BAB 2
TINJAUAN PUSTAKA

2.1.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. [5]

2.1.1. Sejarah Dan Definisi Grafologi

Ilmu yang mempelajari tulisan tangan disebut grafologi, menurut kamus besar bahasa Indonesia, grafologi adalah ilmu tentang aksara atau sistem tulisan, ilmu surat tangan, ilmu tentang hubungan antara watak dan tulisan tangan (rajah) [5]. Pada tahun 1622, seorang dokter dari Italia bernama dr. Camillo Baldi mengemukakan penemuannya tentang ilmu pengenalan penulisan yang dibuat secara sistematik yang dimuat dalam bukunya. Dalam bukunya, dijelaskan adanya hubungan yang unik antara tulisan tangan seseorang dengan karakter dan kepribadiannya. Dalam buku tersebut belum digunakan istilah grafologi. Kata 'grafologi' pertama kali diungkapkan pada abat ke- 19 oleh Jean Michon dari Prancis. Kata tersebut lahir dari bahasa Yunani '*graphi*' yang berarti menulis dan '*ology*' yang berarti ilmu. Pada tahun 1741 – 1801, seorang pastor asal Swiss bernama J.C Lavanter mencoba membuat sebuah laporan sistematis dan cermat mengenai tulisan tangan. Laporan yang dibuatnya masih berupa perkiraan saja. Pada laporannya dia menjelaskan tentang sifat-sifat umum yang dimiliki manusia

dari tulisan tangan. Pada tahun 1930, grafologi mulai dipelajari di klinik psikologi Harvard oleh salah satu tokoh penting yaitu Gordon Allport. Selanjutnya pada tahun 1955, Klara Roman dan George Staemphil mulai mengembangkan faktor-faktor penting untuk menilai karakter seseorang dari tulisan tangan.

2.1.2. Manfaat Grafologi

Berdasarkan dari sejarahnya, ilmu grafologi digunakan untuk membaca karakter seseorang dari tulisan tangannya. Berikut adalah beberapa contoh dari manfaat grafologi : [5]

1. Mengetahui *lifetrap*.
2. Mengetahui karakter orang lain.
3. Membantu kemampuan kita dalam berkomunikasi.
4. Identifikasi.
5. Sarana intropeksi diri.
6. Meningkatkan keahlian.
7. Mengungkap kasus kejahatan.

2.1.3. Cara Kerja Grafologi

Pikiran manusia secara sadar menentukan apa yang akan ditulis oleh seseorang dan secara tidak sadar menentukan bagaimana seseorang menulisnya. Dalam ilmu grafologi cara bagaimana seseorang menulis menggambarkan karakter seseorang. Dari hasil goresan tangannya tersebut dilihat apakah tulisan yang dibuat seseorang memiliki ciri-ciri yang sudah ditetapkan dalam ilmu grafologi. Dari ciri-ciri yang muncul pada tulisan tangan dapat diketahui karakter seseorang dari kombinasi ciri-ciri yang muncul pada tulisan tangannya.

2.1.4. Dasar Penentuan Analisis Tanda Tangan

Terdapat beberapa fitura dasar yang dapat digunakan untuk menganalisis tanda tangan, berikut adalah dasar-dasar penentuan analisis tanda tangan: [1]

Tabel 2.1 Tabel fitur dari tanda tangan *[1]*

No	Fitur	Ciri	Kepribadian
1	Lengkung	Lengkung mundur	Nyaman akan masalalu.
		Lengkung tajam	Mampu memformasikan pikiran secara tajam.
		Lengkung lembut	Hati-hati, ramah, diplomatis.
2	Coretan akhir	Menaik	Terbuka, pandangan kedepan, keinginan maju, percaya diri.
		Menurun	Kurang semangat, berfikir realistis, kurang percaya diri, mudah putus asa.
3	Cangkang	Lengkung tertutup	Ketakutan berlebih, introvert, tidak memperdulikan sekitar, tidak suka bergaul dan tidak suka bekerja sama.
4	Coretan di tengah	Adanya coretan	Posesif.
5	Garis bawah	Adanya garis bawah	Memiliki ide dan cara berpikir unik, membutuhkan dukungan dalam membuat keputusan, serta memiliki kemampuan dalam memimpin.
6	Margin ekstrim	Cendrung ke kanan	Ceroboh, kurang perhatian
		Cenderung ke kiri	Takut gagal, takut pada orang lain, kurang percaya diri, pesimis.
		Cenderung ke atas	Respek pada diri sendiri, mencerminkan pribadi bahagia.
		Cenderung ke bawah	Depresi, pemalu, merasa asing.
7	Struktur titik	Tanda titik	Pendirian stabil, memiliki rasa curiga, selalu menjaga jarak tidak mudah percaya.

8	Tanda tangan terpisah	Tanda tangan terpisah	Memiliki pengalaman yang kurang menyenangkan di masa lalu.
9	Garis terpisah	Coretan akhir garis terpisah	Membatasi keinginannya, tidak berani mengambil resiko, sering patah semangat dan ragu mengambil keputusan.

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.

2.2.1. Pengertian Citra Digital

Citra dapat didefinisikan sebagai fungsi dua dimensi dari f (*a, b)* dimana *a* dan *b* adalah koordinat bidang dan amplitudo dari f pada pasangan koordinat apapun adalah intensitas atau tingkat keabu-abuan dari citra pada titik tersebut. Jika *a, b* dan nilai intensitas dari f tersebut berhingga, bernilai diskrit, citra tersebut disebut citra digital [6].

2.2.2. **Pengolahan** Citra

Pengolahan gambar atau pengolahan citra yang sering disebut *image processing*, merupakan suatu proses yang mengubah sebuah gambar menjadi gambar lain yang memiliki kualitas lebih baik untuk tujuan tertentu [7]. Pengolahan citra mempunyai dua tujuan utama, yaitu sebagai berikut [8].

1. Memperbaiki kualitas citra, dimana citra yang dihasilkan dapat menampilkan informasi secara jelas. Hal ini berarti manusia sebagai pengolah informasi *(human perception).*
2. Mengekstrasi informasi ciri yang menonjol pada suatu citra, hasilnya adalah informasi citra dimana manusia mendapatkan informasi ciri dari citra secara numerik.

Operasi-operasi pada pengolahan citra diterapkan pada citra bertujuan untuk [3]:

1. *Image enhancement* adalah perbaikan citra yang dilakukan untuk meningkatkan kualitas penampakan citra atau menonjolkan beberapa aspek informasi yang terkandung dalam citra.
2. *Image restoration* adalah menghilangkan atau meminimumkan sebuah cacat yang ada pada sebuah citra.
3. *Image segmentation* adalah operasi citra yang perlu mengkelompokkan, mencocokan atau mengukur sebuah citra.
4. *Image analysis* adalah sebuah ektraksi ciri-ciri tertentu yang dimiliki pada sebuah citra untuk membantu dalam pengidentifikasian objek. Proses segementasi citra kadangkala diperlukan untuk melokalisasi objek yang diinginkan dari sekelilingnya.
5. *Image reconstruction* adalah penggabungan dari beberapa citra dan menghasilkan sebuah citra baru.
6. *Image compression* adalah pemampatan sebuah citra, yaitu pengecilan ukuran citra.
7. *Steganografi* adalah penyembunyian sebuah data rahasia yang disimpan didalam sebuah citra sehingga keberadaan data tersebut tidak diketahui oleh orang lain.

Beberapa jenis operasi dari pengolahan citra adalah sebagai berikut: [9]

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*)
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.

2.2.2.1.Deteksi Tepi (Edge Detection)

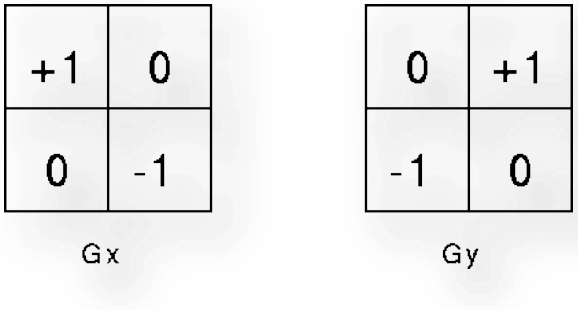
Deteksi tepi pada suatu citra adalah proses yang menghasilkan tepi-tepi dari obyek dalam sebuah citra, tepi-tepi ini akan menandai bagian detil sebuah citra. Suatu titik (x,y) dikatakan sebagai tepi dari sebuah citra bila titik tersebut mempunyai perbedaan yang tinggi dengan titik tetangganya.

Macam-macam metode untuk proses deteksi tepi antara lain: [10]

1. Metode Robert

Metode pendeteksian tepi dengan mencari perbedaan pada arah horizontal dan arah vertikal, dengan ditambahkan proses konversi biner setelah dilakukan perbedaan. Agar mendapatkan tepi-tepi yang lebih baik, maka konversi biner dilakukan dengan meratakan distribusi warna hitam dan putih atau dengan kata lain objek gambar yang akan digunakan untuk metode ini sebaiknya adalah gambar hitam putih. Kelebihan menggunakan metode ini adalah operator yang digunakan mudah sehingga mempercepat dan memudahkan proses menghitung pengukuran gradien dua dimensi spasial pada gambar.

Pada gambar 2.1 digambarkan bahwa operator robert terdiri dari sepasang kernel 2 x 2 konvolusi. Satu kernel yang lain hanya diputar oleh 90°.



Gambar 2.1 Metode Robert

Kernel ini dirancang untuk merespon secara maksimal untuk tepi berjalan pada 45° ke jaringan pixel, satu kernel untuk masing-masing dua orientasi tegas lurus. Kernel dapat diterapkan secara terpisah dengan citra masukan untuk menghasilkan pengukuran yang terpisah dari komponen gradien disetiap orientasi (Gx dan Gy). Besarnya gradien diberikan oleh:

$$|\boldsymbol{G}| = \sqrt{\boldsymbol{Gx^2 + Gy^2}} \qquad \textbf{2.1}$$

Walaupun biasanya, sebuah besaran perkiraan dihitung dengan menggunakan persamaan dibawah yang lebih cepat untuk menghitung:

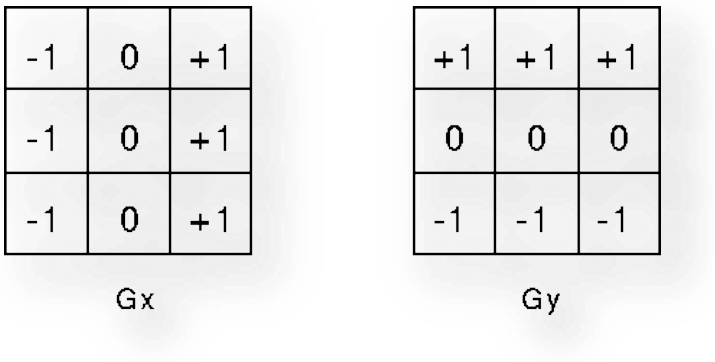
$$|\boldsymbol{G}| = |\boldsymbol{Gx}| + |\boldsymbol{Gy}| \qquad \textbf{2.2}$$

Sudut orientasi tepi menimbulkan gradien spasial (relatif terhadap orientasi grid pixel) diberikan oleh:

$$\boldsymbol{\theta = arctan\left(\frac{Gx}{Gy}\right) - \frac{3\pi}{4}} \qquad \textbf{2.3}$$

2. Metode Prewitt

Metode ini adalah pengembangan metode robert dengan menggunakan filter HPF yang diberi satu angka nol penyangga. Metode ini mengambil prinsip dari fungsi laplacian yang dikenal sebagai fungsi untuk membangkitkan HPF. Sehingga tepi-tepi yang dihasilkan lebih banyak dari metode robert. Pada gambar 2.2 digambarkan matriks konvolusi dari metode prewitt.



Gambar 2.2 Metode Prewitt

Filter HPF menciptakan sebuah gambar dimana tepi (perubahan tajam nilai tingkat keabuan) yang akan ditampilkan. Hanya filter dengan ukuran 3 x 3 yang dapat digunakan dengan filter ini. Filter ini menggunakan dua *template* 3 x 3 untuk menghitung nilai prewitt gradien seperti yang ditunjukkan dibawah ini:

Template:

$$\begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \textit{sebagai } x \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix} \textit{sebagai } y \qquad \textbf{2.4}$$

Dimana a1 ... a9 adalah tingkat keabuan dari setiap pixel di jendela filter.

$$x = -1 * a1 + 1 * a3 - 1 * a4 + 1 * a6 - 1 * a7 + 1 * a9$$

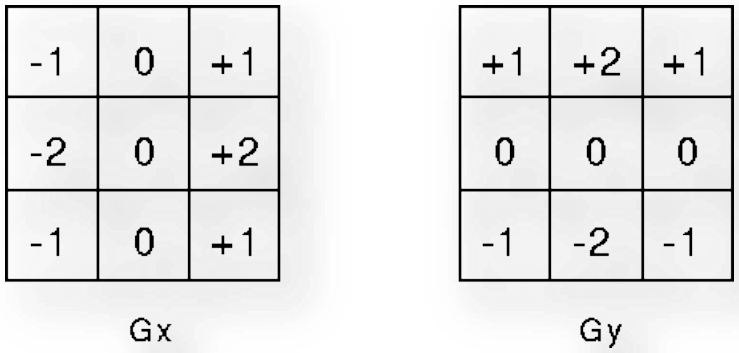
$$y = 1 * a1 + 1 * a2 + 1 * a3 - 1 * a7 - 1 * a8 + 1 * a9 \qquad \textit{2.5}$$

Prewitt Gradient

$$G = \sqrt{Gx^2 + Gy^2} \qquad \textit{2.6}$$

3. Metode Sobel

Metode ini juga merupakan pengembangan metode robert. Kelebihan dari metode sobel ini adalah kemampuan untuk menggurangi *noise* sebelum melakukan perhitungan deteksi tepi sehingga tepi-tepi yang dihasilkan lebih banyak dibanding dua metode sebelumnya. Pada gambar 2.3 digabarkan bahwa operator sobel terdiri dari kernel 3 x 3 konvolusi.



Gambar 2.3 Metode Sobel

Kernel ini dirancang untuk merespon secara maksimal untuk tepi berjalan secara vertikal dan horizontal relatif terhadap grid pixel, satu kernel untuk masing-masing dua orientasi tegak lurus. Kernel dapat diterapkan secara terpisah dengan citra masukan, untuk menghasilkan pengukuran terpisah dari komponen gradien disetiap orientasi (Gx dan Gy). Kemudian dapat digabungkan bersama-sama untuk mencari besarnya nilai mutlak gradien pada setiap titik dan orientasi gradien itu. Besarnya gradien diberikan oleh:

$$|\boldsymbol{G}| = \sqrt{\boldsymbol{Gx^2 + Gy^2}} \qquad \textbf{2.7}$$

Walaupun biasanya, sebuah besaran perkiraan dihitung dengan menggunakan persamaan dibawah yang lebih cepat untuk menghitung:

$$|\boldsymbol{G}| = |\boldsymbol{Gx}| + |\boldsymbol{Gy}| \qquad \textbf{2.8}$$

Sudut orientasi tepi menimbulkan gradien spasial (relatif terhadap orientasi grid pixel) diberikan oleh:

$$\boldsymbol{\theta = arctan\left(\frac{Gx}{Gy}\right)} \qquad \textbf{2.9}$$

4. Metode Canny

Metode canny merupakan pengembangan dari metode sobel. Perbedaan metode sobel dengan metode canny terletak pada penambahan algoritma pada metode canny. Pada metode canny mempertahankan semua maxima lokal dalam gambar gradien dengan cara : [11]

a. Putar arah gradien θ ke arah 45’ terdekat, kemudian hubungkan dengan 8 titik tetangga yang terhubung dengannya.

b. Bandingkan nilai piksel tepian saat ini dengan piksel tepian dalam arah positif dan negatif gradien. Jika arah gradien adalah utara ($\theta = 90^\circ$), bandingkan dengan piksel ke utara dan selatan.
c. Jika nilai piksel tepian saat ini adalah yang terbesar, maka simpan nilai tepian tersebut, namun jika bukan, hapus nilai tersebut.

2.2.2.2.Pengolahan Warna

Dalam gambar berwana RGB, pengolahan citra sulit dilakukan. Untuk itulah perlu dibedakan intensitas dari masing-masing warna. Hal yang perlu dilakukan dalam proses ini adalah bagaimana melakukan pembacaan nilai-nilai R, G, dan B pada suatu *pixel*, menampilkan dan menafsirkan hasil perhitungan sehingga mempunyai arti sesuai yang diinginkan. Salah satu cara yang mudah untuk menghitung nilai warna dan menafsirkan hasilnya dalam model warna RGB adalah dengan melakukan normalisasi terhadap ketiga komponen warna tersebut. Cara melakukan normalisasi adalah sebagai berikut : [10]

$$r = R/(R+G+B)$$
$$g = G/(R+G+B)$$
$$b = B/(R+G+B) \qquad \textbf{2.10}$$

Nilai warna hasil normalisasi kemudian ditafsirkan dengan melihat besarannya. Jadi dominasi warna dapat dilihat dari besaran nilai tiap indeks. Semua nilai R, G, dan B diasumsikan dalam *range* [0,1]. Citra yang direpresentasikan dalam model warna RGB terdiri dari tiga komponen citra, masing-masing untuk setiap warna primer (*Red, Green, and Blue*).

2.3. Kecerdasan Buatan

Kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*) adalah bagian dari ilmu komputer yang mempelajari bagaimana membuat mesin (komputer) dapat melakukan pekerjaan seperti dan sebaik yang dilakukan oleh manusia bahkan bisa lebih baik dari yang dilakukan manusia [12].

Menurut beberapa ahli definisi dari kecerdasan buatan sebagai berikut:

1. Menurut Alan Turing, 1950

"Jika komputer tidak dapat dibedakan dengan manusia saat berbicara melalui terminal komputer, maka bisa dikatakan komputer itu cerdas, mempunyai kecerdasan."

2. Menurut John McCarthy, 1956

   "Untuk mengetahui dan memodelkan proses-proses berpikir manusia dan mendesain mesin agar dapat menirukan perilaku manusia"

3. Menurut Herbert Alexander Simon, 2001

   "Kecerdasan buatan merupakan kawasan penelitian, aplikasi dan instruksi yang terkait dengan pemrograman komputer untuk melakukan sesuatu hal yang dalam pandangan manusia adalah cerdas"

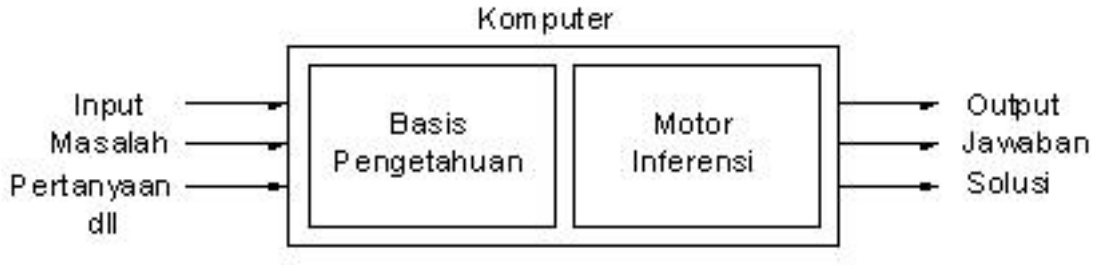
4. Menurut Rich dan Knight, 1991

   "Kecerdasan buatan merupakan sebuah studi tentang bagaimana membuat komputer melakukan hal-hal yang pada saat ini dapat dilakukan lebih baik oleh manusia."

   Jadi dapat disimpulkan

Kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*) berasal dari bahasa inggris yang terdiri dari dua kata. Yang pertama *intelligence* yang berarti cerdas, sedangkan *artificial* berarti buatan. Cerdas adalah memiliki pengetahuan dan pengalaman, penalaran yaitu bagaimana membuat keputusan dan mengambil tindakan, serta moral baik. Cerdas yang dimaksud ini merajuk kepada mesin yang bisa berpikir, menimbang tindakan serta mengambil sebuah keputusan seperti yang dilakukan oleh manusia. Pada gambar 2.4 digambarkan bagaimana membuat mesin memiliki kecerdasan, maka terdapat dua bagian utama yang dibutuhkan dalam penerapannya yaitu: [12]

a. Basis pengetahuan (*knowledge base*): berisi fakta-fakta, teori, pemikiran dan hubungan antara satu dengan yang lainnya.
b. Motor inferensi (*inference engine*): kemampuan untuk menarik kesimpulan berdasarkan pengetahuan yang diberikan.



Gambar 2.4 Penerapan Kecerdasan Buatan *[12]*

2.3.1. Kajian Kecerdasan Buatan

Kecerdasan buatan dikelompokkan berdasarkan dari keluaran yang dihasilkan. Secara garis besar terdapat beberapa kajian yang termasuk kedalam kecerdasan buatan, adalah sebagai berikut [12]:

1. Sistem Pakar (*Expert System*)

   Sistem pakar (*expert system*) adalah sistem yang berusaha mengadopsi pengetahuan manusia ke komputer, agar komputer dapat menyelesaikan masalah yang biasa/ dilakukan oleh para ahli. Sistem pakar yang baik dirancang agar dapat menyelesaikan masalah tertentu dengan meniru kerja para ahli bidang tertentu.

   Dalam penerapannya sistem pakar memiliki banyak kelebihan dan kekurangan, berikut kelebihan dari sistem pakar:

   a. Memungkinkan orang awan untuk bisa mengerjakan pekerjaan para ahli
   b. Bisa melakukan proses berulang-ulang secara otomatis
   c. Menyimpan pengetahuan dan keahlian para pakar
   d. Mampu mengambil dan melestarikan keahlian para pakar (terutama yang termasuk keahlian langka)
   e. Mampu beroperasi dalam lingkungan yang berbahaya
   f. Memiliki kemampuan untuk bekerja dengan informasi yang tidak lengkap dan mengandung ketidakpastian. Pengguna bisa merespon dengan jawaban ‘tidak tahu’ atau ‘tidak yakin’ pada satu atau lebih pertanyaan selama konsultasi dan sistem pakar tetap akan memberikan jawaban.
   g. Tidak memerlukan biaya saat tidak digunakan, sedangkan pada pakar manusia memerlukan biaya sehari-hari

h. Dapat digandakan atau diperbanyak sesuai dengan kebutuhan dengan waktu yang minimal dan sedikit biaya
i. Dapat memecahkan masalah lebih cepat daripada kemampuan manusia dengan catatan menggunakan data yang sama
j. Menghemat waktu dalam pengambilan keputusan
k. Meningkatkan kualitas dan produktivitas karena dapat memberi nasehat yang konsisten dan mengurangi kesalahan
l. Meningkatkan kapabilitas sistem terkomputerisasi yang lain. Integrasi sistem pakar dengan sistem komputer lain membuat lebih efektif, dan bia mencakup lebih banyak aplikasi.
m. Mampu menyediakan pelatihan. Pengguna pemula yang bekerja dengan sistem pakar akan menjadi lebih berpengalaman. Fasilitas penjelas dapat berfungsi sebagai guru.

Sedangkan kelemahan dalam penerapan sistem pakar sebagai berikut:

a. Biaya yang diperlukan untuk membuat, memelihara dan mengembangkannya sangat mahal
b. Sulit dikembangkan, hal ini erat kaitannya dengan ketersediaan pakar dibidangnya dan kepakaran sangat sulit diekstrak dari manusia karena sangat sulit bagi seorang pakar untuk menjelaskan langkah mereka dalam menangani sebuah masalah.
c. Sistem pakar tidak semuanya benar karena ahli yang terlibat dalam pembuatan tidak selalu benar. Oleh karena itu perlu diuji ulang secara teliti sebelum digunakan.
d. Pendekatan oleh setiap pakar untuk suatu masalah bisa berbeda-beda meskipun memiliki hasil yang benar
e. Pemindahan pengetahuan dapat bersifat subjektif dan bias
f. Kurangnya rasa percaya pengguna dapat menghalangi pemakaian sistem pakar

2. Jaringan Saraf Tiruan (*Artificial Neural Network*)

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.

2.3.2. Penerapan Kecerdasan Buatan

Kecerdasan buatan banyak diterapkan dalam kehidupan sehari-hari yang dapat memudahkan seseorang, berikut adalah beberapa contoh penerapan kecerdasan buatan [13]:

1. Pengenalan Suara

   Kecerdasan buatan ini dapat mengenali suara dari manusia dengan cara mencocokkan suara pengguna dengan data sampel yang digunakan.
2. Visualisasi Komputer

   Kecerdasan buatan ini bisa memungkinkan sebuah sistem komputer bisa mengenali gambar sebagai data masukan.
3. Sistem Pakar

   Kecerdasan buatan ini memungkinkan sebuah sistem dapat memiliki cara berpikir dan penalaran seperti seorang ahli dalam mengambil sebuah keputusan untuk memecahkan masalah yang ada pada saat itu.
4. Permainan

   Kecerdasan buatan ini memungkinkan sebuah sistem komputer untuk memiliki cara berpikir dengan manusia dalam bermain. Seperti dalam sebuah permainan catur bahwa komputer bisa menjalankan pion-pion yang tersedia sama halnya dengan manusia bermain catur.

2.4. Jaringan Syaraf Tiruan (JST)

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 diimplementasikan dengan menggunakan program komputer yang mampu menyelesaikan sejumlah proses perhitungan selama proses pembelajaran. Jaringan Syaraf Tiruan (JST) adalah sistem pemrosesan informasi yang memiliki karakteristik unjuk kerja tertentu yang menyerupai jaringan syaraf biologis [14].

JST telah dikembangkan sebagai generalisasi model matematika dari aspek kognitif manusia atau syaraf biologi, yaitu didasarkan pada asumsi-asumsi bahwa:

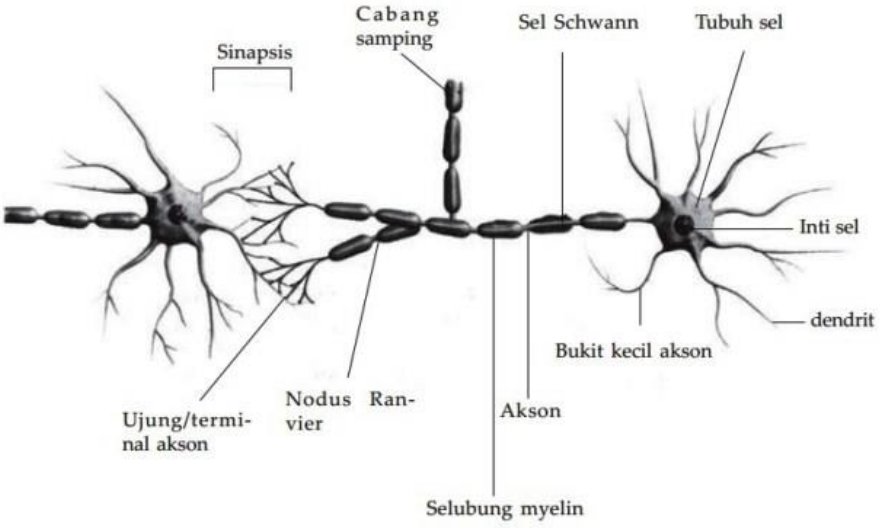
a. pemrosesan informasi terjadi pada elemen-elemen yang disebut *neuron*;
b. sinyal-sinyal merambat di antara neuron melalui interkoneksi;
c. setiap interkoneksi memiliki bobot yang bersesuaian pada kebanyakan jaringan syaraf berfungsi untuk mengalikan sinyal yang dikirim;
d. setiap *neuron* menerapkan fungsi aktivasi pada masukan jaringan untuk menentukan sinyal keluaran.

2.4.1. Jaringan Saraf Biologi dan Tiruan

Jaringan saraf biologi merupakan jaringan saraf yang terdapat pada manusia, sedangkan jaringan saraf tiruan merupakan jaringan saraf buatan yang terdapat dan digunakan pada komputer.

2.4.1.1.Jaringan Saraf Biologi

Otak manusia berisi sekitar 10 miliyar sel syaraf (neurons) yang berfungsi untuk memproses informasi yang masuk. Rata-rata, setiap neuron dihubungkan dengan neuron lain sampai sekitar 10000 synapses. Jaringan otak pada neuron membentuk suatu sistem pengolahan informasi, hal tersebut sama dengan komputer konvensional dimana sebuah prosesor menjalankan sebuah instruksi tunggal. [15]. Penjelesan tersebut digambarkan pada gambar 2.6.



Gambar 2.5 Jaringan Saraf Biologi *[15]*

Beberapa bagian yang terdapat pada saraf biologi manusia:

a. Neuron memiliki satu inti sel yang berfungsi untuk memproses informasi yang masuk ke dalam otak
b. Dendrit berfungsi memproses informasi yang masuk
c. Axon berfungsi sebagai keluaran (*output*)
d. Sinapsis adalah bagian untuk penerima sinyal

2.4.1.2.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:

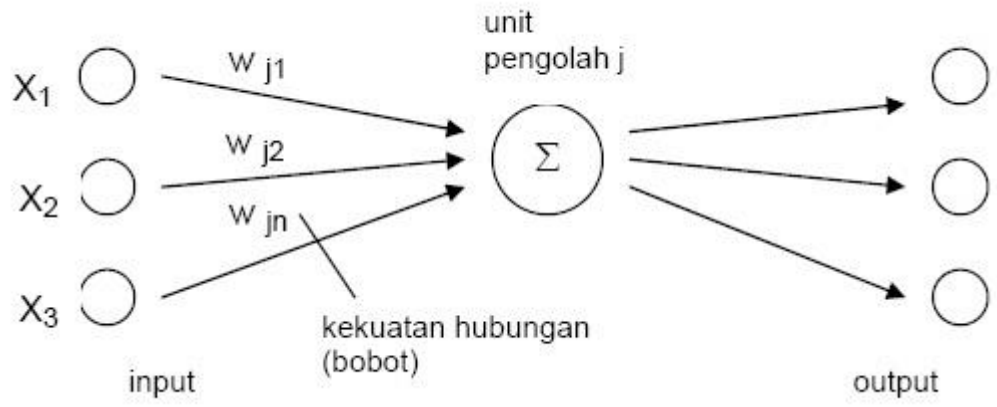
1. Pemrosesan informasi terjadi pada elemen sederhana yang disebut neuron
2. Sinyal mengalir diantara sel saraf/neuron melalui suatu sambungan penghubung
3. Setiap sambungan penghubung memiliki bobot yang bersesuaian. Bobot ini akan digunakan untuk menggandakan sinyal yang akan dikirim melaluinya
4.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

Pada tabel 2.2 dijelaskan analogi jaringan saraf tiruan dan jaringan saraf biologi:

Tabel 2.2 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 2.7 adalah model arsitektur dari jaringan saraf tiruan:



Gambar 2.6 Model Arsitektur Jaringan Saraf Tiruan *[13]*

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

2.4.2. Arsitektur JST

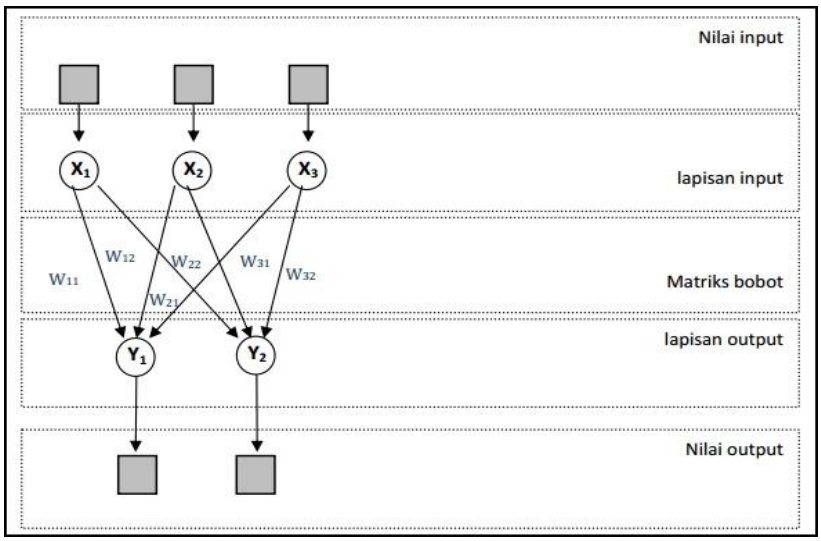
Pada jaringan saraf tiruan, neuron-neuron akan dikumpulkan dalam sebuh lapisan yang disebut dengan lapisan neuron (*neuron layers*). Neuron-neuron pada satu lapisan akan dihubungkan dengan lapisan-lapisan lainnya. Informasi yang didapatkan pada sebuah neuron akan disampaikan ke semua lapisan-lapisan 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: [12]

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. Penjelesan tersebut digambarkan pada gambar 2.8.

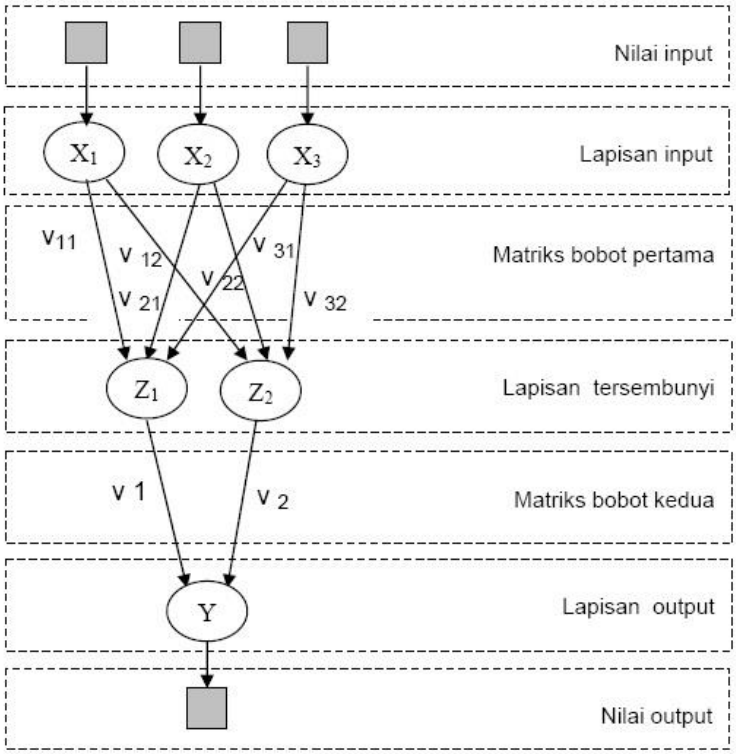


Gambar 2.7 Single Layer Net *[12]*

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

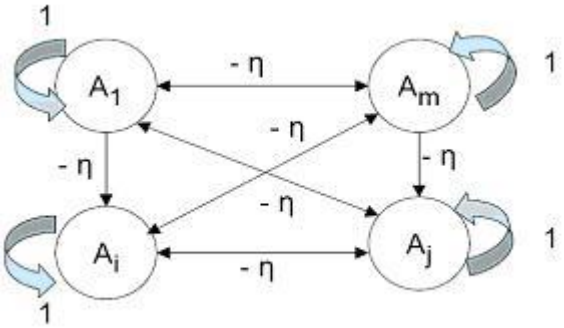
sukses dalam menyelesaikan masalah. Penjelesan tersebut digambarkan pada gambar 2.9.



Gambar 2.8 Multi Layer Net *[12]*

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

   Pada jaringan ini neuron-neuron saling bersaing untuk mendapatkan hak menjadi neuron yang aktif. Penjelesan tersebut digambarkan pada gambar 2.10.



Gambar 2.9 Competitive Layer Net *[12]*

2.4.3. 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 output ke semua neuron yang berhubungan dengannya sampai informasi tersebut sampai ke tujuannya yaitu terjadinya suatu reaksi. Jika rangsangan yang diterima terlalu halus, maka output 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 input 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 input telah berhubungan dengan output yang diharapkan. [12]

Terdapat beberapa metode pembelajaran dalam jaringan saraf tiruan. Berikut adalah metode pembelajaran jaringan saraf tiruan: [12]

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 output. Pada metode ini, tidak dapat ditentukan hasil yang seperti apakah yang diharapkan dalam proses pembelajaran. Selama proses pembelajaran, nilai bobot disusun

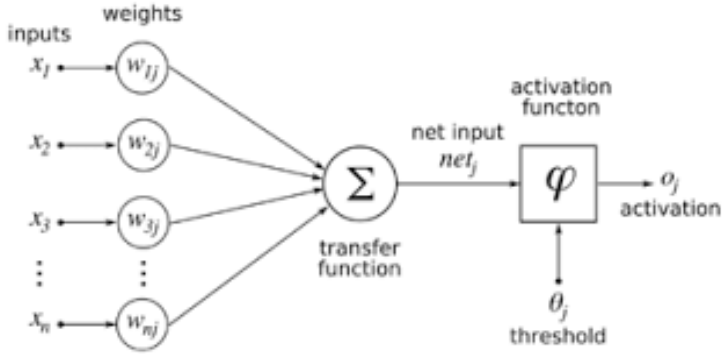
dalam suatu range tertentu tergantung pada nilai input yang diberikan. Tujuannya untuk mengelompokkan unit-unit yang hampir sama ke dalam suatu area tertentu. Pembelajaran ini biasanya sangat cocok untuk pengelompokkan (klasifikasi) pola.

2.4.4. 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. Metode-metode yang termasuk dalam pembelajaran terawasi antara lain: [12]

1. Hebb Rule

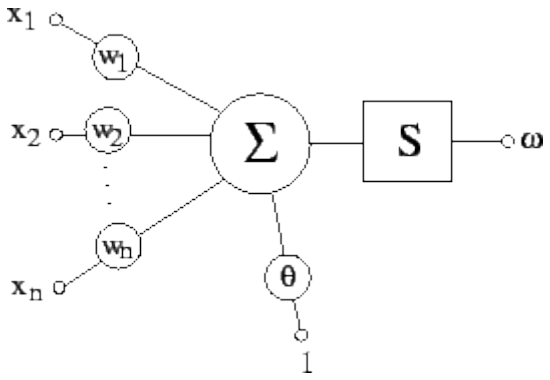
Hebb rule adalah metode pembelajaran yang paling sederhana. Pada metode ini pembelajaran dilakukan dengan cara memperbaiki nilai-nilai bobot yang digunakan. Jika ada dua buah neuron yang saling terhebung dan keduanya dalam keadaan hidup pada saat bersamaan maka bobot keduanya dinaikkan. Penjelesan tersebut digambarkan pada gambar 2.11.



Gambar 2.10 Metode Hebb Rule

2. Perceptron

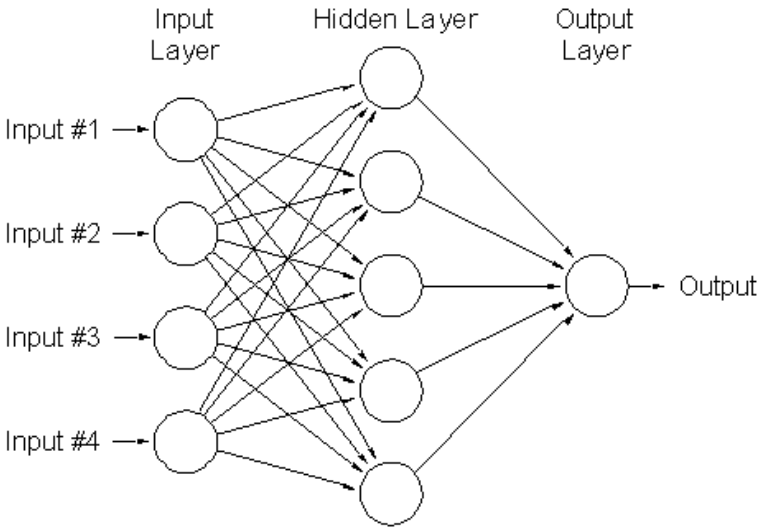
Metode pembelajaran ini biasanya digunakan untuk mengklasifikasikan suatu tipe pola tertentu yang sering dikenal dengan pemisah secara linear. Pada dasarnya, perceptron pada jaringan saraf dengan satu lapisan memiliki bobot yang bisa diatur dengan suatu nilai ambang (*threshold*). Penjelesan tersebut digambarkan pada gambar 2.12.



Gambar 2.11 Metode Perceptron

3. Backpropagation

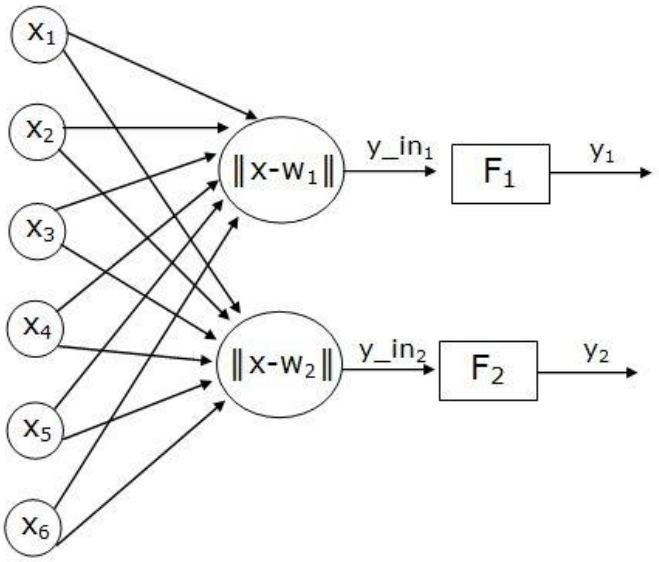
Metode pembelajaran ini merupakan termasuk arsitektur jaringan saraf tiruan *multilayer feedforward networks*. Secara umum, jaringan ini terdiri dari sejumlah unit neuron sebagai lapisan masukan, satu atau lebih lapisan simpul-simpul neuron lapisan tersembunyi dan sebuah lapisan simpul-simpul neuron 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. Penjelesan tersebut digambarkan pada gambar 2.13.



Gambar 2.12 Metode Backpropagation

4. Learning Vector Quantization

Metode pembelajaran ini merupakan termasuk jaringan saraf bertipe arsitektur jaringan lapis-tunggal umpan-maju (*single layer feedforward*) yang terdiri atas unit masukan dan unit keluaran. Suatu lapisan kompetitif akan secara otomatis belajar untuk mengklasifikasikan vektor-vektor masukan. Kelas-kelas yang didapatkan sebagai hasil dari lapisan kompetitif hanya tergantung pada jarak antara vektor-vektor masukannya. Jika terdapat dua vektor masukan mendekati sama, maka lapisan kompetitif akan meletakkan kedua vektor masukan ke dalam kelas yang sama. Penjelasan tersebut digambarkan pada gambar 2.14.



Gambar 2.13 Metode Learning Vector Quantization

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

Langkah 1 : Inisialisasikan vektor referensi dan *learning rate* (α)

Langkah 2 : Selama kondisi berhenti bernilai salah kerjakan langkah 2 dan 3. (Kondisi berhenti jika perulangan mencapai maksimal perulangan dan perubahan rasio lebih kecil dari minimal eror)

Langkah 3 : Untuk masing-masing pelatihan vektor masukan, kerjakan:

a. Temukan J sehingga ||x – Wj|| bernilai minimum

$$Cj = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} (xi - Wij)^2} \quad \textbf{2.11}$$

b. Perbaiki Wj dengan:

i. Jika T=Cj, maka:

$$Wj(baru) = Wj(lama) + \alpha\,[x - Wj(lama)] \quad \textbf{2.12}$$

ii. Jika T≠Cj, maka:

$$Wj(baru) = Wj(lama) - \alpha\,[x - Wj(lama)] \quad \textbf{2.13}$$

Langkah 4 : kurangi *learning rate*

$$\alpha = \alpha * pengurangan\ rasio \quad \textbf{2.14}$$

Langkah 5 : Tes kondisi berhenti

Keterangan rumus:

Tabel 2.3 Keterangan Rumus Learning Vector Quantization

T	Target
J	Jumlah selisih data dan bobot
C	Kelas selisih bobot terkecil
W	Bobot
α	Rasio pembelajaran (*Learning rate*)
x	Data

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. Entity Relationship Diagram (ERD)

Model Entity-Relationship yang berisi komponen-komponen himpunan entitas dan himpunan relasi yang masing-masing dilengkapi dengan atribut-atribut yang merepresentasikan seluruh fakta dari dunia nyata yang ditinjau, dapat digambarkan dengan lebih sistematis.

Notasi-notasi simbolik di dalam ERD yang dapat digunakan adalah : [16]

1. Persegi panjang, menyatakan Himpunan Entitas.
2. Lingkaran/Elips, menyatakan Atribut (Atribut yang berfungsi sebagai key digaris bawahi)
3. Belah ketupat, menyatakan himpunan relasi.
4. Garis, sebagai pengubung antara himpunan relasi dengan himpunan entitas dan himpunan entitas dengan atributnya.
5. Kardinalitasi Relasi dapat dinyatakan dengan banyaknya garis cabang atau dengan pemakaian angka (1 dan 1 untuk relasi satu-ke-satu, dan N untuk relasi satu-ke-banyak atau N dan N relasi banyak-ke-banyak).

2.5.2. Flowmap

Flowmap atau diagram alir dokumen adalah bagan yang menunjukkan arus pekerjaan secara keseluruhan dari sistem. Bagian ini menjelaskan urutan-urutan dari prosedur-prosedur yang ada dalam sistem, bagan alir sistem menunjukkan apa yang dikerjakan sistem. [16]

2.5.3. 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. [16]

2.5.4. 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. [17]

2.5.5. 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. [17]

2.6. Pengujian

2.6.1. BlackBox

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. [18]

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 *Confusion matriks*

Confusion matriks adalah sebuah matriks yang memberikan gambaran mengenai tingkat kesalahan atau *eror rate* dan kualitas prediksi sebuah model. Ukuran dimensi *confusion matriks* adalah L x L yang dimana L merupakan jumlah nilai yang ingin dibandingkan [19]. Pengujian ini digunakan untuk mengetahui hasil pengenalan pola tanda tangan yang sudah ditentukan oleh grafolog (asli) dengan hasil pengenalan pola tanda tangan yang dilakukan oleh LVQ (sistem).

		Pengenalan pola tanda tangan (Sistem)	
		Benar	Salah
Pengenalan pola tanda tangan (Asli)	Benar	a	b
	Salah	c	d

Setiap kolom dari *confusion matrix* mewakili contoh di kelas yang dilakukan oleh sistem, sedangkan setiap baris mewakili contoh di kelas yang sudah ditentukan hasilnya (asli). Setelah dietahui nilai a, b, c dan d maka selanjutnya akan dilakukan penghitungan nilai akurasinya. Rumus untuk mencari akurasinya adalah sebagai berikut :

$$Akurasi = \frac{a + d}{a + b + c + d} \qquad \textbf{2.15}$$