

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1. TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian-penelitian yang mengangkat bidang pengenalan pola, huruf ataupun pengenalan aksara telah banyak dilakukan dan begitu juga objek dan pemanfaatannya. Selain itu metode dan sistem yang dipakai juga beraneka ragam. Berikut ini dipaparkan berbagai macam penelitian yang mengangkat objek penelitian berupa pengenalan pola huruf, karakter ataupun penulisan berbagai macam aksara. Wirayuda, *et al* (2009) telah melakukan penelitian tentang pengenalan *pengenalan Huruf Bali Menggunakan Metode Modified Direction Feature (MDF) dan Learning Vector Quantization (LVQ)*; kemudian Aminulloh, *et al* (2008) juga melakukan penelitian dengan objek penelitian tentang pengenalan tulisan tangan dari layar sentuh sebuah *gadget* dengan menerapkan algoritma pencarian string Knuth-Morris-Pratt; Winardi *et al* (2010) juga telah melakukan penelitian dengan objek penelitian tentang *pre processing* pengenalan tulisan tangan Hanacaraka; Munggaran *et al* (2009) telah melakukan penelitian tentang segmentasi berdasarkan karakteristik perubahan koordinat Y dari setiap pembentukan huruf pada pengenalan tulisan secara *online* untuk akuisisi karakter dengan tepat; Ismail *et al* (2010) telah mengangkat penelitian identifikasi tanda tangan menggunakan metode ekstraksi ciri *fourier descriptor* dan *chain codes* dan metode untuk klasifikasinya menggunakan jaringan saraf multilayer *feed forward*; Razak *et al* (2008) melakukan kajian beberapa metode segmentasi pada

pengenalan tulisan; Park *et al* (2008) dan Salameh dan Otair (2008) menggunakan *backpropagation* untuk membangun aplikasi OCR (*Optical Character Recognition*), kemudian Otair dan Salameh (2008) telah mengembangkan penelitian dengan menggunakan faktor momentum pada *backpropagation* untuk mengenali tulisan tangan dengan menghasilkan proses pengenalan yang lebih cepat dibandingkan *backpropagation* tanpa momentum.

Dalam hal klasifikasi, pengenalan tulisan tangan tidak hanya menggunakan satu metode yaitu menggunakan jaringan saraf tiruan, namun ada pula yang telah menggunakan metode lain yaitu inferensi *fuzzy first-order* Takagi-Sugeno (Almaksour dan Anquetil, 2010), kemudian kombinasi JST dan algoritma genetika (Mathur *et al*, 2008) yang menghasilkan akurasi efisiensi 71%.

Selain objek penelitian di atas, penelitian pengenalan tulisan tangan juga telah dilakukan pada variasi tulisan di beberapa belahan dunia, misalnya pengenalan tulisan Devnagari (Atul dan Mishra, 2007; Shrivastava dan Gharde, 2010); pengenalan tulisan tangan Tamil yang dilakukan oleh Kannan dan Prabhakar (2008) menggunakan Octal Graph dan Shanthy dan Duraiswamy (2007) yang membandingkan kinerja pengenalan tulisan Tamil dengan ukuran citra yang berbeda; pengenalan tulisan tangan Bengali (Sarowar *et al*, 2009); pengenalan tulisan tangan Sinhala (Kodituwakku dan Nilanthi, 2010); pengenalan tulisan tangan Bangla (Naser *et al*, 2009); pengenalan tulisan China (Su *et al*, 2008) yang menggunakan metode HMM (Hidden Markov Model); pengenalan tulisan Arab seperti yang dilakukan Al-Alaoui *et al* (2009) serta Al-Jawfi *et al* (2009).

Namun dari sekian banyak penelitian tersebut, masih sangat sedikit yang mengangkat konten lokal tulisan-tulisan daerah, misalnya pengenalan huruf Bali (Wirayuda *et al*, 2009) yang menggunakan metode MDF dan LVQ; penelitian tentang pengenalan alphabet Batak Toba yang dilakukan oleh Panggabean dan Rønningen (2009) tetapi menggunakan metode *simplified chain code*; pengenalan tulisan Hanacaraka (Winardi *et al*, 2010) yang melakukan pengembangan metode pada tahap *pre-processing*; pengenalan tulisan tangan aksara Sunda (Mubarak dkk, 2010) yang menggunakan metode Kohonen Neural Network.

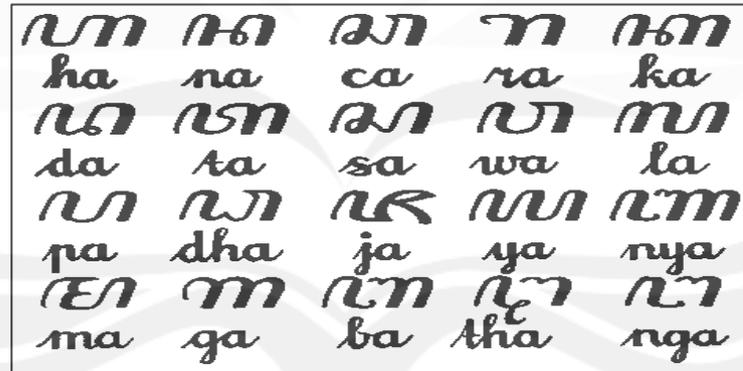
II.2. LANDASAN TEORI

II.2.1. Aksara Hanacaraka

Sejarah Aksara Jawa Legenda Hanacaraka Aksara Jawa Hanacaraka itu berasal dari aksara Brahmi yang asalnya dari Hindhustan. Di negeri Hindhustan tersebut terdapat bermacam-macam aksara, salah satunya yaitu aksara Pallawa yang berasal dari Indhia bagian selatan. Dinamakan aksara Pallawa karena berasal dari salah satu kerajaan yang ada di sana yaitu Kerajaan Pallawa. Aksara Pallawa itu digunakan sekitar pada abad ke-4 Masehi. Di Nusantara terdapat bukti sejarah berupa prasasti Yupa di Kutai, Kalimantan Timur, ditulis dengan menggunakan aksara Pallawa. Aksara Pallawa ini menjadi ibu dari semua aksara yang ada di Nusantara, antara lain: Aksara Hanacaraka , Aksara Rencong (Aksara Kaganga), Surat Batak, Aksara Makassar dan Aksara Baybayin (aksara di Filipina). Menurut Profesor J.G. de Casparis dari Belanda, seorang pakar paleografi atau ahli ilmu sejarah aksara, mengutarakan bahwa aksara hanacaraka itu dibagi menjadi lima

masa utama yaitu: Aksara Pallawa dimana jenis aksara ini mulai digunakan sekitar abad ke 4 dan abad ke 5 masehi. Aksara Kawi Wiwitan digunakan antara tahun 750 M sampai 925 M. Aksara Kawi Pungkasan. Aksara Kawi Pungkasan ini kira-kira mulai tahun 925 M sampai 1250 M. Aksara Majapahit. Dalam sejarah Nusantara pada masa antara tahun 1250-1450 M, ditandai dengan dominasi Kerajaan Majapahit di Jawa Timur. Aksara Pasca Majapahit. Menurut sejarah kira-kira mulai tahun 1479 sampai akhir abad 16 atau awal abad 17 M, merupakan masa kelam sejarah aksara Jawa. Karena setelah itu sampai awal abad ke-17 M, hampir tidak ditemukan bukti penulisan penggunaan aksara Jawa, tiba-tiba bentuk aksara Jawa menjadi bentuk yang modern. Walaupun demikian, juga ditemukan prasasti yang dianggap menjadi “missing link” antara aksara Hanacaraka dari jaman Jawa kuna dan aksara Budha yang sampai sekarang masih digunakan di Tanah Jawa, terutama di sekitar Gunung Merapi dan Gunung Merbabu sampai abad ke-18. Munculnya Aksara Hanacaraka Baru Setelah jaman Majapahit berakhir dan disusul dengan jaman Islam dan kolonialisme Barat di Tanah Jawa. Pada jaman ini muncul naskah-naskah manuskrip yang pertama yang sudah menggunakan aksara Hanacaraka baru. Naskah-naskah ini tidak hanya ditulis di daun palem (rontal atau nipah) lagi, namun juga di kertas dan berwujud buku atau codex (“kondheks”). Aksara Jawa Bentuk dari aksara Hanacaraka baru ini sudah berbeda dengan aksara sebelumnya seperti aksara Majapahit. Perbedaan utama itu dinamakan serif tambahan di aksara Hanacaraka batu. Pada saat ini bahasa merupakan cermin dari kehidupan manusia. Di Indonesia ada banyak bahasa ibu dan yang berada di urutan paling atas adalah Bahasa Jawa yang pada saat

mempunyai penutur sampai 75.200.00 penutur. Dengan data ini, maka melestarikan bahasa Jawa mempunyai pengharapan bahwa bisa ikut memperbaiki moral dan tata krama masyarakat di Indonesia khususnya generasi muda. Oleh sebab itu pemerintah melalui Undang Nomor 22 Tahun 1999 yang isinya mengenai Otonomi Daerah yang kemudian dijabarkan dalam peraturan pemerintah nomor 25 tahun 2000 yang isinya bab pengembangan bahasa dan budaya daerah yang membahas pengembangan bahasa dan budaya daerah yang dimasukkan dalam sistem pembelajaran sekarang menjadi wewenang pemerintah propinsi sangat sesuai dengan hal tersebut (Purwadi, *et al*, 2006, Riyadi S). Gambar 1 merupakan huruf-huruf Hanacaraka lengkap yang masih belum diberi pasangan.



Gambar 2.1. Huruf Hanacaraka

II.2.2. Pengenalan Pola

Secara umum pengenalan pola (*pattern recognition*) adalah suatu ilmu untuk mengklasifikasikan atau menggambarkan sesuatu berdasarkan pengukuran kuantitatif fitur (ciri) atau sifat utama dari suatu obyek (Putra Darma, 2010). Pola sendiri adalah suatu entitas yang terdefinisi dan dapat diidentifikasi serta

diberi nama. Sementara beberapa penulis (Liu *et al*, 2006; Fatta, 2009) mengutip definisi pengenalan pola dari beberapa peneliti sebelumnya seperti berikut :

“Penentuan suatu objek fisik atau kejadian ke dalam salah satu atau beberapa kategori” (Duda dan Hart, 1973).

“Suatu persoalan dalam memperhitungkan fungsi densitas dalam sebuah ruang dimensi tinggi dan membagi ruang tersebut ke dalam wilayah-wilayah kategori atau kelas-kelas tertentu” (Fukunaga).

“Ilmu pengetahuan yang menitik-beratkan pada deskripsi dan klasifikasi (pengenalan) dari suatu pengukuran” (Schalkoff, 1992).

Dari beberapa definisi tersebut, secara garis besar dapat dirangkum bahwa pengenalan pola merupakan cabang kecerdasan buatan yang menitikberatkan pada metode pengklasifikasian objek ke dalam kelas-kelas tertentu untuk menyelesaikan masalah tertentu, dengan memetakan (menggambarkan sesuatu berdasarkan pengukuran kuantitatif) suatu fitur, yang merupakan ciri utama suatu objek (yang dinyatakan dalam sekumpulan bilangan-bilangan) ke suatu kelas yang sesuai. Proses pemetaan ini menyangkut inferensi, baik secara eksplisit secara statistik (misalnya dalam aturan Bayesian) maupun tak eksplisit dengan suatu jaringan keputusan (misalnya jaringan syaraf tiruan atau logika samar) (Fatta, 2009).

Sedangkan pola adalah suatu entitas yang terdefinisi (mungkin secara samar) dan dapat diidentifikasi serta diberi nama. Pola bisa merupakan kumpulan hasil pengukuran atau pemantauan dan bisa dinyatakan dalam notasi vektor dan

matriks. Contoh : sidik jari, raut wajah, gelombang suara, tulisan tangan dan lain sebagainya (Putra, 2010; Murni, 1992). Dalam pengenalan pola data yang akan dikenali biasanya dalam bentuk citra atau gambar, akan tetapi ada pula yang berupa suara.

II.2.2.1. Tahap-tahap dan Komponen Sistem Pengenalan Pola

Putra Darma (2010) menjelaskan bahwa pada umumnya pengenalan pola terdiri beberapa dari tahap seperti berikut :

1. *Data acquisition* / pemerolehan data

Pada pengenalan pola yang menggunakan data citra, biasanya data diperoleh dari sensor (misalnya sensor pada kamera) yang dipakai untuk menangkap objek dari dunia nyata dan selanjutnya diubah menjadi sinyal digital (sinyal yang terdiri dari sekumpulan bilangan) melalui proses digitalisasi.

2. *Data preprocessing* / pemrosesan awal data

Pada tahap ini sinyal informasi dari citra ditonjolkan dan sinyal pengganggu (derau) dan kompleksitas ciri diminimalisasi.

3. *Feature extraction* / ekstraksi ciri

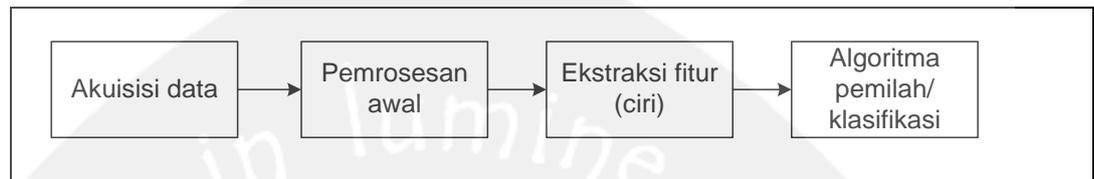
Pada bagian ini terjadi ekstraksi ciri untuk mendapatkan karakteristik pembeda yang mewakili sifat utama dengan memisahkannya dari fitur yang tidak diperlukan untuk proses klasifikasi.

4. *Data recognition (classification)* / pengenalan data (klasifikasi)

Tahapan ini berfungsi untuk mengelompokkan fitur ke dalam kelas yang sesuai dengan menggunakan algoritma klasifikasi tertentu. Hasil dari

tahapan ini adalah klasifikasi dari objek yang ditangkap ke dalam kriteria-kriteria yang telah ditentukan.

Gambar 2.2 menggambarkan tahap-tahap untuk pengenalan pola



Gambar 2.2. Tahapan pengenalan pola

II.2.2.2. Pemanfaatan pengenalan pola

Aplikasi pengenalan pola memainkan peran penting dalam berbagai bidang rekayasa, seperti pada contoh-contoh berikut (Liu *et al*, 2006; Murni, 1992).

1. Pengenalan suara - beberapa sistem rahasia menggunakan pengenalan suara sebagai kunci atau password bagi pengguna sistemnya.
2. Identifikasi sidik jari - sistem pengenalan sidik jari telah dipakai secara luas sebagai pengganti *password* atau pin untuk mengakses sistem komputer tertentu atau dipakai di bidang kepegawaian sebagai pengganti presensi manual.
3. Identifikasi wajah - badan penegak hukum sedang mengembangkan sistem untuk mengidentifikasi para buronan dengan melakukan scanning pada sejumlah besar data wajah para pelaku yang sudah masuk dalam basis data berdasarkan foto pelaku kejahatan tersebut. Identifikasi wajah juga digunakan sebagai pengganti *password* atau pin.

4. Pengenalan tulisan tangan atau karakter - *Optical Character Recognition* (OCR) digunakan untuk mengenali bentuk karakter secara terbatas, sehingga pemindahan isi suatu dokumen ke dalam disk komputer untuk diolah lebih lanjut dapat dilakukan secara otomatis tanpa proses pengetikan kembali dokumen tersebut. Pemanfaatannya misalnya untuk aplikasi perbankan menggunakan pengenalan tulisan untuk membuktikan pelaku transaksi adalah orang yang benar-benar berhak. Selain itu dimanfaatkan untuk penyortiran surat secara otomatis. Form atau surat dipindai sehingga menghasilkan gambar digital yang diubah menjadi karakter-karakter yang akan disimpan ke dalam basis data.
5. Pengenalan citra medis - dirancang untuk membantu para dokter untuk diagnosis, contohnya citra X-ray, klasifikasi sel darah putih.
6. Bioinformatika - analisis dan mengenali struktur rangkaian DNA.
7. Di bidang militer - pengenalan objek musuh yang akan dibidik secara otomatis.
8. Geografi - analisis gempa, klasifikasi bebatuan, topografi permukaan bumi, peramalan cuaca dan bencana angin rebut (badai).
9. Pertanian - misalnya untuk mengetahui ragam vegetasi, jenis dan kondisi tanah.
10. Perikanan – untuk mengenali dan mengetahui bagian perairan manakah yang terdapat banyak ikan sehingga dapat membantu kemudahan nelayan dalam menangkap ikan.

II.3. Pengenalan Tulisan Tangan

Menurut pendapat Wu dan Yu, (2008), pengenalan tulisan tangan adalah proses perubahan suatu bahasa yang dihadirkan dalam bentuk ruang melalui tulisan menjadi representasi simbolik. Terdapat dua metode utama yang dapat digunakan untuk pengenalan tulisan (yang biasa disebut *recognition system*), yaitu pengenalan tulisan secara *offline* dan *online*. Pada sistem pengenalan tulisan *online*, input tulisan bersifat *temporer* diperoleh secara langsung dari alat input digital, kemudian diproses menjadi sebuah sinyal sebagai suatu fungsi waktu. Ketika pengguna menulis pada sebuah alat input misalnya berupa *graphic tablet* dan pen elektronik, sinyal dilacak kedalam fungsi waktu : $x(t)$ dan $y(t)$. Contoh sistem pengenalan tulisan tangan *online* adalah pengenalan tulisan tangan pada PDA. Sedangkan pada sistem pengenalan tulisan secara *offline*, input tulisan diperoleh dari teks tulisan yang di-*scan* terlebih dahulu atau dari (Abu-Ain *et al*, 2011; Al-Alaoui *et al*, 2009; Leila dan Mohammed, 2007). Sebagai contoh pengenalan tulisan tangan *offline* adalah pembacaan alamat pada kartu pos atau surat, data-data yang ditulis pada form tertentu yang kemudian dibaca oleh OCR dan lainnya.

Tahapan umum yang dilakukan pada sistem pengenalan tulisan tangan terdiri dari *pre-processing*, segmentasi, ekstraksi ciri, klasifikasi dan *post-processing*. (Cheriet *et al*, 2007). *Preprocessing* merupakan proses untuk mengurangi *noise* pada citra huruf dan menormalisasikan ukuran dan bentuk huruf agar memperoleh akurasi yang tinggi. Ekstraksi ciri biasanya diikuti oleh prosedur reduksi dimensi citra untuk mengurangi kerumitan komputasi pada tahap

klasifikasi dan memungkinkan untuk meningkatkan akurasi. Output dari klasifikasi adalah sebuah kelas karakter yang unik atau sebuah daftar urut dari kelas-kelas dengan nilai kepercayaan masing-masing (Cheriet *et al*, 2007).

II.4. Jaringan Saraf Tiruan

Jaringan saraf tiruan (JST) adalah sebuah sistem pengolahan informasi yang karakteristik kerjanya menyerupai jaringan saraf biologis. Jaringan saraf tiruan telah banyak dikembangkan sebagai generalisasi model matematika dari pengertian manusia atau saraf biologi, berdasarkan pada asumsi-asumsi bahwa :

- a. Pemrosesan informasi terjadi pada banyak elemen-elemen sederhana yang disebut saraf (*neuron*).
- b. Sinyal-sinyal disampaikan antar saraf atas/pada jalur-jalur hubungan (*connection link*).
- c. Setiap jalur hubungan mempunyai sebuah bobot hubungan (*associated weight*), yang mana di dalam jaringan saraf yang khas, ini menggandakan sinyal transmisi/pengiriman.
- d. Setiap saraf menggunakan fungsi aktivasi (*activation function*), biasanya nonlinier, untuk jaringan inputnya (penjumlahan dari bobot sinyal input) untuk menentukan sinyal outputnya.

Jaringan Syaraf Tiruan dicirikan oleh tiga hal :

- a. Pola hubungan antar sarafnya (disebut arsitektur)
- b. Metode penentuan bobot pada hubungan-hubungannya (disebut pembelajaran, pengetahuan atau algoritma)

c. Fungsi aktivasinya.

Sebuah jaringan saraf terdiri atas sejumlah besar elemen pemrosesan sederhana yang disebut saraf (*neuron*), unit (*units*), sel (*cells*), atau titik (*nodes*). Setiap saraf menerima sinyal dari lingkungannya atau jaringan saraf lainnya, dan mengirimkan sinyal tersebut ke saraf lain yang berhubungan, dengan memakai jalur komunikasi langsung, masing-masing disebut dengan bobot hubungan (Engelbrecht, 2007; Santoso, 2000). Bobot menunjukkan informasi yang telah digunakan oleh jaringan untuk memecahkan masalah. Jaringan saraf dapat diaplikasikan untuk jenis-jenis masalah yang luas, seperti penyimpanan dan pembentukan data atau pola, melakukan pemetaan umum dari pola input ke pola output, pengelompokan pola-pola yang sama atau menemukan solusi untuk masalah optimasi yang memiliki kendala atau batasan.

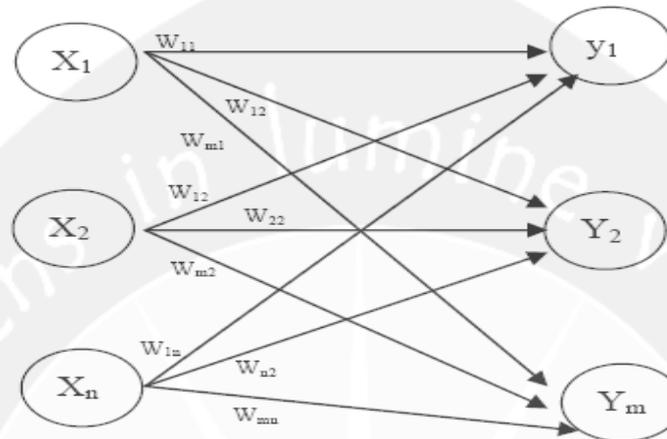
II.4.1. Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan.

Jaringan saraf tiruan (JST) memiliki beberapa arsitektur jaringan yang sering digunakan dalam berbagai aplikasi. Arsitektur JST tersebut antara lain (Kusumadewi, 2003)

a. Jaringan lapisan tunggal (*Single Layer Network*)

Jaringan dengan lapisan tunggal hanya memiliki satu lapisan dengan bobot-bobot terhubung. Jaringan ini hanya menerima input kemudian secara langsung akan mengolahnya menjadi output tanpa harus melewati lapisan tersembunyi. Dengan kata lain, ciri-ciri jaringan saraf tiruan *single layer*, hanya terdiri dari satu lapisan input dan satu lapisan output, tanpa lapisan tersembunyi.

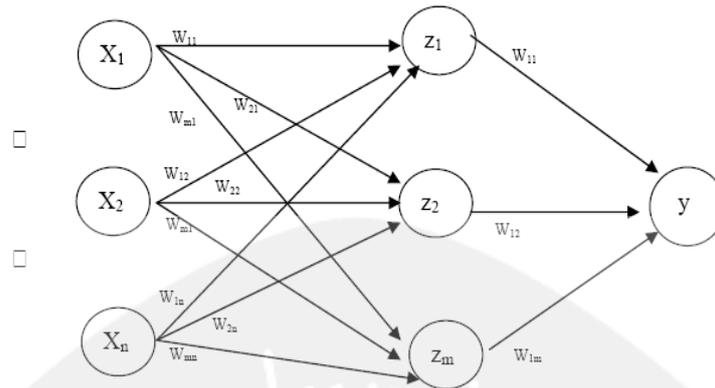
Arsitektur jaringan saraf tiruan lapisan tunggal dapat dilihat pada gambar 2.3 berikut ini.



Gambar 2.3. Jaringan Syaraf Single Layer

b. Jaringan lapisan jamak (*Multi Layer Network*)

Jaringan dengan banyak lapisan memiliki satu atau lebih lapisan yang terletak diantara lapisan input dan lapisan output (memiliki satu atau lebih lapisan tersembunyi). Jaringan dengan banyak lapisan ini dapat menyelesaikan permasalahan yang lebih kompleks dibandingkan dengan lapisan tunggal. Namun proses pelatihan sering membutuhkan waktu yang cenderung lama. Arsitektur jaringan saraf tiruan lapisan jamak (*multi layer network*) dapat dilihat pada gambar 2.5. berikut ini.



Gambar 2.4. Jaringan Syaraf Multilayer

c. Jaringan lapisan kompetitif (*Competitive Layer Network*)

Model jaringan ini mirip dengan jaringan layar tunggal ataupun jamak. Hanya saja, ada lapisan output yang memberikan sinyal pada lapisan masukan (sering disebut *feedback loop*). Dengan kata lain sinyal mengalir dua arah, yaitu maju dan mundur.

II.5 Backpropagation

Menurut Putra Darma (2010), algoritma pelatihan untuk *back-propagation* adalah sebagai berikut :

Langkah 0 : inialisasi bobot (harga acak kecil)

Langkah 1 : selama kondisi berhenti salah, kerjakan langkah 2-9

Langkah 2 : untuk setiap pasangan, lakukan langkah 3-8

Feedforward :

Langkah 3 : setiap unit input (X_i , $i = 1, \dots, n$), menerima sinyal masukan x_i , dan mengirimkan ke semua unit lapisan tersembunyi.

Langkah 4 : setiap lapisan tersembunyi ($Z_j, j = 1, \dots, p$), jumlahkan sinyal input bobotnya :

$$z_in_j = v_{0j} + \sum_{i=1}^n x_i v_{ij} \quad (1)$$

Gunakan fungsi aktivasi untuk menghitung sinyal keluaran :

$$z_j = f(z_in_j) \quad (2)$$

Dan kirim sinyal ini ke semua unit keluaran.

Langkah 5 : setiap unit output ($Y_k, k = 1, \dots, m$), jumlahkan sinyal input bobotnya,

$$y_in_k = w_{0k} + \sum_{j=1}^p z_j w_{jk} \quad (3)$$

dan gunakan fungsi aktivasinya untuk menghitung sinyal keluaran

$$y_k = f(y_in_k) \quad (4)$$

Kesalahan backpropagation :

Langkah 6 : setiap unit keluaran ($Y_k, k = 1, \dots, m$), menerima pola target yang berhubungan dengan pola pelatihan input, hitung informasi kesalahannya,

$$\delta_k = (t_k - y_k) f'(y_in_k) \quad (5)$$

menghitung koreksi bobot

$$\Delta w_{jk} = \alpha \delta_k z_j \quad (6)$$

menghitung koreksi bias

$$\Delta w_{0k} = \alpha \delta_k \quad (7)$$

mengirim harga δ_k ke unit-unit lapisan bawah.

Langkah 7 : setiap unit tersembunyi ($Z_j, j=1, \dots, p$) jumlahkan input

delta

$$\delta_{in_j} = \sum_{k=1}^m \delta_k w_{jk} \quad (8)$$

kalikan dengan turunan fungsi aktivasi untuk menghitung informasi error

$$\delta_j = \delta_{in_j} f'(z_{in_j}), \quad (9)$$

menghitung koreksi bobot :

$$\Delta v_{ij} = \alpha \delta_j x_i \quad (10)$$

dan menghitung koreksi bias

$$\Delta v_{oj} = \alpha \delta_j \quad (11)$$

Perbarui bobot dan bias :

Langkah 8 : setiap unit keluaran ($Y_k, k=1, \dots, m$) memperbarui bias

dan bobot ($j=0, \dots, p$) :

$$w_{jk}(\text{baru}) = w_{jk}(\text{lama}) + \Delta w_{jk} \quad (12)$$

Setiap unit tersembunyi ($Z_j, j=1, \dots, p$) memperbarui bias dan bobot ($i=0, \dots, n$)

$$v_{ij}(\text{baru}) = v_{ij}(\text{lama}) + \Delta v_{ij} \quad (13)$$

Langkah 9 : Pengujian kondisi berhenti.

II.6. Wavelet

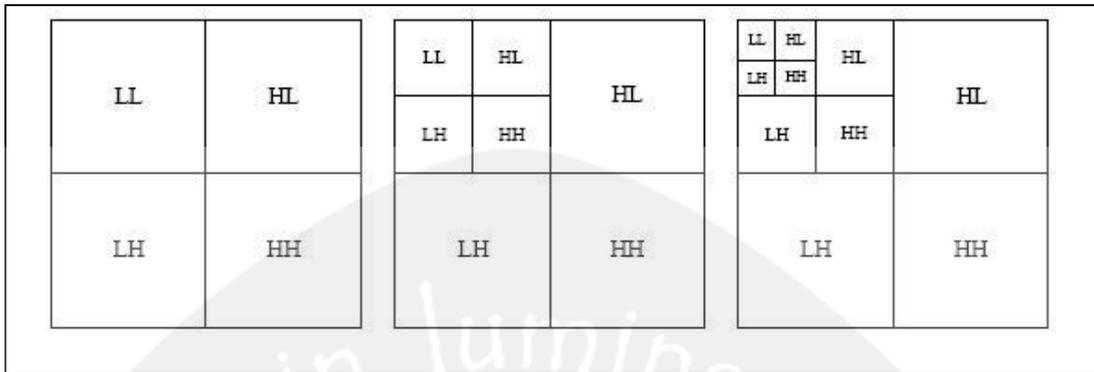
Dalam proses ekstraksi ciri dilakukan transformasi citra untuk mendapatkan informasi yang lebih jelas yang terkandung dalam citra tersebut.

Transformasi atau alih ragam citra pada bagian ini adalah perubahan ruang

(domain) citra ke domain lainnya. Melalui proses transformasi, citra dapat dinyatakan sebagai kombinasi linier dari sinyal dasar (*basic signals*) yang sering disebut dengan fungsi basis (*basis function*). Pada penelitian ini menggunakan transformasi *Wavelet*.

Wavelet dapat diartikan sebagai *small wave* atau gelombang singkat. Transformasi *Wavelet* akan mengkonversi suatu sinyal ke dalam sederetan *Wavelet*. Gelombang singkat tersebut merupakan fungsi yang terletak pada waktu berbeda. Transformasi *Wavelet* mampu memberikan informasi frekuensi yang muncul dan memberikan informasi tentang skala atau durasi atau waktu. *Wavelet* dapat digunakan untuk menganalisa suatu bentuk gelombang (sinyal) sebagai kombinasi dari waktu (skala) dan frekuensi.

Proses transformasi pada *Wavelet* dapat dicontohkan sebagai berikut. Citra yang semula ditransformasi dibagi (didekomposisi) menjadi empat sub-citra baru untuk menggantikannya. Setiap sub-citra berukuran $\frac{1}{4}$ kali dari citra asli. Tiga sub-citra pada posisi kanan atas, kanan bawah dan kiri bawah akan tampak seperti versi kasar dari citra asli karena berisi komponen frekuensi tinggi dari citra asli. Sedangkan untuk sub-citra pada posisi kiri atas tampak seperti citra asli dan lebih halus, karena berisi komponen frekuensi rendah dari citra asli. Sub-citra pada bagian kiri atas (frekuensi rendah) tersebut dibagi lagi menjadi empat sub-citra baru. Proses diulang sesuai dengan level transformasi yang diinginkan. Gambar 4 menunjukkan dekomposisi citra.



Gambar 2.6. Dekomposisi Citra

II.6.1. Wavelet Haar

Wavelet Haar diperkenalkan oleh Alfred Haar pada tahun 1909 dan menjadi sumber ide bagi munculnya keluarga *Wavelet* lain, seperti *Daubechies* dan lainnya. Pada *Wavelet* Haar 1 dimensi, fungsi basis untuk ruang V_j disebut dengan fungsi penyekalaan. Basis sederhana pada V_j diberikan sebagai fungsi penyekalaan dan translasi sebagai berikut:

$$\varphi_i^j(x) = \varphi(2^j x - i) \quad i = 0, 1, 2, \dots, 2^j - 1 \quad (14)$$

dengan

$$\varphi(x) = \begin{cases} 1 & \text{untuk } 0 \leq x < 1 \\ 0 & \text{untuk lainnya} \end{cases}$$

$\varphi(x)$ sering disebut dengan fungsi penyekalan (*scaling function*).

Fungsi *Wavelet* yang sesuai dengan fungsi penyekalaan diatas disebut dengan *Wavelet Haar*, yang diberikan dengan persamaan:

$$\psi_i^j(x) = \psi(2^j x - i) \quad i = 0, 1, \dots, 2^j - 1 \quad (15)$$

dengan

$$\Psi(x) = \begin{cases} 1 & \text{untuk } 0 \leq x < \frac{1}{2} \\ -1 & \text{untuk } \frac{1}{2} \leq x < 1 \\ 0 & \text{untuk lainnya} \end{cases}$$

dan $\Psi(x)$ sering disebut dengan fungsi *Wavelet* (*Wavelet function* atau *mother Wavelet*).

Pada citra 2 dimensi, terdapat dua cara untuk mentransformasi atau mendekomposisi nilai-nilai pikselnya, yaitu dekomposisi standar dan tak standar. Keduanya diperoleh berdasarkan transformasi *Wavelet* 1 dimensi.

Dekomposisi standar menggunakan transformasi *Wavelet* 1 dimensi pada tiap baris citra dan kemudian pada tiap kolom. Dekomposisi tak standar diperoleh dengan mengkombinasikan pasangan transformasi baris dan transformasi kolom secara bergantian. Pada langkah pertama diterapkan transformasi *Wavelet* 1 dimensi pada baris, kemudian diterapkan alihragam *Wavelet* 1 dimensi pada kolom, proses tersebut diulang sesuai dengan level yang diinginkan.

II.7. Multimedia.

Menurut Suyanto., 2006 panduan untuk mengetahui multimedia harus dimulai dengan definisi atau pengertian multimedia. Dalam industri elektronika, multimedia adalah kombinasi dari komputer dan video (Rosch, 1996) atau multimedia secara umum merupakan kombinasi tiga elemen yaitu, suara, gambar dan teks (Mc Cormick, 1996) atau multimedia adalah kombinasi dari paling sedikit dua media input atau output dari data, media ini dapat berupa audio (suara,musik), animasi, video, teks, grafik dan gambar (Turban *et al*, 2002) atau multimedia merupakan alat yang menciptakan presentasi yang dinamis dan

interaktif yang mengkombinasikan teks, grafik, animasi, audio dan gambar video (Robin dan Linda, 2001).

Definisi lain dari multimedia yaitu dengan menempatkannya dalam konteks, seperti yang dilakukan oleh Hofsteter (2001), multimedia adalah pemanfaatan komputer untuk membuat dan menggabungkan teks, grafik, audio, video dan animasi dengan menggabungkan *link* dan *tool* yang memungkinkan pemakai melakukan navigasi, berinteraksi, berkreasi dan berkomunikasi. Dalam definisi ini terkandung empat komponen penting multimedia. Pertama, harus ada komputer yang mengkoordinasi apa yang dilihat dan didengar yang berinteraksi dengan kita. Kedua, harus ada *link* yang menghubungkan pemakai dengan informasi. Ketiga, harus ada alat navigasi yang memandu pemakai, menjelajah jaringan informasi yang saling terhubung. Keempat, multimedia menyediakan tempat kepada pemakai untuk mengumpulkan, memproses dan mengkomunikasikan informasi dan ide pemakai itu sendiri. Jika salah satu komponen tidak ada, maka bukan multimedia dalam arti luas namanya. Misalnya jika tidak ada komputer untuk berinteraksi maka itu namanya media campuran, bukan multimedia. Jika tidak ada link yang menghadirkan sebuah struktur dan dimensi, maka namanya rak buku, bukan multimedia. Kalau tidak ada navigasi yang memungkinkan pemakai memilih jalannya suatu tindakan maka itu namanya film, bukan multimedia. Demikian juga jika pemakai tidak mempunyai ruang untuk berkreasi dan menyumbangkan ide sendiri, maka namanya televisi, bukan multimedia. Dari definisi diatas, maka multimedia ada yang *online* (internet) dan multimedia yang *offline* (tradisional).

II.7.1. Elemen Multimedia

a. Teks.

Bentuk data multimedia yang paling mudah disimpan dan dikendalikan adalah teks. Teks merupakan yang paling dekat dengan manusia dan yang paling banyak dilihat. Teks dapat membentuk kata, surat atau narasi dalam multimedia yang menyajikan bahasa sehari-hari. Kebutuhan teks tergantung pada kegunaan aplikasi multimedia. Secara umum ada empat macam teks yaitu teks cetak, teks hasil scan, teks elektronik dan hypertexts.

b. Grafik.

Alasan untuk menggunakan gambar dalam presentasi atau publikasi multimedia adalah karena lebih menarik perhatian dan dapat mengurangi kebosanan dibandingkan dengan teks. Gambar dapat meringkas dan menyajikan data kompleks dengan cara yang baru dan lebih berguna. Sering dikatakan bahwa sebuah gambar mampu menyajikan seribu kata. Tapi ini berlaku hanya ketika kita biasa menampilkan gambar yang diinginkan saat kita memerlukannya. Multimedia membantu kita melakukan hal ini, yakni ketika gambar grafis menjadi objek suatu link. Grafis sering kali muncul sebagai backdrop (latar belakang) suatu teks untuk menghadirkan kerangka yang mempermanis teks. Secara umum ada lima macam gambar atau grafik yaitu gambar vektor (vector image), gambar bitmap (bitmap image), *clip art*, *digitized picture* dan *hyperpicture*.

c. Bunyi atau Sound.

Bunyi atau sound dalam komputer multimedia, khususnya pada aplikasi bidang bisnis dan game sangat bermanfaat. Komputer multimedia tanpa bunyi hanya disebut *unimedia*, bukan multimedia. Bunyi atau sound dapat ditambahkan dalam produksi multimedia melalui suara, musik dan efek-efek suara. Seperti halnya pada grafik, sound disamping juga diciptakan sendiri tetapi juga bias dibeli. Beberapa jenis objek bunyi yang biasa digunakan dalam produksi multimedia yakni format *waveform audio*, *compact disk audio*, *MIDI sound track* dan mp3.

d. Video.

Video adalah rekaman gambar hidup atau gambar bergerak yang saling berurutan. Terdapat dua macam video yaitu video analog dan video digital. Video analog dibentuk dari deretan sinyal elektrik (gelombang analog) yang direkam oleh kamera dan dipancarluaskan melalui gelombang udara. Sedangkan video digital dibentuk dari sederetan sinyal digital yang berbentuk yang menggambarkan titik sebagai rangkaian nilai minimum atau maksimum, nilai minimum berarti 0 dan nilai maksimum berarti 1. Terdapat tiga komponen utama yang membentuk video digital yaitu *frame rate*, *frame size* dan *data type*. *Frame rate* menggambarkan berapa kali bingkai gambar muncul setiap detiknya, sementara *frame size* merupakan ukuran fisik sebenarnya dari setiap bingkai gambar dan *data type* menentukan seberapa banyak perbedaan warna yang dapat muncul pada saat bersamaan.

e. Animasi.

Dalam multimedia, animasi merupakan penggunaan komputer untuk menciptakan gerak pada layar. Ada sembilan macam animasi yaitu animasi *sel*, animasi *frame*, animasi *sprite*, animasi lintasan, animasi *spline*, animasi *vector*, animasi karakter, animasi *computational* dan *morphing*.

II.8. Pengertian C#.net

C# (dibaca: C sharp) merupakan sebuah bahasa pemrograman yang berorientasi objek yang dikembangkan oleh Microsoft sebagai bagian dari inisiatif kerangka .NET Framework. Bahasa pemrograman ini dibuat berbasiskan bahasa C++ yang telah dipengaruhi oleh aspek-aspek ataupun fitur bahasa yang terdapat pada bahasa-bahasa pemrograman lainnya seperti Java, Delphi, Visual Basic, dan lain-lain) dengan beberapa penyederhanaan. Menurut standar ECMA-334 C#Language Specification, nama C# terdiri atas sebuah huruf Latin C (U+0043) yang diikuti oleh tanda pagar yang menandakan angka # (U+0023). Tanda pagar # yang digunakan memang bukan tanda kres dalam seni musik (U+266F), dan tanda pagar # (U+0023) tersebut digunakan karena karakter kres dalam seni musik tidak terdapat di dalam keyboard standar (Stoecker, *et al*, 2006).

II.9. Adobe Audition

Adobe Audition merupakan suatu program yang digunakan untuk merekam, mengedit suara dalam bentuk digital yang berbasis Windows. Program ini dilengkapi dengan modul-modul efek suara, seperti *Delay*, *Echo*, *Pereduksi Noise/Hiss*, *Reverb*, *Pengatur Tempo*, *Pitch*, *Graphic* dan *Parametric Equalizer*.

Adobe Audition memberikan fasilitas perekaman suara sampai dengan 128 track hanya dengan satu sound card, hal ini akan memberikan kemudahan bagi seorang

sound editor untuk berekspresi lebih jauh. Edit suara bisa dilakukan dalam bentuk .wav dan penyimpanan bisa *diconvert* dalam bentuk format seperti .wma, .mp3, mp3pro, dan lain-lain. Dalam aransemen sebuah musik bisa dilakukan dengan menambahkan beberapa alat musik dan dikoneksikan dengan *line in* atau *microphone* dari *soundcard* (Wahana, 2007).

II.10. Macromedia Flash.

Macromedia Flash merupakan sebuah aplikasi dalam hal grafis. dengan menggunakan perangkat lunak kita dapat membangun dan membuat berbagai macam-macam hubungan dengan grafis, seperti presentasi, multimedia, CD interaktif, animasi (animasi pada halaman web, film kartun, iklan, dll) slide show foto, dan masih banyak lainnya .

Dengan menggunakan Macromedia Flash, saat membuat animasi, seperti perpindahan (*move*), perubahan ukuran (*scale*), perubahan bentuk (*transform*), perputaran (*rotate*), kita cukup membuat frame awal dan akhirnya saja tanpa harus membuat frame diantara atau ditengahnya, karena perangkat lunak ini secara otomatis akan *menggeneratenya*. Kelebihan lainnya adalah gambar ataupun animasi yang dihasilkan dari perangkat lunak ini adalah berupa vektor, sehingga gambar yang dihasilkan sangat halus bahkan saat diperbesar (zoom) sekalipun (Madcoms., 2004).