

BAB 2

TEORI PENUNJANG

2.1. *Digital Image Processing*

Teknologi digital mengalami kemajuan yang sangat pesat, hal ini ditunjukkan dengan terciptanya berbagai produk digital yang sangat terjangkau oleh berbagai kalangan, seperti komputer pribadi (*personal computer*) khusus untuk multimedia, kamera digital beserta *software editing image*, DVD, MP4 dan lain sebagainya.

Data atau informasi tidak hanya disajikan dalam bentuk teks, tetapi juga dapat berupa gambar, audio (bunyi, suara, musik), dan video. Keempat macam data atau informasi ini sering disebut multimedia. Era teknologi informasi saat ini tidak dapat dipisahkan dari multimedia. Situs web/website di Internet dibuat semenarik mungkin dengan menyertakan visualisasi berupa gambar atau video yang dapat diputar. Beberapa waktu lalu istilah SMS begitu populer diantara pengguna telepon genggam (*handphone*). Tetapi, saat ini orang tidak hanya dapat mengirim pesan dalam bentuk teks tapi juga dalam bentuk gambar maupun video yang dikenal dalam layanan *Multimedia Message Service* (MMS).

Citra (*image*) adalah istilah lain untuk gambar sebagai salah satu komponen multimedia memegang peranan sangat penting sebagai bentuk informasi visual. gambar mempunyai karakteristik yang tidak dimiliki oleh data teks, yaitu gambar kaya akan informasi. Maksudnya sebuah gambar dapat memberikan informasi lebih banyak daripada informasi tersebut disajikan dalam bentuk tekstual.

Pengolahan gambar digital atau *Digital Image Processing* adalah Ilmu tentang proses memanipulasi dan mengolah informasi dari sebuah gambar. suatu bidang yang berkembang sangat pesat sejalan dengan kemajuan teknologi pada industri saat ini. Perkembangan yang pesat seiring dengan munculnya teknologi komputer yang sanggup memenuhi suatu kecepatan proses dan kapasitas memori yang dibutuhkan oleh berbagai algoritma pengolahan citra. sejak itu berbagai aplikasi mulai dikembangkan, yang secara umum dapat dikelompokkan ke dalam 2 bagian :[4,5]

1. Untuk memperbaiki kualitas dari gambar sehingga gambar dapat dilihat lebih jelas tanpa ada ketegangan pada mata, karena informasi penting diekstrak dari gambar yang dihasilkan harus jelas sehingga didapatkan hasil yang terbaik.
2. Mengolah informasi yang terdapat pada gambar (citra) untuk keperluan pengenalan suatu objek secara otomatis oleh suatu mesin. Bidang ini sangat erat hubungannya dengan ilmu pengenalan pola (*pattern recognition*), yang secara umum bertujuan untuk mengenali suatu objek dengan cara mengekstraksi informasi penting yang terdapat dalam suatu *image/citra*.

Contoh-contoh aplikasi pengolahan citra dalam berbagai disiplin ilmu diantara adalah :[5]

1. Dalam bidang kedokteran
Sistem mendeteksi suatu jenis-jenis penyakit dalam tubuh manusia melalui citra yang dihasilkan oleh scanner
2. Dalam bidang militer
Sistem pengenalan target peluru kendali melalui sensor visual
3. Dalam bidang perdagangan
Sistem untuk membaca barcode, mengenali angka/huruf
4. Dalam Bidang Kelautan dan Perikanan
Mengenali jenis-jenis ikan melalui foto udara/LANDSAT
5. Dalam bidang industri
Sistem pemeriksaan suatu produk melalui camera video

Proses pengolahan gambar digital dengan menggunakan komputer digital terlebih dahulu mentransformasikan gambar ke dalam bentuk besaran-besaran diskrit dari nilai tingkat keabuan pada titik-titik elemen gambar. Bentuk gambar ini disebut gambar digital. Elemen-elemen gambar digital apabila ditampilkan dalam layar monitor akan menempati sebuah ruang yang disebut dengan pixel (*picture elemen/pixel*). Teknik dan proses untuk mengurangi atau menghilangkan efek degradasi pada gambar digital meliputi perbaikan gambar (*image enhancement*), restorasi gambar (*image restoration*), dan transformasi spasial (*spatial transformation*). [6,7]

Subyek lain dari pengolahan gambar digital diantaranya adalah pengkodean gambar (*image coding*), segmentasi gambar (*image segmentation*).

2.2. CBIR

Content Based Image Retrieval (CBIR), adalah suatu aplikasi computer vision (proses otomatis yang mengintegrasikan sejumlah besar proses untuk persepsi visual) yang digunakan untuk melakukan pencarian gambar-gambar digital pada suatu *database*. Yang dimaksud dengan "*Content-based*" di sini adalah bahwa yang dianalisa dalam proses pencarian itu adalah *actual contents* (kandungan aktual) sebuah gambar. Istilah content pada konteks ini merujuk pada warna, bentuk, tekstur, atau informasi lain yang didapatkan dari gambar tersebut

Proses secara umum dari CBIR (*Content Based Image Retrieval*) adalah gambar yang menjadi query dilakukan proses ekstraksi, begitu halnya dengan gambar yang berada pada sekumpulan gambar juga dilakukan proses seperti gambar query.[2]

Parameter ciri gambar yang dapat digunakan untuk retrieval pada sistem antara lain seperti histogram, susunan warna, tekstur dan bentuk, tipe spesifik dari obyek, tipe event tertentu, nama individu, lokasi, emosi.

Gambar query yang digunakan mempunyai beberapa level, yaitu :

Level 1: retrieval dengan ciri primitif, seperti warna, bentuk dan tekstur

Level 2: retrieval dengan ciri logis, seperti tipe obyek, individu obyek atau orang.

Level 3: retrieval dengan ciri abstrak, seperti nama even, tipe aktifitas, emosional, religius.

2.3. Ciri Gambar

Ciri merupakan suatu tanda yang khas, yang membedakan antara satu dengan yang lain. Tidak berbeda dengan sebuah gambar, gambar juga memiliki ciri yang dapat membedakannya dengan gambar yang lain. Masing-masing ciri gambar didapatkan dari proses pengenalan dan ekstraksi ciri.

Ciri – ciri dasar dari gambar :[5,6]

1. Warna (Color)

Warna adalah reaksi yang dirasakan oleh sistem visual mata manusia terhadap perubahan panjang gelombang cahaya. Setiap warna mempunyai panjang gelombang yang berbeda-beda. Warna merah memiliki panjang gelombang (λ) yang paling tinggi, sedangkan warna violet memiliki panjang gelombang paling rendah.

Ciri warna suatu gambar dapat dinyatakan dalam bentuk histogram dari gambar tersebut yang dituliskan dengan: $H(r,g,b)$, dimana $H(r,g,b)$ adalah jumlah munculnya pasangan warna r (*red*), g (*green*) dan b (*blue*) tertentu

2. Bentuk

Pada umumnya suatu *image/citra* yang dibentuk oleh mata manusia merupakan citra 2 Dimensi, sedangkan objek yang diamati adalah 3 Dimensi.

- a) Ciri bentuk suatu gambar dapat ditentukan oleh Artificial Neural Network atau istilah lainnya dikenal juga dengan Jaringan Syaraf Tiruan. Dari penelitian –penelitian yang sudah dilakukan Pemakaian *Neural Network* belum pernah diuji coba pada penelitian untuk mengenal pola bentuk dari gambar digital.
- b) Proses yang dapat digunakan untuk menentukan pola bentuk adalah perubahan gambar Digital (RGB) ke grayscale, filter noise, deteksi tepi (*edge detection*), citra biner dari suatu gambar. Dan kemudian pengenalan bentuk diproses lagi dengan *Neural Network* dengan metode back propagation.

3. Tekstur

- a) Ciri tekstur dari suatu gambar dapat ditentukan dengan menggunakan filter gabor.
- b) Ciri tekstur ini sangat handal dalam menentukan informasi suatu gambar bila digabungkan dengan ciri warna gambar. Dari ketiga ciri diatas, dalam tugas akhir ini hanya menggunakan ciri warna dan pengenalan pola bentuk.

2.4. Konsep Warna

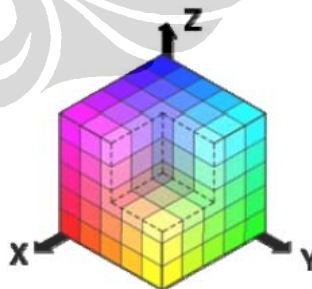
Warna pokok dalam pengelolaan gambar terdiri dari 3 (tiga) unsur, yaitu merah (R), hijau (H), dan biru (B). Jika warna-warna pokok tersebut digabungkan, maka akan menghasilkan warna lain.

Konsep ruang warna adalah setiap pixel mempunyai warna yang dinyatakan dalam RGB, sehingga merupakan gabungan nilai R, nilai G, dan nilai B yang tidak bisa dipisahkan satu dengan lainnya sebagaimana yang terdapat pada Gambar 2.1, Hal ini dapat dituliskan dengan $P(r,g,b)$. [6,7]



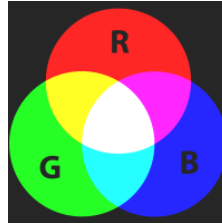
Gambar 2.1. RGB color cube [7]

Warna yang dideskripsikan dengan RGB adalah pemetaan yang mengacu pada panjang gelombang dari RGB. Pemetaan menghasilkan nuansa warna untuk masing-masing R, G, dan B. Masing-masing R, G, dan B didiskritkan dalam skala 256, sehingga RGB akan memiliki indeks antara 0 sampai 255. Jika dilihat dari pemetaan model warna RGB yang berbentuk *cube* (kubus) seperti yang terlihat pada Gambar 2.2 dibawah ini :



Gambar 2.2. Pemetaan RGB cube dengan sumbu x,y,z [7]

Dengan pemetaan RGB color cube maka 3 warna dasar dapat dicampurkan sehingga mendapatkan warna yang baru sebagaimana yang terlihat pada Gambar 2.3



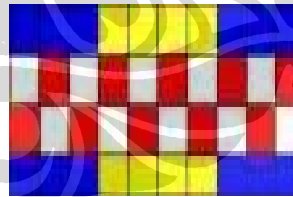
Gambar 2.3. Pencampuran Warna Dasar RGB [7]

2.5. Color Histogram

Histogram warna merupakan hubungan dari intensitas tiga macam warna. Dimana setiap gambar mempunyai distribusi warna tertentu. Distribusi warna ini dimodelkan dengan color histogram. Color histogram tersebut didefinisikan sebagai berikut : [9]

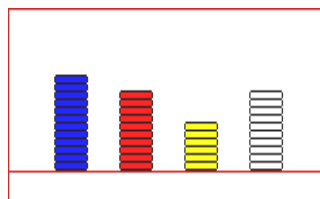
$$H_{R,G,B}[r,g,b] = N \cdot \text{Prob} \{ R=r, G=g, B=b \} \quad (2.1)$$

dimana R,G,B merupakan tiga macam warna dan N adalah jumlah pixel pada gambar. Color histogram dihitung dengan cara mendiskretkan warna dalam gambar, dan menghitung jumlah dari tiap-tiap pixel pada gambar. Contoh histogram warna seperti terlihat pada Gambar 2.4



Gambar 2.4. Warna Pada Tiap Pixel [8]

Gambar diatas menjelaskan bahwa warna merah mempunyai jumlah 10, Kuning = 8, Biru = 12, dan Putih = 10. Dari jumlah tersebut maka akan ditampilkan dalam bentuk histogram seperti gambar dibawah ini.



Gambar 2.5. Grafik Histogram Warna [8]

2.6. Histogram Interseksi

Histogram interseksi digunakan untuk menentukan jarak antara dua histogram yaitu histogram dari gambar query dengan gambar database. Jarak minimum ini menentukan kedekatan antara dua obyek. Gambar yang memiliki jarak paling kecil, merupakan solusinya.

Sifat interseksi histogram dapat menghilangkan bagian tertentu (*occlusion*), dimana apabila sebuah objek dalam suatu *image* dihilangkan pada bagian tersebut, bagian yang kelihatan masih mempunyai kontribusi untuk kesamaan atau similaritas.

cara menghitungnya yaitu dengan menggunakan rumus : [9]

$$d(A, B) = \sum_{j=1}^n |H_j^A - H_j^B| \quad (2.2)$$

atau dengan rumus :[9]

$$d(A, B) = \sqrt{\sum_{j=1}^n (H_j^A - H_j^B)^2} \quad (2.3)$$

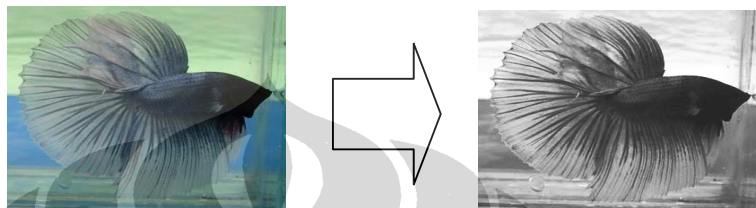
2.7. Grayscale

Proses awal yang banyak dilakukan dalam *image* processing adalah mengubah gambar berwarna menjadi gambar *gray scale*, hal ini digunakan untuk menyederhanakan model gambar. Pada awalnya gambar terdiri dari 3 layer matrik yaitu R-layer, G-layer dan B-layer. Sehingga untuk melakukan proses-proses selanjutnya tetap diperhatikan tiga layer dimaksud.[5,7]

Bila setiap proses perhitungan dilakukan menggunakan tiga layer, berarti dilakukan tiga perhitungan yang sama. Sehingga konsep itu diubah dengan mengubah 3 layer di atas menjadi 1 layer matrik grayscale dan hasilnya adalah gambar gray-scale. Dalam gambar ini tidak ada lagi warna, yang ada adalah derajat keabuan. Untuk mengubah gambar berwarna yang mempunyai nilai matrik masing-masing r, g dan b menjadi gambar gray scale dengan nilai s, maka konversi dapat dilakukan dengan mengambil rata-rata dari nilai r, g dan b sehingga dapat dituliskan menjadi:[6]

$$s = \frac{r + g + b}{3} \quad (2.4)$$

Fungsi dari format warna gray ini adalah untuk memudahkan proses selanjutnya karena kita akan kesulitan apabila kita menjalankan proses selanjutnya dengan menggunakan format gambar berwarna karena nilai r , g , dan b yang dihasilkan dengan format gambar itu akan bervariasi. Dengan format warna gray ini maka dihasilkan nilai $R=G=B$. contoh pada Gambar 2.6 menunjukkan perubahan warna dari RGB menjadi *gray scale*.



Gambar 2.6. Perubahan *Image* RGB to Grayscale

2.8. *Filter Noise*

Filter pada pengolahan citra digital mempunyai beragam fungsi seperti menambah ketajaman gambar, memperhalus gambar, mendapatkan tepi dari suatu obyek serta masih banyak fungsi lain yang dapat diterapkan. Secara umum filter dapat diimplementasikan pada domain spasial atau domain frekuensi. Domain spasial dapat dianalogikan dengan domain waktu, dimana pada spatial filtering, gambar yang berupa kumpulan warna piksel pada posisi (x,y) tertentu tidak diubah, filter dilakukan langsung terhadap nilai piksel pada posisi tersebut. Sedangkan proses filter pada domain frekuensi akan melakukan perubahan gambar ke dalam domain frekuensi yang biasanya menggunakan *Fast Fourier Transform* (FFT) Setelah dilakukan perubahan domain, barulah dilakukan proses filter dan kemudian gambar akan dikembalikan kembali ke domain spasial dengan Inverse FFT [6,7]

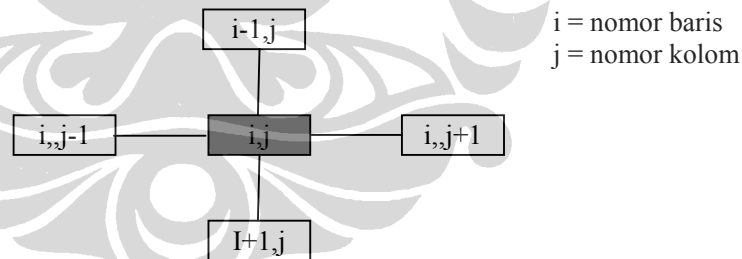
Untuk filter spatial biasanya ditentukan oleh sebuah matriks yang menjadi suatu koefisien dalam melakukan filter pada piksel yang akan diproses. Proses filter pada domain spasial dilakukan dengan cara konvolusi antara gambar dengan matriks yang telah didefinisikan. Filter juga dapat digunakan untuk mengurangi jumlah persentase noise dalam suatu citra digital. [6,7]

2.9. Citra Biner (*Binary Images*)

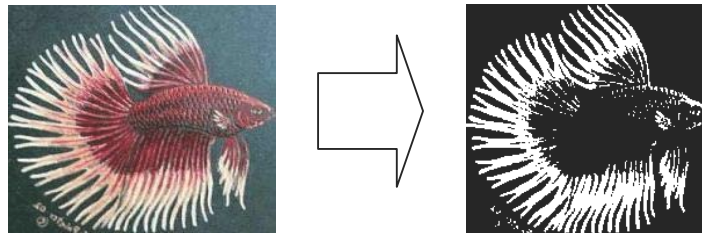
Citra Biner adalah citra dengan nilai setiap pixel diasumsikan bernilai salah satu dari dua nilai diskrit, yaitu hanya mempunyai dua kemungkinan nilai “on” dan nilai “off”. Penggunaan citra biner memudahkan untuk membedakan pengenalan pola bentuk struktural, misalnya membedakan objek dari suatu *image* dari latar belakangnya.

Umumnya suatu citra biner disimpan sebagai matriks dimensi-2 yang berisi nilai 0 (menyatakan pixel = “off”) dan nilai 1 (menyatakan pixel = “on”). Pixel “on” adalah bagian depan (misalnya objek) dari citra, sedangkan pixel “off” adalah yang menjadi latar belakangnya [5]. contoh pada Gambar 2.8 menunjukkan perubahan warna dari RGB menjadi citra biner

Umumnya algoritma citra biner bekerja dengan sekumpulan group pixel yang disebut *neighborhoods* (ketetanggaan). *neighborhoods* dari pixel adalah sekumpulan pixel yang ditentukan berdasarkan lokasinya relatif terhadap pixel tersebut. *neighborhoods* dapat mengikutsertakan atau tidak mengikutsertakan pixel yang didiferensiasikan, dan pixel-pixel yang termasuk *neighborhoods* tidak selalu berdekatan dengan pixel yang didiferensiasikan seperti yang terlihat pada Gambar 2.7 dibawah ini :



Gambar 2.7. Ilustrasi *Neighborhoods* Pixel [5]



Gambar 2.8. Perubahan *Image* RGB to Citra Biner

2.10. Edge Detection

Bentuk merupakan atribut dari suatu gambar. Pengenalan pola bentuk suatu gambar dapat dilakukan dengan deteksi tepi. deteksi tepi (*edge detection*) merupakan salah satu wilayah pengolahan citra digital yang paling awal dan paling banyak diteliti. Proses ini seringkali ditempatkan sebagai langkah pertama dalam aplikasi segmentasi citra, yang bertujuan untuk mengenali objek-objek yang terdapat dalam citra ataupun konteks citra secara keseluruhan. Deteksi tepi berfungsi untuk mengidentifikasi garis batas (*boundary*) dari suatu objek yang terdapat pada citra. Tepian dapat dipandang sebagai lokasi piksel dimana terdapat nilai perbedaan intensitas citra secara ekstrem. Idealnya, proses deteksi tepi akan menggambarkan bentuk geometris dari suatu obyek dan mengidentifikasi garis-garis yang mendasari obyek tersebut. Output dari operasi ini dimanfaatkan untuk pemrosesan visual yang lebih tinggi seperti rekonstruksi 3 dimensi, kompresi citra serta identifikasi obyek [7,11]. contoh deteksi tepi (*edge detection*) seperti ditunjukkan pada Gambar 2.9



Gambar 2.9. Contoh *Edge Detection* Pada Ikan Arwana

2.11. Artificial Neural Network (Jar. Syaraf Tiruan)

2.11.1. Definisi Jaringan Syaraf Tiruan

Jaringan Syaraf Tiruan (JST) atau *Artificial Neural Network* adalah Suatu metode komputasi yang meniru sistem jaringan Syaraf biologis. Metode ini menggunakan elemen perhitungan non-linier dasar yang disebut neuron yang diorganisasikan sebagai jaringan yang saling berhubungan, sehingga mirip dengan jaringan Syaraf manusia. Jaringan Syaraf Tiruan (JST) dibentuk untuk memecahkan suatu masalah tertentu seperti pengenalan pola atau klasifikasi karena proses pelatihan

Jaringan Syaraf Tiruan (JST), seperti manusia. Belajar dari suatu contoh karena mempunyai karakteristik yang adaptif, yaitu dapat belajar dari data-data

sebelumnya dan mengenal pola data yang selalu bertambah, selain itu Jaringan Syaraf Tiruan (JST) merupakan sistem yang tak terprogram artinya semua keluaran/kesimpulan yang ditarik oleh jaringan didasarkan pada pengalamannya selama mengikuti proses pembelajaran/pelatihan[13,14].

Jaringan Syaraf Tiruan (JST) menyerupai otak manusia dalam 2 hal, yaitu :

1. Pengetahuan diperoleh jaringan melalui proses belajar/latihan
2. Kekuatan hubungan antar sel syaraf (Neuron) yg dikenal sebagai bobot synaptik digunakan untuk menyimpan pengetahuan

Jaringan Syaraf Tiruan (JST) ditentukan dalam 3 hal :[14]

1. Pola hubungan antar Neuron (disebut arsitektur jaringan)
2. Metode untuk menentukan bobot penghubung yang disebut metode training
3. Fungsi aktivasi yaitu fungsi yang digunakan untuk menentukan keluaran suatu neuron

2.11.2. Aplikasi Jaringan Syaraf Tiruan

Beberapa Aplikasi Jaringan Syaraf Tiruan adalah sebagai berikut : [14]

1. Pengenalan Pola (*Pattern Recognition*)

Artificial Neural Network (Jaringan Syaraf Tiruan) dapat dipakai untuk mengenali pola (misalnya bentuk suatu *image*, huruf, angka, wajah atau tandatangan) yang sudah sedikit berubah. Hal ini mirip dengan otak manusia yang masih mampu mengenali orang yang sudah beberapa waktu tidak dijumpainya (mungkin wajah/bentuk tubuhnya yang sudah sedikit berubah).

2. *Signal Processing*

Artificial Neural Network (Jaringan Syaraf Tiruan) dapat dipakai untuk menekan noise dalam saluran telepon

3. Peramalan

Artificial Neural Network (Jaringan Syaraf Tiruan) juga dapat dipakai untuk meramalkan apa yang akan terjadi di masa yang akan datang berdasarkan pola kejadian yang ada di masa yang lampau. Ini dapat dilakukan mengingat kemampuan jaringan syaraf tiruan untuk mengingat dan membuat generalisasi dari apa yang sudah ada sebelumnya.

Disamping area-area tersebut, jaringan syaraf tiruan juga dilaporkan dapat menyelesaikan masalah dalam bidang control, kedokteran, dan lain-lain.

meskipun banyak aplikasi menjanjikan yang dapat dilakukan oleh jaringan syaraf tiruan, namun jaringan syaraf tiruan juga memiliki beberapa keterbatasan umum. Pertama adalah ada kemungkinan hasil yang diperoleh kurang akurat, jaringan syaraf tiruan bekerja berdasarkan pola yang terbentuk pada inputnya.

2.11.3. Konsep Dasar Jaringan Syaraf Tiruan

Setiap pola informasi input dan output yang diberikan ke dalam JST diproses dalam neuron. neuron-neuron tersebut terkumpul dalam lapisan-lapisan yang disebut *neuron layer*. Lapisan-lapisan penyusun JST tersebut dapat dibagi menjadi 3 yaitu : [12,13,14]

1. Input Layer

Unit-unit didalam lapisan input disebut unit-unit input. Unit-unit input tersebut menerima pola inputan data dari luar yang menggambarkan suatu permasalahan

2. Hidden Layer

Unit-unit didalam lapisan tersembunyi disebut unit-unit tersembunyi, dimana outputnya tidak dapat secara langsung dapat diamati.

3. Output Layer

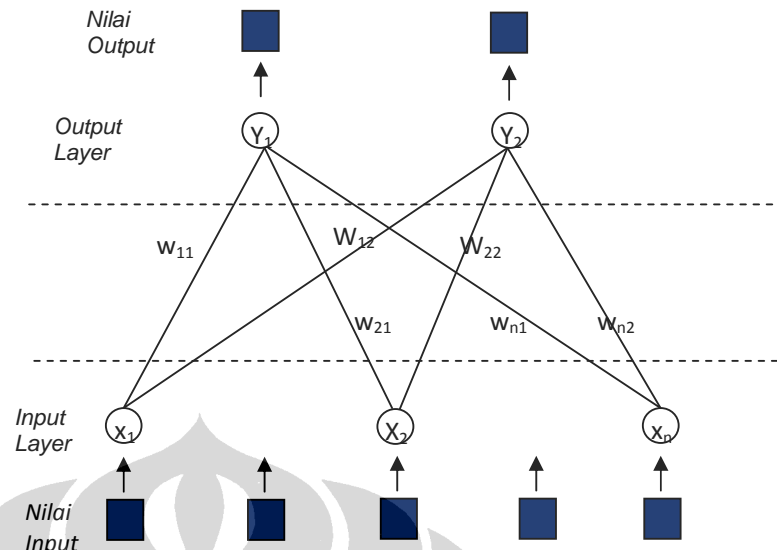
Unit-unit didalam lapisan output disebut unit-unit output. output dari lapisan ini merupakan solusi JST terhadap suatu permasalahan

2.11.4. Arsitektur Jaringan

JST mempunyai beberapa arsitektur jaringan yang sering digunakan didalam berbagai aplikasi, arsitektur JST tersebut antara lain : [12,13,14]

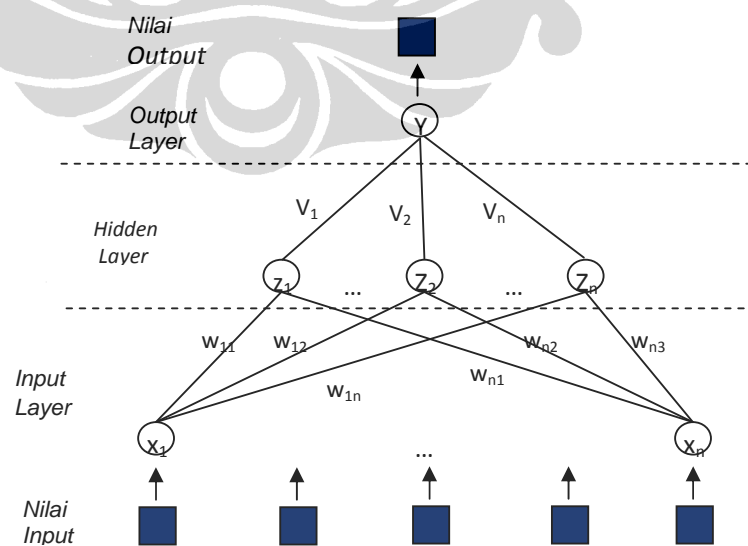
1. Jaringan Layer Tunggal (*Single Layer Network*)

Jaringan dengan lapisan tunggal terdiri dari 1 layer input dan 1 layer output. Setiap neuron/unit yang terdapat didalam layer input selalu terhubung dengan setiap neuron yang terdapat pada layer output. Jaringan ini hanya menerima input kemudian secara langsung akan mengolahnya menjadi output tanpa harus melalui hidden layer. Contoh algoritma JST yang menggunakan metode ini yaitu adaline dan perceptron. Arsitektur dari *Single Layer Network* ditunjukkan pada Gambar 2.10

Gambar 2.10. Arsitektur *Single Layer Network*

2. Jaringan Layer Jamak (*Multi Layer Network*)

Jaringan dengan lapisan jamak memiliki ciri khas tertentu yaitu memiliki 3 jenis layer yaitu layer input, layer output, dan juga layer tersembunyi. Jaringan dengan banyak lapisan ini dapat menyelesaikan permasalahan yang kompleks dibandingkan jaringan dengan lapisan tunggal. Namun, proses pelatihan sering membutuhkan waktu cenderung lama. Contoh algoritma JST yang menggunakan metode ini yaitu backpropagation [12]. Arsitektur dari *Multi Layer Network* ditunjukkan pada Gambar 2.11

Gambar 2.11. Arsitektur *Multi Layer Network*

2.11.5. Metode Pelatihan/Pembelajaran

Cara berlangsungnya pembelajaran jaringan syaraf tiruan dibagi menjadi 2 yaitu :[3]

1. *Supervised Learning* (Pembelajaran Terbimbing)

Pada metode ini, setiap pola yang diberikan ke dalam JST telah diketahui outputnya. Selisih antara pola actual (output yang dihasilkan) dengan pola output yang dikehendaki (output target) yang disebut error digunakan untuk mengoreksi bobot JST sehingga JST mampu menghasilkan output sedekat mungkin dengan pola target yang telah diketahui oleh JST

2. *Unsupervised Learning* (Pembelajaran Tak Terbimbing)

Pada metode ini, tidak memerlukan target output. Pada metode ini tidak dapat ditentukan hasil seperti apakah yang diharapkan selama proses pembelajaran. Nilai bobot disusun dalam suatu range tertentu tergantung kepada nilai input yang diberikan. Tujuan pembelajaran ini adalah mengelompokkan unit-unit yang hamper sama dalam suatu area tertentu

2.11.6. *Backpropagation/Propagasi Balik*

Kelemahan jaringan syaraf tiruan yang terdiri dari layer tunggal membuat perkembangan jaringan syaraf tiruan (JST) menjadi terhenti, kemudian penemuan *backpropagation* yang terdiri dari beberapa layer membuka kembali cakrawala. Terlebih setelah berhasil ditemukannya berbagai aplikasi yang dapat diselesaikan dengan *backpropagation*, membuat JST semakin diminati orang.[14]

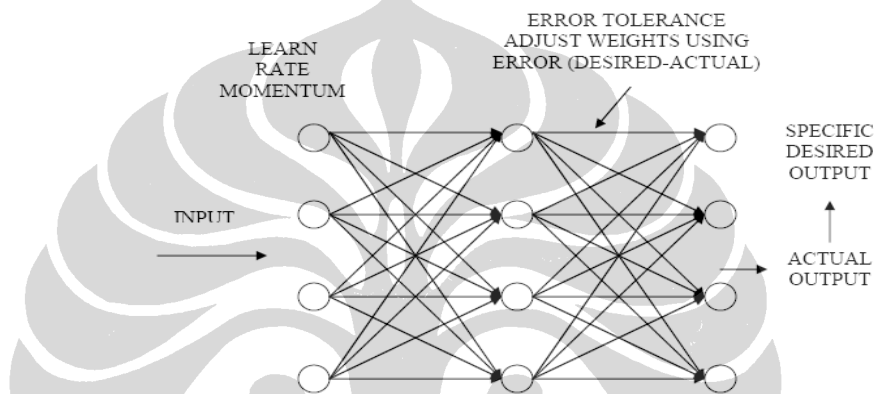
Backpropagation merupakan suatu teknik pembelajaran/pelatihan *supervised learning* yang paling banyak digunakan. Metode ini merupakan salah satu metode yang sangat baik dalam menangani masalah pola-pola yang bersifat kompleks.

Di dalam jaringan *backpropagation/propagasi balik*, setiap unit yang berada di lapisan input terhubung dengan setiap unit-unit yang berada di lapisan tersembunyi/*hidden layer*. Setiap unit-unit yang berada dilapisan *hidden layer* terhubung dengan setiap unit yang berada di lapisan output. Jaringan ini terdiri dari banyak lapisan (*multi layer network*). Ketika jaringan diberikan pola masukan sebagai pola latihan. Maka pola tersebut menuju unit-unit lapisan tersembunyi untuk selanjutnya diteruskan pada unit-unit di lapisan keluaran. Kemudian unit-

Universitas Indonesia

unit lapisan keluaran akan memberikan respon sebagai keluaran Jaringan Syaraf Tiruan (JST). Saat hasil keluaran tidak sesuai dengan yang diharapkan, maka keluaran akan disebarkan mundur (*backward*) pada lapisan tersembunyi (*hidden layer*) menuju input layer.[12,14] sebagaimana yang dijelaskan pada Gambar 2.12

Tahap pelatihan ini merupakan langkah untuk melatih suatu Jaringan Syaraf Tiruan (JST), yaitu dengan cara melakukan perubahan pembobotan. Sedangkan penyelesaian masalah akan dilakukan jika proses pelatihan tersebut telah selesai, yang disebut juga dengan fase pengujian.



Gambar 2.12. Jaringan *Backpropagation* [12]

2.12. Sekilas Tentang *Software* Pengolahan Data Matematis

Software pengolahan data matematis adalah sebuah bahasa dengan (*high-performance*) kinerja tinggi untuk komputasi masalah teknik. *software* tersebut mengintegrasikan komputasi, visualisasi, dan pemrograman dalam suatu model yang sangat mudah untuk pakai dimana masalah-masalah dan penyelesaiannya diekspresikan dalam notasi matematika yang familiar. dibandingkan dengan bahasa pemrograman seperti Java, Visual basic, Delphi, Pascal memungkinkan perintah untuk Mengurangi waktu pelaksanaan tugas khas dan secara signifikan menyederhanakan pengembangan algoritma baru. Dalam lingkungan perguruan tinggi teknik, penggunaan *Software* pengolahan data matematis meliputi bidang-bidang:[15,16]

1. Matematika dan Komputasi
2. *Image* Processing
3. Pemrograman Modelling, simulasi, dan pembuatan prototype
4. Analisa data, explorasi, dan visualisasi

5. Analisis numerik dan statik
6. Grafik Keilmuan dan bidang rekayasa

Sebagai sebuah sistem, lingkungan kerja window *software* pengolahan data matematis adalah sebagai berikut :[15]

1. *Current Directory*

Window ini menampilkan isi dari direktori kerja saat menggunakan *software* pengolahan data matematis. Kita dapat mengganti direktori ini sesuai dengan tempat direktori kerja yang diinginkan. Default dari alamat direktori berada dalam folder works tempat program files *software* pengolahan data matematis berada

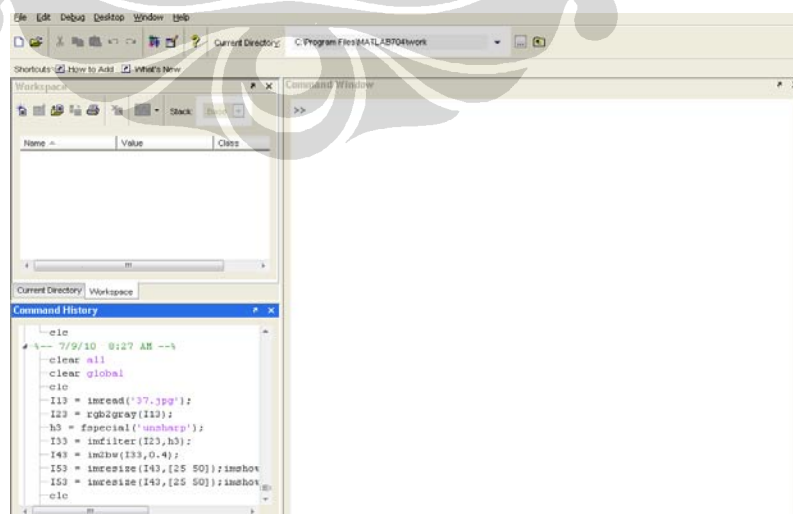
2. *Command History*

Window ini berfungsi untuk menyimpan perintah-perintah apa saja yang sebelumnya dilakukan oleh pengguna terhadap *software* pengolahan data matematis

3. *Command Window*

Window ini adalah window utama dari *software* pengolahan data matematis. Disini adalah tempat untuk menjalankan fungsi, mendeklarasikan variable, menjalankan proses-proses serta melihat isi variable

Gambar 2.13 menunjukkan tampilan antar muka dari *software* pengolahan data matematis seperti terlihat dibawah ini :



Gambar 2.13. Tampilan Software Pengolahan Data Matematis