

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Pohon Kelapa Sawit

2.1.1. Sejarah Perkembangan Industri Pohon Kelapa Sawit

Kelapa sawit (*elaeis guineensis jacq*) merupakan salah satu tanaman penghasil minyak nabati yang sangat penting. Dewasa ini, kelapa sawit tumbuh sebagai tanaman liar (hutan), setengah liar, dan sebagai tanaman budi daya yang tersebar di berbagai Negara beriklim tropis bahkan mendekati subtropis di Asia, Amerika Selatan, dan Afrika. Di Indonesia penyebarannya di daerah Aceh, pantai timur Sumatera, Jawa, dan Sulawesi.

Penelitian Ca'da Mosto memperkenalkan kelapa sawit pada tahun 1435-1460. Terdapat cubaan untuk menanam kelapa sawit di India dan Kepulauan Maurutius pada tahun 1836. Pada tahun 1870 benih Deli Dura dibawa ke Asia Tenggara dan ditanam di Taman Botani Singapura. Pada tahun 1890 minyak kelapa sawit mula digunakan untuk membuat margarine. Lord Leverholme memperkenalkan milling dan pemrosesan minyak kelapa sawit. Tahun berikutnya kilang pemrosesan minyak kelapa sawit dibina di Belgium, Congo.

Pada tahun 1848 orang Belanda membawa kelapa sawit ke Indonesia yang kemudiannya ke Singapura dan Tanah Melayu. Kelapa sawit datang ke Tanah Melayu melalui Taman Botani Singapura sebagai Tanaman Hias. M.A.Hallet menanam pokok kelapa sawit Deli untuk pengeluaran komersial di Sumatera. Kemudian M. H. Fauconnire menanam pokok kelapa sawit Deli di Rantau Panjang, Selangor. Pada tahun 1917 bermulalah penanaman kelapa sawit secara komersial di Estet Tannamaran, Kuala Selagor.

Industri sawit Malaysia dan Indonesia bermula apabila empat anak benih dari Afrika ditanam di Taman Botani Bogor, Indonesia pada tahun 1848. Benihnya dari Bogor ini kemudiannya ditanam di tepi-tepi

jalan sebagai tanaman hiasan di Deli, Sumatera pada dekad 1870-an dan di Rantau Panjang, Kuala Selagor pada tahun 1991-1912.

Di Taman Botani Bogor terdapat pohon kelapa sawit yang tertua di Asia Tenggara yang berasal dari Afrika. Taman botani ini yang seluas 87 hektare dibina pada tahun 1817, dan merupakan usaha Prof. Dr. Reinwadt, ahli botani Belanda. Terdapat 20,000 tanaman di sini yang tergolong dalam 6,000 spesies.

Industri sawit Malaysia bermula pada tahun 1917 apabila Ladang Tenmaran di Kuala Selagor ditanam dengan benih dura Deli dari Rantau Panjang. Apabila pewarisan bentuk buah difahami, penanaman komersil beralih daripada bahan dura kepada kacukan dura x pisifera (D x P). Kacukan D x P menghasilkan buah tenera. Penanaman ladang yang menggunakan bahan D x P berlaku secara mendadak pada awal dekad 1960-an apabila Felda membuka tanah rancangan secara besar-besaran.

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.



Gambar 2.1 Pohon Kelapa Sawit

2.1.3. Ciri-ciri Fisiologi Kelapa Sawit

Pohon Kelapa Sawit mampu tumbuh hingga ketinggian mencapai 24 meter. Pohon Kelapa Sawit terbentuk atas bagian-bagian yang meliputi daun, batang, akar, buah, dan bunga:

a. Daun

Daun kelapa sawit tersusun secara majemuk dan menyirip. Warna Daunnya hijau tua dengan pelapah berwarna sedikit lebih muda. Sekilas daun kelapa sawit tampak persis layaknya daun salak, hanya saja dengan duri yang tidak terlalu keras dan tajam.



Gambar 2.2 Daun Kelapa Sawit

b. Batang

Batang kelapa sawit ketika muda, batang tanaman tersebut diselimuti oleh bekas pelepah daun. Pelepah yang mengering lantas akan terlepas sendiri. Batang sawit yang berumur lebih dari 12 tahun terlihat menyerupai batang pohon kelapa.



Gambar 2.3 Batang Kelapa Sawit

c. Akar

Kelapa Sawit mempunyai sistem prakaran berupa akar serabut. Pertumbuhan akar tersebut ada yang mengarah ke bawah dan ke samping. Selain akar utama, kelapa sawit juga memiliki akar napas

yang tumbuh secara menyamping ke atas untuk mengambil oksigen dari udara.



Gambar 2.4 Akar Kelapa Sawit

d. Bunga

Bunga jantan dan betina terpisah, namun masih berada di dalam satu pohon. Hal ini menyebabkan masing-masing bunga tersebut matang pada waktu yang berbeda-beda. Oleh sebab itu, sangat jarang terjadi penyerbukan sendiri. Bunga jantan berbentuk lancip dan panjang sedangkan bunga betina akan terlihat lebih besar terutama saat mekar.



Bunga Betina Bunga Jantan

Gambar 2.5 Bunga Kelapa Sawit

e. Buah

Buah kelapa sawit memiliki kulit berkelir merah, ungu, atau hitam tergantung dari jenisnya. Buah ini mencul secara bergerombol dalam tandan dari keiak pelapah daun. Buah kelapa sawit tersusun atas 4 lapisan, yaitu:

- a) Eksoskarp, bagian kulit buah berwarna kemerahan dan licin.

- b) Mesoskarp, serabut buah
- c) Endoskarp, cangkang
- d) Endosperm, inti



Gambar 2.6 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 Biodisel
- b. Sebagai nutrisi pakan ternak (cangkang hasil pengolahan)
- c. Sebagai bahan pupuk kompos (cangkang hasil pengolahan)
- d. Sebagai bahan dasar industri lainnya (industri sabun,detergent, 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

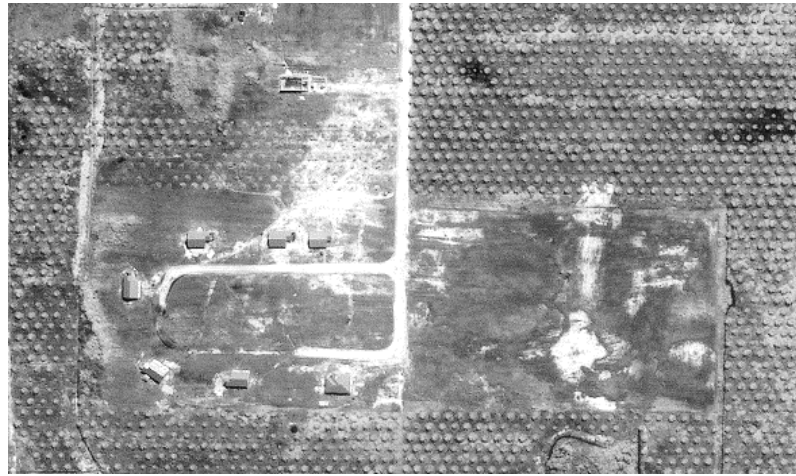
tiga hal yang perlu diperhatikan, yaitu jumlah petak contoh, cara peletakan petak contoh dan teknik analisa vegetasi yang digunakan (Irwanto, 2010).

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. Satelit Ikonos

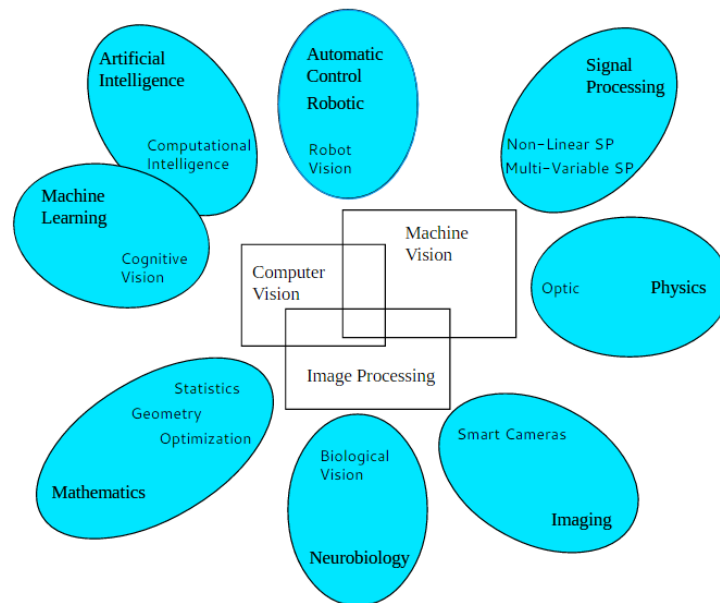
IKONOS adalah satelit komersial beresolusi tinggi pertama yang ditempatkan di ruang angkasa. IKONOS dimiliki oleh Sapce Imaging, sebuah perusahaan Observasi Bumi Amerika Serikat. Sejak diluncurkan pada September 1999, Citra Satelit Bumi Space Imaging's IKONOS menyediakan data citra yang akurat, dimana menjadi standar untuk produk-produk data satelit komersial yang beresolusi tinggi. IKONOS memproduksi citra 1-meter hitam dan putih (pankromatik) dan citra 4-meter multispektral (red, blue, green dan near-infrared) yang dapat dikombinasikan dengan berbagai cara untuk mengakomodasikan secara luas aplikasi citra beresolusi tinggi.



Gambar 2.7 Perkebunan Kelapa Sawit Melalui Foto Satelit

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.

$$f(x,y) = \begin{bmatrix} f(0.0) & f(0.1) & \dots & f(0.M-1) \\ f(1.0) & f(1.1) & \dots & f(1.M-1) \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ f(N-1.0) & f(N-1.1) & \dots & f(N-1.M-1) \end{bmatrix} \dots \dots \dots (2.2)$$

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 *image recognition*. 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 akusisi citra, peningkatan kualitas citra, segmentasi citra, representasi dan uraian, pengenalan dan interpretasi.

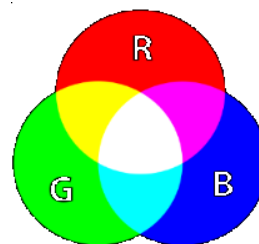
2.7. Jenis Citra

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 kedalam 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].



Gambar 2.9 Warna RGB

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. Analisis Tekstur

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

Tekstur dapat didefinisikan sebagai fungsi dari variasi spasial intensitas piksel (nilai keabuan) dalam citra. Berdasarkan strukturnya, tekstur dapat diklasifikasikan dalam dua golongan :

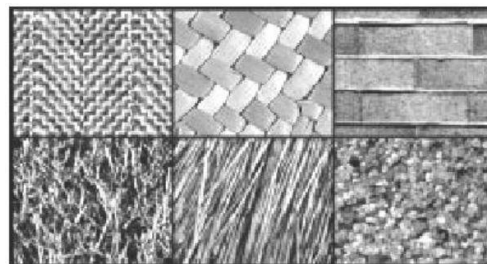
a. Makrostruktur

Tekstur makrostruktur memiliki perulangan pola lokal secara periodik pada suatu daerah citra, biasanya terdapat pada pola-pola buatan manusia dan cenderung mudah untuk direpresentasikan secara matematis.

b. Mikrostruktur

Pada tekstur mikrostruktur, pola-pola lokal dan perulangan tidak terjadi begitu jelas, sehingga tidak mudah untuk memberikan definisi tekstur yang komprehensif.

Contoh gambar berikut ini menunjukkan perbedaan tekstur makrostruktur dan mikrostruktur (atas : makrostruktur ; bawah : mikrostruktur).



Gambar 2.11 Contoh Tekstur Visual

Analisis tekstur bekerja dengan mengamati pola ketetanggaan antar piksel dalam domain spasial. Analisis tekstur lazim dimanfaatkan sebagai proses antara untuk melakukan klasifikasi dan interpretasi citra. Suatu proses klasifikasi citra berbasis analisis tekstur pada umumnya membutuhkan tahapan ekstraksi ciri, yang dapat terbagi dalam tiga macam metode berikut :

1. Metode statistik

Metode statistik menggunakan perhitungan statistik distribusi derajat keabuan (histogram) dengan mengukur tingkat kekontrasan, granularitas, dan kekasaran suatu daerah dari hubungan ketetanggaan antar piksel di dalam citra. Paradigma statistik ini penggunaannya tidak terbatas, sehingga sesuai untuk tekstur-tekstur alami yang tidak terstruktur dari sub pola dan himpunan aturan (mikrostruktur).

2. Metode spektral

Metode spektral berdasarkan pada fungsi autokorelasi suatu daerah atau *power distribution* pada domain transformasi Fourier dalam mendeteksi periodisitas tekstur.

3. Metode struktural

Analisis dengan metode ini menggunakan deskripsi primitif tekstur dan aturan sintaktik. Metode struktural banyak digunakan untuk polapola makrostruktur.

2.10. Analisis Frekuensi Citra

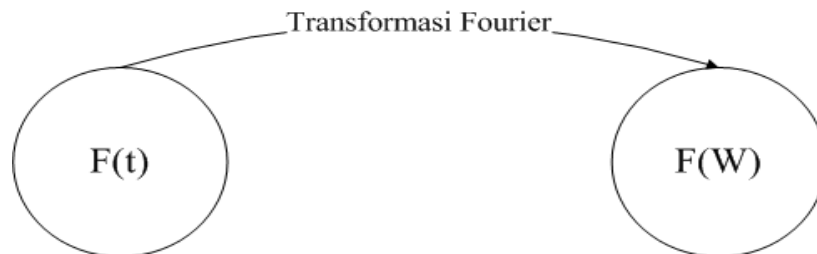
2.10.1. Metode Frekuensi Domain

Secara umum, metode yang digunakan dalam pemrosesan citra digital dapat dibagi menjadi dua kelompok, yaitu metode spatial domain dan metode frequency domain. Pada metode spatial domain, pemrosesan dilakukan dengan cara memanipulasi nilai pixel dari citra tersebut secara langsung. Sedangkan pada pengolahan citra digital dengan metode frequency domain, informasi citra digital ditransformasikan lebih dulu dengan transformasi Fourier, kemudian dilakukan manipulasi pada hasil transformasi Fourier

tersebut. Setelah manipulasi selesai, dilakukan inverse transformasi Fourier untuk mendapatkan informasi citra kembali. Metode frequency domain ini dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah-masalah tertentu yang sulit jika dilakukan dengan menggunakan metode spatial domain.

2.10.2. Transformasi Fourier 1D

Transformasi Fourier adalah suatu model transformasi yang memindahkan domain spasial atau domain waktu menjadi domain frekuensi.



Gambar 2.12 Transformasi Fourier

Transformasi Fourier merupakan suatu proses yang banyak digunakan untuk memindahkan domain dari suatu fungsi atau obyek ke dalam domain frekuensi. Di dalam pengolahan citra digital, transformasi fourier digunakan untuk mengubah domain spasial pada citra menjadi domain frekuensi. Analisa-analisa dalam domain frekuensi banyak digunakan seperti filtering. Dengan menggunakan transformasi fourier, sinyal atau citra dapat dilihat sebagai suatu obyek dalam domain frekuensi.

Transformasi Fourier dari $f(x)$, didefinisikan sebagai berikut:

$$f(u) = \int_{-\infty}^{\infty} f(x) \exp[-j2\pi ux] dx \dots\dots\dots(2.5)$$

di mana

$$j = \sqrt{-1}$$

Sebaliknya, jika diketahui $F(u)$, maka $f(x)$ dapat diperoleh dengan Inverse Transformasi Fourier berikut:

$$f(x) = \int_{-\infty}^{\infty} f(u) \exp[j2\pi ux] du \dots\dots\dots(2.6)$$

Kedua persamaan di atas disebut dengan pasangan transformasi Fourier. Jika $f(x)$ adalah bilangan real, biasanya $F(u)$ merupakan bilangan kompleks yang bisa diuraikan menjadi:

$$F(u) = R(u) + jI(u) \dots\dots\dots(2.7)$$

Dimana:

$R(u)$ dan $I(u)$ adalah komponen real dan imajiner dari $F(u)$.

Persamaan di atas juga sering dituliskan sebagai:

$$F(u) = |F(u)| e^{j\phi u} \dots\dots\dots(2.8)$$

Dimana:

$|F(u)|$ adalah magnitudo dari $F(u)$, yang diperoleh dari :

$$|F(u)| = [R^2(u) + I^2(u)]^{1/2} \dots\dots\dots(2.9)$$

$$\phi(u) = \tan^{-1}[I(u)/R(u)] \dots\dots\dots(2.10)$$

Fungsi magnitudo $|F(u)|$ disebut juga spektrum Fourier dari $f(x)$, dan $\phi(u)$ disebut dengan sudut fase dari $f(u)$.

Jika $f(x)$ dijadikan diskrit maka persamaan transformasi Fourier diskrit adalah:

$$f(x) = \frac{1}{N} \sum_{x=0}^{N-1} F(u) \exp[-j2\pi ux/N] \dots\dots(2.11)$$

Dan

$$F(u) = \sum_{u=0}^{N-1} f(x) \exp[j2\pi ux/N] \dots\dots\dots(2.12)$$

Karena pada pengolahan citra digital, data yang digunakan berbentuk digital/diskrit maka dapat digunakan kedua persamaan diatas untuk melakukan transformasi dan inverse transformasi Fourier.

2.10.3. Transformasi Fourier 2D

Transformasi Fourier 2D dari suatu fungsi $f(x,y)$ didefinisikan sebagai berikut :

$$F(u, v) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} f(x, y) \exp[-j2\pi(ux + vy)] dx dy \dots\dots(2.13)$$

Invers dari transformasi tersebut adalah:

$$f(x, y) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} F(u, v) \exp[-j2\pi(ux + vy)] du dv \dots (2.14)$$

Transformasi Fourier membawa suatu citra dari ruang spasial ke ruang frekuensi. Fungsi basis dari transformasi Fourier adalah berupa sinyal fungsi (sinyal) sinus. Melalui transformasi Fourier, suatu citra (sinyal atau fungsi) dapat dinyatakan sebagai penjumlahan sinyal sinus dan kosinus dengan amplitudo dan frekuensi yang bervariasi. Frekuensi ini domain pada suatu citra dapat diketahui melalui transformasi ini.

FFT (Fast Fourier Transform) adalah teknik perhitungan cepat dari DFT (Discrete Fourier Transform). Sama seperti FFT biasa menghasilkan dua vektor untuk input tunggal (sinus dan kosinus koefisien koefisien, atau bagian nyata dan imajiner), 2D-FFT menghasilkan untuk gambar output (real dan imajiner) untuk input tunggal. Untuk gambar dunia nyata (seperti yang diambil dengan kamera) biasanya diasumsikan bahwa bagian nyata adalah kecerahan dan bagian imajiner adalah 0. Untuk gambar $f(x,y)$, 2D FFT $F(u,v)$ dapat ditemukan dengan menggunakan rumus :

$$F(u, v) = \frac{1}{MN} \sum_{u=0}^M \sum_{v=0}^N f(x, y) e^{-j2\pi(\frac{ux}{N} + \frac{vy}{N})} \dots (2.15)$$

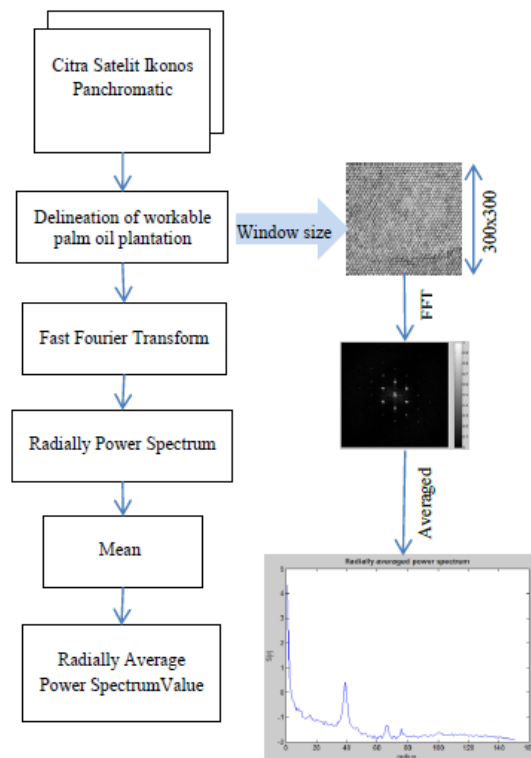
Inversnya adalah

$$f(x, y) = \sum_{u=0}^M \sum_{v=0}^N F(u, v) e^{j2\pi(\frac{ux}{N} + \frac{vy}{N})} \dots (2.16)$$

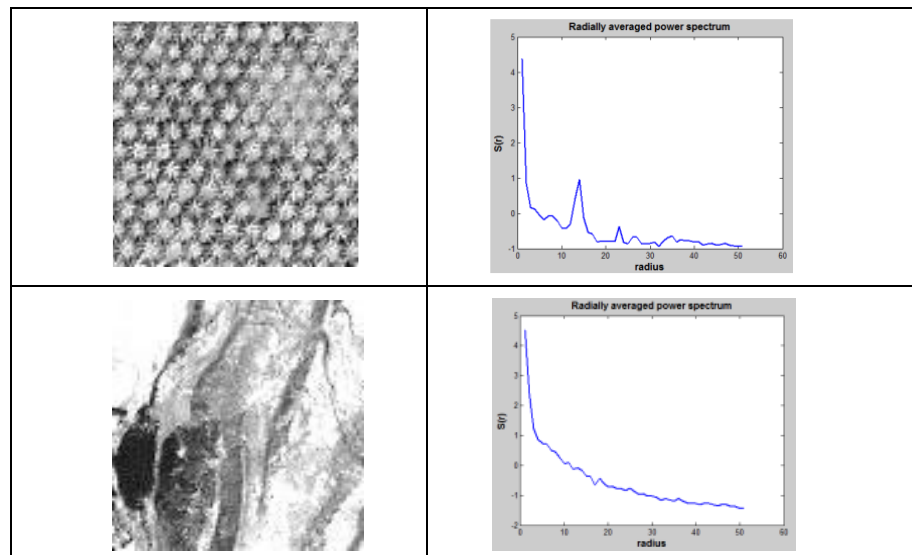
2.11. Radially Average Power Spectrum

Mendapatkan nilai RAPS (Radially Average Power Spectrum) citra spasial diubah menjadi frekuensi menggunakan transformasi fast fourier. Dari hasil fft tersebut dihitung nilai power spektrum kemudian dirata-rata.

Periodogram yang terbentuk menunjukkan diagram hasil RAPS dengan $S(r)$ pada sumbu y menyatakan nilai average power spectrum dan sumbu x menyatakan radius.



Gambar 2.13 Diagram RAPS (Agustin, 2015)



Gambar 2.14 Periodogram RAPS lahan perkebunan kelapa sawit (atas) dan bukan lahan perkebunan kelapa sawit (bawah)

Periodogram yang terbentuk seperti gambar 2.14 menunjukkan bahwa perkebunan kelapa sawit mempunyai ciri yang unik yang membentuk frekuensi tinggi seperti gunung yang lancip menjulang sedangkan yang non perkebunan kelapa sawit terkesan landai.

2.12. Jaringan Syaraf Tiruan

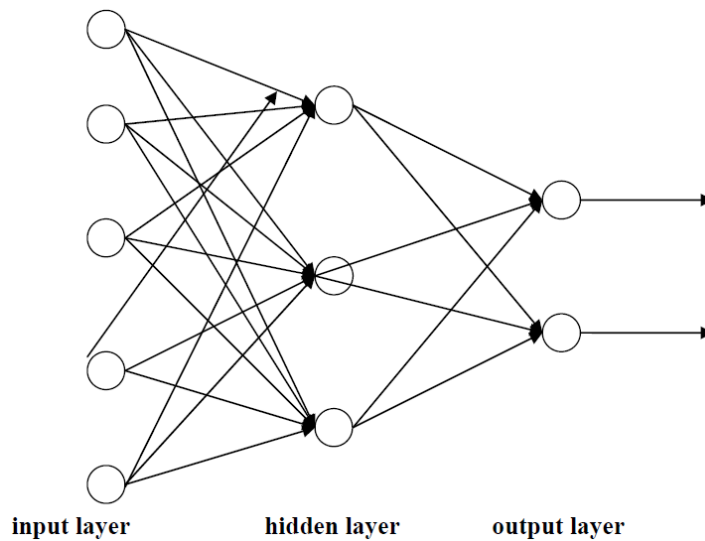
2.12.1. Pengertian Jaringan Syaraf Tiruan

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 (*weighted 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 yang simpul-simpulnya merupakan neuron-neuron.



Gambar 2.15 Jaringan Syaraf Tiruan

Gambar 2.15 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 direpersentasikan 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. (Kusumadewi, 2003)

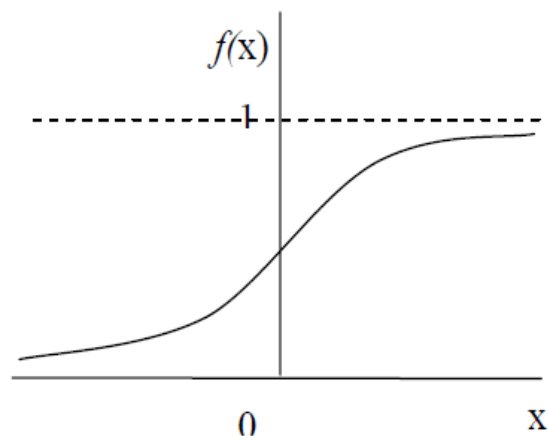
2.12.2. Fungsi Aktivasi dan Signal-Signal

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 logistic 1

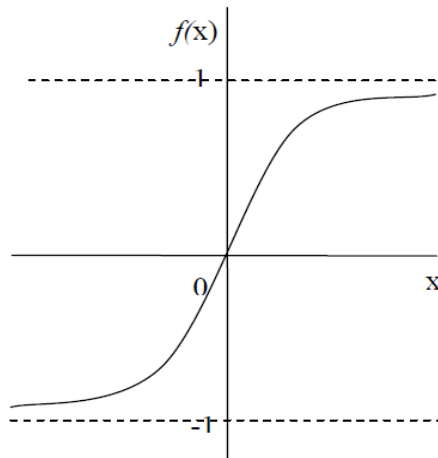
$$f(x) = \frac{1}{1+e^{-x}} \dots\dots\dots(2.17)$$



Gambar 2.16 Fungsi Sigmoid Logistik

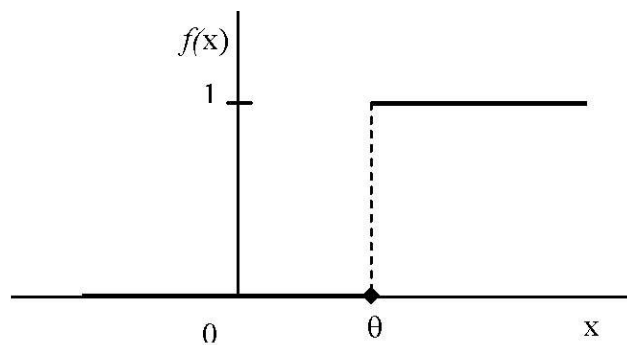
Fungsi tangen hiperbolik

$$f(x) = \frac{e^x - e^{-x}}{e^x + e^{-x}} \dots\dots\dots(2.18)$$



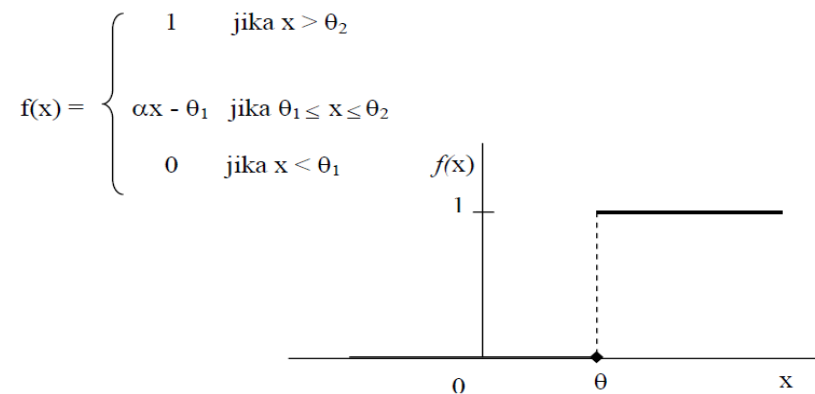
Gambar 2.17 Fungsi Sigmoid Hiperbolik

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 2.18 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:



Gambar 2.19 Fungsi Ramp

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

$$f(x) = \alpha \cdot x + \beta \dots\dots\dots(2.19)$$

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

2.13. Jaringan Backpropagation

2.13.1. 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.

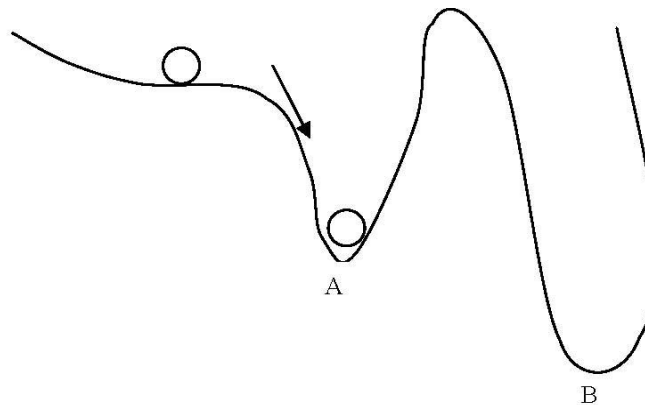
Rumelhart et al. mempopulerkan algoritma *backpropagation* dalam volume *Parallel Distributed Processing* pada akhir 1980-an. Mereka menyarankan penggunaan algoritma ini, yang mereka sebut aturan delta tergeneralisasi (*generalized delta rule*) untuk mengatasi keterbatasan algoritma perceptron. Backpropagation 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 melompat *local minima*. (Aminuddin, 2011).



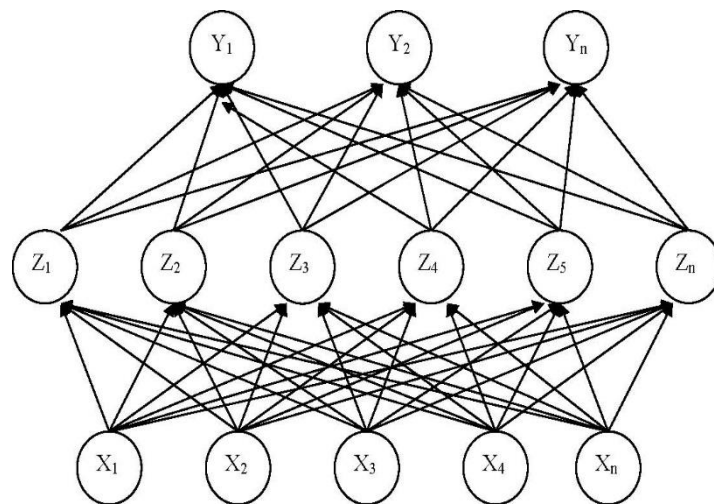
Gambar 2.20 *Local Minima (A), Global Minima (B)*

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)

2.13.2. Arsitektur Jaringan Backpropagation

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



Gambar 2.21 Jaringan Backpropagation Sederhana

Jaringan *backpropagation* dapat mempunyai banyak lapisan tersembunyi (*hidden layer*). Contoh pada gambar 2.21 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)

2.13.3. 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.

$$z_{netj} = V_0j + \sum_{i=1}^n X_i V_{ij} \dots\dots\dots (2.20)$$

dimana :

Z_{netj} : jumlah bobot koneksi lapisan masukan

V_0j : bobot bias hidden layer

X_i : inputan ke-i

V_{ij} : bobot hidden

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

$$z_j = f(z_{inj}) \dots\dots\dots (2.21)$$

$$z_j = \frac{1}{1 + e^{-z_{netj}}} \dots\dots\dots (2.22)$$

dimana :

Z_j : aktifasi 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 (Y_k , $k = 1, \dots, m$) akan menjumlahkan setiap bobot koneksi dengan masukan signal dari lapisan tersembunyi.

$$y_{netk} = W_{0k} + \sum_{y=1}^p Z_y W_{jk} \dots\dots\dots (2.23)$$

dimana :

y_{netk} : jumlah bobot koneksi lapisan keluaran

W_{0k} : bobot bias output layer

Z_y : target keluaran

W_{jk} : bobot output

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

$$y_k = f(y_{ink}) \dots\dots\dots (2.24)$$

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

dimana :

y_j : aktivasi 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.

$$\delta_k = (t_k - y_k) \cdot f'(y_{ink}) \dots\dots\dots(2.26)$$

$$\delta_k = (t_k - y_k) y_k (1 - y_k) \dots\dots\dots(2.27)$$

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:

$$w_{jk} = w_{jk}(\text{old}) + (\alpha \cdot \delta_k \cdot z_j) \dots\dots\dots(2.28)$$

dimana :

W_{jk} : bobot baru output layer

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

Lalu dihitung nilai bias lapisan keluaran yang baru:

$$w_{0k} = w_{0k}(\text{old}) + (\alpha \cdot \delta_k) \dots\dots\dots (2.29)$$

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.

$$\delta_{netj} = \sum_{k=1}^m \delta_k W_{jk} \dots\dots\dots(2.30)$$

dimana :

δ_{netj} : kesalahan unit tersembunyi

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

$$\delta_j = \delta_{netj} \cdot f'(z_{inj}) \dots\dots\dots (2.31)$$

$$\delta_j = \delta_{netj} (z_j) (1-z_j) \dots\dots\dots (2.32)$$

dimana:

δ_j : nilai kesalahan

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

$$v_{ij} = v_{ij}(\text{old}) + (\alpha \cdot \delta_j \cdot x_i) \dots\dots\dots (2.33)$$

dimana :

v_{ij} : bobot baru hidden layer

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

Lalu dihitung nilai bias lapisan tersembunyi yang baru:

$$v_{0j} = v_{0j}(\text{old}) + (\alpha \cdot \delta_j) \dots\dots\dots (2.34)$$

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).

2.14. Penelitian Sebelumnya

- 2.14.1. Penelitian yang dilakukan oleh Muhammad Khanif Putra dari Universitas Muhammadiyah Gresik yang berjudul “Pengenalan Tanaman Obat Berdasarkan Bentuk Daun dengan Menggunakan Metode Backpropagation” memperoleh nilai akurasi rata-rata dari 4 jenis tanaman obat mencapai 88% dengan menggunakan set parameter Learning Rate = 0,1 dan Momentum = 0,99.
- 2.14.2. 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 800 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.
- 2.14.3. Penelitian yang dilakukan 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”. Penambahan fitur RAPSVM memberikan peningkatan nilai akurasi hingga 28%.
- 2.14.4. Penelitian yang dilakukan oleh Soffiana Agustin dan Eko Prasetyo dari Universitas Muhammadiyah Gresik tentang “Klasifikasi Jenis Pohon Mangga Gadung dan Curut berdasarkan Tekstur Daun”. Klasifikasi menggunakan metode Jst Backpropagation memberikan rata-rata akurasi keseluruhan 65,19%.