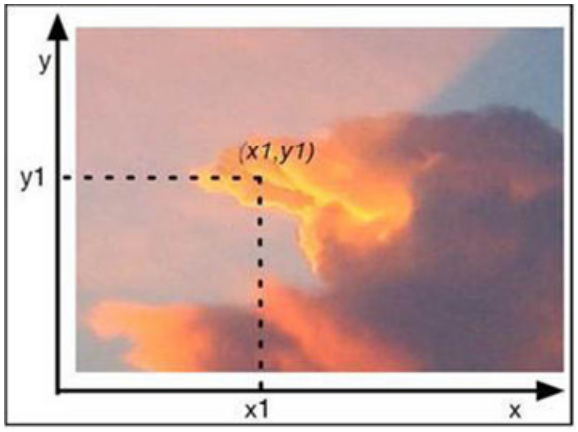
BAB II
LANDASAN TEORI

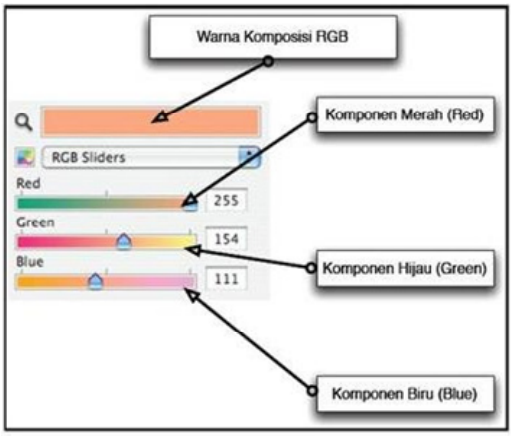
2.1. Citra digital

Citra adalah gambar dua dimensi yang dihasilkan dari gambar analog dua dimensi yang kontinu menjadi gambar diskrit melalui proses sampling. Gambar analog dibagi menjadi n baris dan m kolom sehingga menjadi gambar diskrit. Persilangan antara baris dan kolom tertentu disebut piksel [4].

Citra digital dua dimensi dapat didefinisikan sebagai kumpulan kordinat x dan y, dimana *x* dan *y* adalah koordinat spasial yang memiliki intensitas citra pada setiap koordinat tersebut, hal tersebut diilustrasikan pada gambar 2.1a. Teknologi dasar untuk menciptakan dan menampilkan warna pada citra digital berdasarkan pada penelitian bahwa sebuah warna merupakan kombinasi dari tiga warna dasar, yaitu merah, hijau, dan biru (*Red, Green, Blue* - *RGB*). Komposisi warna RGB tersebut dapat dijelaskan pada gambar 2.1b dibawah ini.



Gambar 2.1a. Citra Digital



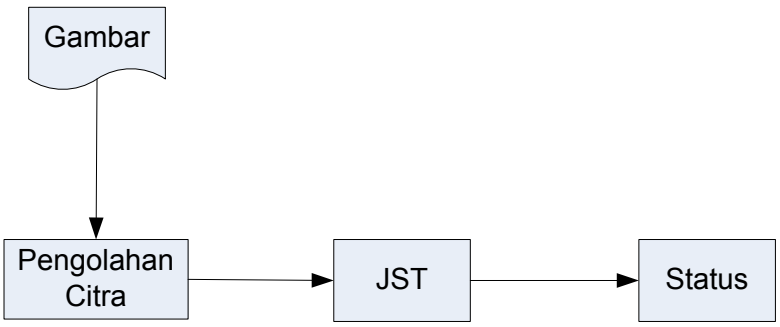
Gambar 2.1b. Komposisi Warna RGB

Sebuah citra dapat diubah ke bentuk digital agar dapat disimpan dalam memori komputer atau media lain. Proses mengubah citra ke bentuk digital bisa dilakukan dengan beberapa perangkat, misalnya *scanner*, kamera digital, dan *handycam*. Ketika sebuah citra sudah diubah ke dalam bentuk digital (selanjutnya disebut citra digital), bermacam-macam proses pengolahan citra dapat diperlakukan terhadap citra tersebut.

2.2. Konsep Pengenalan dan Pengolahan Citra

Ketika komputer memperoleh data citra masukan, komputer akan menganalisa data citra tersebut, dan sama seperti manusia, komputer tersebut juga akan mengetahui dan mengidentifikasikan citra tersebut dengan suatu pembelajaran.

Bentuk ciri data citra yang ada terlebih dahulu dibaca untuk menentukan karakteristik citra tersebut dan kemudian data dapat diolah. Dengan data-data input yang sudah ada, maka proses pembelajaran dilakukan terhadap kemungkinan-kemungkinan yang ada. Hasil atau status dari pembelajaran jaringan syaraf tiruan ini disebut pengidentifikasian citra. Secara umum dapat digambarkan seperti gambar 2.2 di bawah ini.



Gambar 2.2. Data Flow Diagram Proses Pengenalan gambar

Pengolahan citra digital yang dilakukan untuk mentransformasikan suatu citra menjadi citra lain dapat dikategorikan berdasarkan tujuan transformasi maupun cakupan operasi yang dilakukan terhadap citra. Berdasarkan tujuan transformasi operasi pengolahan citra dikategorikan sebagai berikut [4]:

- Peningkatan Kualitas Citra (*Image Enhancement*), yaitu operasi peningkatan kualitas citra bertujuan untuk meningkatkan fitur tertentu pada citra
- Pemulihan Citra (*Image Restoration*), yaitu untuk mengembalikan kondisi citra pada kondisi yang diketahui sebelumnya akibat adanya pengganggu yang menyebabkan penurunan kualitas citra.

Berdasarkan cakupan operasi yang dilakukan terhadap citra, Operasi pengolahan citra dikategorikan sebagai berikut :

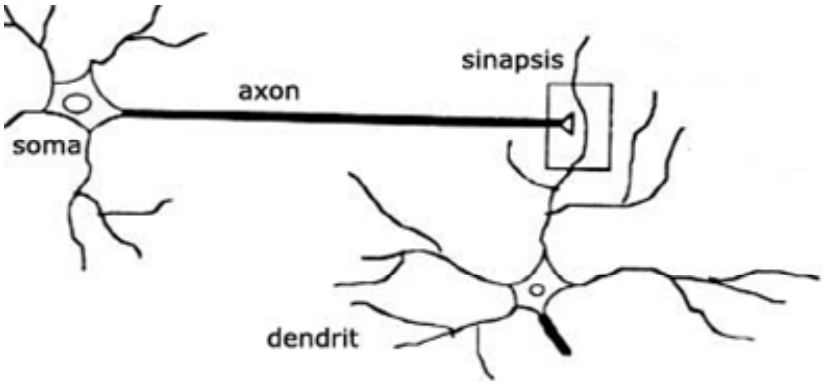
- Operasi titik, yaitu operasi yang dilakukan terhadap setiap piksel pada citra yang keluarannya hanya ditentukan oleh nilai piksel itu sendiri.
- Operasi area, yaitu operasi yang dilakukan terhadap setiap piksel pada citra yang keluarannya dipengaruhi oleh piksel tersebut dan piksel lainnya dalam suatu daerah tertentu. Salah satu contoh dari operasi berbasis area adalah operasi ketetanggaan yang nilai keluaran dari operasi tersebut ditentukan oleh nilai piksel-piksel yang memiliki hubungan ketetanggaan dengan piksel yang sedang diolah.
- Operasi global, yaitu operasi yang dilakukan tehadap setiap piksel pada citra yang keluarannya ditentukan oleh keseluruhan piksel yang membentuk citranalisis citra.

2.3. Pengenalan Jaringan Syaraf

2.3.1. Jaringan Syaraf Biologis

Otak manusia adalah hal yang terumit yang harus dipelajari secara detail dan sangat sulit untuk dimengerti. Otak manusia terdiri dari kurang lebih 10 miliyar sel syaraf atau neuron, yang rata-rata setiap neuron saling berhubungan dengan neuron lainya melalui lebih dari 10.000 sinapsis. Meskipun pada kenyataannya hal tersebut tergantung pada anatomi syaraf lokal.

Otak manusia disusun oleh lebih dari 100 jenis sel neuron yang berbeda. Jumlah neuron pada otak berkisar antara 50 miliyar sampai lebih dari 100 miliyar. Neuron-neuron dibagi-bagi menjadi kelompok-kelompok yang berhubungan, disebut dengan jaringan atau *network* dengan fungsi-fungsi spesialis. Setiap kelompok berisi ribuan neuron yang saling berhubungan erat. Jadi otak dapat dilihat sebagai kumpulan dari jaringan syaraf [3].



Gambar 2.3. Gambar Sel Syaraf Manusia

Pada gambar 2.3 diatas, sel neuron mempunyai sifat melanjutkan informasi, baik dari organ penerima ransang ke pusat susunan syaraf atau sebaliknya. Sel neuron terdiri dari empat bagian, yaitu :

a. Badan sel (soma)

   Badan sel ini berwarna kelabu dan mengandung inti sel (nukleus dan plasma sel) dimana dalam satu neuron, terdapat beberapa dendrit dan axon yang saling berhubungan.

b. Dendrit

   Dendrit merupakan tonjolan-tonjolan yang tidak terlalu panjang, biasanya lebih dari satu, yang berfingsi untuk meneruskan impuls syaraf (informasi) dari tepi badan sel syaraf.

   Dendrit berbentuk cabang yang kompleks seperti cabang pohon atau akar, dimana akan menghubungkan semua masukan dan keluaran informasi.

c. Axon

   Axon, pada umumya panjang dan hanya ada satu buah yang berfungsi untuk meneruskan impuls syaraf dari badan sel ke badan sel lainnya.

d. Sinapsis

   Sinapsis akan meneruskan dan memasangkan axon dengan dendrit pada sel yang lainya.

Berdasarkan fungsinya, neuron dibagi menjadi dua macam, yaitu :

a. Neuron Sensorik (*Neuron Aferen*), yang berfungsi untuk menghantarkan impuls atau ransangan dari reseptor ke pusat syaraf.

- Dendrit berhubungan dengan reseptor (penerima ransangan)
- Axon berhubungan dengan neuron lainnya.

b. Neuron Motorik (*Neuron Eferen*), yang berfungsi untuk menghantarkan impuls atau ransangan dari susunan syaraf ke efektor
   - Dendrit menerima impuls dari axon ke neuron lainnya.
   - Axon berhubungan dengan efektor.

Secara biologis, jaringan syaraf manusia mempunyai kemampuan untuk berfikir dan bereaksi terhadap setiap perubahan lingkungnya. Berfikir dan bertingkah laku, diyakini bahwa semua itu dikontrol oleh otak dan sistem jaringan syaraf pusat lainnya.

2.3.2. Mekanisme Kerja sistem syaraf

Neuron mempunyai kemampuan untuk menerima dan memberikan jawaban terhadap ransangan yang diberikan kepadanya. Rangsangan yang diterima oleh penerima ransangan akan dihantarkan ke pusat susunan syaraf. Ransangan dari dendrit diteruskan ke badan sel syaraf, oleh axon akan diteruskan ke neuron-neuron yang lain. Ujung-ujung axon biasanya becabang seperti pohon atau akar dan berakhir pada sel syaraf lain dengan mengadakan hubungan, melalui permukaan selnya, ujung dendrit, atau axon syaraf lain. Hubungan tersebut disebut sinapsis. Diantara kedua syaraf pada sinapsis dipisahkan oleh suatu celah sempit, sehingga impuls syaraf tidak menjalar langsung begitu saja, tetapi harus ‘menyeberang’. Sinapsis dapat menaikkan atau menurunkan kekuatannya yang akan menyebabkan eksitasi hambatan perambatan sinyal terhadap neuron disebelahnya.

2.3.3. Konsep Umum Jaringan Syaraf Tiruan

2.3.3.1 Jaringan Syaraf Tiruan

Jaringan syaraf tiruan adalah model yang mengadaptasi jaringan syaraf biologis. Sistem pemrosesan informasi dengan jaringan syaraf tiruan memiliki persamaan karakteristik dan mekanisme dengan jaringan syaraf biologis (yang dimilki oleh manusia), tetapi tidak sekompleks jaringan syaraf manusia.

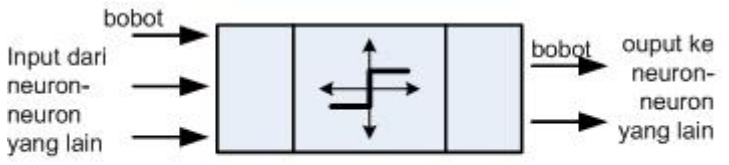
Tabel 2.1 dibawah ini menunjukkan perbadingan antara neuron biologis dan neuron buatan

Tabel 2.1 perbadingan antara neuron biologis dan neuron buatan

Neuron Biologis	Neuron Buatan
▪ Badan sel (soma)	▪ Neuron, node, elemen pemroses
▪ Dendrit	▪ Masukan
▪ Axon	▪ Keluaran
▪ Sinapsis	▪ Bobot (weight)
▪ Jumlah neuron sangat banyak	▪ Jumlah neuron sedikit

Jaringan syaraf merupakan salah satu representasi buatan dari otak manusia yang selalu mencoba untuk mensimulasikan proses pembelajaran pada otak manusia tersebut. Istilah buatan disini digunakan karena jaringan syaraf ini mengimplementasikan jaringan syaraf manusia dengan menggunakan program komputer yang mampu menyelesaikan sejumlah proses perhitungan selama proses pembelajaran.

Ada beberapa tipe jaringan syaraf, namun demikian, hampir semuanya memiliki komponen yang sama. Seperti halnya otak manusia, jaringan syaraf terdiri dari beberapa neuron, dan ada hubungan antara neuron-neuron tersebut. Neuron-neuron tersebut akan mentransformasikan informasi yang diterima melalui sambungan keluarnya menuju ke neuron-neuron lain. Pada jaringan syaraf, hubungan ini dikenal dengan nama bobot. Informasi tersebut disimpan pada suatu nilai tertentu pada bobot. Gambar 2.4 menunjukkan struktur neuron pada jaringan syaraf.

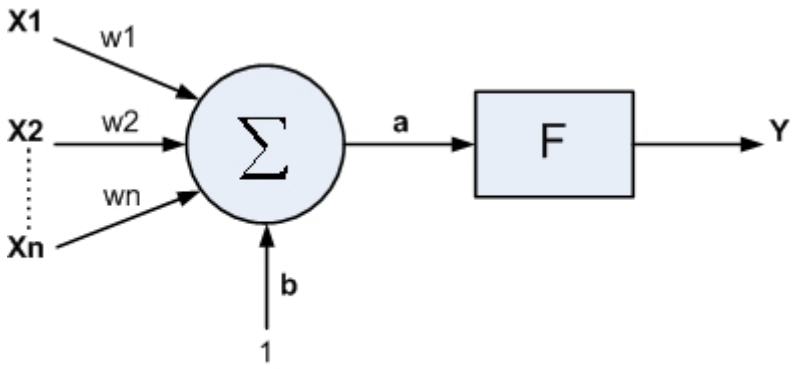


Gambar 2.4. Struktur Neuron Jaringan Syaraf Tiruan

Jika kita lihat pada gambar 2.4 diatas, neuron buatan ini sebenarnya mirip dengan sel neuron biologis. Neuron-neuron buatan tersebut bekerja dengan cara yang sama dengan neuron-

neuron biologis. Informasi (disebut dengan input), akan dikirim ke neuron dengan bobot kedatangan tertentu. Input ini akan diproses oleh suatu fungsi perambatan yang akan menjumlahkan nilai-nilai semua bobot yang datang. Hasil penjumlahan ini kemudian akan dibandingkan dengan satu nilai ambang (*theshold*) tertentu melalui fungsi aktifasi setiap neuron. Apabila input tersebut melewati suatu ambang nilai tertentu, maka neuron tersebut akan diaktifkan, tapi kalau tidak, maka neuron tersebut tidak akan diaktifkan. Apabila neuron tersebut diaktifkan, makan neuron tersebut akan mengirimkan suatu *output* melalui bobot-bobot *output*-nya kesemua neuron yang berhubungan dengannya. Demikian seterusnya.

Pada jaringan syaraf, neuron-neuron akan dikumpulkan dalam lapisan-lapisan (*layer*) yang disebut dengan lapisan neuron (*neuron layer*). Biasanya neuron-neuron pada suatu lapisan akan dihubungkan dengan lapisan-lapisan sebelum dan sesudahnya (kecuali lapisan *input* dan lapisan *output*). Informasi yang diberikan akan dirambatkan dari suatu lapisan ke lapisan yang lainnya, mulai dari lapisan input sampai ke laipsan output melalui lapisan lainnya, yang sering dikenal dengan lapisan tersembunyi (*hidden layer*). Gambar 2.5 menunjukkan jaringan syaraf sederhana dengan fungsi aktivasi F [3].

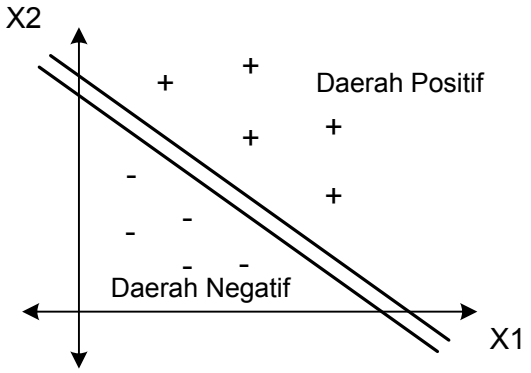


Gambar 2.5. Jaringan Syaraf Tiruan dengan Fungsi Aktivasi F

2.3.3.2. Perceptron

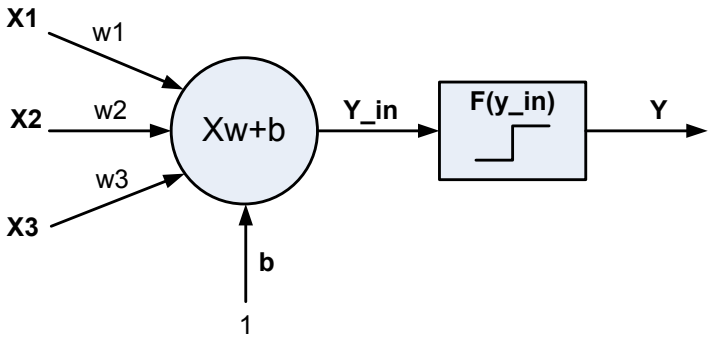
Perceptron termasuk salah satu bentuk jaringan syaraf yang sederhana. Perceptron biasanya digunakan untuk mengklasifikasikan suatu tipe pola tertentu yang sering dikenal dengan pemisahan secara linier Pada dasarnya perceptron pada jaringan syaraf dengan satu lapisan memiliki bobot yang bisa diatur. Algoritma yang digunakan oleh perceptron ini, akan mengatur parameter-parameter bebasnya melalui proses pembelajaran.

Nilai *threshold* pada fungsi aktivasi adalah non negatif. Fungsi aktivasi ini dibuat sedemikian rupa sehingga terjadi pembatasan antara daerah positif dan daerah negatif seperti yang terlihat pada gambar 2.6 dibawah ini.



Gambar 2.6. Perbatasam Linier dengan Perceptron

Pada gambar 2.7 dibawah adalah *single layer perceptron*, dengan 3 unit input (x_1, x_2 dan x_3) dan 1 output (y). Bobot dari x_1, x_2 dan x_3 ke neuron pada lapisan output masing-masing adalah w_1, w_2 dan w_3. Fungsi aktivasi yang digunkanan adalah fungsi aktivasi undak biner [1,2] .



Gambar 2.7. Single Layer Perceptron

2.3.3.3. Sejarah Jaringan Syaraf Tiruan

Mulai dari ditemukannya jaringan syaraf tiruan, telah menjalani tahap-tahap perkembangan antara lain [1,2,3] :

a. Pada tahun 1940-an, para ilmuan menemukan bahwa psikologi dari otak sama dengan mode pemrosesan yang dilakukan oleh peralatan komputer.
b. Pada tahun 1943, McColluch dan Pitts merancang mode formal yang pertama kali sebagai perhitungan dasar neuron.
c. Pada tahun 1949, Hebb mengatakan bahwa informasi disimpan dalam koneksi-koneksi dan mengusulkan adanya sistem pembelajaran untuk memperbaiki koneksi antar neuron tersebut.
d. Pada tahun 1954, Farley dan Clark men-*setup* modul-modul untuk relasi adaptif respon stimulus dalam jaringan *random*.
e. Pada tahun 1958, Rosenblatt mengembangkan konsep dasar tentang perceptron untuk klasifikasi pola.
f. Pada tahun 1968, Widrow Dah Hoff mengembangkan ADALINE untuk kendali adaptif dan pencocokan pola yang dilatih dengan aturan pembelajaran *Least Mean square.*
g. Pada tahun 1974, Webros memperkenalkan algoritma backpropagation untuk melatih perceptron dengan berbagai lapisan.
h. Pada tahun 1975, Little dan Shaw menggambarkan jaringan syaraf dengan model probabilistik.

i. Pada tahun 1982, Kohonen mengembangkan metoda pembelajaran jaringan syaraf terawasi (*unsupervised learning*) untuk pemetaan.
j. Pada tahun 1982, Grosberg mengembangkan teori jaringan yang diinspirasikan oleh perkembangan psikologi. Bersama Carpenter, mereka mengenalkan sejumlah arsitektur jaringan, antara lain ; Adaptive Resonace, Theory ART, ART2, dan ART3.
k. Pada tahun 1982, Hopefield mengembangkan jaringan syaraf *recurent* yang digunakan untuk menyimpan informasi dan optimasi.
l. Pada tahun 1985, algoritma pembelajaran dengan menggunakan mesin Boltzmann yang menggunakan model jaringan syaraf probabilistik mulai dikembangkan.
m. Pada tahun 1987, Kosko mengembangkan jaringan *Adaptive Bidirectional Associative Memory* (ABAM).
n. Pada tahun 1988, mulai dekembangkan fungsi radial basis.

2.3.4. Komponen Jaringan Syaraf Tiruan

2.3.4.2. Bobot

Pada jaringan syaraf tiruan, bobot merupakan suatu nilai yang dapat menghubungkan beberapa neuron dengan neuron yang lainnya pada lapisan sebelum dan sesudahnya dengan suatu pembelajaran yang diaktifkan oleh fungsi aktivasi.

Inisialisasi bobot awal sangat mempengaruhi jaringan syaraf terhadap cepat atau lambatnya proses pelatihan. Penyesuaian bobot koneksi yang terletak diantara dua neuron bergantung dari turunan fungsi pengaktifan dari neuron pada satu lapisan dan fungsi pengaktifan pada neuron pada lapisan sebelumnya. Jika nilai dari bobot awal terlalu besar, maka nilai masukan awal ke neuron tersembunyi atau neuron keluaran akan mencapai daerah jenuh (*saturation region*), yaitu tempat turunan fungsi yang bernilai sangat kecil. Sebaliknya, jika nilai masukan awal ke neuron tersembunyi atau neuron keluaran terlalu kecil atau mendekati nol,

maka akan berakibat proses pembelajaran akan lambat. Cara yang dapat dilakukan untuk melakukan inisialisasi diantaranya adalah dengan metoda acak.

Inisialisasi bobot dengan acak atau random merupakan metoda yang paling sering digunakan pada inisialisasi bobot. Nilai awal bobot dibangkitkan secara acak dengan jangkauan antara $-x$ sampai x dengan x bernilai antara 0 sampai 1, atau dalam suatu daerah jangkauan yang sesuai dengan kebutuhan aplikasi. Selain itu ada alternatif inisialisasi bobot yang lain, yaitu inisialisasi metoda *Nguyem-Windrow*. Metoda ini tetap memanfaatkan inisialisasi secara acak. Metoda ini didasarkan pada ide untuk menigkatkan kemampuan belajar jaringan terutama pada lapisan tersembunyi, dengan cara memberikan bobot awal koneksi antara neuron masukan dengan neuron tersembunyi dengan nilai yang dipandang tepat dengan memperhatikan jumlah neuron pada lapisan masukan dan lapisan tersembunyi. Pada tugas akhir ini inisialisasi bobot dilakukan secara acak.

2.3.4.3. Layer

Pada konsep jaringan syaraf tiruan, layer atau lapisan merupakan suatu wadah bagi neuron-neuron dalam tahapan proses jaringan syaraf.

Pada jaringan syaraf tiruan, terdiri atas tiga lapisan secara berurut, yaitu lapisan input, lapisan tersembunyi dan lapisan output. Dalam setiap lapisan ini terdapat beberapa neuron yang bekerja dan bobot-bobot yang menghubungkan antara neuron satu dengan yang lainnya pada lapisan atau layer yang berbeda-beda.

2.3.4.4. Fungsi Aktivasi

Fungsi aktivasi berguna untuk memetakan suatu domain data masukan pada neuron yang tidak terbatas ke dalam satu jangkauan (*range*) yang sudah ditentukan terlabih dahulu.

Informasi (input) akan dikirimkan ke neuron dengan bobot kedatangan tertentu. Input ini akan diproses oleh suatu fungsi

perambatan yang akan menjumlahkan nilai-nilai semua bobot yang akan datang. Hasil penjumlahan ini kemudian dibandingkan dengan suatu nilai ambang (*threshold*) tertentu melalui fungsi aktivasi setiap neuronnya. Beberapa fungsi aktivasi ada seperti dibawah ini. Fungsi aktivasi yang digunakan dalam jaringan syaraf tiruan antara lain [1,2] :

- Fungsi undak biner (*Hard Limmit*)
- Fungsi bipolar (*Symentric Hard Limmit*)
- Fungsi linear (*Identitas*)
- Fungsi saturating lnear
- Fungsi simetric saturating linear
- Fungsi sigmoid biner
- Fungsi sigmoid bipolar

2.4. Konsep Umum Pembelajaran *Backpropagation*

Backpropagation merupakan algoritma pembelajaran yang terawasi dan biasanya digunakan oleh perceptron dengan banyak lapisan untuk mengubah bobot-bobot yang terhubung dengan neuron-neuron yang ada pada lapisan tersembunyinya. Algoritma *backpropagation* menggunakan *error* output untuk mengubah nilai bobot-bobotnya dalam arah mundur (*backward*). Untuk mendapatkan *error* ini, perambatan maju (*forwardpropagation*) harus dikerjakan terlebih dahulu. Pada saat perambatan maju, neuro-neuron diaktifkan dengan menggunakan fungsi aktivasi yang dapat dideferensiasikan, seperti sigmoid :

$$y = f(x) = \frac{1}{1+e^{-\sigma x}} \quad \text{..... (2,1)}$$

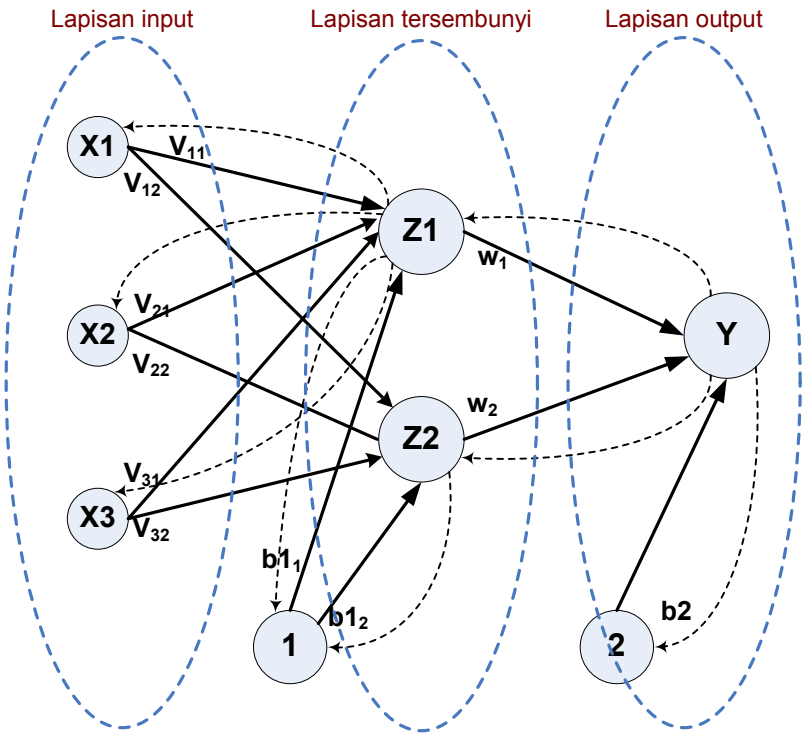
dengan $f'(x) = \sigma f(x)[1 - f(x)]$

atau tansig :

$$y = f(x) = \frac{1-e^{-x}}{1+e^{-x}} \quad \text{..... (2,2)}$$

dengan $f'(x) = \frac{\sigma}{2}[1 + f(x)][1 - f(x)]$

Arsitektur jaringan *backpropagation* seperti terlihat pada gambar 2.8 dibawah, terdiri atas tiga unit (neuron) pada lapisan input, yaitu x_1, x_2 dan x_3; satu lapisan tersembunyi dengan 2 neuron, yaitu z_1 dan z_2; serta satu unit lapisan output, yaitu y. Bobot yang menghubungkan x_1, x_2 dan x_3 dengan neuron pertama pada lapisan tersembunyi adalah v_{11}, v_{21} dan v_{31} (v_{ij} : bobot yang menghubungkan neuron input ke-i ke neuron ke-j pada lapisan tersembunyi). Pemakaian *toolbox net* pada MATLAB, bobot v_{ij} memiliki pengertian yang sebaliknya (v_{ij} : bobot yang menghubungkan neuron input ke-j ke neuron ke-i pada lapisan sesudahnya). Misalnya v_{12} adalah bobot yang menguhubungkan neuron ke-2 pada lapisan input dengan neuron ke-1 pada lapisan tersembunyi. Kembali pada gambar 2.8, b_{11} dan b_{12} adalah bobot bias yang menuju ke neuron pertama dan kedua pada lapisan tersembunyi. Bobot yang menghubungkan z_1 dan z_2 dengan neuron padalapisan output, adalah w_1 dan w_2. Bobot bias b_2 menghubungkan lapisan tersembunyi dengan lapisan output. Fungsi aktivasi yang digunakan, antara lapisan input dan lapisan tersembunyi, dan antara lapisan tersenbunyi dengan lapisan output adalah fungsi aktivasi logsig (tidak diperlihatkan pada gambar 2.8) [1].



Gambar 2.8. Arsitektur Jaringan Backpropagation

2.4.1 Algoritma Backpropagation

Langkah-langkah dan algoritma yang dilakukan dalam proses backpropagation adalah [1,2,3] :

- Inisialisasi bobot awal
- Set Epoh, target error
- Kerjakan langkah-langkah berikut selama Epoh < maksimal Epoch dan MSE > target eror
  1. Epoh = Epoh + 1
  2. Untuk tiap-tiap elemen yang akan dilakukan adalah:

  Feedforward

  a. Tiap unit input menerima sinyal dan meneruskannya pada setiap unit pada lapisan berikutnya atau diatasnya
  b. Tiap unit pada lapisan tersembunyi menjumlahkan sinyal-sinyal input terbobot $z_in_j = b1_j + \sum_{i=1}^{n} x_i v_{ij}$ dan sinyal ouputnya $z_j = f(z_in_j)$, kemudian kirimkan ke senua unit pada lapisan berikutnya artau diatasnya.
  c. Tiap unit output menjumlahkan sinyal-sinyal terbobot dari lapisan tersembunyi $y_in_k = b2_k + \sum_{i=1}^{p} z_i w_{ij}$ dan sinyal ouputnya $y_k = f(y_in_k)$, kemudian kirimkan ke senua unit pada lapisan berikutnya artau diatasnya (unit-unit output).

  Backpropagation

  d. Tiap unit output menerima target yang berhubungan dengan pola input pembelajaran dan menghitung koreksi bobot yang nantinya akan dipakai untuk memperbaiki nilai bobot sebelumnya (w_{jk}) dan koreksi nilai bias yang nantinya akan dipakai untuk memperbaiki nilai bias sebelumnya ($b2_k$).
  e. Tiap unit tersembunyi menjumlahkan delta inputnya (dari unit-unit yang berada dibawahnya atau sebelumnya dengan menghitung koreksi bobot yang digunakan untuk memperbaiki nilai bobot sebelumnya (v_{ij}). Dan koreksi bias yang nantinya

akan digunakan untuk memperbaiki nilai bias sebelumnya ($b2_j$).

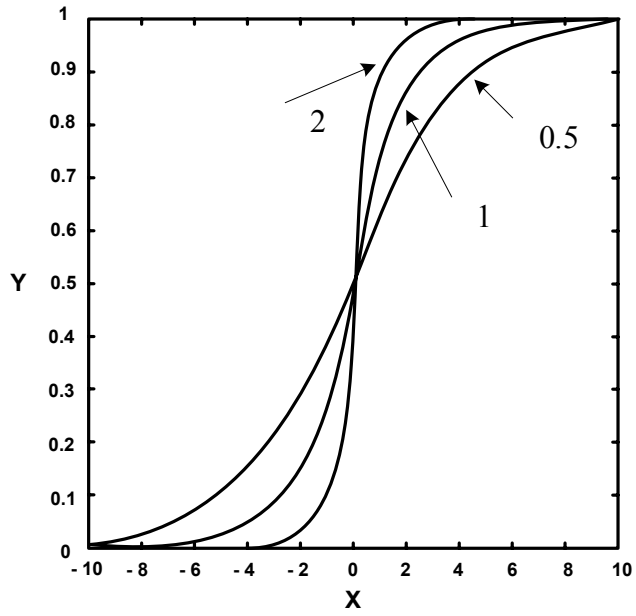
f. Tiap unit output memperbaiki bias dan bobotnya. $w_{jk}(baru) = w_{jk}(lama) + \Delta w_{jk}$ dan $b2_k(baru) = b2_k(lama) + \Delta b2_k$ Tiap unit tersembunyi akan memperbaiki bisa dan bobotnya $v_{ij}(baru) = v_{ij}(lama) + \Delta v_{ij}$ dan $b1_j(baru) = b1_j(lama) + \Delta b1_j$

3. Hitung MSE

2.4.2 Fungsi Aktivasi

Pada metoda pembelajaran *backprogation* ini, fungsi aktivasi yang digunakan adalah fungsi sigmoid biner.

Fungsi ini digunakan untuk jaringan syaraf yang dilatih dengan menggunakan metode *backpropagation*. Fungsi sigmoid biner akan memiliki nilai pada range 0 sampai 1. oleh karena itu, fungsi ini sering digunakan untuk jaringan syaraf yang membutuhkan nilai output yang terletak pada interval 0 sampai 1. Namun fungsi ini bisa juga digunakan oleh jaringan syaraf yang nilai outputnya 0 atau 1. hal ini dapat dilihat pada gambar 2.9 dibawah ini.



Gambar 2.9. Fungsi Aktivasi Sigmoid Biner

Fungsi sigmoid biner dirumuskan sebagai :

$$y = f(x) = \frac{1}{1+e^{-\alpha x}} \quad \text{..... (2,3)}$$

dengan $f'(x) = \sigma f(x)[1 - f(x)]$

Pada MATLAB, fungsi aktivasi sigmoid biner dikenal dengan nama **logsig**. Sintaks untuk fungsi tersebut adalah :

y = logsig(a) ..... *(2,4)*

2.5. Pengenalan Pola

Pengenalan pola dapat didefenisikan sebagai suatu usaha mencocokkan objek terhadap beberapa kelompok yang telah didefinisikan sebelumnya. Bagian terpenting dari teknik pengenalan pola adalah bagaimana memperoleh informasi atau ciri penting yang dikandung dalam sinyal. Seringkali ciri penting dari suatu sinyal terkandung dalam informasi pada domain waktu dan frekuensi.

Pola merupakan deskripsi dari objek, yaitu ciri khas dari suatu objek yang membedakannya dari objek lain. Kita mengenal objek disekitar kita, bergerak dan beraksi sehubungan dengan objek-objek tersebut.

Berdasarkan pada bentuk asli yang dikenali, kita dapat membagi kegiatan pengenalan menjadi dua tipe utama, yaitu [7] :

1. Pengenalan Objek Konkrit

   Hal ini merupakan pengenalan terhadap objek nyata atau pengenalan berdasarkan sensor baik visual maupun aural (sensor *recognition*). Proses pengenalan ini meliputi proses identifikasi dan klarisifikasi dari pola sebagian dan kelompok. Misalnya, pengenalan huruf, gambar, musik, atau benda disekitar.

2. Pengenalan Objek Abstrak

   Hal ini merupakan pengenalan objek yang tidak nyata, atau konseptual (*conceptual recognition*). Misalnya, kita mampu menyelesaikan suatu masalah meskipun hanya dalam benak kita.

Secara garis besar, berdasarkan pendekatan yang dipakai, metoda pengenalan pola dibagi atas tiga kelompok, yaitu [7] :

1. Statistik (*statistical*)

   Proses pemilahan dilakukan berdasarkan model statistik dari fitur, yang didefinisikan sebagai suatu keluarga dari fungsi kerapatan peluang kelas bersyarat $P(x|c_i)$ – peluang vektor fitur x apabila diberikan kelas c_i. Pengenalan pola menggunakan pendekatan statistik disebut juga sebagi teori keputusan, dimana struktur dan ciri tidak terlalu penting.

2. Sintaktik (*syntactical*)

   Pemilahan berdasarkan keserupaan ukuran struktural. Dengan cara ini, deskripsi hirarkis suatu pola kompleks dapat diformulasikan sebagai gabungan dari beberapa pola yang lebih sederhana. Pada metoda ini, pengetahuan direpresentasikan secara *formal grammar* atau deskripsi relasional (graf). Pada pengenalan pola dengan pendekatan sintaktik, dicari ciri yang unik dari suatu citra yan gdapat dimanfaatkan pada proses pengenalan pola.

3. Jaringan syaraf (*neural network*)

   Pemilahan dilakukan berdasarkan tanggapan suatu neuron jaringan pengolah sinyal terhadap suatu stimulus masukan (pola). Metoda jaringan saraf tiruan menyimpan pengetahuan dalam bentuk arsitektur jaringan dan kekuatan pembobot sinaptik. Pengenalan pola dengan jaringan syaraf tiruan menggunkan matriks bobot untuk proses pengenalan polanya

Secara umum teknik pengenalan pola bertujuan untuk mengklasifikasi dan mendeskripsikan pola atau objek kompleks melalui pengukuran sifat-sifat atau ciri-ciri objek yang bersangkutan. Suatu sistem pengenalan pola melakukan akaisisi data melalui sejumlah alat pengindra atau sensor, mengatur bentuk representasi data, serta melakukan proses analisis dan klasifikasi data.

Tahapan dan tujuan proses pengenalan pola dapat dibedakan menjadi dua, yaitu:

1. Memasukkan pola kedalam suatu pola yang belum dikenal. Prosesnya disebut *clustring* atau klasifikasi tidak terawasi.
2. mengidentifikasi pola sebagai anggota dari kelas yang sudah dikenal sebelumnya. Prosesnya disebut klasifikasi terawasi.

2.6. Ekstraksi Ciri

Ekstrakasi ciri adalah proses untuk mengubah tiap gambar yang terdapat pada file gambar menjadi susunan kode biner (angka 0 dan 1), yang selanjutnya akan dipakai sebagai input pada jaringan syaraf tiruan untuk mengambil keputusan.

Ekstraksi ciri merupakan pengambilan ciri pada objek melalui proses tertentu. Ciri-ciri pada suatu objek dapat diambil berdasarkan ciri bentuk *bounding rectangle*, *bounding circle*, dan *best-ellips*. Klasifikasi dapat dilakukan dengan menggunakan informasi ciri-ciri objek yang berhasil didapat.

Suatu ekstraksi ciri dituntut untuk dapat meminimumkan dimensi data dengan selalu mempertahankan ciri khas atau informasi penting yang terkandung didalam sebuah objek. Tujuan pemilihan ciri khas (*feature selection*) citra adalah untuk:

- Mencari ciri yang paling optimum dari suatu objek yang dapat digunakan untuk membedakan objek tersebut dengan objek lainnya.
- Menentukan prosedur/urutan langkah pengambilan ciri yang akan digunakan serta menentukan prosedur klasifikasinya.

Beberapa macam ciri pada suatu citra merupakan ciri yang alamiah (*natural feature*). Ciri ini dapat didefinisikan berdasarkan penampakan visual citra tersebut, misalnya kecerahan, pinggiran, dan sebagainya. Kelompok ciri lainnya adalah ciri buatan (*artificial feature*) yaitu ciri yang merupakan hasil manipulasi ayau pengukuran citra tersebut, misalnya histogram, derajat keabuan (*grayscale*) dan sebagainya.

Ciri khas suatu objek dapat dikelompokkan dalam tiga bentuk dasar, yaitu:

- Ciri fisik (*physical feature*), misalnya warna
- Ciri struktur (*structural feature*), misalnya bentuk, dan pola
- Ciri matematis (*mathematical feature*) misalnya *eigen-vector*

Ciri fisik dan ciri struktur digunakan secara umum oleh manusia dalam mengenal suatu objek karena ciri ini selain mudah dideteksi oleh mata atau sensor tubuh lainnya, kita juga telah dilatih mengenal objek berdasarkan ciri

jenis ini. Tapi jika ingin membuat suatu sistem pengenalan citra, maka jenis ini tidak mudah digunakan. Hal ini disebabkan kesulitan untuk meniru tubuh manusia kedalam suatu mesin. Dalam hal ini ciri matematis lebih sering digunakan. Mesin dapat dirancang untuk mendeteksi ciri matematis dari suatu objek. Tetapi karena dalam suatu objek yang dapat dilihat dari sebuah citra, diketahui bahwa ciri fisik dan ciri struktur sangat dominan, maka pendekatan yang umum digunakan adalah dengan cara merumuskan ciri fisik dan ciri struktur secara metematis.

2.7. Deteksi Tepi

Deteksi tepi merupakan satu langkah awal yang penting dalam teknik ekstraksi ciri dan pengenalan pola pada citra digital. Tujuannya adalah untuk mengidentifikasi suatu daerah pada citra dimana terdapat perubahan yang besar terhadap intensitas. Dengan deteksi tepi suatu sistem pemrosesan citra (secara biologis maupun dengan komputer) akan menemukan tanda-tanda atau garis bentuk yang timbul dari suatu objek. Ciri-ciri relatif *invariant* terhadap perubahan dalam pencahayaan tidak seperti warna kecemerlangan cahaya atau informasi tekstur. Karena pengenalan objek lebih memberi perhatian pada objeknya bukan pada pencahayaannya, maka deteksi tepi merupakan satu langkah yang rasional dalam mengenal objek.

Sejumlah teknik pengolahan gambar memerlukan prioritas, baik peningkatan (*enhancement*), maupun deteksi tepi (*edge detection*). Suatu warna *gray scale* dapat digambarkan secara sederhana sebagai perubahan kasar didalan *graylevel* intensitas. Perubahan ini secara normal meliputi detail gambar dan kontribusinya.

Pendeteksian tepi merupakan batasan antara dua daerah dengan relatifitas *graylevel* tersendiri dan merupakan proses yang mengidentifikasi daerah-daerah yang ada didalam sebuah gambar. Deteksi tepi juga mempunyai pengertian yaitu penelusuran gambar. Dalam hal ini adalah piksel secara vertikal dan horisontal, sambil melihat terjadinya perubahan warna yang mendadak yang melebihi harga (sensitifitas) antara dua titik piksel yang berdekatan.

2.7.1. Metoda Sobel

Salah satu metoda dalam deteksi tepi adalah metoda sobel, dimana metoda sobel ini akan meningkatkan dan mendeteksi tepi gambar. Operator sobel melakukan perhitungan turunan spasial 2-D pada suatu citra dan juga menekankan daerah frekuensi tinggi pada domain spasial yang berkaitan dengan tepi. Pada dasaranya metoda ini digunakan untuk menentukan nilai pendekatan turunan yang mutlak untuk pada setiap titik pada citra *grayscale* masukan. Dalam perhitungannya operator sobel memiliki kernel 3x3 pada setiap piksel, seperti yang ditunjukkan pada persamaan berikut [5] :

$$|\ G\ | = \sqrt{Gx^2 + Gy^2} \quad \text{.....} \qquad (2,6)$$

1	0	-1
2	0	-2
1	0	-1

Gx

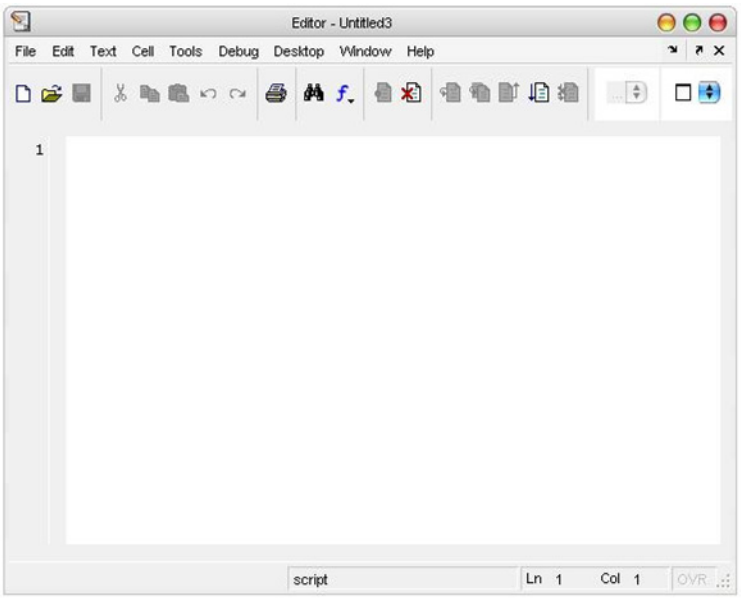
1	2	1
0	0	0
-1	-2	-1

Gy

Gambar 2.10. Gambar Operator Sobel

2.8. Tentang MATLAB

MATLAB merupakan bahasa pemrograman, yang terutama digunakan pada teknik-teknik komputasi. MATLAB menyediakan fasilitas-fasilitas untuk operasi, visualisasi, dan pemrograman. MATLAB memiliki beberapa fitur yang dikelompokkan berdasarkan aplikasi tertentu yang dikenal dengan nama *tool box*. Dengan *tool box* ini para pengguna dapat mempelajari dan mengaplikasikan teknologi pada bidang kajian tertentu. Program yang ditulis dengan menggunakan MATLAB memiliki ekstensi m (.m). untuk membuat program dengan MATLAB dapat dilakukan dengan menggunakan MATLAB editor seperti gambar 2.12. berikut.



Gambar 2.11. MATLAB Editor