

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Deteksi titik api kebakaran hutan, dapat menggunakan teknologi penginderaan jarak jauh. Hal ini dilakukan dengan melakukan deteksi titik api yang terlihat dari satelit penginderaan jarak jauh. Ada banyak satelit penginderaan jarak jauh yang dapat digunakan, salah satunya adalah satelit NOAA yang memiliki ruang lingkup luas untuk menganalisa suatu wilayah dalam waktu yang singkat. Titik api tersebut dijadikan tanda adanya kebakaran hutan yang terjadi (Pandjaitan & Panjaitan, 2015). Pemanfaatan data satelit Terra-MODIS untuk mengukur suhu temperature permukaan (LST) dilakukan oleh Duan Si-Bo (Duan et al., 2014).

Penelitian selanjutnya (Giglio et al., 2016) adalah mengenai satelit MODIS dari sisi kualitas dan pengecekan temperature permukaan. Penelitian ini memanfaatkan satelit MODIS, diketahui kelebihan dari penggunaan satelit MODIS adalah dari sisi penambahan kuantitas dan kualitas pengukuran suhu permukaan. Data sore yang diambil dengan menggunakan satelit MODIS akan makin mendekati suhu maksimal permukaan tanah sehingga data akan lebih valid bila di pakai dalam aplikasi pemantauan kelembaban dan kekeringan tanah.

Penelitian menggunakan data titik api yang aktif dari satelit MODIS juga digunakan oleh Veraverbeke (Veraverbeke et al., 2014). Data titik api tersebut digunakan sebagai masukan untuk memetakan waktu kebakaran. Informasi tersebut lalu dipetakan agar diperoleh perkembangan kondisi besarnya kebakaran

sehingga dapat mengontrol perilaku api berdasarkan iklim, vegetasi serta topografi di masa yang akan datang.

Selanjutnya, Handayani et al (2014) juga melakukan penelitian mengenai pengukuran data suhu permukaan dari data satelit Terra MODIS yang menggunakan kanal 31 dan 32 yang dilakukan di Kota Dumai Provinsi Riau. Penelitian ini menghasilkan bahwapemanfaatan kanal 31 dan 32 dengan citra satelit dari Terra MODIS bisa berguna dalam deteksi titik api untuk pemantauan kebakaran hutan. Data suhu dari satelit Terra MODIS mempunyai keakuratan yang layak diolah untuk digunakan dalam pengamatan titik api kebakaran hutan.

Kemudian Karay et al (2014) melakukan suatu penelitian untuk menguji informasi citra satelit yang menguji pemetaan dengan pendekatan baru yang mengintegrasikan citra dan pemodelan untuk menghasilkan peta kebakaran yang lebih akurat. Dalam penelitian ini, menggunakan data satelit berupa gambar untuk mendeteksi kebakaran dengan keluaran berupa bahaya kebakaran serta model simulasi yang memperkirakan efek api dengan skala landscape.

Rathee & Vij (2014) menggunakan wavelet Haar wavelet Haar untuk melakukan kompresi citra. Hasil penelitian menunjukkan efektivitas penggunaan wavelet dalam mengurangi ukuran citra tanpa menghilangkan terlalu banyak resolusi. Selanjutnya, penelitian Gupta & Choubey (2015) adalah mengenai kompresi citra menggunakan wavelet Haar dan wavelet Daubechies. Dalam penelitian ini menggunakan parameter ukur Mean Square Error (MSE) dan lain-lain pada sistem yang mengimplementasikan kompresi citra. Tujuan penelitian

tersebut adalah sebagai referensi pengembangan aplikasi untuk menggunakan wavelet yang tepat dalam kompresi citra.

Ebadi & Shafri (2014) melakukan kompresi citra dan data penginderaan jarak jauh menggunakan wavelet. Penelitian ini menunjukkan penggunaan wavelet yang efektif dalam kompresi citra, menurunkan penggunaan memori dan membuat perangkat menjadi lebih cepat. Penelitian yang dilakukan Garg et al (2014) juga menggunakan wavelet diskrit yang digunakan untuk meningkatkan resolusi citra satelit yang memiliki resolusi rendah agar dapat diperoleh citra satelit tanpa kehilangan informasi citra.

Santoso et al (2014) melakukan penelitian terhadap pengaruh wavelet untuk rasio kompresi dan PSNR agar menemukan wavelet yang optimal yaitu dengan rasio kompresi dan PSNR yang tinggi. Pada penelitian ini menggunakan citra uji grayscale 8 bit dengan ukuran 512 x 512. Dengan hasil penelitian menemukan bahwa wavelet yang memiliki rasio kompresi tertinggi di masing-masing keluarga adalah Haar, Coiflet 1 dan Symlet 2. Sementara wavelet yang memiliki PSNR tertinggi di tiap keluarga adalah Haar, Coiflet 3, dan Symlet 5. Untuk wavelet yang memiliki kompresi rasio dan nilai nilai PSNR yang optimal untuk setiap keluarga adalah Haar, Coiflet 3, dan Symlet 5.

Santoso et al (2014) melakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh wavelet dan tingkat dekomposisi terhadap PSNR. Citra uji yang digunakan adalah citra 24-bit warna dengan ukuran 512 x 512. Diperoleh efek dari tingkat dekomposisi terhadap PSNR adalah semakin besar tingkat dekomposisi maka

semakin kecil PSNR nya. Selanjutnya penelitian yang dilakukan oleh Joe & Rama (2014) adalah mengenai evaluasi efektivitas fungsi skala dan transformasi wavelet pada kompresi dan dekomposisi citra. Parameter yang digunakan adalah PSNR, MSE dan rasio kompresi. Pemanfaatan wavelet yang dilakukan oleh Chatterjee & Dimitrakopoulos (2012) adalah untuk pengolahan awal dalam membuat peta simulasi kebakaran hutan. Wavelet digunakan untuk kompresi skala dari peta simulasi.

Kemudian Santoso et al (2010) melakukan penelitian mengenai penggunaan 31 wavelet untuk melakukan kompresi citra satelit. Data gambar adalah kombinasi dari informasi dan redundansi, informasi merupakan bagian dari data yang dilindungi karena mengandung makna dan menunjukkan data. Sementara itu, redundansi adalah bagian dari data yang dapat dikurangi, dikompresi, atau dihilangkan. Dalam penelitian ini membandingkan fungsi wavelet dengan melihat pengaruhnya pada PSNR, rasio kompresi, dan bit per pixel (bpp) dan pengaruh dekomposisi tingkat PSNR dan rasio kompresi.

Santoso et al (2015) adalah melakukan studi untuk menentukan wavelet yang tepat untuk melakukan kompresi citra satelit pendeteksian tempat sebelum dan selama bencana alam dan pengenalan pola untuk pelatihan jaringan saraf tiruan. Penelitian ini digunakan untuk sistem informasi deteksi dini bencana alam untuk mencegah potensi bahaya bencana alam.

Jaringan syaraf tiruan adalah jaringan yang disederhanakan dari jaringan syaraf biologis serta menggunakan jenis komputasi yang dilakukan oleh otak

manusia(Kosbatwar & Pathan, 2012).Jaringan syaraf tiruan meniru cara berpikir otak manusia untuk menerima informasi. Hal ini adalah pendekatan dalam membangun suatu hubungan antara set masukan dan data keluaran. Backpropagation merupakan algoritma yang menggunakan pembelajaran JST terbimbing yaitu melatih multilayer jaringan syaraf yang memetakan hubungan antara keluaran target dan keluaran aktual (Nahato et al., 2015)(Hossain et al., 2013).

Selanjutnya Dimililer (2013)menggunakan jaringan syaraf tiruan backpropagation untuk mencocokkan gambar X-Ray dengan data latih dari gambar yang telah dikompresi sebelumnya menggunakan wavelet Haar.Penggunaan metode backpropagation selanjutnya digunakan oleh Qiu et al (1993)dalam proses kompresi citra yang menunjukkan bahwa metode ini dapat mempelajari serta mengenali informasi dari data citra yang padat dan mampat.

Lalu pada penelitian yang dilakukan oleh Bai et al (2016) melakukan peramalan kualitas udara dengan menggunakan teknik wavelet dan model jaringan syaraf tiruan backpropagation sebagai salah satu langkah untuk melindungi kesehatan masyarakat dengan menyediakan sistem peringatan dini terhadap polusi udara yang berbahaya.

Penelitian ini akan menggunakan data dari satelit Terra MODIS yang terlebih dahulu diolah. Kemudian keluaran dari citra satelit yang telah diolah adalah berupa suhu dan citra permukaan tanah yang kemudian diolah menggunakan *wavelet orthogonal* agar dapat melakukan pengenalan pola kebakaran hutan gambut berupa titik-titik api. Jenis *wavelet* yang digunakan

adalah 17 jenis *wavelet orthogonal* yaitu Keluarga Daubechies (db 1 sampai dengan db 5) , Keluarga Coiflets (coiflet 1 sampai dengan coiflet 5), dan Keluarga Symlets (symlet 2 sampai dengan symlet 8) lalu pelatihan jaringan yang digunakan untuk melakukan identifikasi pola titik api kebakaran hutan gambut di Kota Palangka Raya menggunakan metode *Backpropagation*.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Teknologi Penginderaan Jauh

Penginderaan jauh atau dikenal pula dengan remote sensing adalah sebuah teknologi untuk mendapatkan data dan informasi dari objek di permukaan bumi dengan alat yang tidak terhubung langsung dengan objek yang dikaji. Teknologi penginderaan jauh digunakan untuk menganalisis bidang bumi dari jangkauan yang jauh menggunakan bantuan sensor (Lillesand & Kiefer, 1979). Sehingga teknologi penginderaan jauh ini dapat digunakan untuk memperoleh serta menganalisis wilayah kebakaran hutan tanpa harus bersinggungan langsung dengan objek atau wilayah yang dikaji.

Teknik penginderaan jarak jauh secara luas digunakan dalam pertanian dan agronomi. Penggunaan penginderaan jauh diperlukan untuk memantau permasalahan yang terjadi dalam kegiatan pertanian. Sehingga teknik penginderaan jauh berkontribusi secara signifikan untuk memberikan gambaran yang akurat dan tepat dan cocok untuk mengumpulkan informasi atas areal yang luas (Atzberger, 2013).

Penggunaan teknologi penginderaan jauh dapat sangat bermanfaat dalam membantu proses identifikasi awal peringatan/tanda-tanda perubahan iklim yang terjadi. Sehingga teknologi penginderaan jauh memiliki peranan penting dalam pemetaan habitat dan sekitar kawasan lindung (Nagendra et al., 2013). Pendeteksian kebakaran dipengaruhi periode lintasan satelit karena terputus dari tingkah laku pembakaran lahan di beberapa lokasi yang ada di Indonesia atau disebabkan pula karena ada transisi sebaran awan yang berputar pada jangka waktu hitungan menit sehingga memberi dampak dalam hal kapabilitas satelit dalam pengamatan hotspot (titik api) (Thoha, 2008).

2.2.2 Titik Api (Hotspot)

Hotspot adalah salah satu indikator kebakaran hutan dan lahan yang digunakan untuk mengembangkan sistem peringatan dini kebakaran. Hotspot adalah daerah piksel yang ditangkap oleh satelit sensor data digital yang memiliki suhu lebih tinggi daripada sekitarnya. Prediksi kebakaran hutan dapat dibuat berdasarkan pola penyebaran, perubahan hotspots, koordinat dan periode waktu terjadinya hotspot (Usman et al., 2015). Hotspot merupakan komponen utama dari perubahan global yang terus terjadi. Hal ini berkontribusi dalam terganggunya ekosistem, keanekaragaman hayati serta hutan tropis (Tapia-Armijos et al., 2015).

Salah satu cara untuk memperoleh informasi indikasi kebakaran secara cepat dan mudah adalah dengan pemanfaatan data hotspot (titik panas) yang bersumber dari satelit sumber daya. Data Hotspot merupakan data yang dihasilkan

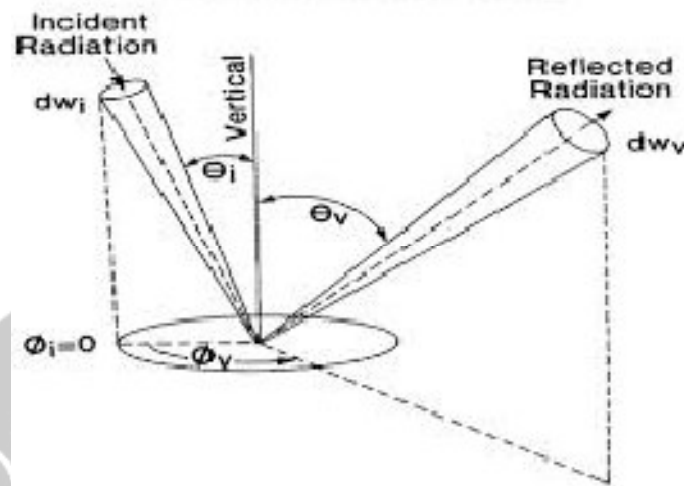
dari perekaman citra satelit yang mengindikasikan terjadinya kebakaran. Informasi hotspot tersebut diperoleh dari satelit sumber daya yang melakukan perekaman dipermukaan bumi, kemudian dilakukan pengolahan dengan metode tertentu dan selanjutnya disajikan untuk digunakan sebagai salah satu acuan untuk mendeteksi kejadian kebakaran (Pemerintah Provinsi Kalimantan Tengah, 2017).

2.2.3 Suhu Permukaan

Suhu permukaan merupakan salah satu parameter kunci dalam fisika dari proses pengukuran permukaan tanah local hingga skala global (Li et al., 2013). Suhu permukaan tanah diperoleh dari tinggi dan menengahnya resolusi spasial remote sensing data dalam studi lingkungan (Jiménez-Muñoz et al., 2014). Suhu permukaan tanah merupakan salah satu variable paling penting yang diukur oleh satelit penginderaan jauh (Rozenstein et al., 2014).

Coll, et.al (1994) menyatakan, suhu permukaan lahan merupakan salah satu parameter dalam keseimbangan energi di permukaan serta adalah variable yang utama. Suhu permukaan dipergunakan sebagai data inputan untuk perhitungan contohnya kasus kebakaran. Nilai suhu permukaan dipengaruhi oleh kondisi kelembaban serta kondisi tanah.

Pengolahan nilai DN ke dalam bentuk nilai radian. Sebelumnya, spektral radian itu Spektral radian merupakan jumlah flux/energi yang diradiasikan oleh obyek di permukaan bumi per unit luasan pada sudut tertentu. Nilai dari spektral radian ini memiliki satuan $\text{Watts/m}^2 \cdot \text{srad} \cdot \mu\text{m}$. Berikut adalah ilustrasinya.



**Gambar 1 Nilai DN ke Nilai Radian
(Walter-Shea and Biehl (1990))**

Rumus yang digunakan untuk mengubah nilai DN ke dalam bentuk radian sebagai berikut :

$$L_{\lambda} = M_L * Q_{cal} + A_L$$

Keterangan

L_{λ} = TOA *radiance* (nilai pancaran)

M_L = *Band-specific multiplicative rescaling factor*

A_L = *Band-specific additive rescaling factor*

Q_{cal} = DN pada setiap piksel dalam band citra

Penerapan algoritma Coll et.al (1994) dalam (Handayani et al., 2014) digunakan untuk ekstraksi suhu permukaan tanah dari citra satelit. Algoritma Coll et.all (1994) adalah sebagai berikut :

$$SP = Tb31 + A(Tb31 - TB32) + B \quad (2.1)$$

Dimana :

$$A = 1.0 + 0.58 (Tb31 - TB32)$$

$$B = 0.51 + 40 (1-e) -pAe$$

Dimana:

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

$$Ae = (e_{31} - e_{32})/2 = 0.001, e_{31} = 0.989 \text{ dan } e_{32} = 0.988$$

Deskripsi :

SP = Suhu Permukaan Tanah

Tb31 = Temperature kanal 31

Tb32 = Temperature kanal 32

P di daerah tropis adalah 50°K

2.2.4 Satelit MODIS

Satelit MODIS merupakan salah satu dari sensor utama yang digunakan oleh Earth Observing System (EOS) Terra Satellite. EOS Terra Satellite ini merupakan bagian dari program NASA. Satelit MODIS diluncurkan pada tahun 1999 lalu disempurnakan dengan adanya satelit Aqua yang diluncurkan pada tahun 2002 (Handayani et al., 2014).

Table 3.1 Spesifikasi Satelit MODIS

No.	Tipe	Spesifikasi
1.	Orbit	705 km, sun-synchronous, near-polar, circular
2.	Swath Dimensions	2330 km (cross track) by 10 km (along track at nadir)
3.	Quantization	12 bits
4.	Spatial Resolution	250 m (bands 1-2), 500 m (bands 3-7), 1000 m (bands 8-36)

Sumber : <https://modis.gsfc.nasa.gov/about/specifications.php>

Satelit MODIS mempunyai ciri polar sun-synchronous yaitu melakukan orbit bumi dari arah utara menuju selatan khatulistiwa dan dari selatan ke utara khatulistiwa. Instrumen MODIS memiliki radiometric dengan sensitivitas tinggi yaitu 12 bit dengan 36 saluran mulai dari gelombang 0.4 μm sampai 14.4 μm .

Pemindaian dengan cakupan global disediakan setiap satu atau dua hari. Data yang diperoleh dapat disesuaikan dengan kebutuhan pengguna. Resolusi spasial saluran 1-2 adalah 250 m, saluran 3-7 memiliki resolusi spasial 500 m, dan saluran 8-36 memiliki resolusi spasial 1000 m (Maccherone, n.d.). Spesifikasi dari 36 saluran yang diterima oleh MODIS memiliki kegunaan dengan spesifikasi seperti pada tabel 2.2 (lampiran).

Spektrum gelombang yang diterima MODIS memiliki 36 saluran yang memiliki kegunaan dan spesifikasi seperti pada tabel 2.2 (lampiran). Saluran 31 dan 32 yang diterima MODIS memiliki suhu kecerahan yang dapat digunakan untuk mendeteksi letak dan sebaran titik api.

Tabel 2.3 Perbandingan Satelit NOAA-AVHRR, MODIS dan VIIRS dalam penyajian data titik panas

Spesifikasi citra satelit	NOAA – AVHRR	MODIS (TERRA dan AQUA)	VIIRS
Jumlah kanal	5	32	5
Resolusi Spasial	1.100 m	250 m 500 m 1000 m	375 m 750 m
Resolusi Temporal	Harian	Harian	Harian

Sumber : Pustekdata.lapan.go.id

2.2.5 Pengolahan Citra

Suatu citra umumnya memiliki kekurangan seperti noise, garis yang bersinggungan, kendala pada piksel, dan lain-lain (Ismail et al., 2010). Sehingga penggunaan pengolahan citra dapat dilakukan untuk mengatasi kekurangan yang terjadi pada citra serta mengambil informasi yang penting dan diperlukan untuk pemrosesan selanjutnya.

Menurut Kadir, et.al (2013) pengolahan citra adalah bagian yang menjadi dasar dari berbagai sistem, salah satunya adalah dalam teknologi penginderaan jarak jauh. Pengolahan citra adalah suatu proses interpretasi dari citra 2D yang dimanipulasi serta di modifikasi oleh manusia atau mesin. Pengolahan citra dimanfaatkan untuk berbagai aplikasi seperti dalam penginderaan jauh dan pengenalan pola.

2.2.6 Pengenalan Pola

Pengenalan pola telah umum digunakan dalam berbagai bidang seperti pengenalan wajah dan tulisan. Pengenalan pola adalah proses pengenalan suatu objek berdasarkan kemiripan dari data sebelumnya yang sudah ada atau dengan membedakan antara objek yang satu dengan objek yang lainnya. Objek akan dikenali bila hasilnya sama atau mendekati dengan informasi yang berhubungan dengan objek tersebut. Pengenalan pola meliputi tahap pembelajaran menggunakan informasi yang dikumpulkan yaitu training set (Zhuravlev, 2008)

Pengenalan pola adalah cabang ilmu yang berkembang khususnya dalam pengklasifikasian untuk mengenali objek yang tidak diketahui sehingga dalam hal

inibertujuan untuk menetapkan salah satu dari serangkaian kemungkinan (Verma, 2011)

2.2.7 Wavelet

Wavelet adalah sebuah fungsi matematika yang memisah data menjadi sebagian komponen yang memiliki frekuensi berbeda, lalu setiap komponen akan di pelajari dengan resolusi yang sesuai bagi tiap ukuran (Santoso et al., 2014). *Wavelet* adalah fungsi yang berasal dari 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 $\psi(2^jx)$.

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

$$\psi_{a,b}(x) = \frac{1}{\sqrt{|a|}} \psi\left(\frac{x-b}{|a|}\right) \quad (2.2)$$

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 adalah normalisasi energi yang sama dengan energi induk (Handayani et al., 2014).

Wavelet orthogonal merupakan wavelet/gelombang-singkat yang transformasi waveletnya memiliki sifat orthogonal. Kondisi wavelet dapat dikatakan orthogonal adalah ketika kondisi orthogonalitas terpenuhi. Fungsi

wavelet orthogonal antara lain : Keluarga Daubechies, Keluarga Coiflets dan Keluarga Symlets.

2.2.8 Jaringan Syaraf Tiruan

Jaringan syaraf tiruan adalah jaringan yang disederhanakan dari jaringan syaraf biologis serta menggunakan jenis komputasi yang dilakukan oleh otak manusia (Kosbatwar & Pathan, 2012). Jaringan syaraf tiruan meniru cara berpikir otak manusia untuk menerima informasi. Hal ini adalah pendekatan dalam membangun suatu hubungan antara set masukan dan data keluaran.

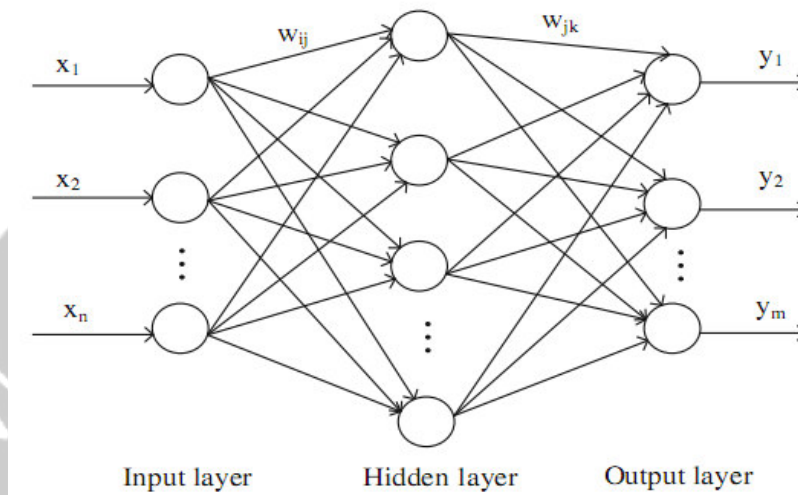
Menurut Barghash et.al, (2004) pengembangan suatu jaringan syaraf tiruan memerlukan tahap pembelajaran dan tahap pengujian. Seperti cara kerja otak yang belajar dari pengalaman, tahap pembelajaran pada jaringan syaraf tiruan dapat menemukan solusi dari suatu permasalahan.

2.2.9 Backpropagation

Backpropagation merupakan algoritma yang menggunakan pembelajaran JST terbimbing yaitu melatih multilayer jaringan syaraf yang memetakan hubungan antara keluaran target dan keluaran aktual (Nahato et al., 2015) (Hossain et al., 2013).

Untuk prediksi titik api kebakaran hutan gambut ini menggunakan algoritma backpropagation. Pada penelitian ini dilakukan proses pelatihan jaringan dengan menggunakan inisialisasi bobot awal dari vektor hasil transformasi dari

citra uji. Contoh dari layer untuk arsitektur backpropagation adalah pada Gambar 2.



Gambar 2 Architecture tiga layer backpropagation
Sumber :Chen & Zeng (2013)

Menurut (Handayani et al., 2014) , tahapan-tahapan dari algoritma backpropagation adalah :

1. Melakukan inialisasi bobot dengan bobot awal nilai random yang cukup kecil.
2. Menetapkan Epoch maksimal, target kesalahan, dan *Learning rate* (α)
3. Inialisasi Epoch = 0 dan MSE = 1
4. Mengerjakan tahapan selama kondisi (Epoch < Epoch maksimal) dan (MSE > Target Error) :
 1. Epoch = Epoch + 1
 2. Tiap pasangan elemen dilakukan pembelajaran sebagai berikut :
 - a. Tiap masukan ($X_i, i=1,2,3,\dots,n$) menerima sinyal tersebut ke semua unit pada lapisan yang ada di atasnya (lapisan tersembunyi).

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

$$z_{-in_j} = b1_j + \sum_{i=1}^n x_i v_{ij} \quad (2.2)$$

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

$$y_{-in_k} = b2_k + \sum_{i=1}^p z_i v_{ij} \quad (2.3)$$

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

$$\delta 2_k = (t_k - y_k) f'(y - in_k) \quad (2.4)$$

$$\varphi 2_{jk} = \delta_k - z_k \quad (2.5)$$

$$B2_K = \delta_K \quad (2.6)$$

Melakukan perhitungan koreksi bobot (Digunakan dalam perbaikan nilai

w_{jk} :

$$\Delta w_{jk} = \sigma \varphi 2_{jk} \quad (2.7)$$

Dengan adanya perubahan bobot momentum maka berubah menjadi :

$$\Delta w_{jk} = \sigma \varphi 2_{jk} \quad (2.8)$$

Epoch 1 menjadi :

$$\Delta w_{jk} = mc * \Delta w_{jk}(\text{epoch sebelumnya}) + \sigma \varphi 2_{jk} \quad (2.9)$$

Epoch >1 , dilakukan perhitungan koreksi bias untuk memperbaiki nilai

$B2_K$:

$$\Delta B2_k = \sigma \beta 2_k \quad (2.10)$$

Dengan adanya perubahan bobot bias, maka menjadi :

Epoch 1 :

$$\Delta B2_k = \sigma \beta 2_k \quad (2.11)$$

Epoch > 1

$$\Delta B_{2k} = mc * \Delta B_{2k}(\text{epoch sebelumnya}) + \sigma \beta_{2k} \quad (2.12)$$

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

$$\delta_{in_j} = \sum_{k=1}^m \delta_{2k} w_{jk} \quad (2.13)$$

Melakukan perhitungan nilai kesalahan dengan mengalikan nilai dengan turunan fungsi :

$$\delta_{1j} = \delta_{in_j} f'(j - in_j) \quad (2.14)$$

$$\varphi_{1ij} = \delta_{1j} - x_k \quad (2.15)$$

$$B_{1j} = \delta_{1j} \quad (2.16)$$

Menghitung koreksi bobot untuk perbaikan nilai V_{ij}

$$\Delta V_{ij} = \sigma \varphi_{1ij} \quad (2.17)$$

Perubahan bobot Epoch 1 menjadi :

$$\Delta V_{jk} = \Delta V_{jk} + \sigma \varphi_{1ij} \quad (2.18)$$

Epoch > 1 menjadi :

$$\Delta V_{jk} = mc * \Delta V_{jk}(\text{epoch sebelumnya}) + \sigma \varphi_{1ij} \quad (2.19)$$

Menghitung koreksi bias untuk perbaikan nilai b_{1j}

$$\Delta b_{1j} = \sigma \beta_{1j} \quad (2.20)$$

Perubahan bobot Epoch 1 menjadi :

$$\Delta b_{1j} = \sigma \beta_{1j} \quad (2.21)$$

Epoch > 1 menjadi :

$$\Delta b_{1j} = mc * \Delta b_{1j}(\text{epoch sebelumnya}) + \sigma \beta_{1j} \quad (2.22)$$

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

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

$$B2_k(\text{baru}) = B2_k(\text{lama}) + \Delta B2_k \quad (2.24)$$

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

$$V_{ij}(\text{baru}) = V_{ij}(\text{lama}) + \Delta V_{ij} \quad (2.25)$$

$$b1_j(\text{baru}) = b1_j(\text{lama}) + \Delta b1_j \quad (2.26)$$

3. Melakukan perhitungan MSE yaitu rata-rata nilai selisih kuadrat dari nilai *error*.

