan saluran listrik yang bersifat *narrow-band* yang berpusat pada frekuensi 60 Hz (atau 50 Hz) dengan *bandwidth* kurang dari 1 Hz. Biasanya untuk gangguan yang diakibatkan oleh gangguan saluran listrik masih dapat ditangani oleh perangkat keras sinyal EKG. Namun untuk *baseline wandering* dan noise yang bersifat *wideband* tidak mudah untuk ditekan dengan peralatan perangkat keras.

2.9 Arduino Uno

Arduino Uno adalah suatu produk beerlabel Arduino yang sebenarnya adalah suatu papan elektronik yang mengandung mikrokontroler Atmega328. Peranti ini dapat dimanfaatkan untuk mewujudkan rangkaian elektronik dari yang sederhana

hingga yang kompleks. Pengendalian LED hingga pengontrolan robot dapat diimplementasikan dengan menggunakan papan yang berukuran relatif kecil ini (lihat gambar arduino). Bahkan dengan penambahan komponen tertentu, peranti ini dipakai untuk pemantauan jarak jauh melalui internet, misalnya pemantauan kondisi pasien di rumah sakit atau pengendalian alat-alat rumah.



Gambar 2.15 Arduino Uno[8]

Arduino Uno mengandung mikroprosesor (berupa Atmel AVR) dan dilengkapi dengan oscillator 16MHz (yang memungkinkan operasi berbasis waktu dilaksanakan dengan tepat), regulator (pembangkit tegangan) 5 volt.sejumlah pin tersedia di papan. Pin 0 hingga 13 digunakan untuk isyarat digital, yang hanya bernilai 0 atau 1. Pin A0-A5 digunakan untuk isyarat analog. Arduino Uno dilengkapi dengan *static random-access memory* (SRAM) berukuran 2KB untuk memegang data, *flash memory* berukuran 32KB, dan *erasable programmable read-only memory* (EEPROM) untuk menyimpan program.

2.10 *Liquid Crystal Display* (LCD)

Liquid crystal display (LCD) adalah satu layar bagian dari modul peraga yang menampilkan karakter yang diinginkan. Layar LCD menggunakan 2 buah lembaran

bahan yang dapat mempolarisasikan dan kristal cair diantara kedua lembaran tersebut. Arus listrik yang melewati cairan menyebabkan kristal merata sehingga cahaya tidak dapat melalui setiap kristal. Sehingga dapat mengubah bentuk kristal cairnya membentuk tampilan angka atau huruf pada layar.



Gambar 2.16 16x2 *Character* LCD *Module*

LCD ini akan menampilkan karakter yang diinginkan setelah melewati proses ADC pada Arduino. Dalam tugas akhir ini LCD digunakan untuk menampilkan hasil perhitungan detak jantung dan analisa tentang normal atau tidaknya jantung.

2.11 Bluetooth

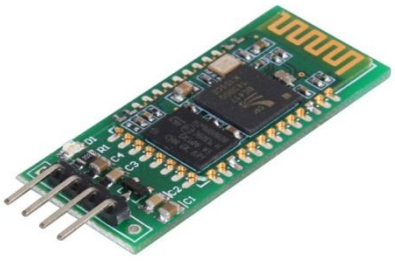
Bluetooth adalah spesifikasi industri untuk jaringan kawasan pribadi (*personal area networks* atau PAN) tanpa kabel. *Bluetooth* menghubungkan dan dapat dipakai untuk melakukan tukar-menukar informasi di antara peralatan-peralatan. Spesifiksi dari peralatan *bluetooth* ini dikembangkan dan didistribusikan oleh kelompok *bluetooth Special Interest Group*. *Bluetooth* beroperasi dalam pita frekuensi 2,4 GHz dengan menggunakan sebuah *frequency hopping traceiver* yang mampu menyediakan layanan komunikasi data dan suara secara real time antara host-host *bluetooth* dengan jarak terbatas.



Gambar 2.17 Lambang *Bluetooth*

Teknologi *bluetooth* dirancang dan dioptimalkan untuk perangkat yang bersifat *mobile*. Komputer yang bersifat *mobile* (seperti *laptop, tablet* PC atau *notebook, cellular, network access point, printer*, PDA, d*esktop, keyboard, joystick* dan perangkat yang jangkauannya seperti *bluetooth*). *Bluetooth* juga didesain untuk mendukung komunikasi bersama suara dan data dengan kemampuan transfer data sampai 721Kbps. *Bluetooth* memerlukan daya yang rendah yaitu kurang dari 0.1 W dan mendukung layanan *synchronous* dan *asynchronous* serta mudah di integrasikan dengan jaringan *Transmission Control Protocol/Internet* Protocol (TCP/IP).

Bluetooth sendiri dapat berupa *card* yang bentuk dan fungsinya hampir sama dengan *card* yang digunakan untuk *wireless local area network* (WLAN) dimana menggunakan frekuensi radio standar IEEE 802.11, hanya saja pada *bluetooth* mempunyai jangkauan jarak layanan yang lebih pendek dan kemampuan transfer data yang lebih rendah.



Gambar 2.18 Modul *Bluetooth*

Pada dasarnya *bluetooth* diciptakan bukan hanya untuk menggantikan atau menghilangkan penggunaan kabel didalam melakukan pertukaran informasi, tetapi juga mampu menawarkan fitur yang baik untuk teknologi *mobile wireless* dengan biaya yang relatif rendah, konsumsi daya yang rendah, *interoperability* yang menjanjikan, mudah dalam pengoperasian dan mampu menyediakan layanan yang bermacam-macam.

2.11.1 Kelebihan dan Kekurangan *Bluetooth*

Ada beberapa kelebihan teknologi *bluetooth* sehingga menyebabkan teknologi ini banyak dipergunakan antara lain.

1. *Bluetooth* dapat menembus dinding, kotak, dan berbagai rintangan lain walaupun jarak transmisinya hanya sekitar 30 kaki atau 10 meter.
2. *Bluetooth* tidak memerlukan kabel ataupun kawat.
3. *Bluetooth* dapat mensinkronisasi basis data dari telepon genggam ke komputer.
4. Dapat digunakan sebagai perantara modem.

Tetapi walaupun demikian *bluetooth* juga masih mempunyai beberapa kekurangan, antara lain.

1. Sistem ini menggunakan frekuensi yang sama dengan gelombang LAN standar.
2. Walaupun secara teori, sinyal *bluetooth* dapat menembus tembok, kualitas transfernya tetap tidak dapat ditentukan.

3. Apabila dalam suatu ruangan terlalu banyak koneksi *bluetooth* yang digunakan, akan menyulitkan pengguna untuk menemukan penerima yang diharapkan.
4. Banyak mekanisme keamanan *bluetooth* yang harus diperhatikan untuk mencegah kegagalan pengiriman atau penerimaan informasi.
5. Di Indonesia, sudah banyak beredar virus yang disebarkan melalui *bluetooth* dari telepon genggam.

2.11.2 Jangkauan Operasional *Bluetooth*

Jarak jangkau dari perangkat *bluetooth* berbeda-beda. Tergantung pada daya listrik dari masing-masing *bluetooth* itu sendiri yang terbagi dari tiga kelas, yaitu.

1. Kelas 1, menggunakan daya listrik sebesar 100mW, dengan jangkauan ±100 meter.
2. Kelas 2, menggunakan daya listrik sebesar 2,5mW, dengan jangkuan ±10 meter.
3. Kelas 3, menggunakan daya listrik sebesar 1 mW, dengan jangkauan ±10 centimeter (maksimal 1 meter).

2.12 Komunikasi Data

Komunikasi data adalah bagian dari telekomunikasi yang secara khusus berkenaan dengan transmisi atau pemindahan data dan informasi dari suatu piranti kepada piranti lain dalam bentuk digital yang dikirimkan melalui media komunikasi data. Transmisi data adalah proses yang terjadi antara *transmitter* dan *receiver* melalui suatu media transmisi yang diklasifikasikan sebagai *guided* media,

mengacu pada media transmisi fisik berupa kabel, dan *unguided media*, mengacu pada media transmisi nirkabel. Sedangkan data berarti informasi yang disajikan oleh isyarat digital.

2.12.1 Komunikasi Serial

Komunikasi serial adalah komunikasi yang mengantarkan data digital secara bit per bit secara bergantian melalui media *interface* serial, contoh: modem, *mouse* dll. Pengiriman data melalui *interface* serial dapat dilakukan secara bit per bit (setiap satu step waktu→ 1 bit) atau juga dalam satuan *baud* dimana 1 *baud* tidak mesti senilai dengan 1 bit per *second*, tergantung besaran data untuk setiap kali *clock* transfer.

2.12.2 Proses Komunikasi

Dalam proses komunikasi dibutuhkan beberapa komponen. Kompenen-komponen tersebut antara lain.

1. Sumber informasi, merupakan suatu perangkat yang membangkitkan data.
2. *Transmitte r*untuk mengubah informasi kedalam sinyal datayang sesuai dengan media transmisi.
3. Media transmisi, dapat berupa jalur-jalur kabel (*wireline*) atau nirkabel (*wireless*) sebagai penghubung antara sumber dan tujuan.
4. *Receiver,* mengubah sinyal data ke bentuk yang dimengerti penerima. Tujuan, merupakan tujuan akhir dari pengiriman data.

2.12.3 Metode Transmisi

Metode transmisi data terbagi menjadi dua.Berikut ini dua metode dalam transmisi data, yakni.

1. *Synchronous*, pada metode ini proses sinkronisasi transmisi data dilakukan dengan sumber *clock* bersama, yakni satu jalur digunakan untuk data dan satu jalur lagi untuk sumber *clock*.
2. *Asynchronous*, pada metode ini proses sinkronisasi dilakukan dengan menyisipkan penanda sinkronisasi pada data, yang paling umum adalah penanda awal data dan akhir data.

2.13 Android

Android adalah sebuah sistem operasi untuk *smartphone* dan tablet. Sistem operasi dapat diilustrasikan sebagai jembatan atau penghubung antar piranti *(device)* dan penggunanya, sehingga pengguna dapat berinteraksi dengan *device*-nya dan menjalankan aplikasi-aplikasi yang tersedia pada *device.*

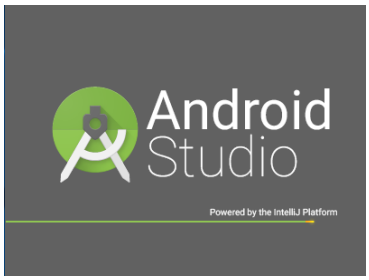
Android merupakan sistem operasi yang bersifat *open source*. Disebut *open source* karena *source code* dari sistem operasi Android dapat dilihat, di-*download* dan dimodifikasi secara bebas. Paradigma *open source* ini memudahkan pengembangan teknologi Android, karena semua pihak yang tertarik dapat memberikan kontribusi, baik pada pengembangan sistem operasi maupun aplikasi.

2.14 Android Studio

Pada perancangan aplikasi monitoring EKG pada Android ini digunakan program Android Studio. Android Studio merupakan sebuah IDE (Integreted

Development Environment) untuk platform Android. Android Studio termasuk kedalam tools yang bersifat open source.

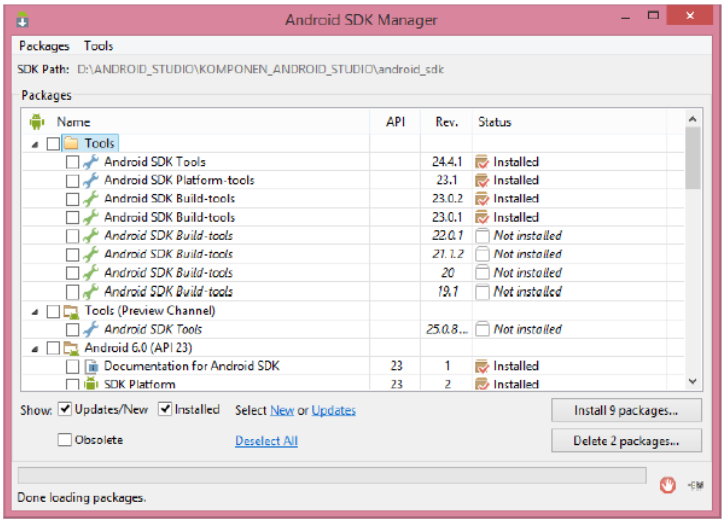
Android Studio ini mendukung pengembangan berbasis Gradle, dapat melakukan perbaikan dengan cepat, memiliki sebuah layout editor yang kaya dan memungkinkan pengembang untuk melakukan drag and drop User Interface (UI). Untuk dapat melihat tampilan layout yang dibuat, pengguna tidak perlu memindahkan tab layout, cukup memilih tampilan priview, pengguna dapat mendesain sekaligus melihat tampilannya tanpa berpindah tab layout.



Gambar 2.19 Android Studio

2.15 Software Development Kit (SDK)

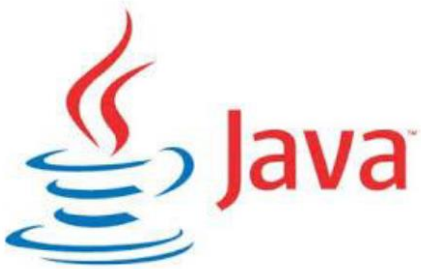
Software Development Kit (SDK) adalah suatu *kit* atau *library* dari bahasa pemograman untuk pengembangan atau pembangunan suatu perangkat lunak dan biasanya SDK terdiri dari kumpulan *tools* yang dibutuhkan. Misalnya bahasa pemograman Java, mempunyai SDK yang berisi suatu *library* yang dapat digunakan untuk membuat suatu aplikasi berbasis Java. Setiap kali Google merilis Android versi terbaru, sebuah SDK yang sesuai dengan versi Android juga dirilis.



Gambar 2.20 *Software Developmrnt Kit* (SDK)

2.16 Java *Development Kit (JDK)*

Java Development Kit (JDK) merupakan sekumpulan perangkat lunak yang dapat digunakan untuk mengembangkan perangkat lunak yang berbasis Java, sedangkan JRE adalah sebuah implementasi dari Java Virtual Machine yang benar-benar digunakan untuk menjalankan program Java. Biasanya, setiap JDK berisi satu atau lebih JRE dan berbagai alat pengembangan lain seperti sumber kompiler java, building, debuggers, development libraries dan lain sebagainya. Perbedaan JDK dengan SDK yaitu JDK adalah sebuah SDK tetapi sebuah SDK tidak harus menjadi sebuah JDK.



Gambar 2. 21 Java Development Kit (JDK)

2.17 Java *Script Object Notation* (JSON)

Java *Script Object Notation* (JSON) Java Script Object Notation (JSON) adalah format pertukaran data yang ringan, mudah dibaca dan ditulis oleh manusia, serta mudah diterjemahkan dan dibuat (generate) oleh komputer. JSON merupakan format teks yang tidak bergantung pada bahasa pemograman apapun karena menggunakan gaya bahasa yang umum digunakan oleh programmer keluarga C termasuk C, C++, C#, Java, Java Script, Python dll. Oleh karena sifat-sifat tersebut, menjadikan JSON ideal sebagai bahasa pertukaran data. JSON terbuat dari dua struktur.

1. Kumpulan pasangan nama/nilai. Pada beberapa bahasa, hal ini dinyatakan sebagai objek (object), rekaman (record), struktur (struct), kamus (dictionary), tabel hash (hash table), daftar berkunci (keyed list) atau associative array.
2. Daftar nilai terurutkan (an ordered list of values). Pada kebanyakan bahasa, hal ini dinyatakan sebagai larik (array), vektor (vector), daftar (list) atau urutan (sequence).

Struktur-struktur data ini disebut sebagai struktur data universal. Pada dasarnya, semua bahasa pemograman modern mendukung struktur data ini dalam bentuk yang sama maupun berlainan. Hal ini pantas disebut demikian karena format data mudah dipertukarkan dengan bahasa-bahasa pemograman yang juga berdasarkan pada struktur data ini. JSON menggunakan bentuk sebagai berikut.

1. Objek

   Objek adalah sepasang nama/nilai yang tidak terurutkan. Objek dimulai dengan { (kurung kurawal buka) dan diakhiri dengan } (kurung kurawal

tutup). Setiap nama diikuti dengan : (titik dua) dan setiap pasangan nama/nilai dipisahkan oleh , (koma).

2. Larik

   Larik adalah kumpulan nilai yang terurutkan. Larik dimulai dengan [(kurung kotak buka) dan diakhiri dengan] (kurung kotak tutup). Setiap nilai dipisahkan oleh , (koma).

3. Nilai

   Nilai (value) dapat berupa sebuah string dalam tanda kutip ganda, atau angka, atau true atau false atau null, atau sebuah objek atau sebuah larik. Struktur-struktur tersebut dapat disusun bertingkat.

4. String

   String adalah kumpulan dari nol atau lebih karakter Unicode, yang dibungkus dengan tanda kutip ganda. Di dalam string dapat digunakan backslash escapes "\" untuk membentuk karakter khusus. Sebuah karakter mewakili karakter tunggal pada string. String sangat mirip dengan string C atau Java.

5. Angka

   Fungsi Angka pada JSON sangat mirip dengan fungsi angka di C atau Java, kecuali format oktal dan heksadesimal tidak digunakan.



Gambar 2.22 JSON

2.18 Java

Java adalah suatu teknologi di dunia software komputer, yang merupakan suatu bahasa pemograman, dan sekaligus suatu platform. Sebagai bahasa pemogranan, Java dikenal sebagai bahasa pemograman tingkat tinggi. Java mudah dipelajari, terutama bagi programer yang telah mengenal C/C++. Java merupakan bahasa pemograman berorientasi objek yang merupakan paragdigma pemograman masa depan. Sebagai bahasa pemograman Java dirancang menjadi handal dan aman. Java juga dirancang agar dapat dijalankan di semua platform. Dan juga dirancang untuk menghasilkan aplikasi – aplikasi dengan performansi yang terbaik, seperti aplikasi database. Sedangkan Java bersifat neutralarchitecture, karena Java Compiler yang digunakan untuk mengkompilasi kode program Java dirancang untuk menghasilkan kode yang netral terhadap semua arsitektur perangkat keras yang disebut sebagai Java Bytecode.