

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

#### 2.1 Tinjauan Pustaka

Kebakaran merupakan salah satu bencana yang merugikan, kebakaran banyak membawa dampak bagi kehidupan manusia, adanya asap yang dihasilkan dari kebakaran ini akan menyebabkan meningkatnya jumlah penderita penyakit infeksi saluran pernapasan (ISPA) karena kualitas udara yang tidak sehat, banyak sekolah yang diliburkan pada saat kabut asap berada di tingkat yang berbahaya, selain itu gangguan asap juga terjadi pada sarana perhubungan/transportasi yaitu berkurangnya batas pandang serta bencana lainnya.

Pengolahan citra adalah memproses suatu citra sehingga menghasilkan citra yang lebih sesuai dengan keinginan kita (Widyarto, 2012). Pengolahan citra digunakan dalam berbagai aplikasi, penerapan dari pengolahan citra seperti penginderaan jauh dan pengenalan pola.

Kebakaran hutan dapat dideteksi dengan menggunakan penginderaan jauh. Dengan cara mendeteksi keberadaan titik panas (*hotspot*) di lapangan. Banyak satelit penginderaan jauh yang dapat digunakan seperti NOAA, Landsat, SPOT dan lain-lain. Satelit NOAA memiliki cakupan yang sangat luas, hal ini membantu user untuk menganalisa wilayah yang sangat luas dalam waktu yang relatif singkat (Thoha, 2008).

Lebih lanjut (Thoha, 2008) mengatakan bahwa *hotspot* merupakan titik-titik panas di permukaan bumi, dimana titik-titik tersebut merupakan indikasi

adanya kebakaran hutan dan lahan. Data sebaran titik api (*hotspot*) dari citra NOAA dapat dijadikan sebagai indikasi kebakaran hutan/lahan, baik kebakaran tajuk (*Crown fire*), kebakaran permukaan (*Surface fire*) maupun kebakaran bawah (*Ground fire*). Daerah sekitar lokasi *hotspot* merupakan daerah yang rawan terhadap kebakaran.

Tahun 2004, Wan et.al, dalam penelitiannya mengenai penilaian kualitas dan validasi suhu permukaan dengan global MODIS, penelitian ini menggunakan satelit *Terra* dan *Aqua* MODIS, penelitian ini menyimpulkan keuntungan utama data *Aqua* MODIS untuk produk LST meliputi peningkatan kuantitas dan peningkatan kualitas emisivitas permukaan dan suhu tanah. LST sore diambil dari data MODIS akan lebih dekat dengan suhu maksimum permukaan tanah sehingga lebih baik digunakan untuk studi perubahan regional dan global, terutama dalam aplikasi untuk perkiraan kondisi kelembaban tanah dan pemantauan kekeringan

Tjahjaningsih et.al (2005) melakukan penelitian mengenai analisis sensitivitas saluran-saluran modis untuk deteksi titik api dan asap kebakaran, dalam penelitian ini merupakan hasil analisis aplikasi saluran-saluran MODIS (20,21,22,23,31 dan 32) dengan resolusi spasial 1000 m dan saluran 1 dan 2 dengan resolusi spasial 250 m dan algoritma/model ekstraksi titik-titik api dari data AQUA MODIS. Hasil penelitian ini menunjukkan deteksi lokasi dan asap kebakaran dapat dilakukan dengan memanfaatkan saluran 1 dan 2 MODIS melalui 250 m dan penggunaan saluran 31 dan 32 akan menghasilkan jumlah titik api yang relatif sama, yang akan membedakan hasil jumlah titik api adalah hanya berasal dari sensitivitas saluran 21 dan 23.

Selanjutnya pada tahun 2007, Prasasti, et.al juga melakukan penelitian mengenai data MODIS dengan melakukan pengkajian pemanfaatan data *Terra* MODIS untuk ekstraksi data suhu permukaan lahan (SPL) berdasarkan beberapa algoritma. Dalam penelitian ini menerapkan 3 (tiga) algoritma perhitungan, yaitu Price (1984), Li dan Becker (1991) dan Coll et.al (1994). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa *Terra* MODIS memungkinkan untuk dikembangkan guna ekstraksi data SP, yakni dengan memanfaatkan saluran 31 dan 32.

Banyak penelitian yang telah dilakukan untuk deteksi kebakaran hutan dengan penginderaan jauh dan penggunaan data *hotspot* seperti penelitian yang dilakukan oleh Thoha (2006) tentang penggunaan penginderaan jauh untuk deteksi kebakaran hutan gambut di Kabupaten Bengkalis Propinsi Riau, dia menyimpulkan bahwa terdapat perbedaan data *hotspot* antara JICA, ASMC dan LAPAN. Akurasi berdasarkan jumlah desa adalah 47%, 60% dan 40%.

Pada tahun 2008, Thoha juga melakukan penelitian tentang penggunaan data *hotspot* untuk monitoring kebakaran hutan dan lahan di Indonesia, dari penelitian ini disimpulkan bahwa peningkatan kualitas dapat diupayakan dengan mengadakan cek lapangan, penetapan standar ambang batas dan waktu pengamatan secara internasional, peningkatan kerja sama antar lembaga dalam distribusi data, integrasi sistem penginderaan jauh dan sistem informasi geografis dan penggunaan alternatif satelit dengan resolusi spasial yang lebih tinggi.

Pada tahun 2007, penelitian tentang kerentanan kebakaran hutan telah dilakukan oleh Pradhan, et.al. dalam penelitian ini menggunakan penginderaan jauh dan sistem informasi geografis (GIS) untuk mengevaluasi kerentanan

kebakaran hutan, dalam menggambarkan pemetaan kebakaran hutan digunakan metode analisis frekuensi serta data historis *hotspot* dari tahun 2001-2005 menggunakan NOAA 12 dan NOAA 16. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model rasio frekuensi memiliki ketepatan akurasi terbaik dalam pemetaan kerentanan kebakaran hutan dengan ketepatan akurasi sebesar 73,18 %.

Selanjutnya pada tahun 2012, penelitian tentang deteksi lokasi titik api pada kebakaran hutan menggunakan *colour image processing* yang dilakukan oleh Widyarto, et.al. Dalam penelitian ini menggunakan metode *watershed* dengan kombinasi *pre-processing opening* serta *closing*, namun belum melingkupi objek titik api yang diharapkan, dari beberapa kombinasi *pre-processing* yang telah diujikan, didapat bahwa untuk keperluan segmentasi gambar satelit kebakaran hutan dengan metode *watershed*, *pre-processing* terbaik yang dapat digunakan adalah *opening*, *erosion*, *sobel*, *dilation*, dan *closing*.

Transformasi merupakan proses perubahan data atau sinyal ke dalam bentuk lain agar lebih mudah dianalisis, seperti transformasi *fourier* yang mengubah sinyal ke dalam beberapa gelombang *sinus* atau *cosinus* dengan frekuensi yang berbeda, sedangkan Transformasi Gelombang-Singkat (*wavelet transform*) mengubah sinyal ke dalam berbagai bentuk *wavelet* basis (*mother wavelet*) dengan berbagai pergeseran dan Penyekalaan (Sutarno, 2010).

Penelitian tentang wavelet telah dilakukan oleh Ramadijanti (2006), tentang Content Based Image Retrieval berdasarkan ciri tekstur menggunakan wavelet, penelitian ini menggunakan metode pencarian data citra berdasarkan kemiripan tekstur dengan menggunakan wavelet, tujuan penelitian ini

memungkinkan pencarian citra dapat dilakukan dengan hasil yang baik khususnya citra yang berbasis tekstur.

Kemudian pada tahun 2012, Campos, et.al, juga melakukan penelitian mengenai Multi-Temporal Analysis of Remotely Sensed Information Using Wavelets. Dalam penelitian ini mengusulkan sebuah pendekatan untuk mempelajari perubahan tutupan lahan (LCC) menggunakan transformasi wavelet (WT) dan MODIS. Hasil penelitian ini menunjukkan kemampuan alat ini untuk mempelajari dan mengkarakterisasi empat LLC berbeda dan hasilnya dipisahkan dalam skala frekuensi (perubahan antartahunan, musiman dan cepat). Lapisan yang dihasilkan dengan WT dapat digunakan untuk pengenalan pola di LCC dan untuk meningkatkan klasifikasi citra.

Jaringan syaraf tiruan (*artificial neural network*) atau JST adalah sistem komputasi dimana arsitektur dan operasi diilhami dari pengetahuan tentang sel saraf biologi di dalam otak, merupakan salah satu representasi buatan dari otak manusia yang selalu mencoba menstimulasi proses pembelajaran pada otak manusia tersebut. JST dapat digambarkan sebagai model matematis dan komputasi untuk fungsi aproksimasi nonlinear, klasifikasi data *cluster* dan regresi non parametrik atau sebuah simulasi dari koleksi model saraf biologi (Suyatno, 2011).

Suyatno (2011) dalam penelitian tentang sistem penilaian resiko tingkat bahaya kebakaran hutan berbasis jaringan syaraf tiruan, tujuan dari penelitian ini adalah meningkatkan kemampuan organisasi pengolahan sumberdaya di Asia Tenggara dalam mengelola kebakaran hutan, lahan dan asapnya.

Kemudian pada tahun 2009, penelitian tentang jaringan syaraf tiruan juga dilakukan oleh Yongjun, et.al, dalam penelitian ini membahas tentang penginderaan jauh untuk monitoring hutan bambu menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa bahwa tringda memiliki presisi tertinggi sementara fungsi trainlm diperlukan waktu pelatihan terpendek.

Dalam penelitian ini akan memanfaatkan saluran 31 dan 32 pada satelit *Terra* MODIS serta menggunakan algoritma Coll, et.al (1994) dengan data kebakaran hutan acuan (Dinas Pertanian, Perkebunan dan Kehutanan). Hasil dari pengolahan data citra ini berupa suhu permukaan, citra suhu permukaan kemudian diolah menggunakan gelombang-singkat (*wavelet*) untuk pengenalan pola titik api (*hotspot*). Jenis tapis gelombang-singkat yang digunakan adalah *Haar*, *Coiflet1*, *Symlet5* dan pelatihan jaringan menggunakan metode *Backpropagation*. Hasil dari pelatihan jaringan ini akan digunakan untuk mengenali pola titik api (*hotspot*) di Kota Dumai.

## **2.2 Landasan Teori**

Dalam bagian ini penulis akan mengemukakan beberapa teori pendukung yang dianggap dapat menjelaskan konsep-konsep dasar yang berhubungan dengan masalah penelitian yang ada.

### **2.2.1 Penginderaan Jauh**

Penginderaan jauh merupakan salah satu teknologi yang digunakan untuk mendapatkan informasi tentang objek atau wilayah, menganalisa data tersebut

tanpa harus berhubungan langsung, salah satunya digunakan untuk mendapatkan informasi tentang kejadian kebakaran.

Informasi dan data yang diperoleh dari penginderaan jauh melalui satelit menawarkan beberapa keunggulan disaluraningkan melalui pemotretan udara, antara lain dari segi harga, periode ulang perekaman daerah yang sama, serta kombinasi saluran spektral (*saluran*) yang lebih sesuai untuk aplikasi tertentu, (Danoedoro, 1996).

Menurut Solichin (2004), Thoha (2006), waktu lintasan satelit sangat berpengaruh terhadap pendeteksian kebakaran karena terkait dengan adanya perilaku pembakaran lahan di beberapa tempat di Indonesia atau dengan adanya perubahan penyebaran awan yang bergerak dalam hitungan beberapa menit, sehingga mempengaruhi kemampuan satelit dalam pemantauan hotspot (titik api).

### **2.2.2 Satelit MODIS**

Sensor MODIS adalah salah satu sensor utama yang dibawa *Earth Observing System (EOS) Terra Satellite*, yang merupakan bagian dari program antariksa Amerika Serikat, *National Aeronautics and Space Administration (NASA)*. Satelit yang diluncurkan pada tahun 1999 ini, kemudian disempurnakan dengan satelit Aqua yang diluncurkan pada tahun 2002

Tabel 2.1. Karakteristik Satelit MODIS

Kriteria	Karakteristik
Tipe Orbit	sun-synchronous, near-polar, circular
Lebar Pandang	2.330 km
Ketinggian	705 km
kuantisasi	12 bits
Resolusi Spasial	250 m (saluran 1-2)
	500 m (saluran 3-7)
	1000 m (saluran 8-36)
Resolusi Spektral	36 saluran

Sumber : (<http://modis.gsfc.nasa.gov/about/specification.html>)

MODIS mengorbit bumi secara polar *sun-synchronous* (satelit *Terra* melintas dari utara ke selatan katulistiwa dan *Aqua* melintas dari selatan ke utara katulistiwa) dengan ketinggian 705 km, dan melewati garis khatulistiwa pada jam 10:30 dan pada jam 22:30 waktu lokal (Justice, et.al, 2006). Lebar cakupan rekamannya setiap putaran adalah 2.330 km (*cross track*) dan 10 km (*along track*). Kemampuan radiometrik adalah 12 bits. Spektrum gelombang elektromagnetik yang diterima MODIS sebanyak 36 saluran dengan karakteristik spektral ditunjukkan tabel di bawah.

Tabel 2.2. Spesifikasi Sensor MODIS Aqua/Terra

Saluran	$\lambda$ ( $\mu\text{m}$ )	Resolusi Spasial (m)	Kegunaan Utama
1	620 – 670	250	Aerosol, Cloud, Land
2	841 – 876	250	
3	459 – 479	500	Aerosol, Cloud, Optical, Thickness, Cloud Phase, Cloud Effective Radius, Cloud Mask, Snow, Land
4	545 – 565	500	
5	1230 – 1250	500	
6	1628 – 1652	500	



7	2105 – 2155	500	
8	405 – 420	1000	Ocean Colour, Chlorophyll, Phytoplankton, Biogeochemistry
9	438 – 448	1000	
10	483 – 493	1000	
11	526 – 536	1000	
12	546 – 556	1000	
13	662 – 672	1000	Sediment, Atmosphere
14	673 – 683	1000	Flouresensce
15	743 – 753	1000	Atmosphere Aerosol
16	862 – 877	1000	
17	890 – 920	1000	Atmosphere Total Precipitable Water Vapor, Clouds
18	931 – 941	1000	
19	915 – 965	1000	
20	3.660 – 3.840	1000	Cloud and Surface, Temperature, Fire and Volcano, Sea Surface Temperature
21	3.929 – 3.989	1000	
22	3.929 – 3.989	1000	
23	4.020 – 4.080	1000	
24	4.433 – 4.498	1000	Atmospheric Temperature
25	4.482 – 4.549	1000	
26	1.360 – 1.390	1000	Cirrus Cloud
27	6.535 – 6.895	1000	Tropospheric Water Vapor
28	7.175 – 7.475	1000	
29	8.400 – 8.700	1000	Cloud Particle Radius
30	9.580 – 9.880	1000	Total Column Ozone
31	10.780 – 11.280	1000	Cloud, Surface Temperature, Fire
32	11.770 – 12.270	1000	
33	13.185 – 13.485	1000	Cloud Top Height, Temperature, Pressure, Temperature Profile
34	13.485 – 13.785	1000	
35	13.785 – 14.085	1000	
36	14.085 – 14.385	1000	

sumber : <http://modis.gsfc.nasa.gov/about/specifications.html>

Data MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*) dengan memanfaatkan data suhu kecerahan kanal 21 atau kanal 22 ( $T_4$ ) dan kanal 31 ( $T_{11}$ ). Kanal 32 untuk masking awan, suhu kecerahan untuk saluran ini dilambangkan dengan ( $T_{12}$ ) (Giglio, et.al, 2003), dapat digunakan untuk mendeteksi lokasi dan distribusi titik api.

Tabel 2.3. Saluran MODIS yang digunakan untuk mendeteksi kebakaran aktif (Giglio, et.al 2003)

Kanal	Panjang Gelombang ( $\mu\text{m}$ )	Tujuan
1	0,65	Menolak <i>sunlight</i> , menolak tanda kebakaran palsu dan balutan awan
2	0,86	Menolak <i>sunlight</i> , menolak tanda kebakaran palsu dan balutan awan
7	2,1	Menolak <i>sunlight</i> , menolak tanda kebakaran palsu
21	3,96	Saluran jangkauan tinggi untuk deteksi kebakaran aktif
22	3,96	Saluran jangkauan rendah untuk deteksi kebakaran aktif
31	11,0	Latar belakang suhu untuk deteksi kebakaran tertentu dan balutan awan
32	12,0	Balutan awan

### 2.2.3 Titik Api

Thoha (2008) mengatakan bahwa *hotspot* merupakan titik-titik panas di permukaan bumi, dimana titik-titik tersebut merupakan indikasi adanya kebakaran hutan dan lahan. Titik-titik api didefinisikan sebagai titik-titik pada citra (pixel atau sub pixel) yang mempunyai suhu sangat tinggi dan berhubungan dengan Kobaran Api (*active fire*) di permukaan bumi. Suhu titik api tersebut dapat dihasilkan berdasarkan nilai suhu kecerahannya ( $Temperature\ Brightness = Tb$ ), Tjahjaningsih et.al (2005).

Lebih lanjut Thoha (2008) mengatakan bahwa data sebaran titik api (*hotspot*) dari citra satelit dapat dijadikan sebagai indikasi kebakaran hutan/lahan, baik kebakaran tajuk (*Crown fire*), kebakaran permukaan (*Surface fire*) maupun

kebakaran bawah (*Ground fire*). Daerah sekitar lokasi *hotspot* merupakan daerah yang rawan terhadap kebakaran.

Ekstraksi nilai dari titik-titik api menggunakan data MODIS berdasarkan algoritma deteksi titik api absolut memerlukan paling sedikit satu atau dua kondisi, Tjahjaningsih et.al (2005), yaitu :

1.  $T4 > 360^{\circ}\text{K}$  ( $330^{\circ}\text{K}$  pada malam hari) atau
2.  $T4 > 330^{\circ}\text{K}$  ( $315^{\circ}\text{K}$  pada malam hari) dan  $T4 - T11 > 25^{\circ}\text{K}$  ( $10^{\circ}\text{K}$  pada malam hari), jika dari dua kriteria titik api absolute tidak terpenuhi, maka digunakan algoritma deteksi titik api relatif, yaitu :

Untuk data MODIS dari satelit *Terra* (data yang direkam pada siang hari)

1.  $\{T4 > \text{mean}(T4) + 3 \text{ std.dev}(T4) \text{ atau } T4 > 330^{\circ}\text{K}\}$ , dan
2.  $\{T4 - T11 > \text{median}(T4 - T11) + 3 \text{ std.dev}(T4 - T11) \text{ atau } T4 - T11 > 25^{\circ}\text{K}\}$  atau  $T4 > 360^{\circ}\text{K}$

#### 2.2.4 Suhu Permukaan

Menurut Coll, et.al (1994), suhu permukaan lahan (SPL) adalah salah satu parameter kunci keseimbangan energi pada permukaan dan merupakan variabel klimatologis yang utama. Data suhu permukaan digunakan sebagai data masukan dalam model perhitungan salah satunya untuk kebakaran. Besarnya suhu permukaan tergantung pada kondisi parameter permukaan lainnya seperti albedo, kelembaban permukaan dan tutupan serta kondisi tanah, Prasasti, et.al (2007).

Menurut pendapat Wan, et.al (1996) dalam Ali, et.al (2012) Suhu permukaan tanah didefinisikan sebagai emisi termal dari tanah, termasuk

tumbuhan dan permukaan tanah yang gundul. Hal ini merupakan faktor penting yang mencerminkan hubungan tanah dan troposfer.

Suhu permukaan didefinisikan sebagai suhu bagian terluar dari suatu objek. Suhu permukaan suatu objek tidak sama tergantung pada sifat fisik permukaan objek. Sifat fisik objek tersebut adalah emisivitas, kapasitas panas jenis dan konduktivitas thermal. Jika suatu objek memiliki emisivitas dan kapasitas panas jenis yang tinggi sedangkan konduktivitas thermalnya rendah maka suhu permukaannya akan menurun, contohnya pada permukaan tubuh air. Sedangkan jika suatu objek memiliki emisivitas dan kapasitas panas jenis yang rendah dan konduktivitas thermalnya tinggi maka suhu permukaan akan meningkat, contohnya pada permukaan darat (Sutanto, 1994 dalam Ariyadi, 2007).

Suhu permukaan lahan diambil dari data satelit dapat digunakan untuk memvalidasi dan meningkatkan model prediksi meteorologi global setelah melakukan penggabungan parameter yang tepat (Price 1982, Diak dan Whipple 1993, dalam Wan, Zhang, Zhang, 2004). Suhu permukaan didefinisikan oleh radiasi yang dipancarkan oleh permukaan tanah yang diamati oleh MODIS pada sudut pandang secara langsung. Permukaan tanah disini berarti kanopi di daerah tumbuhan atau permukaan tanah di daerah gundul.

Nilai digital yang diperoleh dari citra saluran 22, 31 dan 32 dikalibrasi menjadi nilai radiansi dengan menggunakan formula D'Sauza, et.al, (1993) dalam Tjahjaningsih, et.al, (2005), persamaan 2.1:

$$R = R\_Scale_b(Si_b - R\_offset_b) \quad (2.1)$$

Dimana :

R adalah nilai radiansi

R\_scale<sub>b</sub> adalah R\_scale pada saluran b

R\_offset<sub>b</sub> adalah R\_offset pada saluran b

Si<sub>b</sub> adalah scale integer

Setelah nilai radiansi diperoleh kemudian dilakukan proses konversi menjadi *temperature brightness* (T<sub>b</sub>) dengan persamaan 2.2:

$$T_b = c_2 / (V_i * \ln(1 + c_1 / (V_i * R))) \quad (2.2)$$

Dimana :

T<sub>b</sub> adalah suhu kecerahan (°K)

C<sub>1</sub> adalah Konstanta Radiasi, dengan nilai 1,1910659x10<sup>8</sup> [W m<sup>-2</sup> sr<sup>-1</sup>(μm<sup>-1</sup>)<sup>-4</sup>]

C<sub>2</sub> adalah Konstanta Radiasi, dengan nilai 1,438833x10<sup>4</sup> [K μm]

V<sub>i</sub> adalah panjang gelombang pusat (*central wavelenght*) (Tabel 4.1)

R adalah Nilai Radiansi Saluran 22, 31, dan 32

Tabel 2.4. Panjang Gelombang pusat

Satelit	Saluran 20	Saluran 22	Saluran 23	Saluran 31	Saluran 32
Aqua	3,7803	3,9720	4,0617	11,0263	12,0424
Terra	3,7803	3,9719	4,0567	11,0073	12,0020

Sumber: ATBD Control Sheet-EOP-SST-MOD

Kemudian, setelah didapat nilai temperature brightness (Tb) dilakukan pengolahan suhu permukaan dengan menggunakan algoritma Coll et.al (1994) dalam Prasasti et.al (2010). Persamaannya adalah :

$$SP = Tb_{31} + A(Tb_{31} - Tb_{32}) + B \quad (2.3)$$

Dimana :

$$A = 1,0 + 0,58 (Tb_{31} - Tb_{32})$$

$$B = 0,51 + 40 (1-e)^{-pAe}$$

dimana :

$$e = (e_{31} + e_{32})/2$$

$$Ae = |e_{31} - e_{32}| = 0,001,$$

$$e_{31} = 0,989 \text{ dan } e_{32} = 0,988$$

Keterangan :

SP = suhu permukaan

Tb<sub>31</sub> = suhu kecerahan saluran 31

Tb<sub>32</sub> = suhu kecerahan saluran 32

p pada daerah tropis adalah 50°K

Selanjutnya untuk mengkonversi nilai SP (°K) ke SP (°C), maka nilai yang dihasilkan dikurangi dengan 273.

### 2.2.5 Citra Digital

Sebuah citra dapat didefinisikan sebagai fungsi dua dimensi  $f(x,y)$ , dimana  $x$  dan  $y$  adalah koordinat spasial, dan amplitudo dari  $f$  pada sembarang pasangan

koordinat  $(x,y)$  disebut *intensity* (intensitas) atau *graylevel* (level keabuan) dari citra pada titik tersebut. (Prasetyo, 2011).

Dalam pengolahan citra ada 3 jenis citra yang umum digunakan, ketiga jenis citra dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

a. Citra Warna

Citra warna adalah citra digital yang setiap pikselnya mengandung informasi warna. Citra warna menyajikan warna dalam bentuk RGB, yang terdiri dari komponen R (merah), G (hijau), B (biru). Setiap komponen warna menggunakan 8 bit (nilainya berkisar antara 0 sampai dengan 255).

b. Citra Berskala Keabuan

Citra berskala keabuan adalah citra digital yang setiap pikselnya merupakan sampel tunggal. Citra ini menangani gradasi warna hitam dan putih, yang akan menghasilkan warna abu-abu. Intensitas warna berkisar antara 0 sampai 255, dimana nilai 0 menyatakan hitam dan nilai 255 menyatakan putih.

c. Citra Biner

Citra biner adalah citra digital yang setiap pikselnya terdiri dari dua kemungkinan, yaitu 0 dan 1. Nilai 0 menyatakan warna hitam dan nilai 1 menyatakan putih.

### 2.2.6 Pengolahan Citra

Menurut Kadir, et.al (2013) pengolahan citra merupakan bagian penting yang mendasari berbagai aplikasi nyata, salah satunya adalah penginderaan jarak jauh. Pengolahan citra merupakan proses gambar berdimensi dua melalui

komputer yang digunakan untuk memanipulasi dan memodifikasi citra dengan berbagai cara agar dapat diinterpretasikan oleh manusia ataupun mesin.

Pengolahan citra digunakan dalam berbagai aplikasi, penerapan dari pengolahan citra seperti penginderaan jauh dan pengenalan pola. Selain itu, Pengolahan citra juga dapat digunakan untuk peningkatan kecerahan dan kontras, analisis citra, pencarian bentuk objek, rekonstruksi citra dan lain sebagainya.

Teknik-teknik pengolahan citra mentransformasikan citra menjadi citra lain. Jadi masukannya adalah citra dan keluarannya juga citra, namun citra keluaran mempunyai kualitas lebih baik dari pada citra masukan (Santoso, et.al, 2010)

### **2.2.7 Pengenalan Pola**

Pengenalan pola telah banyak digunakan dalam berbagai bidang, seperti pengenalan karakter wajah dan tulisan. Pengenalan pola merupakan suatu proses mengenali suatu objek sesuai dengan kemiripan dan data-data sebelumnya yang sudah ada atau membedakan suatu objek dengan objek lain. Sama halnya seperti manusia, ketika seseorang mengenali suatu objek ia akan mengumpulkan informasi dan hal-hal yang berhubungan dengan objek tersebut dan kemudian memsalurkannya, kemudian akan dikenali jika hasilnya sama atau mendekati objek.

Metode pengenalan pola dimaksudkan untuk mengelompokkan objek yang digambarkan oleh variabel vektor dalam himpunan berhingga dalam kelas yang berbeda. Metode pengenalan pola meliputi tahap pelatihan dimana algoritma



klasifikasi dibangun berdasarkan informasi penting yang dikumpulkan sebelumnya yang disebut training set, Zhuravlev (2008).

### 2.2.8 Gelombang-singkat

Gelombang-singkat adalah suatu fungsi matematika yang membagi data menjadi beberapa komponen yang frekuensinya berbeda, kemudian mempelajari setiap komponen dengan resolusi yang cocok untuk setiap ukuran, (Santoso, et.al, 2010).

Gelombang-singkat merupakan keluarga fungsi yang dihasilkan oleh *wavelet* basis  $\psi(x)$  disebut *mother wavelet*. Dua operasi utama yang mendasari *wavelet* adalah:

1. Pergeseran, misalnya  $\psi(x-1)$ ,  $\psi(x-2)$ ,  $\psi(x-b)$ , dan
2. Penyekalaan, misalnya  $\psi(2x)$ ,  $\psi(4x)$ , dan  $\psi(2^j x)$ .

Kombinasi kedua operasi inilah menghasilkan keluarga *wavelet*. Secara umum, keluarga *wavelet* sering dinyatakan dengan formula:

$$\psi_{a,b}(x) = \frac{1}{\sqrt{|a|}} \psi\left(\frac{x-b}{a}\right) \quad (2.4)$$

dengan :

$a, b \in \mathbb{R}; a \neq 0$  ( $\mathbb{R}$  = bilangan nyata),

$a$  adalah parameter penyekalaan (dilatasi),

$b$  adalah parameter penggeseran posisi (translasi) pada sumbu  $x$ , dan

$\sqrt{|a|}$  adalah normalisasi energi yang sama dengan energi induk.

Gelombang-singkat atau *Wavelet* merupakan alat analisis yang biasa digunakan untuk menyajikan data atau fungsi atau operator ke dalam komponen-komponen frekuensi yang berlainan, dan kemudian mengkaji setiap komponen dengan suatu resolusi yang sesuai dengan skalanya (Sutarno, 2010).

### 2.2.9 Transformasi Gelombang-singkat

Transformasi merupakan proses pengubahan data atau sinyal ke dalam bentuk lain agar lebih mudah dianalisis, seperti transformasi *fourier* yang mengolah sinyal ke dalam beberapa gelombang *sinus* atau *cosinus* dengan frekuensi yang *wavelet* (*wavelet transform*) mengubah sinyal ke dalam berbagai bentuk bentuk *wavelet* basis (*mother wavelet*) dengan berbagai pergeseran dan penyekalan (Sutarno, 2010).

Transformasi gelombang-Singkat memiliki keuntungan disaluraningkan transformasi Fourier untuk merepresentasikan fungsi yang memiliki diskontinuitas dan kenaikan atau penurunan yang tajam, dan untuk secara akurat mendekomposisi dan merekonstruksi sinyal non-periodik dan/atau sinyal non-stationer.

Secara singkat, dalam transformasi wavelet, pertama-tama Sebuah sinyal akan dilewatkan pada rangkaian filter lolos tinggi dan filter lolos rendah, kemudian setengah dari masing-masing keluaran diambil sebagai sampel melalui operasi sub sampling. Proses ini disebut dekomposisi dan prosedur ini diulang sampai proses dekomposisi yang diinginkan.

### 2.2.10 Jaringan Syaraf Tiruan

Jaringan syaraf tiruan (*artificial neural network*) atau JST adalah sistem komputasi dimana arsitektur dan operasi diilhami dari pengetahuan tentang sel saraf biologi didalam otak, merupakan salah satu representasi buatan dari otak manusia yang selalu mencoba menstimulasi proses pembelajaran pada otak manusia tersebut.

Barghash et.al, (2004) menjelaskan bahwa dalam mengembangkan jaringan syaraf tiruan membutuhkan dua tahap, yaitu tahap latihan atau pembelajaran dan tahap pengujian atau validasi. Otak pada dasarnya belajar dari pengalaman. Jaringan syaraf tiruan biasa disebut sebagai mesin algoritma pembelajaran karena perubahan bobot sambungan (pelatihan) menyebabkan jaringan mempelajari solusi dari masalah ini.

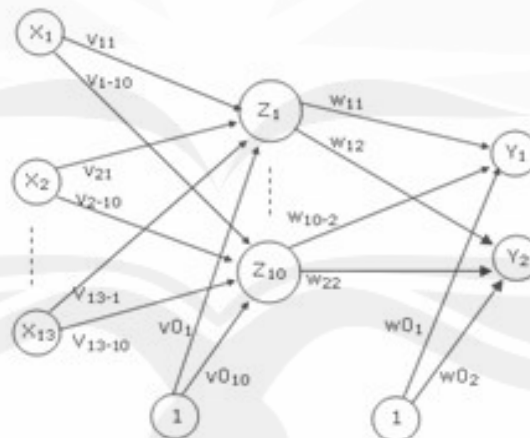
Jaringan syaraf terdiri dari node atau input pemroses (penjumlahan dan fungsi aktivasi), weight atau bobot yang dapat diatur serta masukan dan keluaran. Jaringan syaraf tiruan juga dapat digambarkan sebagai model matematis dan komputasi untuk fungsi aproksimasi nonlinear, klasifikasi data cluster dan regresi non parametrik atau sebuah simulasi dari koleksi model saraf biologi.

Salah satu klasifikasi yang sering dilakukan dengan menerapkan JST adalah pada permasalahan klasifikasi citra. Klasifikasi citra sangat penting dilakukan untuk melihat obyek yang berada pada satu citra baik citra medik, citra penginderaan jauh atau citra lainnya. (Santoso, et.al, 2010)

### 2.2.11 Backpropagation

*Backpropagation* merupakan pembelajaran JST secara terbimbing. Dimana backpropagation melatih jaringan untuk mendapatkan keseimbangan antara kemampuan jaringan dalam mengenali pola yang digunakan dan kemampuan jaringan untuk memberikan respon yang benar terhadap masukan yang diberikan selama pelatihan.

Arsitektur jaringan *Backpropagation* terdiri dari lapisan masukan yang berfungsi untuk menampung dan menyebarkan sinyal ke dalam lapisan berikutnya, lapisan tersembunyi (*hidden layer*) berfungsi mengolah sinyal yang ada dalam bentuk fungsi transformasi neuron dan lapisan keluaran (*output layer*) adalah lapisan keluaran dari hasil jaringan syaraf tiruan.



Gambar 2.1 Arsitektur Jaringan Backpropagation (Sri Kusumadewi, 2004)

Algoritma backpropagation menggunakan error output untuk mengubah nilai bobot-bobotnya dalam arah mundur (*backward*), dan untuk mendapatkan error ini, tahap perambatan maju (*forward propagation*) harus dikerjakan dahulu.

Menurut (Sri Kusumadewi, 2004), Adapun langkah-langkah dari algoritma backpropagation adalah :

- A. Inisialisasi bobot (ambil bobot awal dengan nilai random yang cukup kecil)
- B. Tetapkan : Maksimum Epoch, Target Error, dan *Learning rate*( $\alpha$ ).
- C. Inisialisasi : Epoch =0, MSE = 1;
- D. Kerjakan langkah-langkah berikut selama (Epoch < Maksimum Epoch) dan (MSE > Target Error) :

1. Epoch = Epoch + 1
2. Untuk tiap-tiap pasangan elemen yang akan dilakukan pembelajaran, kerjakan :
  - a. Tiap-tiap unit input ( $X_i$ ,  $i=1,2,3,\dots,n$ ) menerima sinyal tersebut ke semua unit pada lapisan yang ada di atasnya (lapisan tersembunyi).

- b. Tiap-tiap unit pada lapisan tersembunyi ( $Z_j$ ,  $j= 1,2,3,\dots,p$ )

$$z_{in_j} = b1_j + \sum_{i=1}^n x_i v_{ij} \quad (2.5)$$

- c. Tiap-tiap unit output ( $Y_k$ ,  $k =1,2,3,\dots,m$ ) menjumlahkan sinyal-sinyal input terbobot.

$$y_{in_k} = b2_k + \sum_{i=1}^p z_i v_{ij} \quad (2.6)$$

- d. Tiap-tiap unit output ( $Y_k$ ,  $k=1,2,3,\dots,m$ ) menerima target pola yang berhubungan dengan pola input pembelajaran, hitung informasi errornya :

$$\delta 2_k = (t_k - y_k) f'(y_{in_k}) \quad (2.7)$$

$$\varphi 2_{jk} = \delta 2_k - z_k \quad (2.8)$$

$$B2_k = \delta 2_k \quad (2.9)$$

Kemudian hitung koreksi bobot (yang nantinya akan digunakan untuk memperbaiki nilai  $w_{jk}$ ) :

$$\Delta w_{jk} = \alpha \phi_{jk} \quad (2.10)$$

Dengan momentum perubahan bobot pada persamaan (2.10) berubah menjadi :

$$\Delta w_{jk} = \alpha \phi_{jk} \quad (2.11)$$

Untuk epoch = 1, dan

$$\Delta w_{jk} = mc * \Delta w_{jk} (\text{epoch sebelumnya}) + \alpha \phi_{jk} \quad (2.12)$$

Untuk epoch > 1

Hitung juga koreksi bias (yang nantinya akan digunakan untuk memperbaiki nilai  $b_{2k}$ ) :

$$\Delta b_{2k} = \alpha \beta_{2k} \quad (2.13)$$

Dengan momentum, perubahan bobot bias pada persamaan (2.13) berubah menjadi :

$$\Delta b_{2k} = \alpha \beta_{2k} \quad (2.14)$$

Untuk epoch = 1, dan

$$\Delta b_{2k} = mc * \Delta \beta_{2k} (\text{epoch sebelumnya}) + \alpha \beta_{2k} \quad (2.15)$$

Untuk epoch > 1.

- e. Tiap-tiap unit tersembunyi ( $Z_j$ ,  $j=1,2,3,..p$ ) menjumlahkan data inputnya (dari unit-unit yang berbeda pada lapisan di atasnya):

$$\delta_{in_j} = \sum_{k=1}^m \delta_{2k} w_{jk} \quad (2.16)$$

Kalikan nilai ini dengan turunan dari fungsi aktivasinya untuk menghitung informasi error:

$$\delta 1_j = \delta_{in_j} f'(j-in_j) \quad (2.17)$$

$$\phi_{1_{ij}} = \delta 1_j - x_k \quad (2.18)$$

$$b1_j = \delta 1_j \quad (2.15)$$

Kemudian hitung koreksi bobot yang nantinya akan digunakan untuk memperbaiki nilai  $V_{ij}$  :

$$\Delta V_{ij} = \alpha \phi 1_{ij} \quad (2.16)$$

Dengan momentum, perubahan bobot pada persamaan (2.16) berubah menjadi:

$$\Delta v_{jk} = \Delta v_{jk} + \alpha \phi 1_{ij} \quad (2.17)$$

Untuk epoh = 1, dan

$$\Delta v_{jk} = mc * \Delta v_{jk} \text{ (epoh sebelumnya)} + \alpha \phi 1_{ij} \quad (2.18)$$

Untuk epoh > 1, dan

Hitung juga koreksi bias (yang nantinya akan digunakan untuk memperbaiki nilai  $b1_j$ ):

$$\Delta b1_j = \alpha \beta 1_j \quad (2.19)$$

Dengan momentum, persamaan (2.19), berubah menjadi :

$$\Delta b1_j = \alpha \beta 1_j \quad (2.20)$$

Untuk epoh = 1, dan

$$\Delta b1_j = mc * \Delta b1_j \text{ (epoh sebelumnya)} + \alpha \beta 1_j \quad (2.21)$$

Untuk epoh > 1

- f. Tiap-tiap unit output ( $Y_k$ ,  $k=1,2, 3,..m$ ) memperbaiki bias dan bobotnya ( $j=0,1,2,3,..,p$ ):

$$W_{jk} \text{ (baru)} = W_{jk} \text{ (lama)} + \Delta W_{jk} \quad (2.22)$$

$$b2_k \text{ (baru)} = b2_k \text{ (lama)} + \Delta b2_k \quad (2.23)$$

Tiap-tiap unit tersembunyi ( $Z_j, j=1,2,3,..,p$ ) memperbaiki bias dan bobotnya ( $i=0,1,2,..,n$ ):

$$V_{ij}(\text{baru}) = V_{ij}(\text{lama}) + \Delta V_{ij} \quad (2.24)$$

$$b_{1j}(\text{baru}) = b_{1j}(\text{lama}) + \Delta b_{1j} \quad (2.25)$$

3. Hitung MSE

MSE merupakan rata-rata selisih kuadrat dari nilai kesalahan.

