BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Jaringan Saraf Tiruan (JST)

Jaringan saraf tiruan merupakan salah satu representasi buatan dari otak manusia yang selalu mencoba untuk mensimulasikan proses pembelajaran pada otak manusia. Istilah buatan disini digunakan karena jaringan saraf yang digunakan diimplimentasikan dengan menggunakan komputer yang mampu menyelesaikan sejumlah proses perhitungan selama proses pembelajaran. [2]

2.1.1 Jaringan Saraf Tiruan

Jaringan saraf tiruan merupakan suatu sistem pemrosesan informasi yang terdapat pada komputer yang mempunyai karakteristik menyerupai jaringan saraf biologi pada manusia. Jaringan saraf tiruan tercipta sebagai suatu generalisasi model matematis dari pemahaman manusia yang didasarkan atas asumsi sebagai berikut:

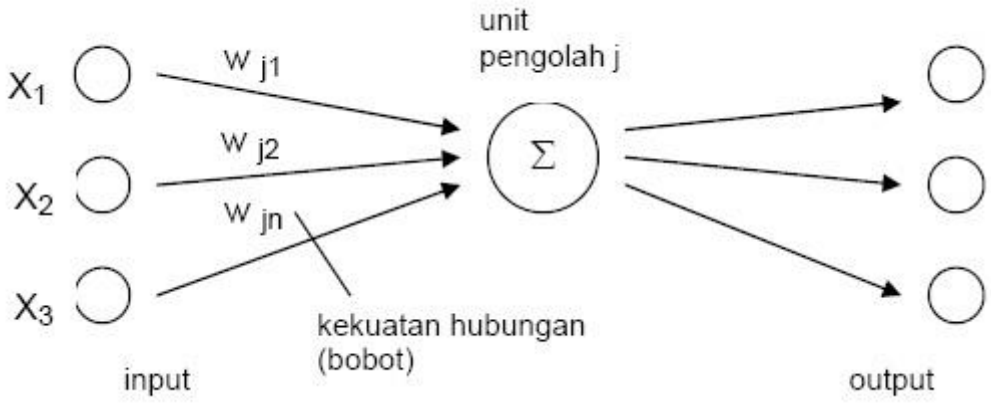
1. Pemrosesan informasi terjadi pada elemen sederhana yang disebut neuron
2. Sinyal mengalir diantara sel saraf/neuron melalui suatu sambungan penghubung
3. Setiap sambungan penghubung memiliki bobot yang bersesuaian. Bobot ini akan digunakan untuk menggandakan sinyal yang akan dikirim melaluinya
4. Setiap sel saraf akan menerapkan fungsi aktivasi terhadap sinyal hasil penjumlahan berbobot yang masuk kepadanya untuk menentukan sinyal keluarannya.

Tabel 2.1 berikut adalah analogi jaringan saraf tiruan dan jaringan saraf biologi yang menjelaskan perbedaan dari masing-masing jaringan:

Tabel 2.1 Perbedaan Jaringan Saraf Tiruan dan Jaringan Saraf Biologi

Jaringan Saraf Tiruan	Jaringan Saraf Biologi
Node/masukan	Badan Sel(Soma)
Masukan	Dendrit
Keluaran	Akson
Bobot	Sinapsis

Pada Gambar 2.1 berikut menjelaskan model arsitektur dari jaringan saraf tiruan:



Gambar 2.1 Model Arsitektur Jaringan Saraf Tiruan [4]

Jaringan saraf tiruan dapat belajar dari pengalaman, melakukan generalisasi atas contoh-contoh yang diperolehnya dan mengabstraksi karakteristik esensial masukan bahkan untuk data yang tidak relevan. Algoritma jaringan saraf tiruan beroperasi langsung dengan angka sehingga data yang bukan menggunakan angka harus diubah terlebih dahulu menjadi angka. Keluaran dari jaringan saraf tiruan tidak menghasilkan keluaran tertentu karena semua keluaran akan berdasarkan dari pengalaman selama proses pembelajaran. Pada proses pembelajaran kedalam jaringan saraf tiruan dimasukan pola-pola masukan dan keluaran lalu jaringan akan diajari untuk memberikan jawaban yang bisa diterima. Karakteristik dari jaringan saraf tiruan dapat ditentukan oleh:

1. Pola hubungan antar neuron (disebut dengan arsitektur jaringan)
2. Metode penentuan bobot-bobot sambungan (disebut dengan proses belajar jaringan)
3. Fungsi aktivasi

2.1.2 Arsitektur JST

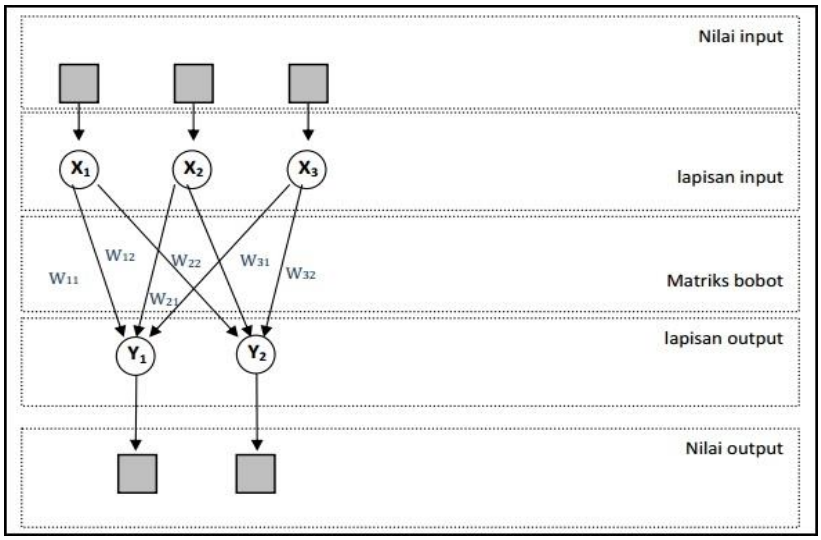
Pada jaringan saraf tiruan, neuron-neuron akan dikumpulkan dalam sebuh lapisan yang disebut dengan lapisan neuron (*neuron layers*). Neuron-neuron pada satu lapisan akan dihubungkan dengan lapisan-lapisan lainnya. Informasi yang didapatkan pada sebuah neuron akan disampaikan ke semua lapisan-lapisan yang

ada, mulai dari lapisan masukan sampai denga lapisan keluaran melalui lapisan tersembunyi (*hidden layer*). Pada jaringan saraf tiruan ini tiga lapisan bukanlah sebuah struktur umum karena beberapa jaringan saraf ada yang tida memiliki lapisan tersembunyi.

Faktor terpenting dalam menentukan kelakuan suatu neuron adalah fungsi aktivasi dan pula bobotnya. Umumnya neuron-neuron yang terletak pada lapisan yang sama akan memiliki keadaan dan fungsi aktivasi yang sama juga. Bila sebuah neuron ingin dihubungkan dengan neuron-neuron lain maka setiap neuron pada lapisan tersebut juga harus dihubungkan dengan setiap neuron pada lapisan lain yang akan dihubungkan. Pada jaringan saraf tiruan terdapat tiga macam arsitektur, berikut adalah arsitektur-arsitektur pada jaringan saraf tiruan: [2]

1. Jaringan dengan lapisan tunggal (*single layer net*)

Jaringan ini hanya memiliki lapisan dengan bobot-bobot terhubung. Jaringan ini hanya menirima masukan kemudian akan mengolahnya menjadi keluaran tanpa melewati lapisan tersembunyi. Pada Gambar 2.2 berikut menjelaskan cara kerja dari jaringan saraf tiruan dengan lapisan tunggal:

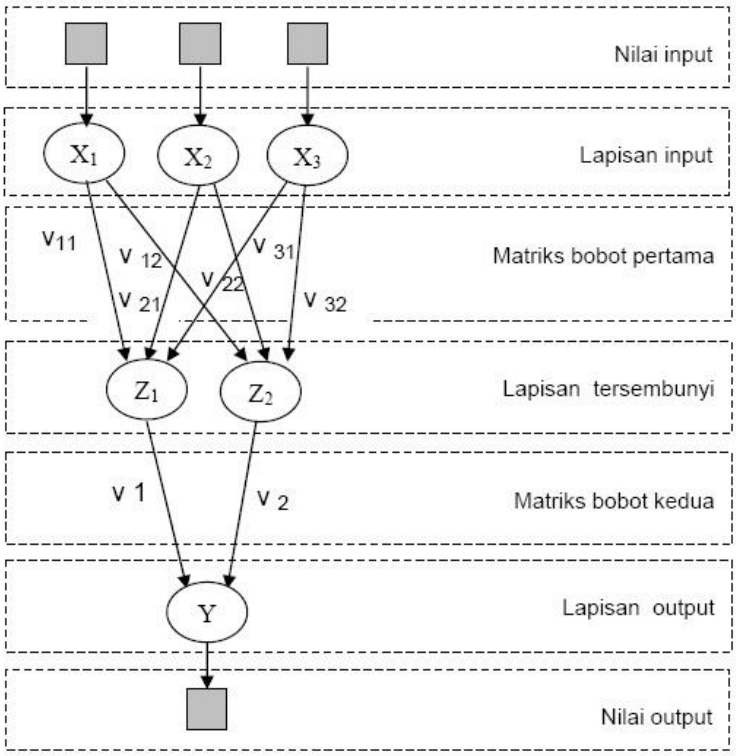


Gambar 2.2 Single Layer Net [2]

2. Jaringan dengan banyak lapisan (*multilayer net*)

Jaringan ini memiliki satu atau lebih lapisan yang terletak diantara lapisan masukan dan keluaran. Umumnya ada lapisan bobot-bobot yang terletak antara dua lapisan yang bersebelahan. Jaringan dengan banyak lapisan ini dapat

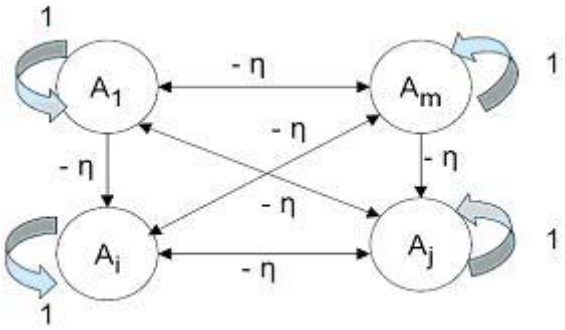
menyelesaikan masalah yang lebih kompleks daripada lapisan tunggal, tetapi dengan proses pembelajaran yang lebih rumit juga dibanding lapisan tunggal. Pada banyak kasus, pembelajaran pada jaringan denga banyak lapisan lebih sukses dalam menyelesaikan masalah. Pada Gambar 2.3 berikut menjelaskan cara kerja dari jaringan saraf tiruan dengan banyak lapisan:



Gambar 2.3 Multi Layer Net [2]

3. Jaringan dengan lapisan kompetitif (*competitive layer net*)

Pada jaringan ini neuron-neuron saling bersaing untuk mendapatkan hak menjadi neuron yang aktif. Pada Gambar 2.4 berikut menjelaskan cara kerja dari jaringan saraf tiruan dengan lapisan kompetitif:



Gambar 2.4 Competitive Layer Net [2]

2.1.3 Proses Pembelajaran Jaringan

Dalam otak manusia, informasi yang dilewatkan dari satu neuron ke neuron lainnya berbentuk rangsangan listrik melalui dendrit. Jika rangsangan tersebut diterima oleh suatu neuron, maka neuron akan membangkitkan keluaran ke semua neuron yang berhubungan dengannya sampai informasi tersebut sampai ke tujuannya yaitu terjadinya suatu reaksi. Jika rangsangan yang diterima terlalu halus, maka keluaran yang dibangkitkan oleh neuron tersebut tidak akan direspon. Pada saat pembelajaran banyak perubahan yang cukup berarti pada bobot-bobot yang menghubungkan antar neuron. Apabila ada yang rangsangan yang pernah diterima maka neuron akan bereaksi cepat tetapi jika mendapatkan rangsangan baru neuron akan langsung beradaptasi untuk memberikan reaksi yang sesuai.

Jaringan saraf tiruan juga tersusun atas neuron-neuron dan dendrit. Tidak seperti model biologi, jaringan saraf tiruan memiliki struktur yang tidak dapat diubah, dibangun oleh sejumlah neuron dan memiliki nilai tertentu yang menunjukkan seberapa besar koneksi antara neuron (yang dikenal dengan nama bobot). Perubahan yang terjadi selama pembelajaran adalah perubahan nilai bobot. Nilai bobot akan bertambah, jika informasi yang diberikan oleh neuron tersampaikan, sedangkan bila informasi tidak tersampaikan maka nilai bobot yang menghubungkan kedua neuron akan dikurangi. Pada saat pembelajaran dilakukan pada masukan yang berbeda, maka nilai bobot akan diubah secara dinamis hingga mencapai suatu nilai yang cukup seimbang. Apabila nilai ini telah tercapai mengindikasikan bahwa tiap-tiap masukan telah berhubungan dengan keluaran yang diharapkan. [2]

Terdapat beberapa metode pembelajaran dalam jaringan saraf tiruan. Berikut adalah metode pembelajaran jaringan saraf tiruan: [2]

a. Pembelajaran terawasi (*supervised learning*)

Pada pembelajaran ini, semua data masukan dan data keluaran yang digunakan telah diketahui. Perbedaan antara keluaran-keluaran aktual dengan data keluaran yang diinginkan dan digunakan untuk mengoreksi bobot jaringan saraf tiruan agar jaringan saraf tiruan dapat menghasilkan jawaban sedekat/semirip mungkin dengan jawaban yang benar yang telah diketahui.

b. Pembelajaran tak terawasi (*unsupervised learning*)

Pada pembelajaran ini, jaringan saraf tidak memerlukan target keluaran. Pada metode ini, tidak dapat ditentukan hasil yang seperti apakah yang diharapkan dalam proses pembelajaran. Selama proses pembelajaran, nilai bobot disusun dalam suatu range tertentu tergantung pada nilai masukan yang diberikan. Tujuannya untuk mengelompokkan unit-unit yang hampir sama ke dalam suatu area tertentu. Pembelajaran ini biasanya sangat cocok untuk pengelompokkan (klasifikasi) pola.

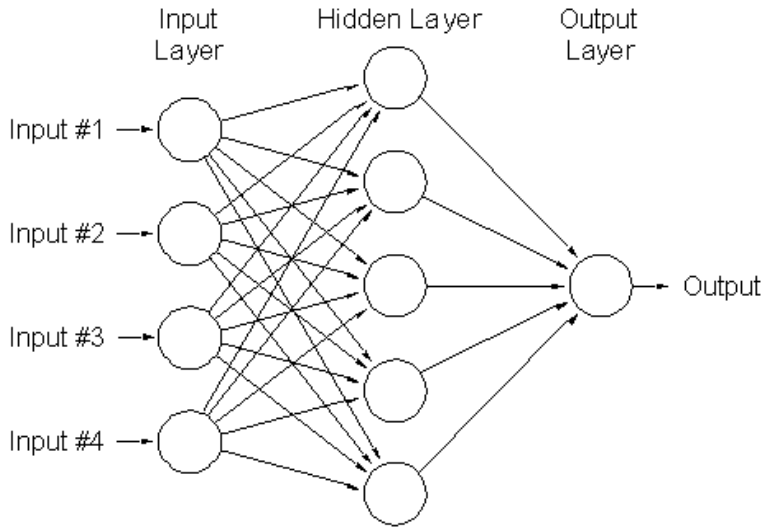
2.1.4 Pembelajaran Terawasi (*Supervised Learning*)

Metode pembelajaran ini disebut terawasi jika nilai keluaran yang diharapkan telah diketahui sebelumnya. Pada proses pembelajaran, satu pola masukan akan diberikan ke satu neuron dan akan dikirimkan ke seluruh lapisan masukan hingga mencapai lapisan keluaran. Lapisan keluaran ini akan membangkitkan pola keluaran yang akan dicocokkan dengan pola keluaran targetnya. Jika terjadi perbedaan antara pola keluaran dengan pola yang sudah dipelajari, maka akan muncul sebuah eror. Apabila nilai eror yang muncul masih sangat besar, ini mengindikasikan bahwa masih perlu dilakukan lebih banyak pembelajaran lagi. Berikut adalah beberapa metode yang termasuk dalam pembelajaran terawasi antara lain: [2]

1. Backpropagation

Metode pembelajaran ini merupakan termasuk arsitektur jaringan saraf tiruan *multilayer feedforward networks*. Secara umum, jaringan ini terdiri dari sejumlah unit neuron sebagai lapisan masukan, satu atau lebih lapisan simpul-simpul neuron lapisan tersembunyi dan sebuah lapisan simpul-simpul neuron

keluaran. Sinyal masukan yang masuk dipropagasikan mulai dari lapisan awal sampai akhir ke arah lapisan keluaran. Jenis jaringan ini merupakan hasil dari generalisasi arsitektur perceptron satu lapisan, jadi biasa disebut dengan *multilayer perceptron* (MLPs). *Error back propagation* merupakan algoritma MLPs yang menggunakan prinsip pembelajaran terawasi. Propagasi balik terjadi (ke arah lapisan masukan) setelah jaringan menghasilkan keluaran yang mengandung eror. Pada fase ini seluruh bobot sinapsis yang tidak memiliki aktivasi nol pada jaringan akan disesuaikan dengan mengkoreksi/memperkecil eror yang terjadi (*error correction rule*). Untuk pembelajaran jaringan, pasangan fase propagasi ke depan dan balik dilakukan secara berulang untuk satu set data latihan, kemudian diulangi sejumlah epoch (satu sesi lewatan untuk seluruh data latihan dalam sebuah proses pembelajaran jaringan) sampai eror yang terjadi mencapai batas kecil toleransi tertentu atau bernilai nol. Pada Gambar 2.5 berikut menjelaskan cara kerja dari jaringan saraf tiruan dengan menggunakan metode *backpropagation*:



Gambar 2.5 Metode Backpropagation [2]

2. Learning Vector Quantization

Learning vector quantization adalah suatu metode untuk melakukan pembelajaran pada lapisan kompetitif yang terawasi. Suatu lapisan kompetitif akan otomatis belajar untuk mengklasifikasikan vektor-vektor *input*. Kelas-kelas yang didapatkan sebagai hasil dari lapisan kompetitif ini hanya tergantung pada jarak

antara vektor-vektor *input*. Jika dua vektor *input* mendekati sama, maka lapisan kompetitif akan meletakkan kedua vektor *input* tersebut ke dalam kelas yang sama.

Berikut adalah langkah-langkah algoritma pembelaran dari metode *learning vector quantization*:

1. Tetapkan:
   a. Bobot (W)
   b. Maksimum epoh (MaxEpoh)
   c. Minimum eror yang diharapkan (eps)
   d. Learning rate (α)
2. Masukkan:
   a. Input : x(m,n)
   b. Targetm : T(1,n)
3. Tetapkan kondisi awal
   a. epoh =0
   b. err =1
4. Kerjakan jika: (epoh < MaxEpoh) atau (α > eps)
   a. epoh = epoh +1
   b. Kerjakan untuk i=1 sampai n
      i. Tentukan j sedemikian hingga || x – w_j || minimum (sebut sebagai Cj)

$$Cj = \sqrt{\sum_{i=1}^{n}(xi - wji)^2} \quad \text{...(2.1)}$$

Persamaan 2.1 Pencarian Nilai Vektor

      ii. Perbaiki w_j dengan ketentuan:
         1. Jika T=Cj, maka:

$$wj(baru) = wj(lama) + \alpha[x - wj(lama)] \quad \text{...(2.2)}$$

Persamaan 2.2 Pengubahan Bobot Sesuai Target

         2. Jika T≠Cj, maka:

$$wj(baru) = wj(lama) - \alpha[x - wj(lama)] \quad \text{...(2.3)}$$

Persamaan 2.3 Pengubahan Bobot Tidak Sesuai Target

c. Kurangi nilai α

$$\alpha = \alpha - pengurangan\ rasio * \alpha \quad ...(2.4)$$

Persamaan 2.4 Eror Minimum

2.2 Pengolahan Citra Digital

Pengolahan citra digital adalah istilah umum untuk berbagai teknik yang keberadaannya untuk memanipulasi dan memodifikasi citra dengan berbagai cara. Setiap foto dengan bentuk citra digital dapat diolah menggunakan perangkat lunak tertentu. Foto adalah contoh gambar berdimensi dua yang dapat diolah dengan mudah. Prinsip-prinsip dasar dalam pengolahan citra: [5]

1. Peningkatan kecerahan dan kontras

Peningkatan kecerahan dan kontras adalah sebuah perbaikan dalam citra yang merubah citra yang memiliki nilai kecerahan dan nilai kontras kurang menjadi nilai kecerahan dan nilai kontras yang lebih baik.

2. Penghilang derau

Penghilang derau adalah proses penghilangan derau dari sebuah citra dengan keadaan distorsi atau memiliki derau.

3. Pencarian bentuk objek

Pencarian bentuk objek adalah proses untuk mengenali suatu objek dalam sebuah citra dengan menggunakan pendekatan-pendekatan tertentu untuk mendapatkan nilai dari objek tersebut.

Beberapa jenis operasi dari pengolahan citra adalah sebagai berikut: [6]

1. Modifikasi Kecemerlangan (*Brightness Modifikasi*)

Mengubah nilai keabuan atau warna dari gelap menjadi terang ataupun sebaliknya mengubah citra yang terlalu terang/pucat menjadi gelap.

2. Peningkatan Kontras (*Contrast Enhancement*)

Dengan meningkatkan kontras dari sebuah citra maka titik yang cenderung gelap menjadi lebih gelap dan yang cenderung terang menjadi lebih terang.

3. Negasi

Operasi untuk mendapatkan citra negatif (*negative image*)

4. Pengabuan (*Grayscale*)

Merupakan proses konversi citra dengan warna sebenarnya (*true color*) menjadi citra keabuan (*grayscale*). Pengubahan gambar ke dalam bentuk *grayscale* ini dilakukan dengan mengambil nilai pixel dari satu gambar masukan kemudian dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$Grayscale = \frac{R + G + B}{3} \quad \text{...(2.5)}$$

Persamaan 2.5 Rumus Grayscaling

5. Pengambangan (*Thresholding*)

Operasi ini digunakan untuk mengubah citra dengan format skala keabuan yang mempunyai nilai lebih dari dua menjadi citra biner yang hanya memiliki dua nilai yaitu 0 dan 1.

6. Pencerminan (*Flipping*)

Pencerminan merupakan proses menggambar citra ke bentuk kebalikan dari citra tersebut, seperti ketika orang sedang bercermin.

7. Rotasi (*Rotating*)

Rotasi adalah proses memutar koordinat citra sesuai dengan derajat yang ditentukan

8. Pemotongan (*Cropping*)

Memotong bagian yang diinginkan dari sebuah citra

9. Pengskalaan (*Scaling*)

Mengubah ukuran citra menjadi lebih besar atau lebih kecil

10. Deteksi Tepi (*Edge Detection*)

Deteksi tepi adalah suatu proses yang menghasilkan tepi-tepi dari obyek dalam sebuah citra.

2.2.1 Deteksi Tepi (*Edge Detection*)

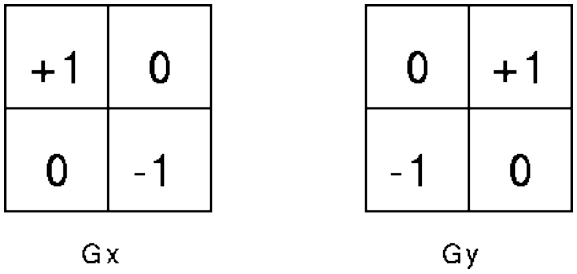
Deteksi tepi pada suatu citra adalah proses untuk memperoleh tepi objek. Deteksi tepi memanfaatkan perubahan nilai intensitas yang drastis pada batas dua area. Umumnya deteksi tepi menggunakan dua macam detektor, yaitu detektor baris (H_y) dan detektor kolom (H_x).

Deteksi tepi dibagi menjadi dua golongan. Golongan pertama yaitu disebut deteksi tepi orde pertama, yang bekerja dengan menggunakan turunan atau diferensial orde pertama. Yang termasuk ke dalam golongan ini adalah operator *Roberts*, *Prewitt* dan *Sobel*. Sedangkan golongan dua dinamakan orde kedua, yang menggunakan turunan orde kedua. Yang termasuk golongan orde kedua adalah *Laplacian of Gaussian* (*LoG*). Berikut adalah macam-macam operator dalam proses deteksi tepi antara lain: [5]

1. Metode Robert

Operator *Roberts* terdiri atas dua filter berukuran 2x2. Ukuran filter kecil membuat komputasi sangat cepat. Namun, kelebihan itu sekaligus menimbulkan kelemahan, yaitu sangat terpengaruh oleh derau. Selain itu, operator roberts memberikan tanggapan lemah terhadap tepi, kecuali jika tepi sangat tajam.

Gambar 2.6 berikut adalah operator dari Robert yang digunakan dalam proses deteksi tepi yang terdiri dari sepasang kernel berukuran 2 x 2:



Gambar 2.6 Metode Robert

Bentuk operator *Roberts* ditunjukan pada gambar 2.13. Misalkan, f adalah citra yang akan dikenal operator *Roberts*. Maka, nilai operator roberts pada (y, x) didefinisikan sebagai

$$r(y,x) = \sqrt{(Z1 - Z4)^2 + (Z3 - Z2)^2} \qquad ...(2.6)$$

Persamaan 2.6 Rumus Metode Robert

Dalam hal ini, Z1 =f(y, x), Z2 =f(y, x+1), Z3 =f(y+1, x), Z4 =f(y+1, x+1).

2. Metode Prewitt

Operator ini ditemukan oleh Prewitt pada tahun 1966. Bentuknya terlihat di Gambar 2.14. Untuk mempercepat komputasi, bagian bernilai nol tidak perlu diproses. Oleh karena itu, perhitungan dengan operator *Prewitt* ditulis menjadi sebagai berikut:

$$r(y,x) = \sqrt{\left(\begin{pmatrix} f(y-1,x-1) + f(y,x-1) + f(y-1,x-1) \\ -f(y-1,x-1) - f(y,x+1) - f(y+1,x+1) \end{pmatrix}^2 + \begin{pmatrix} f(y+1,x-1) + f(y+1,x) + f(y+1,x+1) \\ -f(y-1,x-1) - f(y-1,x) - f(y-1,x+1)^2 \end{pmatrix} \right)} \quad ...(2.7)$$

Persamaan 2.7 Rumus Metode Prewitt

Gambar 2.7 berikut adalah operator dari Prewitt yang digunakan dalam proses deteksi tepi yang terdiri dari sepasang kernel berukuran 3 x 3:

-1	0	+1
-1	0	+1
-1	0	+1

Gx

+1	+1	+1
0	0	0
-1	-1	-1

Gy

Gambar 2.7 Metode Prewitt

3. Metode Sobel

Operator *Sobel* ini lebih sensitif terhadap tepi diagonal daripada tepi vertikal dan horizontal. Hal ini berbeda dengan operator *Prewitt* yang lebih sensitif terhadap tepi vertikal dan horizontal. Gambar 2.8 berikut adalah operator dari Prewitt yang digunakan dalam proses deteksi tepi yang terdiri dari sepasang kernel berukuran 3 x 3:

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

Gx

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

Gy

Gambar 2.8 Metode Sobel

2.2.2 Penskalaan

Penskalaan adalah sebuah operasi geometri yang memberikan efek memperbesar atau memperkecil ukuran citra masukan sesuai dengan variabel penskalaan citranya. Ukuran baru hasil penskalaan didapat melalui perkalian antara

ukuran citra masukan dengan variabel masukan. Proses penskalaan dapat dilakukan dengan rumus: [7]

$$Po = Sp\ x\ Pi$$
$$Lo = Si\ x\ Li \quad ...(2.8)$$

Persamaan 2.8 Rumus Penskalaan

Dimana (Pi, Li) adalah ukuran citra masukan, (Po, Lo) adalah ukuran citra keluaran dan (Sp, Si) adalah variabel penskalaan yang diinginkan.

2.2.3 Segementasi Citra

Segmentasi merupakan teknik untuk mengelompokkan citra menjadi beberapa wilayah (*region*) berdasarkan kriteria tertentu, dengan kata lain merupakan proses pembagian citra ke dalam wilayah yang memiliki kesamaan fitur antara lain *grayscale*, *texture*, *color* atau *motion*. [7]

Berdasarkan pengertiannya, segmentasi memiliki tujuan menemukan karakteristik khusus yang dimiliki satu citra. Oleh karena itu, segmentasi diperlukan dalam pengenalan pola dimana bila proses segmentasi baik maka kualitas pengenalan polanya juga akan semakin baik.

Secara umum, ada beberapa pendekatan yang banyak digunakan dalam proses segmentasi antara lain:

1. Teknik *threshold* yaitu pengelompokkan citra sesuai dengan distribusi properti pixel penyusun citra.
2. Teknik *region-based* yaitu pengelompokkan citra ke dalam wilayah-wilayah tertentu secara langsung berdasarkan persamaan karakteristik satu area citranya.
3. Teknik *Edge-based* yaitu pengelompokkan citra ke dalam wilayah berbeda yang terpisahkan karena adanya perbedaan perubahan warna tepi dan dasar citra yang mendadak.

Pendekatan pertama dan kedua merupakan contoh kategori pemisahan image berdasarkan kemiripan area citra, sedangkan pendekatan ketiga merupakan salah satu contoh pemisahan daerah berdasarkan perubahan intensitas yang cepat terhadap satu daerah. Performansi citra segmentasi dapat dilakukan secara

kuantitatif dan kualitatif. Penilaian secara kuantitatif dilihat dari segi performansi yang dihasilkan melalui perhitungan yang dilakukan dengan menghitung nilai koefisien variansi dari hasil segmentasi. Sedangkan, untuk pernilaian kualitatif ditinjau dari segi pengamatan mata manusia (*Mean Opinion Score*/MOS).

2.3 Grafologi

Grafologi merupakan ilmu tulisan tangan yang dihasilkan oleh pikiran atau kerja otak, berdasarkan hal tersebuh banyak ahli grafologi yang menyebut tulisan tangan dengan "tulisan otak". Para ahli menyebutkan bahwa grafologi merupakan sebuah ilmu empiris yang dapat dibuktikan berdasarkan fenomena dalam satu populasi dan ada kuantifikasi hasil atau ada hasil dari uji statistik yang bisa dipertanggungjawabkan.

Grafologi berasal dari kata *graphos* yang berarti coretan dan *logos* adalah ilmu. Berdasarkan pengertian tersebut dapat dikatakan bahwa grafologi merupakan sebuah cabang ilmu yang mempelajari sebuah coretan tangan. Tulisan tangan disini bukan selalu huruf saja yang dapat dianalisis, namun sebuah coretan-coretan tangan juga dapat memiliki arti tersendiri. Grafologi juga dikatakan sebagai seni membaca tulisan tangan, karena tulisan setiap orang memiliki ciri-ciri yang khusus. [1]

2.3.1 Manfaat Mempelajari Grafologi

Setelah mengetahui bahwa tulisan tangan yang dihasilkan seseorang sangat unik dan individual, maka kita akan mengetahui manfaat dari mempelajari grafologi antara lain: [1]

1. Mengetahui *lifetrap*

Lifetrap adalah jebakan kehidupan yang terdapat pada seseorang. Dengan menggunakan grafologi *lifetrap* seseorang dapat diketahui.

2. Mengetahui karakter orang lain

Mengetahui dan memahami karakter dari seseorang sangat dibutuhkan karena membantu untuk berinteraksi dengan orang lain. Bagaimana seseorang memberikan respon yang diberikan oleh lawan bicara, jika seseorang salah memberikan respon maka akan mengakibatkan konflik dengan lawan bicara.

3. Membantu kemampuan dalam berkomunikasi

Sebagian orang yang memiliki kekurangan berkomunikasi secara langsung, dengan membuat coretan berupa tulisan sangat membantu mereka untuk melatih kemahiran mereka berkomunikasi.

4. Identifikasi

Dengan berbedanya tulisan tangan setiap orang maka tulisan tangan dapat mengidentifikasi siapa pemilik tulisan tangan sebenarnya. Dengan memerhatikan beberapa aspek dari tulisan tersebut maka dapat diidentifikasi siapa pemilik tulisan tersebut.

5. Sarana intropeksi diri

Setelah mengetahui rahasia dibalik tulisan tangan, seseorang akan menemukan potensi yang sebenarnya dimiliki oleh dirinya. Dapat juga melihat kelemahan-kelemahan yang dimiliki dengan begitu orang tersebut bisa memperbaiki diri dengan mudah.

6. Meningkatkan keahlian

Dengan mengetahui potensi yang terdapat dalam diri seseorang, maka orang tersebut dapat langsung meningkatkan potensi yang terdapat pada dirinya.

7. Mengungkap kasus kejahatan

Banyak kasus-kasus yang dipecahkan dari menganalisis tulisan tangan.

2.3.2 Keterbatasan Grafologi

Sama dengan metode-metode pengukuran karakter, grafologi juga memiliki keterbatasan. Berikut adalah keterbatasan yang dimiliki oleh grafologi: [1]

1. Tidak bisa mengungkap fisik pribadi seseorang
2. Tidak bisa mengungkap usia dari seseorang
3. Tidak dapat mengetahui jenis kelamin seseorang
4. Tidak dapat meramalkan masa depan seseorang

2.3.3 Dasar Penentuan Analisis Tulisan Tangan

Terdapat beberapa dasar yang penentuan analisis tulisan tangan, berikut adalah dasar-dasar dalam penentuan analisis tulisan tangan: [1]

1. Margin tulisan

Margin tulisan dalam ilmu grafologi menunjukan seseorang dan sosialnya.

2. Spasi atau jarak antar huruf

Dalam ilmu tata tulis, spasi merupakan salah satu jenis pemisah kata. Spasi adalah daerah kosong yang memang sengaja diadakan sebagai pemberi spasi dan pemisah, baik pemisah huruf, kata, angka atau tanda baca. Tidak ada angka atau spasi resmi yang dapat dijadikan patokan pasti atau resmi dalam spasi ini. Secara garis besar, spasi merupakan cerminan nyaman atau tidaknya seseorang (penulis) terhadap orang lain. Spasi atau jarak dalam tulisan terdapat tiga bagian, yaitu:

a. Jarak antar kata

Untuk spasi atau jarak antar kata pada tulisan adalah satu huruf. Jika spasi antar kata kurang dari 1 huruf "m" maka spasi tersebut kecil yang berarti orang tersebut memiliki karakter orang yang memiliki sifat sosial yang tinggi. Sedangkan jika spasi antar hurufnya lebih dari satu huruf "m" maka dikatakan lebar yang berarti orang tersebut merupakan orang yang individualis.

b. Jarak antar huruf

Untuk spasi atau jarak huruf pada tulisan biasanya antara 1-2mm. Jadi jika spasi tulisan antar huruf seseorang kurang dari 1mm akan dikatakan kecil yang berarti orang tersebut memiliki karakter orang yang membutuhkan perhatian dan dorongan dari orang lain, sedangkan lebih dari 2 mm akan dikatakan besar yang berarti orang tersebut memiliki karakter penuh akan kehati-hatian terhadap seseorang.

c. Jarak antar baris

Untuk spasi antar baris spasinya hampir sama dengan spasi antar kata dan antar huruf. Untuk spasi baris yang kecil mengindikasikan bahwa orang tersebut merupakan orang yang senang terlibat langsung dengan suatu hal, sedangkan spasi yang lebar mengindikasikan bahwa orang tersebut merupakan orang yang senang bekerja dibalik layar.

3. Garis dasar tulisan

Garis dasar atau *baseline* adalah garis imajiner dari setiap tulisan. Dalam ilmu grofologi, garis dasar diperumpamakan sebagai garis dasar untuk mencapai cita-cita.

4. Ukuran tulisan

Ukuran tulisan lebih menjelaskan mengenai sejauh mana dia memandang dirinya sendiri dan membayangkan bagaimana dia seharusnya dipandang oleh lingkungan sosialnya.

5. Tekanan tulisan

Tekanan tulisan pada seseorang berhubungan dengan emosi seseorang yang menulis.

6. Zona penulisan

7. Kemiringan tulisan

Kemiringan tulisan seseorang berhubungan dengan sifat dan kecenderungan tindakan yang dilakukannya.

8. Jenis penulisan

Jenis penulisan seseorang terdapat dua jenis penulisan yaitu cetak dan bersambung, dan dalam grafologi akan berhubungan dengan interaksi sosial.

9. Kecepatan penulisan

Kecepatan seseorang dalam menulis dapat memberikan gambaran mengenai potensi kecerdasan dan kecepatan berpikir seseorang. Kecepatan penulisan seseorang juga berhubungan erat dengan kecepatan bertindak dan spontanitas seseorang.

10. Bentuk huruf awal dan akhir

Bentuk huruf awal dan akhir tulisan dapat dijadikan gambaran bagi kita untuk melihat karakter dan sifat penulisnya.

2.4 Konversi Jarak

Konversi jarak yang dilakukan dalam hal ini adalah merubah ukuran mm menjadi ukuran pixel, dimana dalam perhitungan 1 mm = 3.779527559. Gambar 2.9 berikut adalah gambar dari beberapa hasil konversi jarak: [8]

twip:	56.692913386
meter [m]:	0.001
centimeter [cm]:	0.1
millimeter [mm]:	1
character (X):	0.472440945
character (Y):	0.236220472
pixel (X):	3.779527559
pixel (Y):	3.779527559
inch [in]:	0.039370079
pica (computer):	0.236220472
pica (printer's):	0.237106302
PostScript point:	2.834645669
point (computer):	2.834645669
point (printer's):	2.845275591
en:	5.690551181

Gambar 2.9 Konversi Jarak

2.5 Alat-alat Pemodelan Sistem

Pemodelan sistem dapat berarti menyusun suatu sistem yang baru untuk menggantikan sistem yang lama secara keseluruhan atau memperbaiki sistem yang sudah ada. Berikut adalah pemodelan yang sering digunakan dalam membangun sebuah sistem:

2.5.1 Flowchart

Flowchart adalah bagan (*chart*) yang menunjukan hasil (*flow*) didalam program atau prosedur sistem secara logika. Bagan alir digunakan terutama untuk alat bantu komunikasi dan untuk dokumentasi.

2.5.2 Diagram Konteks

Diagram konteks adalah diagram yang terdiri dari suatu proses dan menggambarkan ruang lingkup suatu sistem. Diagram konteks merupakan level tertinggi dari *data flow diagram* yang menggambarkan seluruh masuk ke sistem atau keluar dari sistem. Ia akan memberi gambaran tentang keseluruhan sistem. Sistem dibatasi oleh *boundary* (dapat digambarkan dengan garis putus). Dalam diagram konteks hanya ada satu proses dan tidak boleh ada *store* dalam diagram konteks. [9]

2.5.3 Data Flow Diagram (DFD)

Diagram yang menggambarkan proses dari data flow diagram. *Data flow diagram* atau yang sering disebut DFD memberikan pandangan secara menyeluruh

mengenai sistem yang ditangani, menunjukan fungsi-fungsi utama atau proses yang ada, aliran data, *external entity*. DFD adalah diagram yang menguraikan proses apa yang ada dalam diagram konteks. [10]

2.5.4 Kamus Data

Kamus data berfungsi membantu pelaku sistem untuk mengartikan aplikasi secara detail dan mengorganisasi semua elemen data yang digunakan dalam sistem secara persis sehingga pemakai dan penganalisa sistem memounyai dasar pengertian yang sama tentang masukan, keluaran, penyimpanan dan proses. Kamus data sering disebut juga dengan sistem *data dictionary* adalah katalog fakta tentang data dan kebutuhan-kebutuhan informasi dari suatu sistem informasi. Atribut yang berfungsi sebagai *key* juga dibedakan dengan yang bukan *key* dengan menggarisbawahi atribut tersebut. [10]

2.6 Pengujian

Pengujian adalah suatu proses mengevaluasi suatu sistem atau komponen dengan maksud untuk menemukan apakah itu memenuhi persyaratan yang ditentukan atau tidak. Kegiatan ini menghasilkan persyaratan yang sebenarnya, dan perbedaan antara hasil mereka. Dengan kata lain pengujian ialah mengeksekusi sistem untuk mengidentifikasi kesenjangan, kesalahan atau persyaratan yang hilang bertentangan dengan keinginan atau persyaratan yang sebenarnya. Menurut ANSI / IEEE 1059 standar, Pengujian dapat didefinisikan sebagai "Suatu proses menganalisis item perangkat lunak untuk mendeteksi perbedaan antara kondisi yang ada dan diperlukan (yaitu cacat / kesalahan / bug) dan mengevaluasi fitur item perangkat lunak".

2.6.1 Black Box

Pengujian yang mengabaikan mekanisme internal sistem atau komponen dan fokus semata-mata pada output yang dihasilkan yang merespon input yang dipilih dan kondisi eksekusi. Pengujian yang dilakukan untuk mengevaluasi pemenuhan sistem atau komponen dengan kebutuhan fungsional tertentu. [11]

Tujuan *Black Box* adalah menemukan:

1. Fungsi yang tidak benar atau hilang
2. Kesalahan *interface*

3. *Error* pada struktur data atau akses database external
4. *Error* pada kinerja
5. *Error* pada saat inisialisasi dan terminasi
6. Kesensitifan sistem terhadap nilai input tertentu
7. Batasan dari suatu data

2.6.2 Pengujian Akurasi

Akurasi merupakan seberapa dekat suatu angka hasil pengukuran terhadap angka sebenarnya (true value atau reference value). Tingkat akurasi diperoleh dengan perhitungan sesuai dengan persamaan berikut : [12]

$$Akurasi\ Keberhasilan = \frac{\sum Pengujian\ Data\ Benar}{\sum Banyak\ Data\ Uji} \times 100\% \qquad ...(2.9)$$

Persamaan 2.9 Rumus Akurasi

2.7 Matlab

MATLAB (*matrix laboratory*) adalah suatu perangkat lunak yang memampukan pengguna untuk melakukan komputasi matematika, menganalisis data, mengembangkan algoritma, melakukan simulasi dan pemodelan dan menghasilkan tampilan grafik dan antarmuka grafika. [13]