

BAB II

PENDEKATAN PEMECAHAN MASALAH

A. Kajian Teori

1. Pengertian Sistem Cerdas

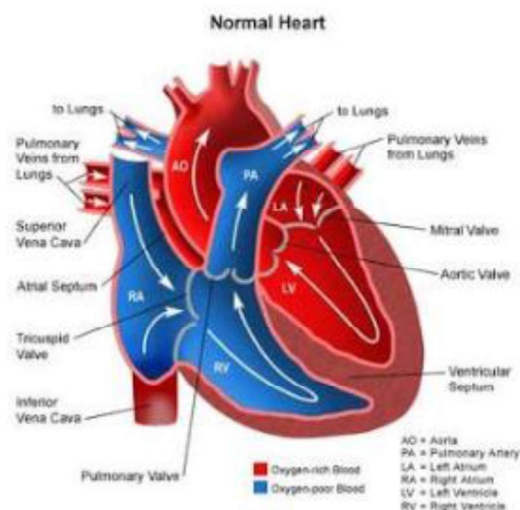
Sistem Cerdas merupakan bagian dari bidang Ilmu Komputer/Informatika dan Rekayasa Cerdas untuk pengembangan berbagai metode bekemampuan tinggi yang diilhami oleh fenomena alam untuk menyelesaikan berbagai masalah kompleks di dunia nyata. Masalah-masalah kompleks tersebut juga bisa berkaitan dengan pengolahan *big data* dan perancangan *embedded system*. Sebuah sistem cerdas digunakan untuk mampu menghasilkan sistem dan perangkat lunak berbasis algoritma cerdas, baik *inter* maupun *multi disipliner* dengan kemampuan analisis dan teknis sehingga menghasilkan karya inovatif dan teruji (Muhammad Nadhil S, 2018)

Kecerdasan Buatan adalah ilmu rekayasa yang membuat suatu mesin mempunyai intelegensi tertentu khususnya program komputer yang “cerdas” (John Mc Carthy, 1956). Kecerdasan buatan merupakan kawasan penelitian, aplikasi dan intruksi yang terkait dengan pemrograman komputer untuk melakukan sesuatu hal yang dalam pandangan manusia adalah cerdas. (H.A Simon, 1987). Kecerdasan merupakan bagian kemampuan komputasi untuk mencapai tujuan dalam dunia. Ada bermacam-macam jenis dan derajat kecerdasan untuk manusia, hewan dan mesin. Kecerdasan buatan merupakan sebuah studi tentang bagaimana membuat komputer melakukan hal-hal yang pada saat ini dapat dilakukan lebih baik oleh manusia. (Rich and Knight, 1991). Kecerdasan buatan (AI) merupakan cabang dari ilmu komputer yang dalam mempresentasi pengetahuan lebih banyak menggunakan bentuk simbol-simbol daripada bilangan,

dan memproses informasi berdasarkan metode heuristic (Metode Heuristik adalah teknik yang dirancang untuk memecahkan masalah yang mengabaikan apakah solusi dapat dibuktikan benar, tapi yang biasanya menghasilkan solusi yang baik atau memecahkan masalah yang lebih sederhana yang mengandung atau memotong dengan pemecahan masalah yang lebih kompleks.) atau dengan berdasarkan sejumlah aturan (Encyclopedia Britannica).

2. Jantung

Jantung adalah suatu organ otot yang berongga dan memiliki ukuran sebesar kepalan tangan. Organ jantung memiliki fungsi untuk memompa darah ke pembuluh darah dengan kontraksi ritmik dan berulang. Normalnya, jantung terdiri dari empat ruang yakni dua pada bagian atas dan dua pada bagian bawah. Bagian jantung yang diatas dinamakan atrium sementara bagian bawah jantung disebut ventrikel untuk memompa darah yang mengalir. Terdapat bagian yang memisahkan antara atrium dan ventrikel sehingga menjadi bagian kanan dan kiri yang dinamakan septum.



Gambar 1. Jantung
(Sumber : Vania Essianda, 2015)

Batasan-batasan pada jantung terdiri dari *Vena Cava Superior*(VCS), atrium kanan, dan *Vena Cava Interior* berada pada batas jantung disebelah kanan yang dapat dilihat pada gambar 1. Bagian kiri jantung dibatasi dengan ventrikel kiri. Batasan anterior pada jantung terletak pada atrium kanan, ventrikel kanan dan sebagian kecil ventrikel kiri. Untuk batasan pasterior yaitu pada atrium kiri dan empat vena pulmonalis. Sementara batasan inferior yaitu terletak pada horizontal sepanjang diafragma sampai apeks jantung dan superior terletak pada apendiks atrium kiri.

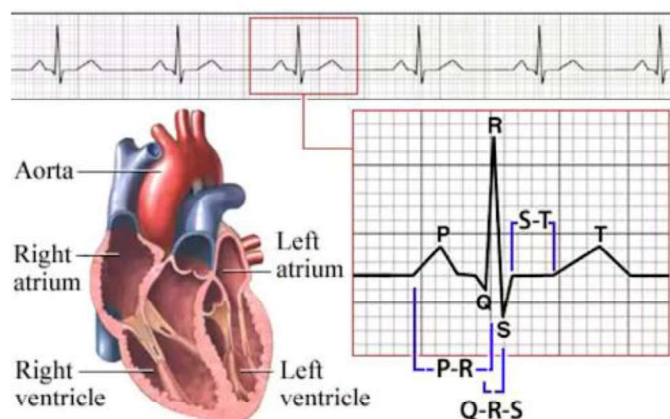
Cara kerja jantung yaitu pada saat berdenyut ruang pada jantung mengendur dan terisi dengan darah hal ini yang disebut dengan diastolik selanjutnya yang dinamakan sistolik yaitu saat jantung berkontraksi dan memompa darah keluar dari ruang jantung. Kedua atrium dan ventrikel mengendur dan berkontraksi secara bersamaan. Darah yang mengandung banyak karbondioksida dari seluruh tubuh mengalir melalui vena kava menuju ke atrium kanan. Setelah atrium kanan terisi oleh darah, ia akan mendorong darah ke dalam ventrikel kanan. Darah tersebut akan dipompa melalui katup pulmonalis ke dalam arteri pulmonalis menuju ke paru-paru. Darah akan mengalir melalui pembuluh kapiler, menyerap oksigen dan melepaskan karbondioksida kemudian dialirkan kembali ke jantung.

Jantung memiliki 2 sel otot yaitu sel otot kontraktil dan juga autoritmik. Sel otot kontraktil yaitu potensial aksi yang menimbulkan kontraksi dan aliran darah ditimbulkan oleh adanya pergantian dari kontraksi sistolik dan diastolik. Sedangkan autoritmik yaitu yang memicu adanya impuls listrik untuk menghantarkan sinyal untuk memulai kontraksi. Sinyal listrik yang keluar diperoleh dari Sinus Atrial(SA node) yang terletak pada atrium kanan. SA node ini berfungsi sebagai pusat denyut jantung, karena dapat mengalirkan arus listrik

yang dilanjutkan ke otot-otot jantung sehingga jantung dapat berdetak secara terus menerus. Kemudian arus listrik yang dihasilkan oleh SA node dikontrol oleh Atrioventrikuler node(AV Node). Terdapat ion penting dalam jantung yaitu Kalium(K^+), Natrium(Na^+) dan Calsium(Ca^+) . Ion-ion tersebut mempengaruhi proses kelistrikan pada sel-sel jantung. (Irma Nur Amalia,M.Kep) .

3. Elektrokardiogram(EKG)

EKG adalah suatu alat diagnostik yang digunakan untuk mendeteksi aktivitas kelistrikan pada jantung berupa grafik yang merekam perubahan listrik pada jantung yang kemudian dihubungkan dengan waktu. Pada gelombang sinyal EKG nantinya akan terlihat gelombang yang biasa disebut sebagai gelombang P,QRS dan T yang dapat dilihat pada gambar 2. Fungsi dari EKG antara lain yaitu untuk mengetahui jika terjadi kelainan irama pada jantung, mengetahui kelainan otot jantung, menilai fungsi jantung, memperkirakan adanya pembesaran jantung/hipertopi atrium dan ventrikel, dan juga pengaruh efek obat-obat jantung.



Gambar 2. Sinyal Jantung pada EKG
(Sumber : Basuki Dwi Putra, 2015)

Proses pembentukan sinyal gelombang pada EKG Jantung Normal dibentuk oleh gelombang listrik yang mengalir melalui jantung. Gelombang listrik tersebut dibentuk Nodus Sinuatria sebagai sumber dan nodus atrioventrikuler sebagai cadangan listrik, namun sinyal listrik pada jantung ini dapat dibentuk oleh bagian jantung yang lainnya. Gelombang P dibentuk oleh aliran listrik yang berasal dari nodus SA di atrium sedangkan sinyal QRS terbentuk oleh aliran listrik di ventrikel sedangkan PR interval terbentuk ketika aliran listrik melewati bundle his dan gelombang sinyal T akan terbentuk saat repolarisasi jantung.

Proses terjadinya sinyal elektrokardiograf tersebut adalah sebagai berikut :

- 1) Gelombang P berasal dari kontraksi atrium dari sinus atrialis ke nodus atrio ventrikular saat darah mulai memasuki jantung dari seluruh tubuh.
- 2) Gelombang R adalah tanda akhir dari kontraksi atrium dan awal dari kontraksi ventrikel saat memasuki ruang ventrikel.
- 3) Kompleks QRS berasal dari adanya aktivitas kontraksi pada ventrikel yang memompakan darah ke seluruh tubuh dan merupakan gelombang tertinggi.
- 4) Gelombang T berasal dari repolarisasi ventrikel atau ventrikel kembali dalam keadaan istirahat setelah proses pemompaan darah ke seluruh tubuh selesai.
- 5) Interval P-R menandakan waktu dari permulaan kontraksi atrial sampai permukaan kontraksi ventrikel.

- 6) Interval R-T menunjukkan kontraksi otot (ventrikel sistole), dan interval T-R menyebabkan adanya relaksasi otot (ventrikel diastole).

(Hadiyoso, 2011)

EKG memiliki cara kerja untuk mengukur aktivitas kelistrikan yang dihasilkan jantung pada tiap denyut jantung. Proses ini bisa memantau kelainan yang mungkin ada seperti aritmia jantung, peradangan, sampai jantung koroner. Berikut ini adalah fungsi EKG secara spesifik :

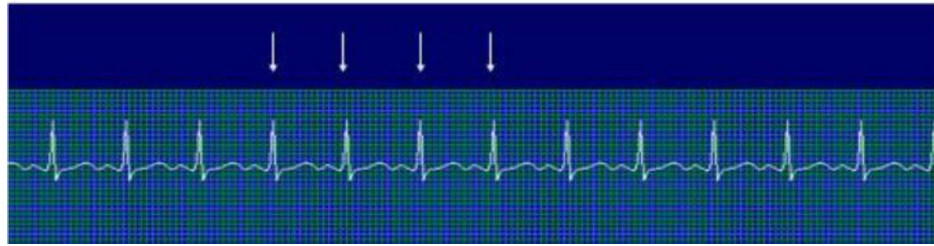
- a. Mengetahui denyut dan irama jantung yang bisa mengindikasikan adanya kelainan jantung.
- b. Mengetahui posisi jantung dalam rongga dada. Posisi normal jantung seseorang berada di area dada kiri, dipeluk oleh paru-paru sebelah kiri.
- c. Mengetahui ada atau tidaknya penebalan otot jantung atau hipertrofi. Hipertrofi juga dikenal sebagai kondisi massa otot jantung yang bertambah, sehingga juga terjadi penebalan atau pembengkakan. Hal ini akan membuat jantung meningkatkan curah (jumlah darah yang dipompa keluar dari ventrikel kiri tiap menit).
- d. EKG jantung utamanya bisa berfungsi dalam mengindikasikan adanya pola aktifitas listrik jantung yang mungkin menyebabkan gangguan irama atau aritmia.
- e. Mendeteksi sedini mungkin penyakit jantung *Ischema*. Jantung *Ischema* adalah kondisi tidak tercukupinya *supply* darah ke jaringan dan organ-organ tubuh berakibat permasalahan pada pembuluh darah, terutama di area jantung. Masalah penyebabnya bisa jadi karena penumpukan kolesterol pada pembuluh darah.

- f. Mendeteksi sedini mungkin penyakit *Myocardiac Infraction*. *Myocardiac Infraction* dikenal dengan nama lain serangan jantung, yaitu sebuah kondisi terhentinya aliran darah meskipun hanya sesaat dari jaringan ke seluruh tubuh, sehingga mengakibatkan sebagian sel jantung mati. Penyebab yang kerap kali dituding sebagai biang kerok *Myocardiac Infraction* adalah penyumbatan pembuluh darah.
- g. Mendeteksi adanya efek obat-obatan yang dikonsumsi seseorang. EKG berfungsi menemukan adanya kelainan yang mungkin terjadi dari konsumsi obat-obatan tertentu yang berpengaruh pada kinerja jantung.

Selain itu EKG memiliki karakteristik dari sinyal yang dihasilkan terhadap kondisi jantung. Berikut merupakan karakteristik dari kedua sinyal EKG tersebut :

- a. Karakteristik sinyal EKG Jantung Normal

Dalam keadaan normal impuls untuk kontraksi jantung berasal dari nodus SA dengan melewati serabut-serabut otot atrium impuls diteruskan ke nodus AV, dan seterusnya melalui berkas His → cabang His kiri dan kanan → jaringan Purkinje → akhirnya ke serabut otot ventrikel. Disini nodus SA menjadi *pacemaker* utama dan *pacemaker* lain yang terletak lebih rendah tidak berfungsi. Apabila nodus SA terganggu maka fungsi sebagai *pacemaker* digantikan oleh *pacemaker* yang lain. Irama jantung normal demikian dinamakan irama sinus ritmis yaitu iramanya teratur, dan tiap gelombang P diikuti oleh kompleks QRS. Irama sinus merupakan irama yang normal dari jantung dan nodus SA sebagai *pacemaker*. Jika irama jantung ditimbulkan oleh impuls yang berasal dari *pacemaker* yang terletak di luar nodus SA disebut irama ektopik.



Gambar 3. Sinyal EKG Normal
(Sumber : Heru Sulastomo, dkk. 2019)

Berdasarkan gambar 3 irama sinus normal memiliki ciri antara lain, morfologi gelombang P normal, tiap gelombang P diikuti satu kompleks QRS, Gelombang P defleksi positif disadapan I, Gelombang P dan kompleks QRS defleksi negatif di lead avR.

b. Karakteristik sinyal EKG jantung abnormal

Terdapat beberapa karakteristik pada irama jantung yang abnormal, diantaranya adalah aritmia yaitu suatu tanda atau gejala dari gangguan detak jantung yang bisa terlalu cepat, terlalu lambat atau tidak teratur.

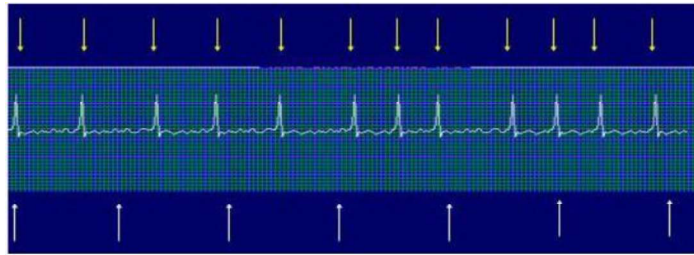


Gambar 4. Sinyal EKG Aritmia
(Sumber : Heru Sulastomo, dkk. 2019)

Berdasarkan gambar 4 sinyal EKG Aritmia memiliki ciri antara lain, memenuhi kriteria irama normal tetapi sedikit *irregular*, merupakan gambaran fisiologis yang normal yang sering didapatkan individu sehat usia muda, fenomena ini terjadi karena pengaruh respirasi.

Adapun karakteristik sinyal EKG abnormal lainnya adalah fibrilasi atrium. Fibrilasi atrium merupakan ritme denyut jantung abnormal pada jantung yang ditandai dengan

aktivitas atrium yang cepat dan tidak efektif serta kontraksi ventrikuler yang tidak teratur.



Gambar 5. Sinyal EKG Atrial Fibrilasi
(Sumber : Heru Sulastomo, dkk. 2019)

Berdasarkan gambar 5 sinyal EKG Atrial Fibrilasi memiliki ciri antara lain, ciri khas dari AF adalah tidak adanya gelombang P dan iramanya betul-betul ireguler, morfologi gelombang P berupa fibrilasi.

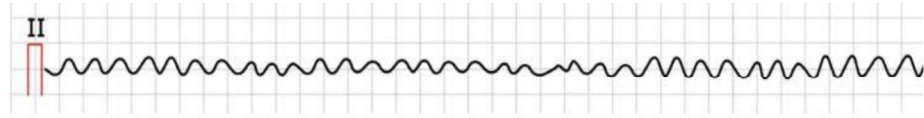
Selain itu terdapat juga karakteristik sinyal EKG abnormal lainnya yaitu Ventrikuler Takikardia. Ventrikuler Takikardia adalah kondisi dimana bilik jantung berdetak terlalu cepat.



Gambar 6. Sinyal EKG Ventrikuler Takikardia
(Sumber : Heru Sulastomo, dkk. 2019)

Berdasarkan gambar 6 sinyal EKG Ventrikuler Takikardia memiliki ciri antara lain, terdapat lebih dari 3 irama ventrikuler, kompleks QRS lebar, kadang gelombang P nampak(tanda panah) tetapi tidak ada asosiasi dengan kompleks QRS.

Selain itu terdapat juga karakteristik sinyal EKG lainnya yaitu, ventrikel ibrilasi yang merupakan jenis gangguan irama jantung dimana seharusnya bilik jantung berdenyut, hanya bergetar saat terjadi ventrikel fibrilasi.

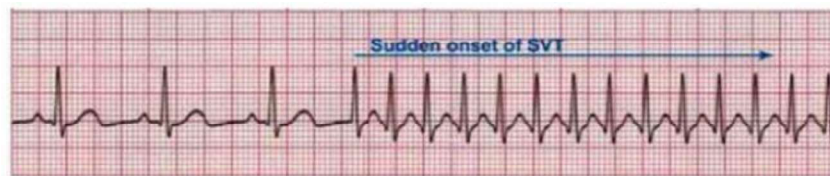


Gambar 7. Sinyal EKG Ventrikel fibrilasi

(Sumber : Heru Sulastomo, dkk. 2019)

Berdasarkan gambar 7 sinyal EKG ventrikel fibrilasi memiliki ciri antara lain, gelombang nampak *irregular* dengan berbagai morfologi dan amplitudo, gelombang P, kompleks QRS atau gelombang T tidak terlihat.

Karakteristik sinyal EKG abnormal lainnya yaitu takikardi supraventrikular (SVT) yang merupakan meningkatnya kecepatan denyut jantung karena aktivitas listrik yang tidak semestinya pada bagian atas jantung.



Gambar 8. Sinyal EKG Takikardi Supraventrikuler

(Sumber : Heru Sulastomo, dkk. 2019)

Berdasarkan gambar 8 sinyal EKG takikardi supraventrikuler memiliki ciri kompleks QRS yang sempit dan gelombang P tidak jelas terlihat.

4. Elektroda

Elektroda dibuat bahan yang menjamin resistensi yang rendah antara kulit dan permukaan elektroda. Fungsi utama elektroda adalah untuk mendeteksi sinyal listrik jantung yang merambat melalui bagian tubuh. Tujuannya yaitu mengkonversi informasi biologis menjadi sinyal elektrik yang dapat terukur. Selain itu elektroda untuk mengambil sinyal biolistrik berdasarkan prinsip bahwa kontak antara ion metal dengan metal yang bersesuaian menghasilkan potensial

listrik yang disebut potensial elektroda. Potensial elektroda dihasilkan dari material yang memiliki resistansi rendah antara kulit dan permukaan elektroda.



Gambar 9. *Elektrode snap cable*

(Sumber: Eri Agsis Wibisono, 2018)



Gambar 10. Elektroda Gel

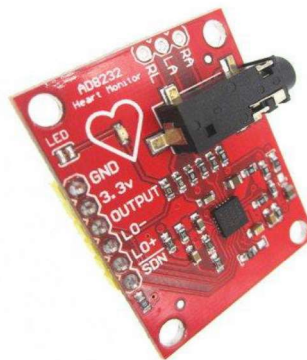
5. Modul AD8232

Detak jantung pada seseorang dapat dideteksi secara elektronik dengan membutuhkan sebuah sensor. Sensor yang digunakan pada penelitian ini adalah

dengan menggunakan modul EKG atau *Heart Rate Monitor* yang disambungkan dengan mikrokontroller arduino untuk dapat dikonversi menjadi sinyal digital. *Heart Rate Monitor* adalah modul yang digunakan untuk mengukur aktivitas listrik jantung yang dapat dilihat pada gambar 11. Aktivitas listrik ini dapat memetakan sebagai EKG atau elektrokardiogram dan output sebagai pembaca analog. EKG bisa sangat bising, Lead Tunggal AD8232 Heart Rate Monitor bertindak sebagai op-amp untuk membantu mendapatkan sinyal yang jelas dari PR dan Interval QT lebih mudah.

AD8232 adalah sebuah blok pengkondisian sinyal terintegrasi untuk EKG dan aplikasi pengukuran biopotential lainnya. Hal ini dirancang untuk mengekstrak, memperkuat, dan menyaring sinyal biopotensial kecil dihadapan kondisi bising, seperti yang dibuat oleh gerakan atau penempatan elektroda terpencil.

Heart Rate Monitor memiliki beberapa koneksi dari IC yang dapat Anda solder pin, kabel, atau konektor lain untuk. SDN, LO +, LO-, OUTPUT, 3.3V, GND memberikan pin penting untuk operasi monitor ini dengan Arduino. Selain itu, ada lampu indikator LED yang akan berdenyut dengan irama jantung berdetak.



Gambar 11. Modul AD8232

(Sumber : <https://circuit.rocks/ecg-heart-pulse-sensor-module-ad8232.html>)

6. Arduino

Arduino adalah sebuah *platform* dari *physical computing* yang bersifat *open source* (Aslamia, 2015). Arduino tidak hanya sekedar sebuah alat pengembangan, tetapi merupakan kombinasi dari *hardware*, bahasa pemrograman dan *Integrated Development Environment* (IDE) yang canggih.

IDE adalah sebuah *software* yang sangat berperan yang digunakan untuk menulis program, meng-*compile* menjadi kode biner dan mengunggahnya ke dalam memori mikrokontroler. Menurut (Syahwil, 2013), Arduino adalah papan elektronik *open source* yang di dalamnya terdapat komponen utama, yaitu sebuah *chip* mikrokontroler AVR dari perusahaan Atmel. Berikut ini karakteristik dan struktur arduino sebagai berikut:

- a. Arduino IDE merupakan multi *platform* yang dapat dijalankan pada berbagai sistem operasi seperti *Windows* ataupun *Linux*. IDE adalah program komputer yang berfungsi untuk menyediakan semua fasilitas yang diperlukan dalam pembangunan perangkat lunak baik *editor*, *compiler*, *linker*, maupun *debugger*.
- b. Pemrograman pada *hardware* Arduino menggunakan kabel yang terhubung dengan *port Universal Serial Bus* (USB). Hal ini disebabkan karena banyak komputer sekarang yang tidak dilengkapi dengan *port* serial.
- c. Arduino adalah *hardware* dan *software* yang bersifat *open source* yaitu sistem pengembangan yang tidak dikoordinasi oleh individu atau lembaga pusat, namun oleh para pelaku yang bekerja sama dengan memanfaatkan kode sumber (*source code*).

1) Arduino Uno

Arduino uno adalah board mikrokontroler berbasis ATmega328. Memiliki 14 pin input dari output digital dimana 6 pin input tersebut dapat digunakan sebagai output PWM dan 6 pin input analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, jack power, ICSP header, dan tombol reset yang dapat dilihat pada gambar 12. Untuk mendukung mikrokontroler agar dapat digunakan, cukup hanya menghubungkan Board Arduino Uno ke komputer dengan menggunakan kabel USB atau listrik dengan AC yang-ke adaptor-DC atau baterai untuk menjalankannya.

Uno berbeda dengan semua board sebelumnya dalam hal koneksi USB-to-serial yaitu menggunakan fitur Atmega8U2 yang diprogram sebagai konverter USB-to-serial berbeda dengan board sebelumnya yang menggunakan chip FTDI driver USB-to-serial.

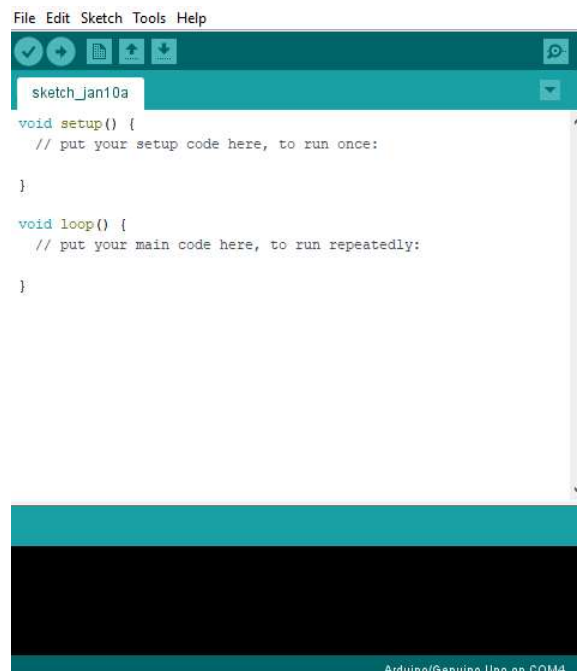


Gambar 12.Arduino UNO

(Sumber : <https://ilearning.me/>)

2) Arduino IDE

Arduino IDE adalah *software* yang dirancang menggunakan bahasa pemrograman Java yang terdiri dari 3 bagian yaitu *Editor* program, *Compiler*, dan *Uploader*. Pada bagian *editor*, *user* dapat melakukan pemrograman baik itu menulis ataupun mengedit program dalam bahasa *processing*. Sementara pada bagian *Compiler* berisi pengubah kode program menjadi kode biner agar kode tersebut dapat terbaca oleh mikrokontroler. Sedangkan bagian *Uploader* digunakan untuk menuliskan dan menyalin kode biner dari komputer ke dalam memori *board* Arduino. Bahasa pemrograman yang digunakan pada Arduino IDE yaitu jenis bahasa pemrograman C yang mudah digunakan.



Gambar 13. Tampilan Arduino IDE

Pada tampilan Arduino IDE yang dapat dilihat pada gambar 13 terdapat *toolbar* yang didesain untuk mempermudah dalam melakukan pemrograman. Berikut ini fungsi-fungsi pada *toolbar IDE* sebagai berikut:

- a) *Verify*, digunakan untuk melakukan kompilasi program yang saat di *editor*.
- b) *New*, digunakan untuk membuat program baru dengan mengosongkan isi dari jendela *editor* saat ini.
- c) *Open*, digunakan untuk membuka program yang ada dari sistem file.
- d) *Save*, digunakan untuk menyimpan program saat ini.
- e) *Upload*, digunakan untuk menyalin data hasil pemrograman dari komputer ke dalam *memory board* arduino. Ketika melakukan *upload*, maka harus melakukan pengaturan jenis arduino dan *port COM* yang digunakan.
- f) *Serial Monitor*, digunakan untuk melihat hasil pemrograman yang telah tersimpan dalam *memory* arduino.

7. Ekstrasi Ciri

Pada penelitian ini untuk mengetahui perbedaan jantung normal dan abnormal dilakukan pengolahan sinyal EKG untuk mencari ciri dari suatu kelas. Ekstrasi ciri yang digunakan yaitu ciri statistik. Nilai dari ciri statis tersebut dapat digunakan untuk melihat pola dari masing-masing kelas. Ciri statistik yang digunakan pada ekstrasi ciri ini antara lain nilai *mean*, *variance*, standar deviasi, *skewness* dan juga *kurtosis*. Berikut merupakan rumus secara matematis dari beberapa ciri statistika.

a. *Mean*

Fungsi dari nilai mean yaitu digunakan untuk menghitung nilai rata-rata dari suatu kumpulan data.

$$\mu = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N X_i \quad (2.1)$$

b. *Variance*

Varian adalah ukuran yang menyatakan variasi atau keragaman. Fungsi varian ini digunakan untuk mengukur atau menghitung variasi dari data sampel.

$$\sigma^2 = \sum_{i=1}^{L-1} (i - m)^2 p(i) \quad (2.2)$$

c. *Standart Deviasi*

Standart Deviasi merupakan nilai yang dihasilkan berdasarkan jarak nilai terkecil dengan nilai rata-rata yang dihasilkan. Standart deviasi adalah akar dari nilai varian.

$$\sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^{L-1} (i - m)^2 p(i)} \quad (2.3)$$

d. *Skewness*

Skewness adalah suatu nilai yang menunjukkan seberapa jauh pergeseran dari bentuk simetrisnya(normal).

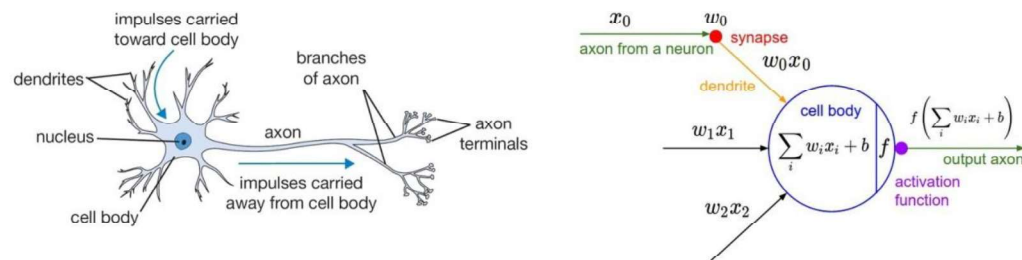
$$Skewness = \sum_{i=1}^{L-1} (i - m)^3 p(i) \quad (2.4)$$

e. Kurtosis

Kurtosis adalah ukuran keruncingan dari suatu distribusi yang biasanya dibandingkan dengan distribusi normal atau biasa disebut dengan ketinggian kurva.

$$Kurtosis = \sum_{i=1}^{L-1} (i - m)^4 p(i) - 3 \quad (2.5)$$

8. Jaringan Saraf Tiruan



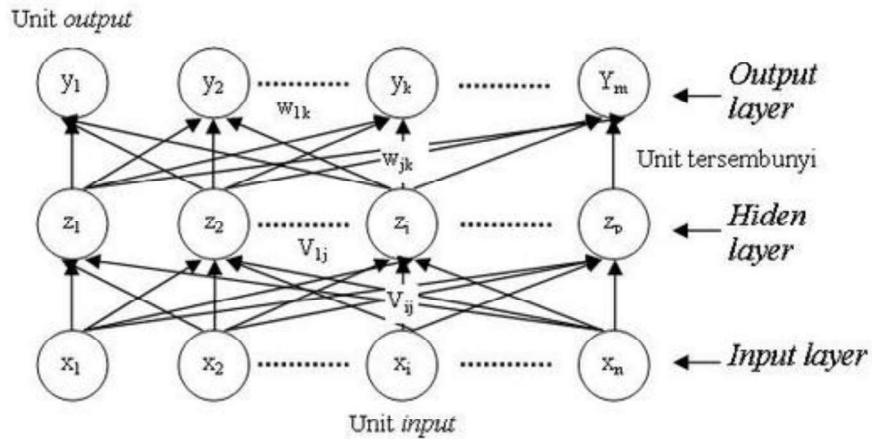
Gambar 14. Neuron dan neuron buatan

(Sumber : <https://medium.com/@samuelsena>)

Jaringan saraf tiruan merupakan salah satu bagian dari kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*). Jaringan saraf tiruan dapat dikatakan sebagai kecerdasan buatan karena dapat mensimulasikan proses pembelajaran pada otak manusia yang disusun dengan sel-sel atau neuron buatan yang dapat dilihat pada gambar 14. Istilah buatan ini diimplementasikan dengan menggunakan program komputer yang dapat menyelesaikan sebuah permasalahan dan juga sejumlah proses perhitungan selama pembelajaran. Terdapat banyak jenis metode pada jaringan saraf tiruan, salah satunya yaitu *backpropagation*.

Backpropagation merupakan sebuah algoritma pembelajaran yang terawasi dengan menggunakan banyak lapisan untuk mengubah bobot-bobot yang ada dengan neuron-neuron yang terdapat lapisan tersembunyinya yang dapat dilihat

pada gambar 15 Algoritma pembelajaran dari *backpropagation* yaitu untuk memperkecil tingkat error dengan menyesuaikan bobotnya berdasarkan output dan target yang diinginkan.

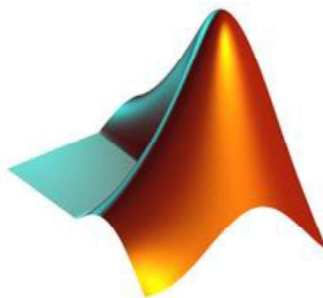


Gambar 15. Arsitektur *Backpropagation*

(Sumber : *wordpress.com*)

Secara umum algoritma *backpropagation* terdiri dari tiga langkah utama yaitu pengambilan input, penelusuran *error* dan penyesuaian bobot. Pada pengambilan input awalnya akan dilakukan inisialisasi bobot kemudian masuk kedalam proses komputasi maju yang bertujuan untuk mengetahui besarnya *error* dan komputasi balik untuk mengupdate serta menyesuaikan bobot.

9. Matlab



Gambar 16. Logo Matlab

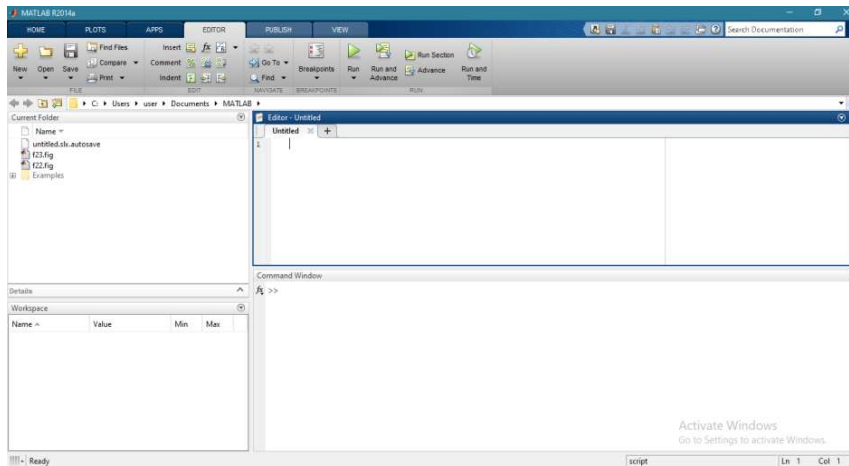
(Sumber : *Mathworks.com*)

Matlab merupakan singkatan dari *Matrix Laboratory* dengan logo yang dapat dilihat pada gambar 16, pertama kali dikenalkan oleh *University of New Mexico dan University of Stanford* pada tahun 1970. Pada mulanya software ini digunakan untuk analisis numerik, aljabar linear dan teori tentang statistis. Saat ini kemampuan dan fitur yang dimiliki oleh matlab sudah jauh lebih lengkap dengan ditambahkan *toolbox-toolbox* pendukung yang sangat canggih.

Manfaat yang diperoleh dari matlab yaitu matlab dapat melakukan perhitungan matematika, melakukan komputasi numerik, dapat digunakan juga sebagai simulasi dan pemodelan, juga untuk visualisasi dan analisis data, dapat digunakan untuk pembuatan grafik keperluan sains dan teknik serta untuk pengembangan aplikasi dengan memanfaatkan *Graphic User Interface(GUI)*.

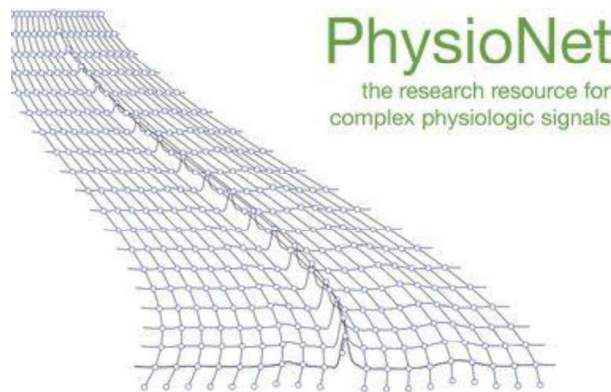
Banyaknya manfaat yang dimiliki oleh matlab, maka semakin memberikan kemudahan juga bagi para pengguna untuk menemukan bantuan dengan fasilitas yang diberikan oleh matlab. Seperti, saat penggunaanya kesulitan untuk mengerti suatu fungsi maka matlab memberikan solusi yang terletak pada menu *Help*. Dengan mudahnya para user dapat memanggil *help* secara langsung pada *command window* atau pergi ke menu *help*.

Ketika pertama kali menjalankan matlab, maka tampilan pertama yang ditemui adalah *desktop* matlab yang dapat dilihat pada gambar 17. Dalam *desktop* ini terdapat *tool-tool* yang berfungsi untuk manajemen file, variabel dan aplikasi yang berkaitan dengan matlab.



Gambar 17. Tampilan *desktop* matlab versi 2014a

10. Physionet



Gambar 18. Logo physionet
(Sumber : Physionet.org)

Physionet adalah sebuah situs sumberdaya(*resource*) yang dapat digunakan untuk penelitian dan pendidikan. Logo physionet dapat dilihat pada gambar 18. Terdapat tiga hal yang ditawarkan oleh physionet yaitu physiobank, physiotoolkit dan physionetwork. Physiobank merupakan arsip besar yang berisi rekaman digital sinyal fisiologis, time series dan data terkait yang digunakan oleh komunitas riset biomedis. Physiobank saat ini mencakup lebih dari 50 koleksi cardiopulmonary, saraf, dan berbagai jenis sinyal medis lainnya dan pasien dengan berbagai kondisi dengan implikasi yang besar pada kesehatan masyarakat,

termasuk kematian jantung mendadak, gagal jantung kongestif, epilepsi, gangguan gait, sleep apnea, dan penuaan. Koleksi ini termasuk data dari berbagai studi, yaitu yang dikembangkan dan disumbangkan oleh para anggota komunitas reset.(Ponco Siwindarto,2012)