

## **BAB II**

### **PENDEKATAN PEMECAHAN MASALAH**

#### **A. Mata**

##### 1. Definisi

Mata adalah salah satu organ tubuh terpenting pada manusia yang harus selalu dijaga untuk mencegah hal – hal yang dapat merusaknya (Darmadi, 2017). Mata dilindungi oleh area orbit tengkorak yang tersusun atas beberapa tulang seperti tulang frontal, *sphenoid*, *maxilla*, *zygomatic*, *grater wing of sphenoid*, *lacrimal*, dan *ethmoid* (Rizzo, 2001).

##### 2. Anatomi dan Fisiologi

Saraf optikus berfungsi untuk penglihatan , pola cahaya mengubah objek menjadi impuls saraf dan mengirimkannya ke sepanjang saraf optikus ke otak. Saraf mengubah kiasma optik yang terletak dibawah depan otak dan memadukan impuls yang berasal dari mata kanan dan mata kiri. Kemudian impuls saraf melanjutkan ke wilayah yang ada pada bagian bawah belakang otak dan kulit luar penglihatan sebelah kiri dan kanan. Kemudian impuls dianalisis oleh otak sehingga bisa menghasilkan suatu informasi (Sulistiyani, 2017).

Mata memiliki beberapa bagian. Bagian utama mata terdiri atas 6 bagian (Ilyas, 2003). Enam bagian tersebut diantaranya :

##### a. Kelopak mata

Kelopak mata berfungsi untuk melindungi bola mata agar terhindar dari situasi kering. Kelenjar pada kelopak mata mengalami sekresi yang dapat membentuk lapisan air mata didepan kornea.

b. Sistem lacrimal

Sistem ini merupakan sistem sekresi air mata yang berfungsi untuk menjaga kornea agar tetap lembab, bersih, dan bebas kuman

c. Konjungtiva

Konjungtiva merupakan membran yang berfungsi untuk menutupi sklera dan kelopak mata bagian belakang

d. Bola mata

Bola mata memiliki beberapa lapisan jaringan, yakni :

1) Sklera

Sklera merupakan jaringan terluar yang melindungi bola mata. Pada bagian luar dari sklera terdapat kornea yang transparan dengan tujuan memudahkan sinar untuk masuk ke dalam bola mata

2) Uvea

Uvea terbagi atas 3 bagian yakni *choroid*, *ciliary body*, dan iris. *Choroid* adalah lapisan yang kaya dengan pembuluh darah. *Ciliary body* atau disebut juga dengan badan siliar adalah ekstensi *choroid* yang menebal dan membentuk suatu cincin muskular di sekitar lensa dan berfungsi menyokong iris dan lensa serta mensekresi cairan yang disebut *aqueous humor* (Saladin, 2008). Iris adalah suatu diafragma yang ukurannya dapat disesuaikan. Pada iris terdapat pupil yang berfungsi untuk mengatur jumlah sinar yang masuk ke dalam mata.

3) Retina

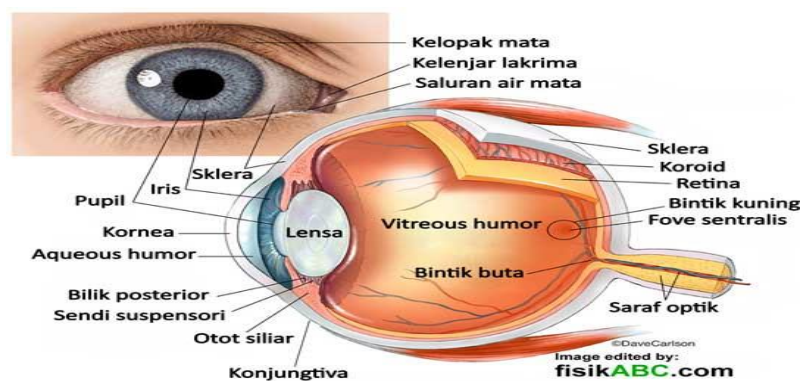
Retina berfungsi untuk mengubah sinar yang masuk menjadi impuls pada saraf optikus dan kemudian diteruskan ke otak untuk diolah.

e. Otot penggerak

Otot penggerak berfungsi untuk membantu pergerakan bola mata. Otot penggerak mata terdiri atas 6 macam yang terdiri atas 4 otot lurus atau otot rectus dan 2 otot lingkar atau otot oblique

f. Rongga orbita

Rongga orbita merupakan tempat terletaknya bola mata. Gambar anatomi mata terdapat pada gambar 1.



Gambar 1. Anatomi Mata

Diakses pada <https://milatakum.wordpress.com/2015/12/23/anatomi-fisiologi-mata-2/>

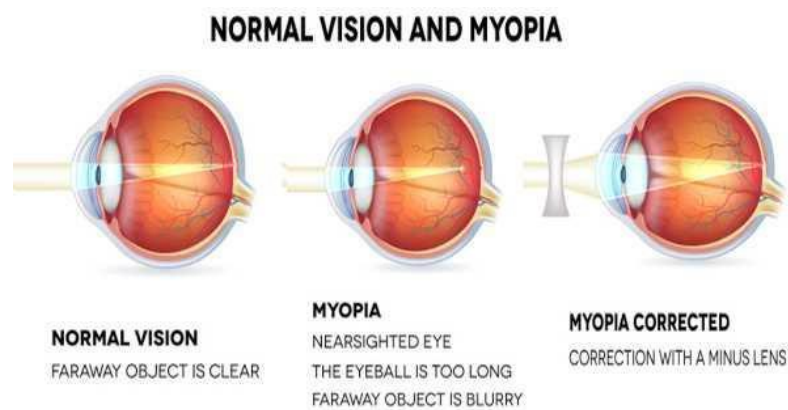
## B. Rabun Jauh (Miopia)

### 1. Definisi

Miopia adalah anomali refraksi pada mata dimana bayangan difokuskan di depan retina, ketika mata tidak dalam kondisi berakomodasi. Ini juga dapat dijelaskan pada kondisirefraktif dimana cahaya yang sejajar dari suatu objek yang masuk pada mata akan jatuh di depan retina, tanpa akomodasi. Miopia berasal dari bahasa Yunani “muopia” yang memiliki arti menutup

mata. Miopia merupakan manifestasi kabur bila melihat jauh, istilah populernya adalah “*nearsightedness* (Association, 2006).

Miopia atau sering disebut sebagai rabun jauh merupakan jenis kerusakan mata yang disebabkan pertumbuhan bola mata yang terlalu panjang atau kelengkungan kornea yang terlalu cekung (Sidarta, 2008). Perbedaan mata normal, mata miopia, dan mata miopia dengan kacamata lensa negatif terdapat pada Gambar 2.



Gambar 2. Perbedaan mata normal, miopia, dan miopia yang dikoreksi dengan lensa negatif

Diakses pada <https://www.thehealthsite.com/myopia/>

## 2. Klasifikasi

Miopia memiliki beberapa jenis bentuk, yaitu :

### a. Miopia refraktif

Ketika indeks bias refraksi mengalami peningkatan. Contohnya pada penderita diabetes melitus

### b. Miopia kurvatura

Ketika kurvatura dari kornea dan lensa bertambah lebar. Contohnya pada penderita katarak stadium intumescens. Perubahan kelengkungan kornea sebesar 1mm akan mengakibatkan perubahan refraksi sebesar 6 dioptri

c. Miopia Aksial

Ketika diameter anteroposterior pada bola mata bertambah panjang. Perubahan diameter anteroposterior sebesar 1mm akan mengakibatkan perubahan refraksi sebesar 3 dioptri

Menurut tingkat ketinggian dioptri, miopia dapat dideteksi dengan klasifikasi sebagai berikut (Sidarta, 2008) :

a. Miopia sangat ringan

Tingkat dioptri miopia 0,25 sampai dengan 1 dioptri

b. Miopia ringan

Tingkat dioptri miopia antara 1 – 3 dioptri

c. Miopia sedang

Tingkat dioptri miopia antara 3 – 6 dioptri

d. Miopia berat

Tingkat dioptri miopia antara 6 – 10 dioptri

Klasifikasi miopia berdasarkan umur adalah (Sidarta, 2008) :

a. Kongenital

Miopia terjadi sejak lahir dan menetap pada masa anak-anak.

b. Miopia onset anak-anak

Miopia terjadi di bawah umur 20 tahun

c. Miopia onset awal dewasa

Miopia terjadi di antara umur 20 sampai 40 tahun.

d. Miopia onset dewasa

Miopia terjadi di atas umur 40 tahun (> 40 tahun)

3. Gejala Klinis

Gejala klinis miopia dibagi menjadi :

a. Gejala subjektif

- 1) Kabur bila melihat objek secara jauh, sehingga saat melihat objek berukuran kecil harus melalui jarak dekat
- 2) Cepat lelah ketika membaca, hal ini disebabkan karena konvergensi yang tidak sesuai dengan akomodasi.

3) Astenovergens

b. Gejala objektif

1) Miopia simpleks :

Terjadinya kelainan fundus ringan. Kelainan fundus yang ringan ini berupa kresen miopia yang ringan dan berkembang sangat lambat. Biasanya tidak terjadi kelainan organik dan dengan koreksi yang sesuai bisa mencapai tajam penglihatan yang normal. Berat kelainan refraksi yang terjadi biasanya kurang dari -6D. Keadaan ini disebut juga dengan miopia fisiologi.

2) Miopia patologik :

Disebut juga sebagai miopia degeneratif, miopia maligna atau miopia progresif. Keadaan ini dapat ditemukan pada semua umur dan terjadi sejak lahir. Tanda-tanda miopia maligna adalah adanya progresifitas kelainan fundus yang khas pada pemeriksaan oftalmoskopik. Pada anak-anak diagnosis ini sudah

dapat dibuat jika terdapat peningkatan tingkat keparahan miopia dengan waktu yang relatif pendek. Kelainan refraksi yang terdapat pada miopia patologik biasanya melebihi -6D (Sidarta, 2008).

### **C. Webcam**

#### **1. Definisi**

*Webcam* atau *Web Camera* merupakan perangkat yang berupa kamera video digital yang sengaja di desain dengan resolusi rendah yang digunakan untuk mengambil citra atau gambar dan video dari suatu objek yang kemudian akan dikendalikan oleh laptop atau PC. Hasil citra atau gambar yang terambil bisa diakses pada *world wide web* atau *www*, program *instant messaging*, atau aplikasi komunikasi lainnya pada PC atau laptop melalui port – port seperti USB, COM, serta jaringan Wi-Fi. *Webcam* memiliki resolusi sekitar 352 x 288 piksel, 640 x 280 piksel, dan bisa lebih besar. Bagian – bagian penyusun *webcam* antara lain, *image sensor* atau sensor gambar yang bisa berupa CCD atau CMOS dan sirkuit elektronik pendukung. Peralatan pendukung pada *webcam* dapat berupa lensa kamera, tombol snapshot, pengatur fokus, dan kabel data (Records, 2018).

#### **2. Fitur**

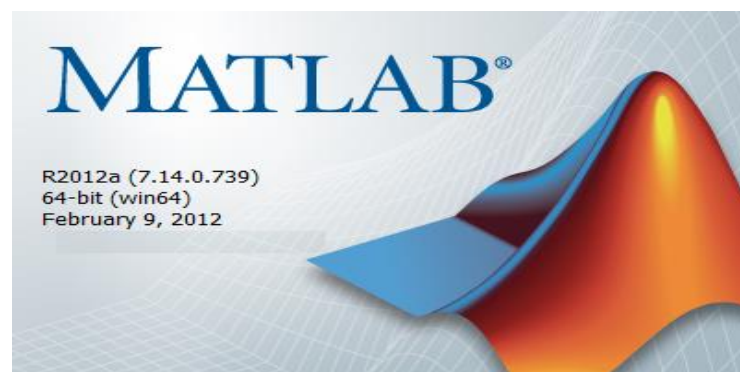
Secara umum, fitur – fitur yang ada pada *Webcam* antara lain (Records, 2018) :

- a. Sensor untuk mendeteksi pergerakan objek
- b. Bisa menyesuaikan posisi yang diinginkan
- c. Adanya mikrofon untuk merekam audio
- d. Indikator pendukung, contohnya dalam bentuk lampu

## D. MATLAB

### 1. Definisi

MATLAB atau *Matrix Laboratory* merupakan sebuah software komputasi numerikal dan visualisasi data dengan menggunakan bahasa pemrograman komputer tingkat tinggi (*high level language*) yang dibentuk dengan dasar pemikiran menggunakan sifat dan bentuk matriks. MATLAB di kembangkan oleh *The MathWorks*, tersedia untuk sistem operasi *Windows*, *Linux*, bahkan komputer *Machintosh*. Setiap tahun MATLAB selalu mengeluarkan versi – versi terbarunya, misal MATLAB 2009, 2010, 2011, 2012, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, dan seterusnya. Tampilan awal MATLAB R2012a terdapat pada Gambar 3.



Gambar 3. MATLAB

MATLAB telah berkembang menjadi sebuah environment pemrograman yang canggih dan berisi fungsi-fungsi *built-in* untuk melakukan tugas pengolahan sinyal, aljabar linier, dan kalkulasi matematis lainnya. MATLAB juga berisi *toolbox* yang berisi fungsi fungsi tambahan untuk aplikasi khusus. MATLAB merupakan *software* yang paling efisien untuk perhitungan numerik berbasis matriks. Dengan demikian jika di dalam perhitungan kita dapat memformulasikan masalah ke dalam format matriks, maka MATLAB merupakan *software* terbaik



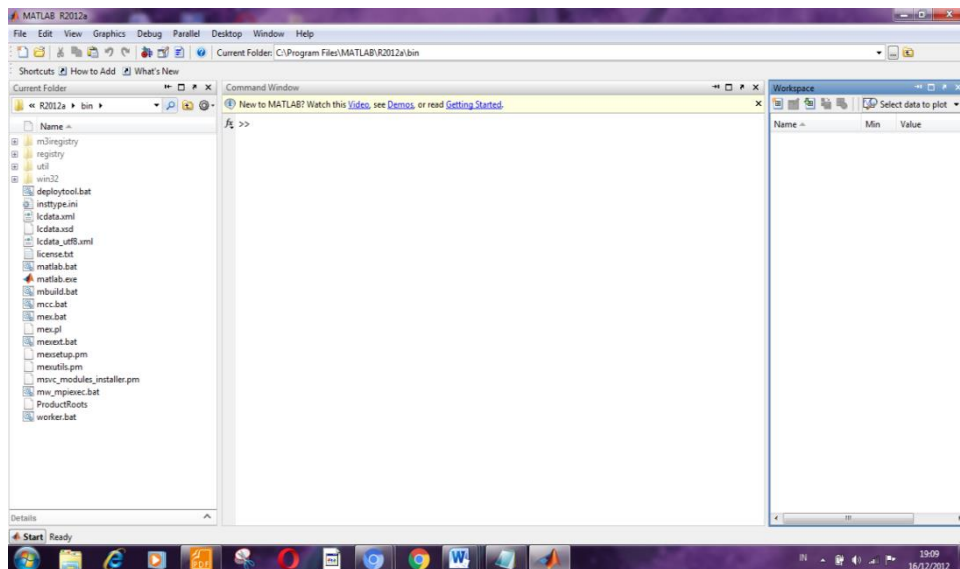
untuk penyelesaian numeriknya (Arhami & Desiani, 2005). Tampilan layar kerja MATLAB R2012a pada Gambar 4.

## 2. Fungsi

MATLAB memiliki beberapa fungsi, yaitu :

- a. Algoritma dan pengembangan
- b. Pemrograman simulasi sampai modeling
- c. Analisa numerik dan statistik
- d. Pembuatan prototipe
- e. Matematika komputasi
- f. Pengembangan aplikasi teknik

(Arhami & Desiani, 2005)



Gambar 4. Tampilan MATLAB R2012a

## E. Citra

Citra adalah kumpulan elemen gambar yang secara keseluruhan merekam suatu adegan melalui media indra visual. Citra dapat dideskripsikan sebagai data

dalam dua dimensi dalam bentuk matriks  $M \times N$ . Citra digital adalah citra dua dimensi yang dapat direpresentasikan dengan fungsi intensitas cahaya yang mana  $X$  dan  $Y$  menyatakan koordinat spasial. Elemen terkecil dari citra digital disebut dengan image element yaitu piksel. Citra dapat digolongkan menjadi dua macam yaitu (Chandra, 2017):

1. Citra kontinyu, dihasilkan dari sistem optik yang menerima sinyal analog. Contoh: mata manusia dan kamera analog.
2. Citra diskrit/digital, dihasilkan melalui proses digitalisasi terhadap citra continue. Contoh: kamera digital dan scanner.

Citra adalah fungsi dua dimensi dari intensitas cahaya. Intensitas ini disebut juga dengan brightness (tingkat kecerahan). Fungsi citra  $F(x,y)$  ditentukan oleh dua komponen yaitu iluminasi dan refleksi sehingga:

$$F(x,y) = I(x,y) r(x,y)$$

yang mana  $I(x,y)$  adalah iluminasi yang datang dari sumber cahaya dan  $r(x,y)$  adalah koefisien refleksi atau transmisi objek.

Pengertian citra secara harfiah merupakan gambar pada bidang dwimatra (dua dimensi). Citra merupakan fungsi continue dari intensitas cahaya pada bidang dwimatra. Sumber cahaya menerangi objek, objek memantulkan kembali sebagian dari berkas cahaya tersebut. Pantulan cahaya ini dapat ditangkap oleh alat-alat optik sehingga bayangan objek yang diterima disebut citra terekam (Munir, 2004). Citra sebagai keluaran dari suatu sistem perekam data dapat bersifat:

Optik berupa citra gambar atau foto analog berupa sinyal video seperti gambar pada monitor televisi. Citra bergerak adalah rangkaian citra diam yang ditampilkan secara beruntun (sekuensial) sehingga memberikan kesan pada mata sebagai gambar yang bergerak. Setiap citra dalam rangkaian tersebut disebut frame. Gambar gambar yang tampak pada film layar lebar atau televisi pada hakekatnya terdiri atas ratusan atau ribuan gambar. Citra yang dimaksudkan dalam penelitian ini adalah citra diam (*still image*). Citra diam adalah citra tunggal yang tidak bergerak. Citra digital dapat diperoleh secara otomatis dari sistem penangkapan citra digital yang memerlukan proses pencuplikan terhadap suatu objek tiga dimensi dan membentuk matriks yang mana elemen-elemennya menyatakan nilai intensitas cahaya. Citra digital merupakan citra yang disimpan dalam format digital dan hanya citra digital yang dapat diolah menggunakan komputer. Jenis citra lain jika diolah dengan komputer harus diubah dahulu menjadi citra digital.

## **F. Pengolahan Citra Digital**

### **1. Definisi**

Pengolahan citra digital adalah suatu pengolahan yang dapat mengubah gambar menjadi suatu informasi (Wijaya & Prijono, 2007). Pengolahan citra digital merupakan proses pengolahan serta analisis dengan melibatkan adanya persepsi visual menggunakan komputer. Citra digital diperoleh dengan menangkap citra yang membentuk matriks dimana elemen – elemen didalamnya dapat menyatakan intensitas cahaya atau tingkat keabuan suatu piksel (Fadliansyah, 2007).

Pengolahan citra digital memiliki konsep dasar yakni :

- a. Data yang dijadikan masukan berasal dari pengumpulan data yang relevan
- b. Pengklasifikasian dengan cara penentuan kelas
- c. Penyusunan data sesuai kelas
- d. Proses perhitungan dan manipulasi
- e. Pengujian ketelitian
- f. Menentukan kesimpulan serta rekapitulasi dari hasil yang didapat.

Hasil citra yang didapatkan seringkali mengalami penurunan mutu. Penurunan mutu dapat berupa cacat atau *noise*, warna citra yang terlalu bahkan tidak terlalu kontras, *blurring*, serta ketajaman yang kurang pada citra, dan lain sebagainya. Untuk mengatasi penurunan mutu maka perlu adanya manipulasi agar citra memiliki kualitas yang lebih baik.

Pengolahan citra digital terdiri atas objek yang akan diolah, transduser yang berfungsi untuk merepresentasikan objek dalam bentuk citra digital, kemudian akan tercipta citra baru yang akan dianalisa untuk menghasilkan hasil yang diinginkan.

## 2. Operasi Pengolahan Citra Digital

Pengoperasian pada pengolahan citra digital memiliki banyak ragam. Berikut ini ragam – ragam operasi pengolahan citra digital secara umum (Sindar) :

### a. Perbaikan Kualitas Citra (*Image Enhancement*)

Kualitas citra yang dihasilkan tidak selamanya baik, maka dari itu dibutuhkan perbaikan dengan cara melakukan manipulasi terhadap parameter – parameter pada citra, misalnya perbaikan kontras, penajaman citra, perbaikan tepian objek

(*edge enhancement*), *coloring*, *penyaring noise*. Contoh *image enhancement* terdapat pada gambar 5.



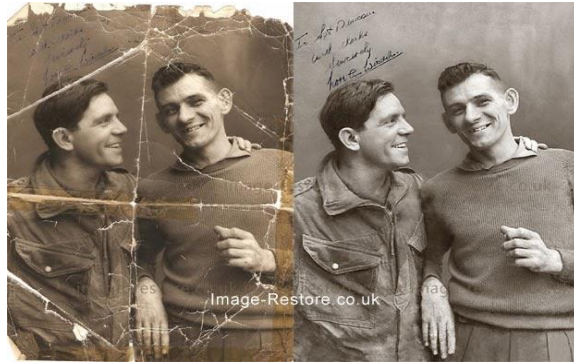
Gambar 5. *Image Enhancement*

Diakses Pada <https://www.mathworks.com/discovery/image-enhancement.html>

b. Pemugaran Citra (*Image Restoration*)

Sebuah proses rekonstruksi citra asli dari citra yang cacat agar menyerupai citra aslinya. Pemugaran citra dapat diartikan sebagai pengurangan cacat yang terjadi pada citra karena proses akuisisi. Citra yang cacat ialah citra yang mengandung error atau terkena efek optik misalnya blur akibat penggunaan kamera yang tidak fokus (Wijaya & Prijono, 2007).

Pemugaran citra memiliki tujuan serupa dengan perbaikan kualitas citra atau *image enhancement* yakni untuk menghilangkan atau meminimalisir cacat yang terjadi pada citra. Perbedaannya pada pemugaran citra, cacat pada citra sudah diketahui penyebabnya. Contoh dari pemugaran citra ialah menghilangkan *noise*, menghilangkan blur, dan sebagainya. Contoh *image restoration* terdapat pada gambar 6.

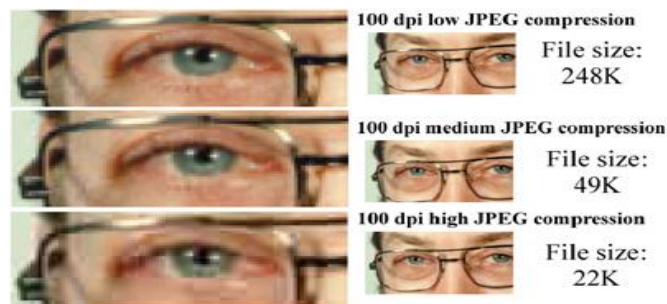


Gambar 6. *Image Restoration*

Diakses Pada <https://www.image-restore.co.uk/blog/photo-restoration-sir-norman-wisdom/>

c. Pemampatan Citra (*Image Compression*)

Pada operasi ini diharapkan citra dapat di presentasikan dengan bentuk yang lebih solid agar memori yang dipakai tidak terlalu banyak. Hal yang harus dijaga pada operasi ini adalah citra harus memiliki kualitas yang bagus. Contoh metode pemampatan citra adalah metode JPEG. Contoh image compression pada gambar 7.



Gambar 7. *Image Compression*

Diakses pada <http://preservationtutorial.library.cornell.edu/tutorial/intro/intro-07.html>

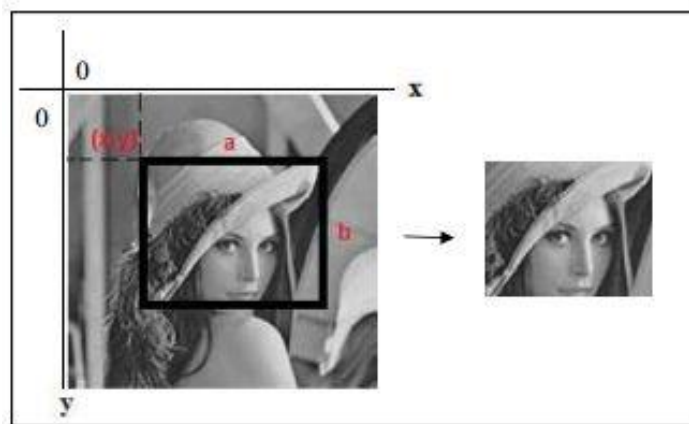
d. Pemotongan Citra (*Cropping Citra*)

Pemotongan citra merupakan operasi pengolahan citra yang dilakukan dengan mengambil bagian dari suatu citra digital untuk membentuk suatu matriks baru yang independen. Implementasi dengan menggunakan matlab proses pemotongan (*cropping*) dapat dilakukan dengan fungsi *imcrop(gambar,[matriks\_titik sudut\_crop])*. Penentuan titik yang akan diambil yaitu menggunakan *matrik\_titik sudut\_crop* yang merepresentasikan nilai  $[x,y,a,b]$  (Munir, 2004).

Dimana,

- 1)  $x$  dan  $y$  = titik awal (sudut kiri atas) dari *image* yang akan di-crop
- 2)  $a$  = jumlah piksel memanjang ke arah sumbu- $x$
- 3)  $b$  = jumlah piksel memanjang ke arah sumbu- $y$ .

Contoh pemotongan citra atau *cropping* citra terdapat gambar 8.



Gambar 8. *Cropping* Citra

#### e. *Resizing* Citra

*Resizing* citra merupakan operasi pengolahan citra digital yang dilakukan dengan cara mengubah resolusi atau ukuran piksel suatu citra. *Resizing* dilakukan

dengan tujuan meningkatkan kualitas citra dan untuk menghasilkan citra dengan memori yang kecil. Contoh dari resizing citra terdapat pada gambar 9.



Gambar 9. *Resizing* Citra (Wijaya et al , 2010)

f. Analisis Citra (*Image Analysis*)

Analisis citra merupakan operasi pengolahan yang dilakukan dengan cara melakukan ekstraksi ciri pada suatu citra agar besaran kuantitatif pada citra tersebut dapat dihitung dan menjadi suatu informasi citra. Contoh analisis cita adalah representasi daerah, ekstraksi batas, mencari rata – rata, mencari varian, dan sebagainya.

3. Elemen Sistem Pengolahan Citra Digital

Pengolahan citra digital memiliki beberapa elemen dasar yang penting, yakni :

a. Kecerahan (*brightness*)

Kecerahan pada hal ini adalah intensitas cahaya. Kecerahan pada titik didalam citra atau piksel bukan merupakan intensitas yang riil melainkan adalah intensitas rata – rata dari suatu area yang melingkupi.

b. Kontras (*contrast*)



Kontras merupakan sebaran terang dan gelap di dalam suatu citra. Citra memiliki kontras yang baik jika memiliki sebaran gelap dan terang secara merata.

c. Kontur (*contour*)

Kontur adalah keadaan yang ditimbulkan oleh perubahan intensitas yang menyebabkan mata dapat mendeteksi tepi – tepi (*edge*) objek dalam citra.

d. Warna (*color*)

Warna merupakan persepsi yang diterima oleh penglihatan manusia terhadap panjang gelombang suatu cahaya yang dipantulkan oleh objek. Panjang gelombang dari setiap warna adalah berbeda.

e. Bentuk (*shape*)

Shape adalah properti intrinsik dari objek tiga dimensi. Manusia lebih sering mengasosiasikan objek dengan menggunakan bentuk daripada elemen lain.

f. Tekstur (*texture*)

Tekstur merupakan frekuensi perubahan rona pada citra. Tekstur biasanya dinyatakan dengan kasar dan halus. Tekstur tidak dapat didefinisikan untuk piksel.

## **G. Jaringan Syaraf Tiruan**

### **1. Definisi**

Jaringan syaraf tiruan merupakan suatu sistem pemrosesan informasi yang mempunyai karakteristik menyerupai jaringan syaraf biologis manusia (Wuryandari, 2012). Semua keluaran atau kesimpulan yang ditarik oleh jaringan syaraf tiruan didasarkan pengalamannya selama mengikuti proses pembelajaran. Pada proses pembelajaran, ke dalam jaringan saraf tiruan

dimasukkan pola-pola masukan (dan keluaran) lalu jaringan akan diajari untuk memberikan jawaban yang bisa diterima (Puspitaningrum, 2006).

Jaringan Syaraf Tiruan dibentuk sebagai generalisasi model matematika dari jaringan saraf biologis manusia, dengan asumsi bahwa :

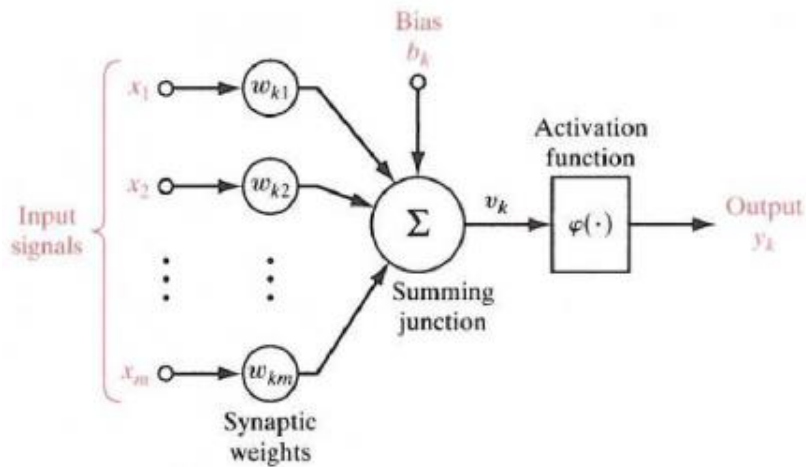
- a. Pemrosesan informasi terjadi pada banyak elemen sederhana (neuron).
- b. Sinyal dikirimkan di antara neuron-neuron melalui penghubung-penghubung.
- c. Penghubung antar neuron memiliki bobot yang akan memperkuat atau memperlemah sinyal.
- d. Menentukan keluaran dengan menggunakan fungsi aktivasi (biasanya bukan fungsi linier) yang dikenakan pada jumlah masukan yang diterima. Besarnya keluaran ini selanjutnya dibandingkan dengan suatu batas ambang.

## 2. Prinsip

Prinsip jaringan syaraf tiruan ditentukan oleh tiga elemn dasar model saraf, yaitu :

- a. Satu set dari sinapsis, atau penghubung yang masing-masing digolongkan oleh bobot atau kekuatannya.
- b. Sebuah penambah untuk menjumlahkan sinyal-sinyal input. Ditimbang dari kekuatan sinaptik masing-masing neuron.
- c. Sebuah fungsi aktivasi untuk membatasi amplitudo output dari neuron. Fungsi ini bertujuan membatasi jarak amplitude yang diperbolehkan oleh sinyal output menjadi sebuah angka yang terbatas.

Prinsip jaringan saraf tiruan secara sederhana digambarkan pada gambar 10.



Gambar 10. Jaringan Syaraf Tiruan

Pada gambar 8, Y menerima masukan dari neuron  $x_1$ ,  $x_2$ , dan  $x_3$ , dengan bobot hubungan masing-masing adalah  $w_1$ ,  $w_2$ , dan  $w_3$ . Ketiga impuls neuron yang ada dijumlahkan menjadi:

$$\text{Net} = x_1w_1 + x_2w_2 + x_3w_3$$

Besarnya impuls yang diterima oleh Y mengikuti fungsi aktivasi  $y = f(\text{net})$ . Apabila nilai fungsi aktivasi cukup kuat, maka sinyal akan diteruskan. Nilai fungsi aktivasi (keluaran model jaringan) juga dapat dipakai sebagai dasar untuk mengubah bobot (Siang, 2004).

### 3. Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan

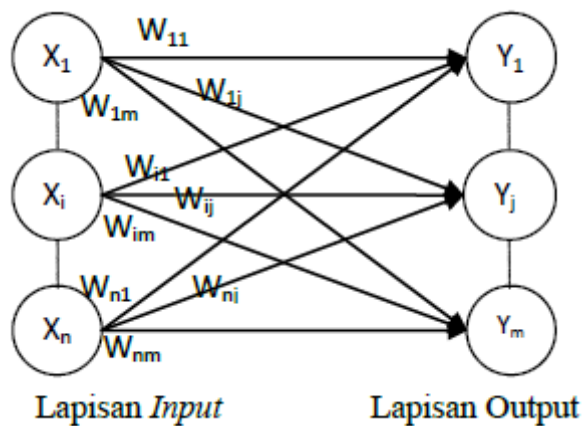
Pada jaringan saraf tiruan, neuron-neuron akan dikumpulkan dalam sebuah lapisan yang disebut dengan lapisan neuron (*neuron layers*). Neuron-neuron pada satu lapisan akan dihubungkan dengan lapisan-lapisan lainnya. Informasi yang didapatkan pada sebuah neuron akan disampaikan ke semua lapisan-lapisan yang ada, mulai dari lapisan masukan sampai dengan lapisan keluaran melalui lapisan tersembunyi (*hidden layer*). Pada jaringan saraf tiruan ini tiga lapisan bukanlah

sebuah struktur umum karena beberapa jaringan saraf ada yang tidak memiliki lapisan tersembunyi.

Secara umum, ada tiga jenis arsitektur dari Jaringan Saraf Tiruan (Haykin, 2009) yaitu:

a. Jaringan dengan lapisan tunggal (*single layer*)

Pada Jaringan Saraf Tiruan dengan satu *layer*, neuron-neuron diorganisasi dalam bentuk *layer-layer*. Dalam bentuk paling sederhana dari Jaringan Saraf Tiruan dengan satu *layer*, kita mempunyai sebuah input layer dari node sumber di mana informasi diproyeksikan ke *output layer* dari neuron tapi tidak bisa sebaliknya. Dengan kata lain, jaringan ini adalah tipe *feed forward*. *Input layer* dari node sumber tidak dihitung karena tidak ada perhitungan yang dilakukan. Gambar arsitektur *single layer* pada gambar 11.

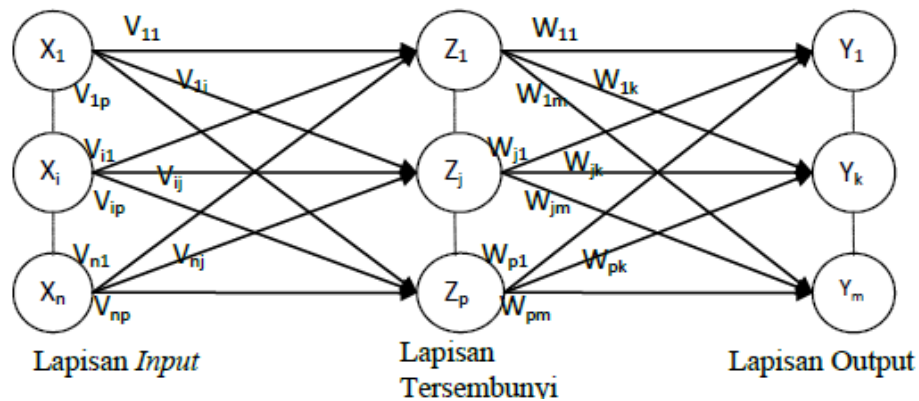


Gambar 11. Single Layer Jaringan Syaraf Tiruan

b. Jaringan dengan banyak lapisan (*multilayer*)

Merupakan jaringan dengan satu atau lebih lapisan tersembunyi (*hidden layer*). Jaringan multi lapis ini memiliki kemampuan lebih dalam memecahkan masalah bila dibandingkan dengan jaringan lapis tunggal, namun pelatihannya

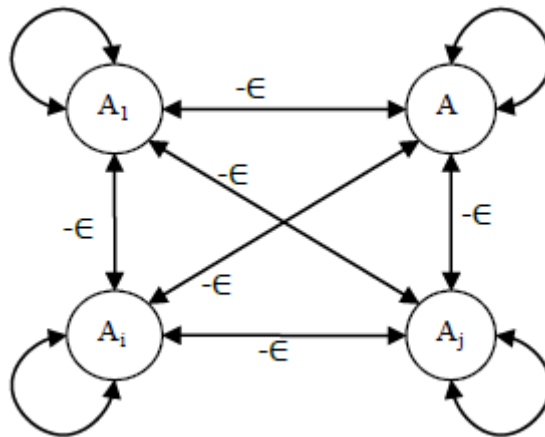
mungkin lebih rumit. Pada beberapa kasus, pelatihan pada jaringan ini lebih baik karena memungkinkan bagi jaringan untuk memecahkan masalah yang tidak dapat diselesaikan jaringan berlapis tunggal karena jaringan tidak bisa dilatih untuk menampilkan secara benar. Arsitektur multi layer pada gambar 12.



Gambar 12. Multi Layer Jaringan Syaraf Tiruan

c. Jaringan dengan lapisan kompetitif (*competitive layer*)

Bentuk lapisan kompetitif merupakan jaringan saraf tiruan yang sangat besar. Interkoneksi antar neuron pada lapisan ini tidak ditunjukkan pada arsitektur seperti jaringan yang lain. Pada jaringan ini sekumpulan neuron bersaing untuk mendapatkan hak menjadi aktif atau sering pula disebut dengan prinsip *winner takes all* atau yang menanglah yang mengambil semua bagiannya. Arsitektur competitive layer pada gambar 13.



Gambar 13. Competitive Layer Jaringan Syaraf Tiruan

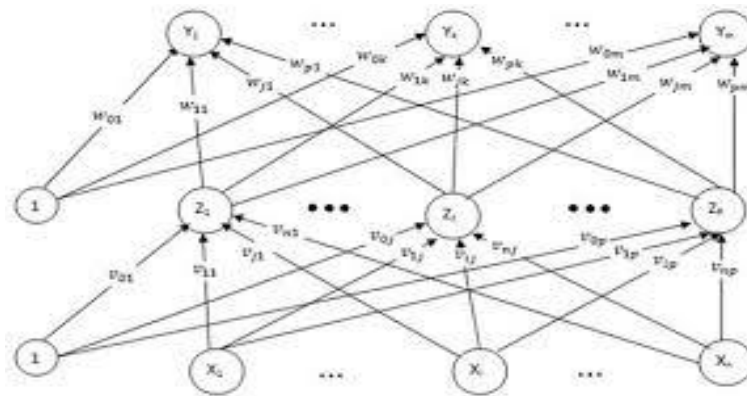
#### 4. *Backpropagation*

##### a. Pengertian

Jaringan Syaraf Tiruan dengan layer tunggal atau *Single Layer* memiliki keterbatasan dalam hal pengenalan pola. Kelemahan tersebut bisa diatasi dengan menambahkan jumlah layer tersembunyi atau *Hidden Layer* antara masukan dengan keluaran. Penambahan jumlah hidden layer akan membuat waktu yang dibutuhkan semakin lama. *Backpropagation* merupakan sebuah metode sistematis untuk pelatihan multilayer jaringan saraf tiruan. *Backpropagation* melakukan pelatihan berupa pengenalan pola untuk memberikan respon yang benar terhadap masukan yang serupa tapi tidak sama dengan pola yang dipakai selama proses pelatihan berlangsung. Metode *backpropagation* memiliki keunggulan berupa dasar matematis yang kuat, obyektif dan algoritma ini mendapatkan bentuk persamaan dan nilai koefisien dalam formula dengan meminimalkan jumlah kuadrat galat error melalui model yang dikembangkan (*training set*) (Kamil, 2017).

##### b. Arsitektur Metode *Backpropagation*

*Backpropagation* memiliki beberapa unit yang ada dalam satu atau lebih layer tersembunyi (*hidden layer*). Gambar 14 merupakan arsitektur *backpropagation* dengan masukan berjumlah  $n$  (ditambah sebuah bias), sebuah layer tersembunyi (*hidden layer*) yang terdiri dari  $p$  unit (ditambah sebuah bias), serta keluaran berjumlah  $m$ .



Gambar 14. Arsitektur Backpropagation

$V_{ji}$  merupakan bobot dari masukan  $x_i$  ke unit *hidden layer*  $z_j$ , sedangkan  $V_{j0}$  merupakan bobot yang menghubungkan bias di unit masukan ke unit *hidden layer*  $z_j$ .  $W_{kj}$  merupakan bobot dari unit *hidden layer*  $z_j$  ke unit keluaran  $y_k$ , sedangkan  $w_{k0}$  merupakan bobot dari bias di *hidden layer* ke unit keluaran  $z_k$  (Siang, 2004).

c. Algoritma *Backpropagation*

*Backpropagation* memiliki algoritma yang berjalan mundur, yakni dari unit keluaran menuju unit masukan untuk memperbarui nilai pada unit *hidden layer* dengan berdasar pada nilai *error* yang dihasilkan.

- 1) Memulai dari unit masukan, hitung *output* dari setiap elemen pemroses melalui lapisan unit masukan
- 2) Menghitung *error* pada lapisan unit keluaran, dimana *error* adalah selisih antara data aktual dan target

- 3) Mentransformasi *error* tersebut pada bagian yang sesuai di sisi input pemroses
- 4) Propagasi balik *error* tersebut pada output dari setiap elemen pemroses ke error yang ada pada input. Melakukan pengulangan pada proses ini sampai input tercapai
- 5) Mengubah seluruh bobot dengan menggunakan kesalahan pada sisi input dan elemen *output* pemroses yang terhubung