

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Pohon Kelapa Sawit

2.1.1. Sejarah Perkembangan Industri Pohon Kelapa Sawit

Kelapa sawit merupakan tanaman penting yang langsung berhubungan dengan kebutuhan hidup manusia. Terutama, sebagai bahan utama minyak nabati pada masakan rumah tangga hingga industri makanan berskala besar. Di samping itu, kelapa sawit bisa dimanfaatkan sebagai bahan dasar utama energi alternatif selain dari minyak jarak dan tees tebu. Pengolahan minyak kelapa sawit bisa menghasilkan bioenergi yang nilai kalorinya tidak kalah dengan energi fosil (minyak bumi dan batu bara) (Yunus, 2014).

Tanaman Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) berasal dari Afrika Barat. Tetapi ada sebagian pendapat justru menyatakan bahwa kelapa sawit berasal dari kawasan Amerika Selatan yaitu Brazil. Hal ini karena spesies kelapa sawit banyak ditemukan di daerah hutan Brazil dibandingkan di Amerika. Pada kenyataannya tanaman kelapa sawit hidup subur di luar daerah asalnya, seperti Malaysia, Indonesia, Thailand, dan Papua Nugini. Bahkan mampu memberikan hasil produksi perhektar yang lebih. Kelapa sawit diperkenalkan di Indonesia oleh pemerintah kolonial Belanda pada tahun 1848.

Ketika itu ada empat batang bibit kelapa sawit yang dibawa dari Maritijs dan Amsterdam untuk ditanam di Kebun Raya Bogor. Tanaman Kelapa Sawit mulai diusahakan dan dibudidayakan secara komersial pada tahun 1911. Perintis usaha kelapa sawit di Indonesia adalah Adrien Haller, seorang berkebangsaan Belgia yang belajar banyak tentang kelapa sawit di Afrika, Budidaya yang dilakukannya diikuti oleh K. Schadt yang menandai lahirnya perkebunan kelapa sawit di Indonesia. Sejak saat itu perkebunan kelapa sawit di Indonesia mulai berkembang. Perkebunan kelapa sawit pertama

berlokasi di Pantai Timur Sumatra (Deli) dan Aceh. Luas areal perkebunannya saat itu sebesar 5.123 ha. Indonesia mulai mengekspor minyak sawit pada tahun 1919 sebesar 576 ton ke negara-negara Eropa kemudian tahun 1923 mulai mengekspor minyak inti sawit sebesar 850 ton.

Sejak pertengahan 2000, kelapa sawit tengah menyusul kacang kedelai menjadi tanaman minyak yang paling penting di dunia. Produksi minyak sawit terutama didukung oleh penanaman intensif selama dua dekade terakhir di Malaysia dan Indonesia yang sejauh ini adalah dua produsen minyak sawit. Produksi minyak sawit telah terbukti menjadi kuat mesin pertumbuhan ekonomi.

Tanaman kelapa sawit yang dibudidayakan saat ini terdiri dari dua jenis yang umum ditanam yaitu *E. Guineensis* dan *E. oleifera*. Antara dua jenis tersebut mempunyai fungsi dan keunggulan di dalamnya. Jenis *E. guineensis* memiliki produksi yang sangat tinggi sedangkan *E. oleifera* memiliki tinggi tanaman yang rendah. Banyak orang sedang menyalurkan dua species yang tinggi produksi dan gampang dipanen. Jenis *E. oleifera* sekarang mulai dibudidayakan pula untuk menambah keanekaragaman sumber daya genetik yang ada. Kelapa sawit *Elaeis guineensis* Jacq merupakan tumbuhan tropis yang berasal dari Afrika Barat. Tanaman ini dapat tumbuh di luar daerah asalnya termasuk Indonesia. Tanaman kelapa sawit memiliki arti penting bagi pembangunan nasional.

Masa umur ekonomis kelapa sawit yang cukup lama sejak mulai tanaman menghasilkan, yaitu sekitar 25 tahun menjadikan jangka waktu perolehan manfaat dari investasi di sektor ini menjadi salah satu pertimbangan yang ikut menentukan bagi kalangan dunia. Untuk mendapatkan tanaman kelapa sawit yang baik dan produksi yang maksimal, maka sebelum melakukan budidaya maka harus mengetahui klasifikasi dan morfologi dari tanaman sawit begitu pula syarat tumbuh tanaman kelapa sawit yang benar. Dengan mengetahui

klasifikasi tanaman kelapa sawit maka dapat memahami macam-macam jenis kelapa sawit dan varietas unggul yang dapat dibudidayakan. Dengan mengetahui morfologi tanaman kelapa sawit maka dapat memahami spesifikasi setiap bagain yang dimiliki tanaman kelapa sawit (Yan, 2012).

2.1.2. Manfaat Dan Keunggulan Tanaman Kelapa Sawit

Bagian yang paling utama untuk diolah dari kelapa sawit adalah buahnya. Bagian daging buah menghasilkan minyak kelapa sawit mentah yang diolah menjadi bahan baku minyak goreng. Kelebihan minyak nabati dari sawit adalah harga yang murah, rendah kolesterol, dan memiliki kandungan karoten tinggi. Minyak sawit juga dapat diolah menjadi bahan baku minyak alkohol, sabun, lilin, dan industri kosmetika. Sisa pengolahan buah sawit sangat potensial menjadi bahan campuran makanan ternak dan difermentasikan menjadi kompos. Tandan kosong dapat dimanfaatkan untuk mulsa tanaman kelapa sawit, sebagai bahan baku pembuatan pulp dan pelarut organik, dan tempurung kelapa sawit dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar dan pembuatan arang aktif.

Kelapa sawit mempunyai produktivitas lebih tinggi dibandingkan tanaman penghasil minyak nabati lainnya (seperti kacang kedele, kacang tanah dan lain-lain), sehingga harga produksi menjadi lebih ringan. Masa produksi kelapa sawit yang cukup panjang (22 tahun) juga akan turut mempengaruhi ringannya biaya produksi yang dikeluarkan oleh pengusaha kelapa sawit. Kelapa sawit juga merupakan tanaman yang paling tahan hama dan penyakit dibandingkan tanaman penghasil minyak nabati lainnya. Jika dilihat dari konsumsi per kapita minyak nabati dunia mencapai angka rata-rata 25 kg / th setiap orangnya, kebutuhan ini akan terus meningkat sejalan dengan pertumbuhan penduduk dan meningkatnya konsumsi per kapita.

Berbagai penelitian mengungkapkan bahwa minyak sawit memiliki keunggulan dibandingkan dengan minyak nabati lainnya. Menurut Pahan (2008) minyak kelapa sawit mempunyai beberapa keunggulan antara lain:

- Tingkat efisiensi minyak sawit tinggi sehingga mampu menempatkan CPO menjadi sumber minyak nabati termurah.
- Produktifitas minyak sawit tinggi yaitu 3,2 ton/ha, sedangkan minyak kedelai 0,34 ton/ha, lobak 0,51 ton/ha dan minyak bunga matahari 0,53 ton/ha.
- Sifat interchangeable-nya cukup menonjol dibanding dengan minyak nabati lainnya karena memiliki keluwesan dan keluasan dalam ragam kegunaan baik di bidang pangan maupun non pangan.
- Sekitar 80% dari penduduk dunia, khususnya di negara berkembang masih berpeluang meningkatkan konsumsi per kapita dari minyak dan lemak terutama minyak sawit yang harganya murah.
- Terjadinya pergeseran dalam industri yang menggunakan bahan baku minyak bumi ke bahan yang lebih bersahabat dengan lingkungan yaitu oleokimia yang berbahan baku CPO, terutama di beberapa negara maju seperti Amerika Serikat, Jepang dan Eropa Barat.



Gambar 2.1 Pohon Kelapa Sawit

2.1.3. Ciri-ciri Fisiologi Kelapa Sawit

1. Bagian Vegetatif

Bagian ini dapat ditemukan di dalam tanah dan di atas tanah. Bagian yang terletak di dalam tanah dimulai dari batas leher akar, perakaran, hingga buluh-buluh akar. Bagian yang terletak di atas tanah mulai dari pangkal batan hingga dedaunan.

a. Akar

Ciri khas akar tanaman monokotil adalah berserabut, yang memiliki akar-akar primer berarah tumbuh vertikal, sedangkan akar-akar lainnya berarah tumbuh yang relatif horizontal atau sedikit vertikal.



Gambar 2.4 Akar Kelapa Sawit

b. Batang

Batang kelapa sawit tidak bisa bercabang karena titik tumbuhnya hanya satu. Oleh sebab itu, arah tumbuhnya hanya satu atau vertikal. Titik tumbuh ini akan membentuk daun dan ruas-ruas batang yang akan menambah ketinggian batangnya.



Gambar 2.5 Batang Kelapa Sawit

c. Daun

Daun kelapa sawit termasuk daun majemuk. Bersirip genap dengan pertulangan sejajar. ukuran panjang pelepahnya bisa mencapai 9 meter. Taiap pelepah memiliki jumlah anak daun sekitar 380 helai. Ukuran panjang anak daun sekitar 120 cm. Jumlah pelepah tiap satu tanaman kelapa sawit sekitar 60 buah. Dan, umur pelepah daun dimulai dari awal pertumbuhan hingga tua yang bisa mencapai sekitar 7 tahun.



Gambar 2.4 Daun Kelapa Sawit

2. Bagian Generatif

a. Bunga

Bunga kelapa sawit muncul sekitar umur setahun. Tipe pembungaan kelapa sawit adalah monoccidious. Artinya, bagaian bunga jantan dan betina dalam satu pohon letaknya terpisah. Namun kadang terjadi tipe pembungaan yang berbeda, yaitu dijumpainya bunga jantan dan betina dalam satu tandan (*hermafrodit*).

- Bunga jantan

Bunga jantan dan betina muncul dari ketiak pelepah daun. Kemunculan bunganya acak. Dalam tiap tandan bunga jantan terdapat sekitar 200 spiklet. Tiap-tiap spiklet terdapat 1.000 bunga jantan. Apabila serbuk sari dikumpulkan dari tiap satu tandan bunga akan dihasilkan sekitar 50 gram.



Gambar 2.5 Bunga Kelapa Sawit Jantan

Bunga Betina

Tiap tandan bunga betina terdapat sekitar 200 spiklet. Tiap spiklet terdapat sekitar 20 bunga betina. Jumlah rata-rata bunga betina pada satu tandan sekitar 3.000 buah. Bunga betina berbentuk mirip bunga cengkeh.



Gambar 2.6 Bunga Kelapa Sawit Betina

b. Buah

Buah kelapa sawit varietas *nigrescens* berwarna hitam pada saat masih muda. Lama-kelamaan, berubah warna menjadi merah kekuning-kuningan. Perubahan warna ini terlihat jelas pada saat buah berumur 5 bulan.



Gambar 2.7 Buah Kelapa Sawit

2.1.4. Manfaat Lain Minyak Kelapa Sawit

Manfaat lain minyak kelapa sawit dalam bidang industri antara lain:

- a. Sebagai bahan bakar alternatif Biodiesel
- b. Sebagai nutrisi pakan ternak (cangkang hasil pengolahan)
- c. Sebagai bahan pupuk kompos (cangkang hasil pengolahan)
- d. Sebagai bahan dasar industri lainnya (industri sabun, detergen, industri kosmetik, industri makanan)
- e. Sebagai obat karena kandungan minyak nabati berprospek tinggi
- f. Sebagai bahan pembuat particle board (batang dan pelepah)
- g. Sebagai bahan pengganti oli samping pada mesin dua tak

2.2. Vegetasi

Pengertian umum vegetasi adalah kumpulan beberapa tumbuhan, biasanya terdiri dari beberapa jenis dan hidup bersama pada suatu tempat. Diantara individu-individu tersebut terdapat interaksi yang erat antara tumbuh-tumbuhan itu sendiri maupun dengan binatang-binatang yang hidup dalam vegetasi itu dan fakto-faktor lingkungan (Marsono, 1977). Dengan demikian berarti bahwa vegetasi bukan hanya kumpulan dari individu-individu tumbuhan saja, akan tetapi merupakan suatu kesatuan dimana individu individu penyusunnya saling tergantung satu sama lain dan disebut suatu komunitas tumbuhan. Apabila pengertian tumbuh-tumbuhan

ditekankan pada hubungan yang erat antara komponen organisme dan faktor lingkungan, maka hal ini disebut **ekosistem** (Soekotjo, 1978).

Masyarakat tumbuh-tumbuhan atau vegetasi merupakan suatu sistem yang hidup dan tumbuh atau merupakan suatu masyarakat yang dinamis. Masyarakat tumbuh-tumbuhan terbentuk melalui beberapa tahap invasi tumbuh-tumbuhan, yaitu adaptasi, agregasi, persaingan dan penguasaan, reaksi terhadap tempat tumbuh dan stabilitasi (Soerianegara, 1970). Untuk menuju ke suatu vegetasi yang mantap diperlukan waktu sehingga dengan berjalannya waktu vegetasi akan menuju ke keadaan yang stabil, proses ini merupakan proses biologi yang dikenal dengan istilah **suksesi** (Odum, 1972). Menurut Marsono (1977) ada beberapa faktor yang mempengaruhi komposisi dan struktur vegetasi, yaitu flora, habitat (iklim, tanah, dan lainlain), waktu dan kesempatan sehingga vegetasi di suatu tempat merupakan hasil resultante dari banyak faktor baik sekarang maupun yang lampau. Sebaliknya vegetasi dapat dipakai sebagai indikator suatu habitat baik pada saat sekarang maupun sejarahnya.

Vegetasi dalam ekologi adalah istilah untuk keseluruhan komunitas tetumbuhan. Vegetasi merupakan bagian hidup yang tersusun dari tetumbuhan yang menempati suatu ekosistem. Beraneka tipe hutan, kebun, padang rumput, dan tundra merupakan contoh-contoh vegetasi. Analisis vegetasi adalah cara mempelajari susunan komposisi spesies dan bentuk struktur vegetasi atau masyarakat tumbuh-tumbuhan. Dalam ekologi hutan satuan yang diamati adalah suatu tegakan, yang merupakan asosiasi konkrit (Rohman, 2001). Analisis vegetasi adalah cara mempelajari susunan komposisi spesies dan bentuk struktur vegetasi atau masyarakat tumbuh-tumbuhan. Untuk suatu kondisi hutan yang luas, maka kegiatan analisa vegetasi erat kaitannya dengan contoh, artinya kita cukup menempatkan beberapa petak contoh untuk mewakili habitat tersebut. Dalam contoh ini ada tiga hal yang perlu diperhatikan, yaitu jumlah petak contoh, cara peletakan petak contoh dan teknik analisa vegetasi yang digunakan (Irwanto, 2010).

Pengamatan parameter vegetasi berdasarkan bentuk hidup pohon, perdu, serta herba. Suatu ekosistem alamiah maupun binaan selalu terdiri dari dua komponen utama yaitu komponen biotik dan abiotik. Vegetasi atau komunitas tumbuhan merupakan salah satu komponen biotik yang menempati habitat tertentu seperti hutan, padang ilalang, semak belukar dan lain-lain (Syafei, 1990).

Struktur dan komposisi vegetasi pada suatu wilayah dipengaruhi oleh komponen ekosistem lainnya yang saling berinteraksi, sehingga vegetasi yang tumbuh secara alami pada wilayah tersebut sesungguhnya merupakan pencerminan hasil interaksi berbagai faktor lingkungan dan dapat mengalami perubahan signifikan karena pengaruh antropogenik (Setiadi, 1984).

2.3. Data Set

Satelit IKONOS adalah satelit resolusi tinggi yang dioperasikan oleh GeoEye berasal dari bawah Lockheed Martin Corporation sebagai Commercial Remote Sensing System (CRSS) satelit. Pada April 1994 Lockheed diberi salah satu lisensi dari US Department of Commerce untuk satelit komersial citra resolusi tinggi. Pada tanggal 25 Oktober 1995 perusahaan mitra Space Imaging menerima lisensi dari Komisi Komunikasi Federal (FCC). IKONOS menyediakan data untuk tujuan 12 komersial pada awal 2000 dengan resolusi spasial tinggi yang merekam data multispectral 4 kanal pada resolusi 4m (citra berwarna) dan sebuah kanal pankromatik dengan resolusi 1m (hitam-putih).

Sumber :

Band	Width	Spatial Resolution
Panchromatic	0,45 – 0,90 μm	1 metres
Band 1	0,45 – 0,53 μm (blue)	4 metres
Band 2	0,52 – 0,61 μm (green)	4 metres
Band 3	0,64 – 0,72 μm (red)	4 metres
Band 4	0,77 – 0,88 μm (near-infrared)	3 metres

www.spaceimaging.com

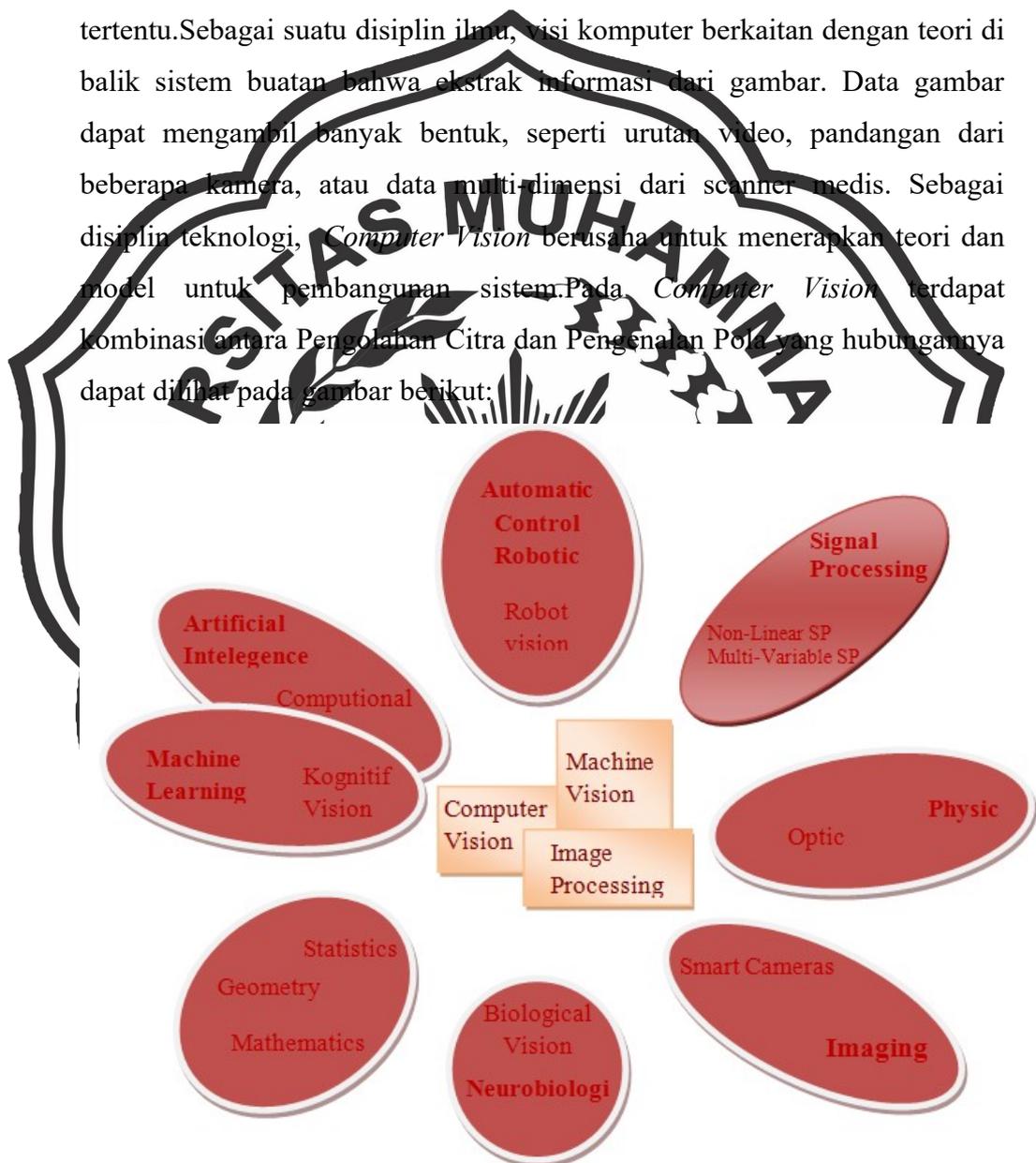
Tabel 2.1 Jumlah Band dan Ketelitian Citra IKONOS

Diluncurkan pada	24 September 1999
	Vandenberg Air Force Base, California, USA
Operational life	> 7 tahun
Orbit	98.1 degree, sun synchronous
Kecepatan Orbit	7,5 kilometers per second
Banyaknya revolusi bumi	14,7 setiap 24 jam
Waktu 1 kali orbit	98 minutes
Ketinggian Satelit	681 kilometer
Resolusi Nadir:	0.82 meter panchromatic
26° Off-Nadir	3.2 meters multispectral
	1.0 meters panchromatic
	4.0 meters multispectral
Lebar Citra	11.3 kilometers at nadir
	13.8 kilometers at 26° Off-Nadir
Waktu rekam di equator	Nominally 10:30 a.m. solar time
Resolusi temporal	\pm 3 hari pada 40° latitude
Resolusi radiometrik	11 –bits per pixel
Band citra	Panchromatic, blue, green, red, near, IR

Table 2.2 Spesifikasi Sensor IKONOS

2.4. Computer Vision

Computer Vision sering didefinisikan sebagai salah satu cabang ilmu pengetahuan yang mempelajari bagaimana komputer dapat mengenali obyek yang diamati atau diobservasi. Arti dari *Computer Vision* adalah ilmu dan teknologi mesin yang melihat, di mana mesin mampu mengekstrak informasi dari gambar yang diperlukan untuk menyelesaikan tugas tertentu. Sebagai suatu disiplin ilmu, visi komputer berkaitan dengan teori di balik sistem buatan bahwa ekstrak informasi dari gambar. Data gambar dapat mengambil banyak bentuk, seperti urutan video, pandangan dari beberapa kamera, atau data multi-dimensi dari scanner medis. Sebagai disiplin teknologi, *Computer Vision* berusaha untuk menerapkan teori dan model untuk pembangunan sistem. Pada *Computer Vision* terdapat kombinasi antara Pengolahan Citra dan Pengenalan Pola yang hubungannya dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 2.8 Kombinasi Pengolahan Citra dan Pengenalan Pola

Pengolahan Citra (*Image Processing*) merupakan bidang yang berhubungan dengan proses transformasi citra atau gambar. Proses ini bertujuan untuk mendapatkan kualitas citra yang lebih baik. Sedangkan Pengenalan Pola (*Pattern Recognition*), bidang ini berhubungan dengan proses identifikasi obyek pada citra atau interpretasi citra. Proses ini bertujuan untuk mengekstrak informasi atau pesan yang disampaikan oleh gambar atau citra.

2.5. Citra Digital

Citra digital dapat dinyatakan sebagai suatu fungsi dua dimensi $f(x,y)$, dengan x maupun y adalah posisi koordinat, sedangkan f merupakan amplitudo pada posisi (x,y) yang sering dikenal sebagai intensitas atau *grayscale*. Nilai intensitas diskrit mulai dari 0 sampai 255, begitu pula nilai-nilai x, y , dan $f(x,y)$ harus berada pada jangkauan atau range tertentu yang jumlahnya terbatas. Citra yang dicapture oleh kamera dan telah dikuantisasi dalam bentuk diskrit dinamakan citra digital. Citra digital tersusun dari sejumlah nilai tingkat keabuan yang disebut piksel pada posisi tertentu [4]. Secara matematis persamaan untuk fungsi intensitas $f(x,y)$ adalah:

$$0 \leq f(x,y) < \infty \dots \dots \dots (2.1)$$

Misalkan f merupakan sebuah citra digital 2 dimensi berukuran $N \times M$. Maka representasi f dalam sebuah matriks dapat dilihat pada gambar di bawah ini, di mana $f(0,0)$ berada pada sudut kiri atas dari matriks tersebut, sedangkan $f(n-1,m-1)$ berada pada sudut kanan bawah.

$$f(x,y) = \begin{bmatrix} f(0,0) & f(0,1) & \dots & f(0,M-1) \\ f(1,0) & f(1,1) & \dots & f(1,M-1) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ f(N-1,0) & f(N-1,1) & \dots & f(N-1,M-1) \end{bmatrix} \dots \dots \dots (2.2)$$

2.6. Pengolahan Citra Digital

Pengolahan citra digital merupakan proses yang bertujuan untuk memanipulasi dan menganalisis citra dengan bantuan komputer. Pengolahan citra digital dapat dikelompokkan dalam dua jenis kegiatan :

1. Memperbaiki kualitas suatu gambar, sehingga dapat lebih mudah diinterpretasi oleh mata manusia.
2. Mengolah informasi yang terdapat pada suatu gambar untuk keperluan pengenalan objek secara otomatis.

Bidang aplikasi kedua yang sangat erat hubungannya dengan ilmu pengenalan pola (*pattern recognition*) yang umumnya bertujuan mengenali suatu objek dengan cara mengekstrak informasi penting yang terdapat pada suatu citra. Bila pengenalan pola dihubungkan dengan pengolahan citra, diharapkan akan terbentuk suatu sistem yang dapat memproses citra masukan sehingga citra tersebut dapat dikenali polanya. Proses ini disebut pengenalan citra atau *imagerecognition*. Proses pengenalan citra ini sering diterapkan dalam kehidupan sehari-hari.

Pengolahan citra dan pengenalan pola menjadi bagian dari proses pengenalan citra. Kedua aplikasi ini akan saling melengkapi untuk mendapatkan ciri khas dari suatu citra yang hendak dikenali. Secara umum tahapan pengolahan citra digital meliputi akuisisi citra, peningkatan kualitas citra, segmentasi citra, representasi dan uraian, pengenalan dan interpretasi.

2.7. Jenis Citra

Nilai suatu *pixel* memiliki nilai dalam rentang tertentu, dari nilai minimum sampai nilai maksimum. Jangkauan yang berbeda-beda tergantung dari jenis warnanya. Namun secara umum jangkauannya adalah 0 – 255. Citra dengan penggambaran seperti ini digolongkan ke dalam citra integer. Berikut adalah jenis-jenis citra berdasarkan nilai *pixel*:

2.7.1. Citra RGB

RGB sering disebut sebagai warna additive. Hal ini karena warna dihasilkan oleh cahaya yang ada. Beberapa alat yang menggunakan color model RGB antara lain; mata manusia, projector, TV, kamera video, kamera digital, dan alat-alat yang menghasilkan cahaya. Proses pembentukan cahayanya adalah dengan mencampur ketiga warna tadi.

Skala intensitas tiap warnanya dinyatakan dalam rentang 0 sampai 255.

Warna Red memiliki intensitas sebanyak 255, begitu juga dengan Green dan Blue, maka terjadilah warna putih, sementara ketika ketiga warna tersebut mencapai intensitas 0, maka terjadilah warna hitam, sama seperti ketika berada di ruangan gelap tanpa cahaya, yang tampak hanya warna hitam. Hal ini bisa dilihat ketika menonton di bioskop tua di mana proyektor yang digunakan masih menggunakan proyektor dengan 3 warna dari lubang yang terpisah, bisa terlihat ketika film menunjukkan ruangan gelap, cahaya yang keluar dari ketiga celah proyektor tersebut berkurang (Novi, D.E.2012).



2.7.2. Citra Gray

Citra grayscale merupakan citra digital yang hanya memiliki satu nilai kanal pada setiap pixelnya, dengan kata lain nilai bagian RED=GREEN=BLUE. Nilai tersebut digunakan untuk menunjukkan tingkat intensitas warna, yang dimiliki adalah warna dari hitam, keabuan dan putih. Tingkat keabuan disini merupakan warna abu dengan berbagai tingkatan dari hitam hingga mendekati putih. Citra grayscale berikut memiliki kedalaman warna 8 bit (256 kombinasi warna keabuan) (Putra,D.2010).

Konversi citra warna ke citra grayscale dapat juga dilakukan dengan cara memberi bobot pada setiap elemen warna, sehingga persamaan diatas dimodifikasi menjadi :

$$0.2989 * R + 0.5870 * G + 0.1140 * B \dots \dots \dots (2.3)$$

Keterangan : R = Komposisi warna red pada citra

G = Komposisi warna green pada citra

B = Komposisi warna blue pada citra



Gambar 2.10 Citra Grayscale

2.8. Konversi Citra RGB ke Gray

Merubah citra menjadi citra grayscale adalah salah satu contoh proses pengolahan citra menggunakan operasi titik. Untuk mengubah citra RGB menjadi citra grayscale adalah dengan menghitung rata-rata nilai intensitas RGB setiap pixel penyusun tersebut. Rumusan matematis yang digunakan adalah:

$$\text{Citra Abu-Abu} = 0,2989 * R + 0,587 * G + 0,114 B \dots\dots\dots (2.4)$$

Dimana R : Nilai warna merah

G: Nilai warna hijau

B: Nilai warna biru

2.9. Tekstur

Merupakan karakteristik intrinsik dari suatu citra yang terkait dengan tingkat kekasaran (roughness), granularitas (granulation), dan keteraturan (regularity) susunan struktural piksel. Aspek tekstural dari sebuah citra dapat dimanfaatkan sebagai dasar dari segmentasi, klasifikasi, maupun interpretasi citra.

2.10. Ekstraksi ciri orde pertama

Ekstraksi ciri orde pertama merupakan metode pengambilan ciri yang didasarkan pada karakteristik histogram citra. Histogram menunjukkan probabilitas kemunculan nilai derajat keabuan piksel pada suatu citra. Dari nilai-nilai pada histogram yang dihasilkan, dapat dihitung beberapa

parameter ciri orde pertama, antara lain adalah *mean*, *skewness*, *variance*, *kurtosis*, dan *entropy*.

a. *Mean* (μ)

Menunjukkan ukuran dispersi dari suatu citra

$$\mu = \sum_n f_n p(f_n) \dots \dots \dots (2.5)$$

dimana f_n merupakan suatu nilai intensitas keabuan, sementara $p(f_n)$ menunjukkan nilai histogramnya (probabilitas kemunculan intensitas tersebut pada citra).

b. *Variance* (σ^2)

Menunjukkan variasi elemen pada histogram dari suatu citra

$$\sigma^2 = \sum_n (f_n - \mu)^2 p(f_n) \dots \dots \dots (2.6)$$

c. *Skewness* (α_3)

Menunjukkan tingkat kemencengan relatif kurva histogram dari suatu citra

$$\alpha_3 = \frac{1}{\sigma^3} \sum_n (f_n - \mu)^3 p(f_n) \dots \dots \dots (2.7)$$

d. *Kurtosis* (α_4) Menunjukkan tingkat keruncingan relatif kurva histogram dari suatu citra

$$\alpha_4 = \frac{1}{\sigma^4} \sum_n (f_n - \mu)^4 p(f_n) \dots \dots \dots (2.8)$$

e. *Entropy* (H)

Menunjukkan ukuran ketidakaturan bentuk dari suatu citra

$$H = - \sum_n p(f_n) \log p(f_n) \dots \dots \dots (2.9)$$

2.11. Local

Ekstraksi fitur local meliputi local entropy, local range and local standard deviation. Fitur-fitur lokal diperoleh dengan membagi gambar menjadi beberapa bagian (jendela) dan kemudian melakukan ekstraksi fitur pada masing-masing bagian ini. Ukuran jendela yang digunakan

untuk entropi lokal ini adalah 9x9, sedangkan untuk jangkauan lokal dan standar deviasi lokal adalah 3x3.

2.12. GLCM

Metode GLCM (Gray Level Cooccurrence Matrix) adalah salah satu cara mengekstrak fitur tekstur statistic orde-kedua. GLCM (yang disebut juga Grey Tone Spatial Dependency Matrix) adalah tabulasi mengenai frekuensi atau seberapa seringnya kombinasi nilai kecerahan piksel yang berbeda posisinya terjadi dalam suatu.

Ilustrasi pembentukan GLCM atas citra dengan 4 tingkat keabuan (gray level) pada jarak d=1 dan arah 0° adalah seperti gambar 2.11.



Gambar 2.11 Kiri: Contoh citra dengan 4 tingkat keabuan.

Kanan: Hasil GLCM pada jarak 1 arah 0°

Matriks GLCM mampu menangkap sifat tekstur tetapi tidak secara langsung dapat digunakan sebagai alat analisis, misalnya membandingkan dua tekstur. Data ini harus disarikan agar didapatkan angka-angkayang bisa digunakan untuk mengklasifikasi tekstur. Contoh perhitungan 6 ciri statistik orde dua, yaitu *Angular Second Moment*, *Contrast*, *Correlation*, *Variance*, *Inverse Difference Moment*, dan *Entropy*.

a. *Angular Second Moment*

Menunjukkan ukuran sifat homogenitas citra.

$$ASM = \sum_i \sum_j \{p(i, j)\}^2 \dots\dots\dots(2.10)$$

dimana $p(i,j)$ merupakan menyatakan nilai pada baris i dan kolom j pada matriks kookurensi.

b. *Contrast*

Menunjukkan ukuran penyebaran (momen inersia) elemen-elemen matriks citra. Jika letaknya jauh dari diagonal utama, nilai kekontrasan besar. Secara visual, nilai kekontrasan adalah ukuran variasi antar derajat keabuan suatu daerah citra.

$$CON = \sum_k k^2 \left[\sum_i \sum_j \{p(i, j)\}^2 \right] \dots \dots \dots (2.11)$$

$$|i - j| = k$$

c. *Correlation*

Menunjukkan ukuran ketergantungan linear derajat keabuan citra sehingga dapat memberikan petunjuk adanya struktur linear dalam citra.

$$COR = \frac{\sum_i \sum_j (ij) - \mu_x \mu_y}{\sigma_x \sigma_y} \dots \dots \dots (2.12)$$

d. *Correlation*

Menunjukkan ukuran ketergantungan linear derajat keabuan citra sehingga dapat memberikan petunjuk adanya struktur linear dalam citra.

$$VAR = \sum_i \sum_j (ij - \mu_x)(ij - \mu_y) p(i, j) \dots \dots \dots (2.13)$$

e. *Inverse Different Moment*

Menunjukkan kehomogenan citra yang berderajat keabuan sejenis. Citra homogen akan memiliki harga IDM yang besar.

$$IDM = \sum_i \sum_j \frac{1}{1 + (i - j)^2} p(i, j) \dots \dots \dots (2.14)$$

f. *Entropy*

Menunjukkan ukuran ketidakteraturan bentuk. Harga ENT besar untuk citra dengan transisi derajat keabuan merata dan bernilai kecil jika struktur citra tidak teratur (bervariasi).

$$ENT_2 = - \sum_i \sum_j p(i, j) \cdot \log p(i, j) \dots \dots \dots (2.15)$$

2.13. Jaringan Syaraf Tiruan

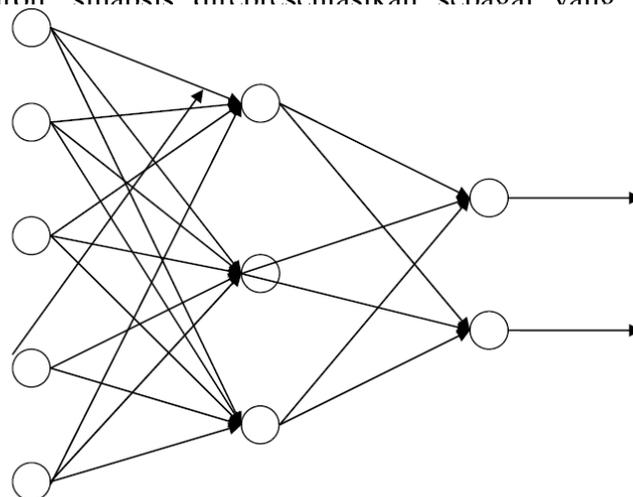
2.13.1. Pengertian Jaringan Syaraf Tiruan

Jaringan syaraf tiruan dibangun berdasarkan jaringan syaraf manusia. Bagaimana canggihnya jaringan syaraf tiruan yang dibangun, masih jauh dari setara dengan jaringan syaraf manusia, mungkin hanya dapat dibandingkan oleh sistem jaringan hewan sederhana.

Jaringan syaraf tiruan adalah sekelompok elemen pengolah sedemikian rupa sehingga sebuah sub kelompok membuat komputasi yang berbeda dan melewatkan hasilnya kepada sub kelompok berikutnya demikian seterusnya hingga tiba pada sebuah sub kelompok akhir yang terdiri dari sebuah atau lebih elemen pengolah yang akan menentukan keluaran (output) dari jaringan syaraf tersebut.

Setiap elemen pengolah membuat perhitungannya didasarkan pada jumlah terbobot (*weighed sum*) dari inputnya. Elemen pengolah tersebut merupakan satuan yang mirip dengan neuron dalam otak manusia, yang sering disebut sebagai neuron buatan, yang seterusnya akan disebut neuron saja.

Sebuah sub kelompok pengolah disebut sebuah layer dalam jaringan, dimana lapisan pertama disebut input layer, lapisan terakhir disebut sebagai output layer, sedangkan lapisan-lapisan diantara lapisan masukan dengan lapisan keluaran disebut sebagai hidden layers. Terdapat pula sebuah fungsi aktivasi (*activation function*) yang digunakan untuk menentukan keluaran sebuah neuron menuju lapisan selanjutnya. Sinapsis akan menghubungkan setiap neuron sinapsis direpresentasikan sebagai vana simpul-simpul



Gambar 2.12 Jaringan Syaraf Tiruan

Gambar 2.12 menunjukkan jaringan syaraf tiruan sederhana dalam bentuk grafik. Dalam gambar ditunjukkan representasi jaringan syaraf tiruan yang terdiri dari 3 lapisan yaitu satu lapisan masukan, satu lapisan tersembunyi dan satu lapisan keluaran.

Jaringan syaraf tiruan ini dapat dilatih untuk menyimpan, mengingat, mencocokkan suatu pola tertentu. Pola yang digunakan mengandung digit biner (0 dan 1) untuk kasus dimana masalah berupa discreet atau bilangan-bilangan real yang mewakili signal analog untuk kasus yang kontinu.

Jaringan syaraf tiruan ini dapat dibuat sebagai perangkat keras atau dapat pula direpresentasikan dengan bentuk perangkat lunak, namun jaringan syaraf tiruan direpresentasikan dalam bentuk perangkat keras lebih cepat daripada bentuk perangkat lunak. Dalam skripsi ini tidak akan digunakan bentuk representasi dalam perangkat keras, namun cukup berupa perangkat lunak dengan algoritma pembelajaran backpropagation (Kusumadewa, 2003).

2.13.2. Fungsi Aktivasi dan Signal-Signal

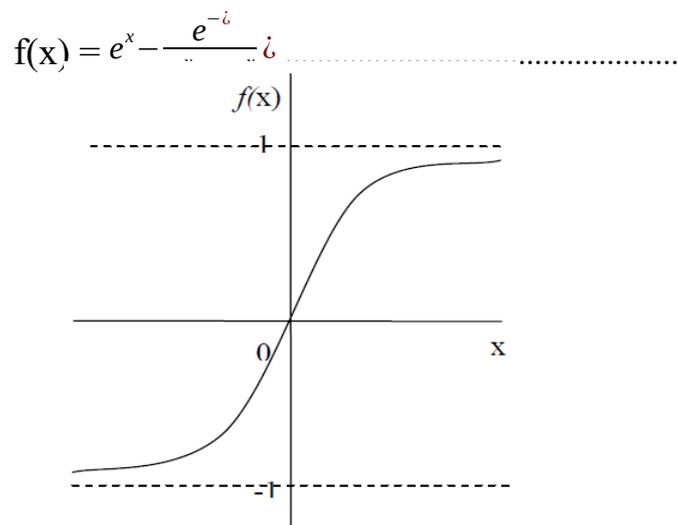
Neuron akan berkelakuan analog seperti fungsi yaitu menerima masukan dan menghasilkan signal keluaran. Pada bagian ini akan dibahas fungsi aktivasi dan signal-signal yang akan dihasilkan.

Aktivasi dari neuron adalah jumlah terbobot dari masukan sebuah neuron dalam jaringan syaraf buatan. Sebagai gambaran, pada saat t , aktivasi masukannya dinotasikan sebagai $x(t)$, maka

dari aktivasi tersebut neuron akan menghasilkan signal keluaran S(t), dimana untuk melakukan hal tersebut dibutuhkan fungsi aktivasi. Banyak macam fungsi aktivasi, mulai dari fungsi linear, sigmoid, step, ramp, kinear, dll. Fungsi aktivasi yang sering digunakan adalah fungsi sigmoid yang berbentuk seperti huruf S. fungsi sigmoid diantaranya adalah fungsi tangen hyperbolics yang range nilainya diantara -1 dan 1, dan fungsi logistic yang range nilainya antara 0 dan 1 (Kusumadewi, 2003). Kedua fungsi tersebut dapat ditulis sebagai berikut:

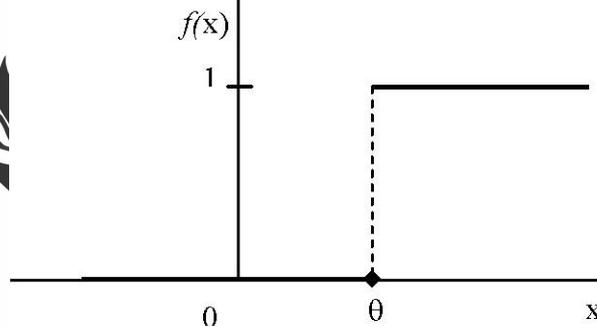


Fungsi tangen hiperbolik



Gambar 2.14 Fungsi Sigmoid Hiperbolik

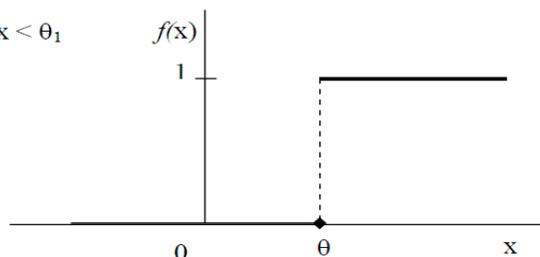
Fungsi step bekerja sebagai berikut, fungsi diawali dengan 0 dan terus berada posisi 0 hingga mencapai nilai ambang θ . Lompatan (step) pertama terjadi untuk nilai-nilai yang berada di sebelah kanan θ dan nilainya terus bertahan di posisi 1. Untuk aktivasi bernilai sama dengan θ , signal keluaran ($S(t)$) dapat bernilai 1 atau 0, tergantung dari jaringan syaraf buatan yang digunakan.



Gambar 2.15 Fungsi Step

Fungsi Ramp mempunyai kemiripan dengan fungsi step, perbedaannya adalah perubahan antara 0 menuju 1 tidak dilakukan dengan tiba-tiba pada satu titik, namun dilakukan secara perlahan. Fungsi tersebut dapat dituliskan sebagai berikut:

$$f(x) = \begin{cases} 1 & \text{jika } x > \theta_2 \\ \alpha x - \theta_1 & \text{jika } \theta_1 \leq x \leq \theta_2 \\ 0 & \text{jika } x < \theta_1 \end{cases}$$



Gambar 2.16 Fungsi Ramp

Fungsi linear juga dapat digunakan sebagai fungsi aktivasi, yang mempunyai bentuk umum seperti:

$$f(x) = \alpha \cdot x + \beta \dots\dots\dots(2.18)$$

Jika $\alpha = 1$ berarti ambang fungsi ini akan sama dengan menambahkan nilai bias yang sama dengan nilai beta untuk jumlah masukannya (Kusumadewi, 2003)

2.14. Jaringan Backpropagation

2.14.1. Sejarah Perkembangan Backpropagation

Jaringan *backpropagation* merupakan jaringan perceptron multi lapisan atau multi layer perceptrons tetapi dengan algoritma pembelajaran yang berbeda.

Jaringan *backpropagation* dibuat karena perceptron mempunyai kelemahan. Kejayaan perceptrons berakhir setelah beredar buku berjudul Perceptrons yang ditulis oleh Minsky dan Papert pada tahun 1969. Dalam buku tersebut dikatakan bahwa sebagian besar masalah tidak memberikan klasifikasi yang konvergen secara linier, bahkan perceptron terkadang tidak mampu memecahkan masalah-masalah yang sederhana, seperti operasi XOR, dimana diketahui 2 masukan biner, dan akan dihasilkan nilai 1 jika dan hanya jika satu masukan hidup (bernilai 1), selain itu akan dihasilkan nilai 0. Perceptron tidak mampu memecahkan masalah tersebut karena masalah tersebut tidak terpisah secara linier.

Masalah ini dapat dipecahkan dengan menggunakan perceptron multi lapisan, yaitu rangkaian perceptron dimana sedemikian sehingga keluaran perceptron pertama berlaku sebagai masukan perceptron pada lapisan berikutnya. Tetapi algoritma pembelajaran perceptron dianggap tidak mencakup perceptron multi lapisan. Pada saat buku tersebut diterbitkan, cara pembelajaran multi lapisan pada perceptron belum ditemukan, sampai akhirnya pada tahun 1980-an ditemukan suatu cara pembelajaran pada jaringan syaraf buatan multilapisan.

Rumelhart et al. mempopulerkan algoritma *backpropagation* dalam volume *Parallel Distributed Processing* pada akhir 1980-an. Mereka menyarankan penggunaan algoritma ini, yang mereka sebut aturan delta tergeneralisasi (*generalized delta rule*) untuk mengatasi keterbatasan algoritma perceptron. *Backpropagation* adalah keberhasilan bagi *connectionism*, yang merupakan istilah yang digunakan oleh ilmuwan komputer dan kognitif untuk teori dan aplikasi jaringan syaraf tiruan.

Backpropagation segera mendominasi dunia jaringan syaraf buatan karena kemudahannya dalam pelatihan sistem. Diperkirakan lebih dari 80% dari semua proyek sistem syaraf buatan dikembangkan dengan menggunakan algoritma pelatihan *backpropagation*.

Popularitas *backpropagation* tidak luput dari kritikan karena dikatakan algoritma ini belajar dari informasi nonlokal, sehingga sering mencapai kegagalan konvergensi, dan cenderung membawa ke arah kesalahan minima lokal, bukan global. Algoritma ini memodifikasi bobot-bobot koneksinya dengan informasi kesalahan nonlokal, dimana nonlokalitas ini menyebabkan pelatihan menjadi sinkron, lama dan menyimpang dari kemasuk-akalan biologis.

Beberapa ilmuwan mengatakan algoritma *backpropagation* pasti membawa informasi ke arah yang konvergen dengan argumen

karena algoritma ini mengimplementasikan gradient descent pada error dalam vektor ruang weight antar koneksi lapisannya. Oleh karena itu mereka mengatakan pasti akan mencapai titik konvergen dimana tercapai kesalahan minimal. Pada kenyataannya pada simulasi diskret, algoritma ini sering kali tidak konvergen, bahkan terjadi osilasi, dan hanya mencapai kesalahan minimal pada keadaan lokal (*local minima*) bukan global.

Ilmuwan memperkenalkan beberapa metode untuk mengatasi *local minima* ini. Salah satunya adalah dengan memberikan faktor momentum m dimana akan menjaga supaya perubahan weight bergerak pada arah yang sama sedemikian sehingga algoritma akan melompati *local minima* (Aminuddin, 2011)

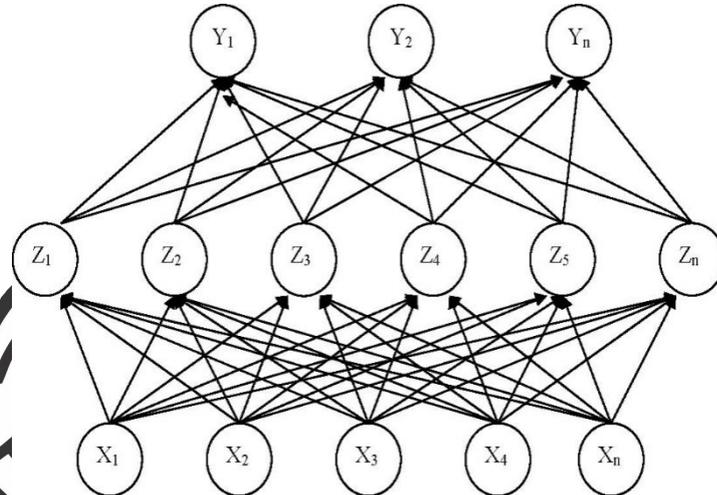


Gambar 2.17 Local Minima (A), Global Minima (B)

Menurut rich and Knight (1001, p507). Algoritma backpropagation jarang mencapai local minima karena pada jaringan yang relatif besar, vektor ruang weight yang berdimensi tinggi menyediakan banyak tingkat kebebasan bagi algoritma sehingga teorema berkurangnya konvergensi bukanlah masalah dalam praktek nyatanya. Keistimewaan yang melegakan ini ditemukan baru-baru ini, ketika komputer digital cukup cepat untuk mendukung proses simulasi jaringan syaraf buatan berskala besar (Aminuddin, 2011)

2.14.2. Arsitektur Jaringan Backpropagation

Backpropagation adalah sistem syaraf buatan yang berkoneksi penuh, berlapis, dan berumpan maju (*feedforward*).



Gambar 2.18 Jaringan Backpropagation Sederhana

Jaringan *backpropagation* dapat mempunyai banyak lapisan tersembunyi (*hidden layer*). Contoh pada gambar 2.18 hanya dilukiskan arsitektur jaringan *backpropagation* dengan satu *hidden layer*. Jumlah neuron masukan dan neuron keluaran berturut-turut ditentukan dari dimensi pola masukan dan pola keluaran. Sedangkan untuk lapisan tersembunyi jumlah neuron tidak dapat ditentukan dengan mudah.

Jaringan ini mengalami pelatihan dengan pengawasan (*supervised*), dengan jumlah tertentu pasangan pola masukan dan pola keluaran yang diharapkan. Pola masukan dimasukkan pada lapisan masukan, yang kemudian akan melewati digit-digit pola ke neuron-neuron pada lapisan selanjutnya, yang merupakan lapisan tersembunyi. Keluaran dari lapisan tersembunyi diperoleh dengan menggunakan nilai bias dan fungsi aktivasi dengan nilai masukan ke aktivasi ditentukan oleh bobot-bobot dan masukan. Keluaran tersebut menjadi masukan bagi lapisan keluaran, yang akan mengolah keluaran akhir jaringan dengan menggunakan nilai bias yang berbeda dengan fungsi aktivasi yang sama.

Pola yang telah dihitung dan pola masukan dibandingkan dengan suatu fungsi kesalahan untuk setiap komponen pola, kemudian dilakukan penyesuaian bobot koneksi (*weight*) di antara lapisan tersembunyi (*hidden layer*) dan lapisan keluaran (*output layer*). Perhitungan yang sama dilakukan untuk bobot-bobot koneksi di antara lapisan masukan (*input layer*) dan lapisan tersembunyi. Proses ini diulangi sebanyak yang diperlukan hingga kesalahan berada dalam toleransi kesalahan yang diinginkan. Setiap prosedur tersebut diulangi untuk setiap pasangan pola yang diberikan ke jaringan (Aminuddin, 2011)

2.14.3 Algoritma Backpropagation

Objektif : untuk menyesuaikan bobot-bobot koneksi sehingga diperoleh hasil keluaran yang sesuai dengan toleransi kesalahan dari user.

Diketahui : himpunan pasangan vektor masukan dan keluaran.

Dihitung : himpunan bobot jaringan syaraf buatan dengan tiga lapisan yang akan memetakan vektor masukan ke vektor keluaran yang bersesuaian.

Algoritma Backpropagation:

1. Inialisasi bobot koneksi
2. Lakukan selama kondisi berhenti belum terpenuhi,

Feedforward:

3. Untuk setiap unit masukan (X_i , $i = 1, \dots, n$) akan menerima signal masukan yang akan diteruskan menuju lapisan berikutnya (*hidden layer*).
4. Untuk setiap unit tersembunyi (Z_j , $j = 1, \dots, p$) akan menjumlahkan setiap bobot koneksi dengan signal dari lapisan masukan.

$$z_netj = V0j + \sum_{i=1}^n XiVij..... (2.19)$$

dimana :

Z_netj : jumlah bobot koneksi lapisan masukan

V0j : bobot bias hidden layer

Xi : inputan ke-i

Vij : bobot hidden

Masukan hasil perhitungan ke dalam fungsi aktivasi guna menghasilkan nilai keluaran:

$$Zj = f(z_j).....(2.20)$$

$$zj = \frac{1}{1+e^{-Znetj}}.....(2.21)$$

dimana :

Zj : aktfasi bobot koneksi untuk nilai keluaran

Lalu hasil perhitungan fungsi aktivasi akan dikirim sebagai signal masukan bagi semua unit di lapisan keluaran (*output layer*).

5. Untuk setiap unit keluaran (Yk, k = 1, ..., m) akan menjumlahkan setiap bobot koneksi dengan masukan signal dari lapisan tersebunyi.

$$y_netk = Wok + \sum_{y=1}^n ZyWjk..... (2.22)$$

dimana :

y_netk : jumlah bobot koneksi lapisan keluaran

W0k : bobot bias output layer

Zy : target keluaran

Wjk : bobot output

Lalu masukkan hasil perhitungan ke dalam fungsi aktivasi untuk mendapatkan signal keluaran:

$$yk = \int (y_i k)..... (2.23)$$



$$y_j = \frac{1}{1 + e^{-y_{netk}}} \dots\dots\dots(2.25)$$

dimana :

y_j : aktifikasi bobot keluaran

Backpropagation of Error:

6. Untuk setiap unit keluaran ($y_k, k = 1, \dots, m$) akan menerima pola keluaran yang sebenarnya (t_k) sesuai dengan pola masukan yang telah diproses, lalu akan dihitung kesalahan antara pola keluaran sebenarnya dengan pola keluaran dari sistem syaraf buatan

$$\delta_k = (t_k - y_k) \cdot f'(y_{ink}) \dots\dots\dots(2.24)$$

$$\delta_k = (t_k - y_k) y_k (1 - y_k) \dots\dots\dots(2.25)$$

dimana

δ_k : kesalahan antara pola keluaran sebenarnya dengan pola keluaran dari sistem syaraf buatan

t_k : pola keluaran sebenarnya

y_k : pola keluaran dari sistem syaraf buatan

Lalu dihitung nilai bobot antara lapisan tersembunyi dengan lapisan keluaran yang baru:

$$w_{jk} = w_{jk}(\text{old}) + (\alpha \cdot \delta_k \cdot z_j) \dots\dots\dots(2.26)$$

dimana :

w_{jk} : bobot baru output layer

$w_{jk}(\text{old})$: bobot awal output layer

Lalu dihitung nilai bias lapisan keluaran yang baru:

$$w_{0k} = w_{0k}(\text{old}) + (\alpha \cdot \delta_k) \dots\dots\dots (2.27)$$

dimana :

w_{0k} : bobot baru bias output layer

$w_{0k}(\text{old})$: bobot awal bias output layer

7. Untuk setiap unit tersembunyi ($Z_j, j = 1, \dots, p$) akan menjumlahkan setiap delta masukan dari lapisan keluaran.

$$\delta_netj = \sum_{k=1}^m \delta kWjk \dots \dots \dots (2.28)$$

dimana :

δ_netj : kesalahan unit tersembunyi

Untuk mendapatkan nilai kesalahan dari lapisan tersembunyi kalikan hasil di diatas dengan turunan dari fungsi aktivasi.

$$\delta_j = \delta_netj \cdot f'(z_inj) \dots \dots \dots (2.29)$$

$$\delta_j = \delta_netj (z_j) (1-z_j) \dots \dots \dots (2.30)$$

dimana:

δ_j : nilai kesalahan

Lalu dihitung nilai bobot antara lapisan tersembunyi dengan lapisan masukan yang baru:

$$v_{ij} = v_{ij}(\text{old}) + (\alpha \cdot \delta_j \cdot x_i) \dots \dots \dots (2.31)$$

dimana :

v_{ij} : bobot baru hidden layer

$v_{ij}(\text{old})$: bobot awal hidden layer

Lalu dihitung nilai bias lapisan tersembunyi yang baru.

$$v_0j = v_0j(\text{old}) + (\alpha \cdot \delta_j) \dots \dots \dots (2.32)$$

dimana :

★ v_0j : bobot baru bias hidden layer

$v_0j(\text{old})$: bobot awal bias hidden layer

8. Uji, apakah hasil kesalahan sudah memenuhi kriteria toleransi kesalahan.

Algoritma tersebut digunakan apabila jaringan *backpropagation* yang dipakai adalah jaringan dengan 3 lapisan. Sedangkan untuk jaringan lebih dari 3 lapisan masih diperlukan beberapa langkah tambahan, yaitu mengulang langkah *feedforward* dan langkah *backpropagation* untuk menyesuaikan bobot pada langkah no.7.

Fungsi aktivasi untuk algoritma *backpropagation* berbentuk sigmoid. Fungsi ini dibutuhkan karena turunan aturan penyesuaian bobot koneksi membutuhkan fungsi aktivasi yang bersifat kontinu dan bisa terdiferensiasi. Dengan fungsi sigmoid bobot yang dibutuhkan agar jaringan dapat mencapai 0 dan 1 adalah tak terhingga, maka untuk hasil biner, vektor keluarannya hanya akan memberikan nilai yang mendekati 0 atau 1, tidak tepat sama dengan nilai-nilai tersebut (Kusumadewi, 2003).

2.15. Penelitian Sebelumnya

2.15.1. Penelitian yang dilakukan oleh Retno Enggar Windarti dan Soffiana Agustin dari Universitas Muhammadiyah Gresik tentang "Sistem Klasifikasi Citra Vegetasi Pada Lahan Kelapa Sawit Berdasarkan Tekstur Menggunakan Metode KNN" menghasilkan nilai akurasi dari 300 citra dengan $k = 3$ adalah 91%, $k=5$ adalah 91%, $k=7$ adalah 92% dan $k=9$ adalah 92% dengan melakukan perbaikan citra melalui proses konversi RGB ke Grayscale dan uji nilai co-occurrence matrix.

2.15.2. Penelitian yang dilakukan oleh M. Imam Zarkasi dari Universitas Muhammadiyah Gresik tentang "Identifikasi Umur Perkebunan Kelapa Sawit Pada Citra Satelit Menggunakan Metode Geometric Invariant Moments" menghasilkan nilai akurasi citra satelit yang berupa citra RGB dari perkebunan kelapa sawit dengan ukuran 60×60 dan berjumlah 400 citra dengan $k=3$ adalah 53%, $k=5$ adalah 51%, $k=7$ adalah 49% dan $k=9$ adalah 49% dan hasil terbaik dari citra yaitu pada citra sawit muda sedangkan hasil yang terendah yaitu pada citra sawit tua.

2.15.3. Penelitian yang dilakuakn oleh Soffiana Agustin, R. V. Hari Ginardi dan Handayani Tjandrasa dari Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya tentang "Identifikasi Lahan Perkebunan

Kelapa Sawit pada Citra Satelit Ikonos Pankromatik menggunakan Radially Averaged Power Spectrum Value”. Kombinasi fitur First Order, dan GLCM + local feature menghasilkan akurasi 72,75 %.

2.15.4. Penelitian yang dilakukan oleh Elva Grecia Anggraini dari Universitas Muhammadiyah Gresik tentang “Sistem Klasifikasi Vegetasi Pada Citra Satelit Lahan Kelapa Sawit Berdasarkan Tekstur Menggunakan Metode Backpropagation” menghasilkan tingkat akurasi dengan 200 citra uji dan 600 citra latih yang diujikan sebesar 51%.

