

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Hutan

Pengertian hutan oleh Dengler merupakan suatu kumpulan pohon-pohon atau tumbuhan berkayu lainnya yang pada kerapatan dan luas tertentu mampu menciptakan iklim setempat serta keadaan ekologis berbeda dengan diluarnya. Menurut Spurr (1973) hutan dianggap sebagai persekutuan antara tumbuhan dan binatang dalam suatu asosiasi biotis. Menurut Undang-Undang No 41 tahun 1999 tentang kehutanan, hutan adalah suatu kesatuan ekosistem berupa hamparan lahan berisi sumber daya alam hayati yang didominasi jenis pepohonan dalam persekutuan dengan lingkungannya, yang satu dengan lain tidak dapat dipisahkan.

2.1.1 Hutan Jati

Hutan Jati merupakan hutan yang tumbuh dan berkembang pada habitat lahan kering yang belum mengalami intervensi manusia dengan vegetasi dominan pohon jati (SNI 7645,2010). Nama latin dari pohon jati adalah *Tectona grandis*. Hutan jati merupakan hutan yang tertua pengelolaannya di Jawa dan juga di Indonesia, dan salah satu jenis hutan yang terbaik pengelolaannya. Di masa kini, hutan-hutan jati terdiri atas hutan-hutan yang dikelola negara, dan hutan-hutan yang dikelola oleh rakyat. Umumnya, hutan-hutan jati dikelola dengan tujuan untuk produksi (hutan produksi), dengan beberapa pengecualian. Hutan jati rakyat adalah salah satu bentuk hutan rakyat, yang umumnya dibangun di atas tanah milik dan dikelola dalam bentuk wanatani (*agroforest*).



Gambar 2.1 Hutan Jati

2.2 Penginderaan Jauh

2.2.1 Pengertian Penginderaan Jauh

Penginderaan jauh dalam bahasa Inggris disebut *Remote Sensing*, bahasa Perancis disebut *Teledetection*, dalam bahasa Jerman disebut *Fernerkundung*, Portugis menyebutnya dengan *Sensoriamento Remota*, dan dalam bahasa Spanyol menyebutnya dengan *Perception Remota*.

Penginderaan jauh (*remote sensing*) sering disingkat inderaja, adalah ilmu dan seni untuk memperoleh informasi tentang suatu objek, daerah, atau fenomena melalui analisis data yang diperoleh dengan suatu alat tanpa kontak langsung dengan objek, daerah, atau fenomena yang dikaji (Lillesand dan Kiefer, 1994). Menurut Colwell (1984) Penginderaan Jauh yaitu suatu pengukuran atau perolehan data pada objek di permukaan bumi dari satelit atau instrumen lain di atas atau jauh dari objek yang diindera. Menurut Lindgren (1985) Penginderaan Jauh yaitu berbagai teknik yang dikembangkan untuk perolehan dan analisis informasi tentang bumi. Jadi penginderaan jauh secara umum didefinisikan sebagai ilmu, teknik, seni untuk memperoleh informasi atau data mengenai kondisi fisik suatu benda atau objek, target, sasaran maupun daerah dan fenomena tanpa menyentuh atau kontak langsung dengan benda atau target tersebut (Lastiyono A,2010).

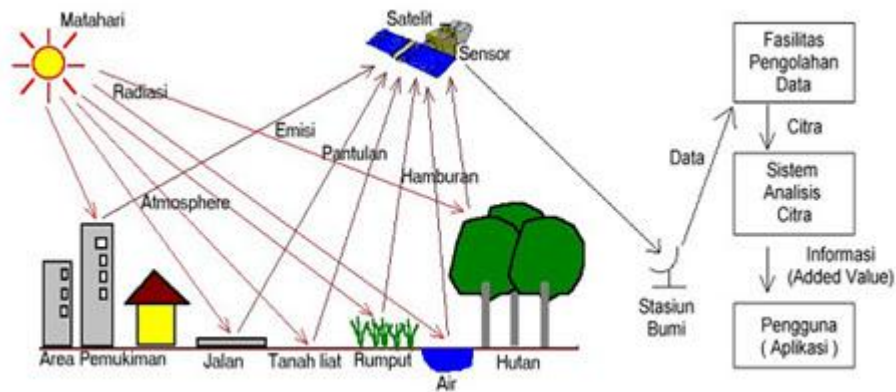
Pada umumnya sensor sebagai alat pengindera dipasang pada wahana (*platform*) berupa pesawat terbang, satelit, pesawat ulang-alik, atau wahana lainnya. Obyek yang diindera adalah obyek di permukaan bumi, dirgantara, atau antariksa. Proses penginderaan dilakukan dari jarak jauh sehingga sistem ini disebut sebagai penginderaan jauh.

Sensor dipasang pada lokasi yang berada jauh dari obyek yang diindera . Oleh karena itu, agar sistem dapat bekerja diperlukan tenaga yang dipancarkan atau dipantulkan oleh obyek tersebut. Antara tenaga dan obyek yang diindera terjadi interaksi. Masing-masing obyek memiliki karakteristik tersendiri dalam merespon tenaga yang mengenainya, misalnya air menyerap sinar banyak dan hanya memantulkan sinar sedikit. Sebaliknya, batuan karbonat atau salju menyerap sinar sedikit dan memantulkan sinar lebih banyak.

Interaksi antara tenaga dengan obyek direkam oleh sensor. Perekaman menggunakan kamera atau alat perekam lainnya. Hasil rekaman ini disebut data penginderaan jauh. Data penginderaan jauh harus diterjemahkan menjadi informasi tentang obyek, daerah, atau gejala yang diindera. Proses penerjemahan data menjadi informasi disebut analisis atau interpretasi data.

2.2.2 Sistem Penginderaan Jauh

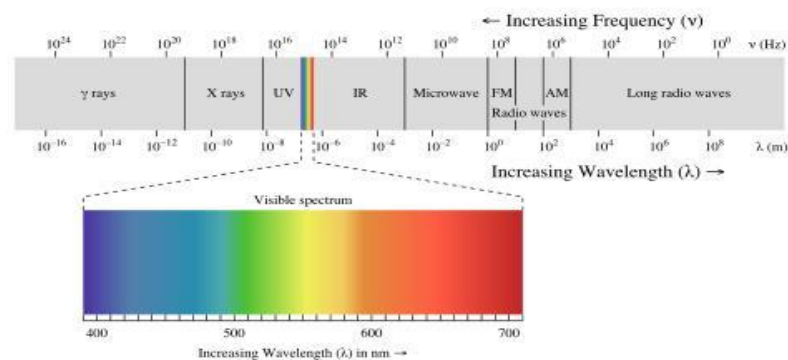
Sistem ialah serangkaian obyek atau komponen yang saling berkaitan dan bekerja sama secara terkoordinasi untuk melaksanakan tujuan tertentu. Sistem penginderaan jauh ialah serangkaian komponen yang digunakan untuk penginderaan jauh. Konsep dasar penginderaan jauh terdiri atas beberapa komponen yang meliputi sumber tenaga, atmosfer, interaksi tenaga dengan objek di permukaan bumi, sensor, sistem pengolahan data, dan berbagai penggunaan data



Gambar 2.2 Sistem penginderaan Jauh (Sutanto, 1994)

2.2.2.1 Sumber Tenaga

Seluruh sistem penginderaan jauh membutuhkan tenaga agar dapat menjalankan fungsinya, yaitu dapat berupa sumber tenaga alamiah (sistem pasif) maupun sumber tenaga buatan (sistem aktif). Spektrum elektromagnetik merupakan berkas dari tenaga elektromagnetik, yang meliputi spektra kosmis, Gamma, X, ultraviolet, tampak, inframerah, gelombang mikro, dan gelombang radio. Jumlah total seluruh spektrum disebut spektrum elektromagnetik. Pembagian spektrum telah berkembang dari berbagai metode penginderaan, atas setiap jenis radiasi, dan perbedaan berdasarkan sifat tenaga pada berbagai panjang gelombang.



Gambar 2.3 Spektrum Elektromagnetik

(<http://aktifisika.wordpress.com/2008/11/17/spektrum-gelombang-elektromagnetik>)

2.2.2.2 Atmosfer

Sebelum mengenai obyek, energi yang dihasilkan sumber tenaga merambat melewati atmosfer. Atmosfer membatasi bagian spektrum elektromagnetik yang dapat digunakan dalam penginderaan jauh. Pengaruh atmosfer merupakan fungsi panjang gelombang dan bersifat selektif terhadap panjang gelombang. Oleh karena itu pengaruh atmosfer sangat bervariasi menurut panjang gelombang, waktu, dan tempat. Atmosfer biasanya merumitkan masalah yang ditimbulkan oleh variasi sumber tenaga, dan atmosfer juga membatasi bagian spektrum elektromagnetik yang dapat digunakan dalam penginderaan jauh. Atmosfer mempengaruhi tenaga elektromagnetik yaitu bersifat selektif terhadap panjang gelombang, karena itu timbul jendela atmosfer. Jendela atmosfer merupakan bagian spektrum elektromagnetik yang dapat mencapai permukaan bumi. Jendela atmosfer yang sering digunakan adalah spektrum tampak yang memiliki panjang gelombang 0,4 mikrometer hingga 0,7 mikrometer. Didalam atmosfer ada hambatan yang berupa hamburan pada spektrum tampak, dan serapan pada spektrum infra merah. Pengaruh atmosfer seperti halnya pengaruh pada sumber tenaga, yaitu merupakan fungsi panjang gelombang, sensor yang digunakan, dan terapan pengindraannya. Hamburan merupakan penyebaran arah radiasi oleh partikel-partikel di atmosfer, yang tidak dapat diprakirakan. Tiga macam hamburan yang terdapat pada atmosfer, yaitu hamburan *Rayleigh*, hamburan *Mie* dan hamburan *non-selektif*.

2.2.2.3 Interaksi antara Tenaga dengan Objek

Interaksi tenaga dengan objek atau benda sesuai dengan asas kekekalan tenaga, maka ada tiga dimensi interaksi apabila tenaga mengenai suatu benda, yaitu dipantulkan diserap, diteruskan atau ditransmisikan. Hubungan timbal balik antara tiga interaksi tersebut merupakan fungsi panjang gelombang sebagai berikut:

$$E(\lambda) = E_p(\lambda) + E_s(\lambda) + E_t(\lambda) \dots\dots\dots (2.1)$$

Keterangan :

E = tenaga yang mengenai benda

E_p = tenaga yang dipantulkan

E_s = tenaga yang diserap

E_t = tenaga yang diteruskan

λ = panjang gelombang

Interaksi antara tenaga atau energi dengan objek-objek di permukaan Bumi akan menghasilkan pancaran sinyal dan pantulan yang bersifat sangat selektif. Jika karakteristik objek di permukaan bumi bertekstur halus, permukaan objek akan bersifat seperti cermin sehingga hampir semua energi dipantulkan dengan arah yang sama atau disebut *specular reflection*. Adapun jika permukaan objek memiliki tekstur kasar, maka hampir semua tenaga dipantulkan ke berbagai arah atau disebut *diffuse reflection*.

2.2.2.4 Sensor Penginderaan jauh

Sensor merupakan alat perekam objek bumi. Sensor dipasang pada wahana (*platform*) dan terletak jauh dari objek yang direkam, maka diperlukan tenaga elektromagnetik yang dipancarkan atau dipantulkan oleh objek tersebut. Sensor terbatas kemampuannya untuk mengindra objek kecil. Batas kemampuan untuk memisahkan setiap objek dinamakan resolusi. Empat resolusi yang biasa digunakan sebagai parameter kemampuan sensor, yaitu resolusi spasial, resolusi spektral, resolusi radiometrik dan resolusi temporal. Resolusi spasial merupakan kemampuan sensor satelit dalam mengindra ukuran terkecil suatu objek. Resolusi spektral merupakan ukuran kemampuan sensor dalam memisahkan objek pada beberapa kisaran panjang gelombang. Resolusi radiometrik merupakan kemampuan sensor satelit untuk merekam atau mengindra perbedaan terkecil suatu objek dengan objek lain (ukuran kepekaan sensor). Resolusi temporal merupakan kemampuan sensor satelit untuk merekam pada tempat yang sama dalam periode waktu tertentu.

Pengumpulan data dalam penginderaan jauh dilakukan dari jarak jauh dengan menggunakan sensor. Oleh karena itu, diperlukan tenaga penghubung yang membawa data tentang suatu objek di permukaan bumi ke sensor. Data tersebut dikumpulkan dan direkam oleh sensor dengan tiga cara, yaitu sebagai berikut.

- a. Distribusi Daya (*force*) direkam dengan *Gravitometer*, yaitu alat yang digunakan untuk mengumpulkan data yang berkaitan dengan gaya tarik Bumi.

- b. Distribusi Gelombang Bunyi direkam dengan *sonar* yang digunakan untuk mengumpulkan data gelombang suara dalam air.
- c. Distribusi Gelombang Elektromagnetik direkam dengan *kamera* untuk mengumpulkan data yang berkaitan dengan pantulan sinar.

Sensor adalah alat yang digunakan untuk melacak, mendeteksi, dan merekam suatu objek dalam daerah jangkauan tertentu. Tiap sensor memiliki kepekaan tersendiri terhadap bagian spektrum elektromagnetik. Kemampuan sensor untuk merekam gambar terkecil disebut *resolusi spasial*. Semakin kecil objek yang dapat direkam oleh sensor, semakin baik kualitas sensor itu dan semakin baik resolusi spasial dari citra yang dihasilkan.

Berdasarkan proses perekamannya sensor dibedakan menjadi dua, yaitu sensor fotografi dan sensor elektrik.

a. Sensor Fotografi

Proses perekaman ini berlangsung secara kimiawi. Tenaga elektromagnetik diterima dan direkam pada emulsi film yang apabila diproses akan menghasilkan foto. Apabila pemotretan dilakukan dari pesawat udara atau balon udara, fotonya disebut foto udara. Apabila pemotretan dilakukan dari antariksa, fotonya disebut foto orbital atau foto satelit.

b. Sensor Elektrik

Sensor ini menggunakan tenaga elektrik dalam bentuk sinyal elektrik. Alat penerima dan perekamannya berupa pita magnetik. Sinyal elektrik yang direkam pada pita magnetik kemudian diproses menjadi data visual maupun menjadi data digital yang siap diolah. Pemrosesannya menjadi citra dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu sebagai berikut:

1. Dengan memotret data yang direkam dengan pita magnetik yang diwujudkan secara visual pada layar monitor.
2. Dengan menggunakan film perekam khusus hasilnya berupa foto yang disebut citra penginderaan jauh.

Kendaraan yang membawa sensor atau alat pemantau dinamakan wahana. Berdasarkan ketinggian peredaran wahana, tempat pemantauan atau pemotretan

dari angkasa ini dapat diklasifikasikan menjadi tiga kelompok wahana, yaitu sebagai berikut.

- a. Pesawat terbang rendah sampai medium dengan ketinggian antara 1.000 meter sampai 9.000 meter dari permukaan Bumi. Citra yang dihasilkan adalah citra foto (foto udara).
- b. Pesawat terbang tinggi dengan ketinggian sekitar 18.000 meter dari permukaan Bumi. Citra yang dihasilkan ialah foto udara dan *Multispectral Scanner Data*.
- c. Satelit dengan ketinggian antara 400 km sampai 900 km dari permukaan bumi. Citra yang dihasilkan adalah citra satelit.

2.2.2.5 Sistem Pengolahan Data

Sistem pengolahan data adalah penanganan data yang direkam oleh sensor penginderaan jauh hingga menjadi bentuk data yang dapat diinterpretasi, dan atau bentuk informasi yang dapat dipergunakan oleh pengguna. Penanganan data dilakukan dengan menggunakan mesin (komputer, alat mekanik, atau elektronik lainnya). Kemampuan sensor untuk merekam data permukaan bumi harus diimbangi dengan kemampuan pengolahan dan penanganan data. Peranan manusia untuk pengelolaan data baik dalam pengembangan perangkat keras (*hardware*) maupun perangkat lunak (*software*) terus berlanjut hingga yang paling penting adalah terapan informasi penginderaan jauh untuk berbagai bidang penggunaan.

2.2.2.6 Penggunaan Data

Pengguna data (perorangan, kelompok, badan, atau pemerintah) merupakan komponen paling penting dalam penginderaan jauh. Para penggunalah yang dapat menentukan diterima atau tidaknya hasil penginderaan jauh tersebut. Data yang dihasilkan antara lain mencakup wilayah dan sumber daya alam suatu negara yang merupakan data yang sangat penting untuk kepentingan orang banyak.

Berbagai bidang penggunaan dalam pembangunan seperti kehutanan, pertanian pemetaan, inventarisasi, sumberdaya alam daratan dan lautan, hingga penanganan bencana alam telah banyak digunakan. Penggunaan data penginderaan jauh sebagai alat untuk pengelolaan sumberdaya sudah

dimanfaatkan sejak manusia mengenang foto udara, dan lebih dikembangkan sejak pertama kali satelit sumber alam diluncurkan. Dan akhirnya penginderaan jauh menjadi alat yang penting pada berbagai program operasional yang berkaitan dengan pengelolaan sumber daya alam, pemantauan daerah, keteknikan dan eksplorasi.

2.3 Koreksi Citra

2.3.1 Koreksi Radiometrik

Koreksi Radiometrik merupakan perbaikan akibat cacat atau kesalahan radiometrik. Kesalahan radiometrik merupakan kesalahan yang berupa pergeseran nilai atau derajat keabuan elemen gambar (*pixel*) pada citra, agar mendekati harga yang seharusnya. Penyebab kesalahan radiometrik dapat dibedakan dalam tiga kelompok ialah sebagai berikut:

1. Kesalahan pada sistem optik. Kesalahan ini dapat disebabkan oleh bagian optik pembentuk citra buram, dan perubahan kekuatan sinyal,
2. Kesalahan karena gangguan energi radiasi elektromagnetik pada atmosfer yang disebabkan oleh pengaruh hamburan dan serapan, tanggapan amplitudo yang tidak linear, terjadinya bising (*noise*) pada waktu transmisi data,
3. Kesalahan karena pengaruh sudut elevasi matahari, menyebabkan perubahan pencahayaan pada permukaan bumi, karena sifat objek dan kepekaan objek menerima tenaga dari luar tidak sama, perubahan radiasi dari permukaan objek karena perubahan sudut pengamatan sensor.

Beberapa metode yang dapat digunakan untuk koreksi radiometrik adalah sebagai berikut:

1. Penyesuaian histogram
2. Penyesuaian regresi
3. Metode kalibrasi bayangan

Dalam penelitian ini koreksi radiometrik yang digunakan adalah penyesuaian histogram yang diperlukan untuk memperbaiki kualitas visual citra dan memperbaiki nilai-nilai piksel yang tidak sesuai dengan nilai

spektral yang sebenarnya. Adapun persamaan koreksi radiometrik adalah sebagai berikut:

$$By_{i,j,k} \text{ terkoreksi} = By_{i,j,k} \text{ (asli-bias)} \dots\dots\dots (2.2)$$

Keterangan:

$By_{i,j,k}$ terkoreksi = nilai kecerahan terkoreksi pada baris i, kolom j, saluran k

$By_{i,j,k}$ asli = nilai kecerahan asli pada baris i, kolom j, saluran k

$By_{i,j,k}$ bias = nilai spektral yang dianggap sebagai besarnya gangguan atmosfer.

2.3.2 Koreksi Geometrik

Geometrik citra adalah korelasi antara koordinat suatu objek (x,y) pada koordinat (X,Y) dipermukaan bumi (Hariyanto, 2004 dalam Lastiyono A, 2010). Berdasarkan sumbernya, distorsi atau kesalahan geometrik dapat dikelompokkan menjadi dua tipe, yaitu kesalahan internal (*internal distortion*) dan kesalahan eksternal (*external distortion*).

Kesalahan internal disebabkan oleh konfigurasi sensornya, yaitu:

1. pembelokkan arah penyinaran menyebabkan distorsi panoramik (*look angle*),
2. abrasi subsistem optik karena kemiringan cermin penyiam (*scan mirror*), sehingga cakupan tidak tegak lurus,
3. sistem penyiaman (*scanning system*) yang tidak linear karena kecepatan cermin penyiam (*scan*) berubah yang mengakibatkan pergeseran lokasi setiap pixel.

Kesalahan geometrik oleh kesalahan external disebabkan karena:

1. perubahan ketinggian wahana dan kecepatan wahana menyebabkan perubahan cakupan (*coverage*) dan perubahan luas, yang mengakibatkan perubahan skala pada arah orbit,
2. perubahan posisi wahana terhadap objek karena gerakan berputar (*roll*), menggelinding (*pitch*), yang mengakibatkan terjadinya distorsi atau bising acak (*random*),
3. rotasi bumi gerakan putaran bumi saat pengambilan data, sehingga mengakibatkan objek miring ke arah barat,

4. kelengkungan bumi mengakibatkan ukuran pixel yang direkam menjadi berubah, karena terjadinya sudut pada arah perekaman (*accros track*), yaitu antara pixel yang direkam di titik nadir dengan pixel pada saat sensor *scanner* melakukan penyiaman.

Tujuan koreksi geometri ada tiga macam antara lain:

1. melakukan rektifikasi (pembetulan) atau restorasi (pemulihan) citra agar koordinat citra sesuai dengan koordinat geografi,
2. registrasi (mencocokkan) posisi citra dengan citra lain atau mentransformasikan sistem koordinat citra multispektral atau citra multitemporal,
3. registrasi citra ke peta atau transformasi sistem koordinat citra ke peta, yang menghasilkan citra dengan sistem proyeksi tetentu.

Transformasi koordinat bertujuan untuk menyamakan sistem koordinat citra dengan sistem koordinat peta acuan yang sesuai dengan daerah lipatan citra. Untuk transformasi koordinat dapat digunakan rumus affine sebagai berikut (Jensen, 1996):

$$X_{peta} = a_0 + a_1x + a_2y \dots \dots \dots (2.3)$$

$$Y_{peta} = b_0 + b_1x + b_2y \dots \dots \dots (2.4)$$

Keterangan rumus:

- X_{peta}, Y_{peta} = koordinat peta referensi
- x,y = koordinat citra
- a₀,b₀....a₂,b₂ = parameter transformasi

Distorsi sistematis dan non sistematis dikoreksi dengan melakukan transformasi koordinat dengan menggunakan beberapa buah titik kontrol tanah (GCP). Untuk mengetahui ketelitian GCP yang dipilih dapat dilihat dari *RMS error*. *RMS error* adalah jarak antara GCP masukan dengan GCP hasil transformasi (Jensen, 1986 dalam Lastiyono.A,2010).

$$RMS_{error} = \frac{\sqrt{(XRMS_{error})^2 + (YRMS_{error})^2}}{N} \dots \dots \dots (2.5)$$

Keterangan rumus:

- XRMS_{error} = nilai RMS_{error} pada absis (X)
- YRMS_{error} = nilai RMS_{error} pada absis (Y)
- N = jumlah GCP

RMS *error* (*Root Mean Square Error*) menunjukkan tingkat pergeseran dalam penentuan GCP. Semakin kecil RMS *error* menunjukkan bahwa semakin baik penempatan titik kontrolnya. Jadi dapat disimpulkan bahwa identifikasi titik kontrol akan teliti apabila residu masing-masing tidak lebih dari satu piksel (Jensen, 1986 dalam Lastiyono,A.,2010).

2.4 Pemotongan Citra (*Image Cutting*)

Image cutting merupakan kegiatan memotong citra dengan tujuan memilih area yang diinginkan. Kegunaan dari *image cutting* ini adalah untuk memperkecil ukuran file dari citra sehingga pemrosesan data menjadi lebih ringan dan cepat sesuai dengan kebutuhan data citra yang akan dianalisa.

2.5 Penajaman Citra (*Image Enhancement*)

Penajaman citra (*image enhancement*) merupakan proses untuk memberikan tampilan pada citra sedemikian rupa sehingga citra tersebut mempunyai nilai digital number yang lebih informatif. Penajaman citra ada tiga macam, yaitu penajaman radiometrik, penajaman spasial dan penajaman spektral (Erwin Handika Putra,2011).

2.5.1 Penajaman Radiometrik

Penajaman radiometrik merupakan penajaman yang melibatkan *digital number* dari *band* itu sendiri sehingga nilai tiap-tiap *pixel* berubah berdasarkan resolusi radiometrik setiap citra. Ada beberapa teknik penajaman radiometrik contohnya adalah *linear contrast stretching*, *histogram matching*, *density slicing*, dan lain-lain. Teknik penajaman radiometrik dapat dilakukan dalam aplikasi *histogram* pada *Algorithm*. *Linear contrast stretching* digunakan untuk meregangkan nilai *digital number*, sehingga detail pada citra yang sudah diregangkan menjadi terlihat. Ini biasa dilakukan pada citra yang mengalami gangguan radiometrik atau penampilan citra yang gelap. *Histogram matching* dilakukan ketika kita akan melakukan *image mosaicing*. Sehingga, citra yang berbeda akan lebih saling bersesuaian bila digabungkan. *Density slicing* dilakukan untuk menampilkan detail citra pada penutupan lahan yang kita inginkan.

Misalnya jika kita ingin melihat detail dari penutupan laut pada beberapa kedalaman.

2.5.2 Penajaman Spasial/*filter*

Penajaman spasial atau *filtering* pada prinsipnya adalah menggunakan nilai *digital number* tetangga *pixel* terdekat untuk memberikan nilai pixel baru. *Filter spasial* adalah suatu aplikasi umum yang diterapkan pada data raster untuk menajamkan citra guna meningkatkan interpretasi visual. *Filter* dapat digunakan untuk meningkatkan tampilan citra, meratakan dan menghilangkan *noise* atau gangguan pada citra.

2.5.3 Penajaman Spektral

Penajaman spektral dapat dikatakan sebagai penajaman multidimensi. Penajaman ini melibatkan *pixel* dalam lokasi yang sama dan pada band yang berbeda. Penajaman ini dapat berguna untuk berbagai aplikasi, misalnya untuk mendeteksi vegetasi yaitu dengan indeks vegetasi, band rationing untuk perbandingan spektral tiap-tiap band, *Principal Component Analysis* yang baik digunakan untuk mengurangi redundansi atau keberlimpahan data.

2.6 Klasifikasi Citra

Klasifikasi digital dapat diartikan dengan cara mengenal, menentukan letak, dan melakukan pengelompokan objek menjadi kelas-kelas tertentu pada kesamaan nilai spektral tiap *pixel* (Christine N.K, 2010). Klasifikasi pada dasarnya dilakukan untuk mengelompokkan data dari nilai-nilai *pixel* yang bervariasi sehingga dapat dikelaskan ke dalam beberapa kelas yang memiliki karakteristik nilai spektral yang serupa. Klasifikasi suatu citra dapat dikelompokkan menjadi tiga cara, yaitu:

1. Klasifikasi *Unsupervised*/tak terbimbing (*unsupervised classification*), menggunakan algoritma untuk mengkaji atau menganalisis sejumlah besar pixel yang tidak dikenal dan membaginya dalam sejumlah kelas berdasarkan pengelompokan nilai digital citra. Klasifikasi tak terbimbing dilakukan dengan pendekatan analisis kelompok (*cluster analysis*) dengan melalui pendekatan rata-rata kelompok (*K-mean*)

2. Klasifikasi *Supervised*/terbimbing (*supervised classification*), merupakan proses klasifikasi dengan pemilihan kategori informasi yang diinginkan dan memilih *training area* untuk tiap kategori penutup lahan yang mewakili sebagai kunci interpretasi. Klasifikasi terbimbing digunakan untuk penginderaan jauh multispektral yang berbasis numerik, maka pengenalan polanya merupakan proses otomatis dengan bantuan komputer.
3. Klasifikasi Hibrida (*hybrid classification*), menerapkan model restorasi dan teknik penajaman didalam klasifikasi. Hal ini dilakukan dengan mengklasifikasikan setiap pixel yang sudah diklasifikasikan secara spektral dengan menggunakan kategori bobot yang lebih tinggi agar pengadaaan batas dua jenis tutupan lahan seperti garis pantai dapat dibedakan dengan jelas (Purwadhi F.S.H., 2001)

2.7 Uji Ketelitian Klasifikasi

Penelitian menggunakan data dan metode tertentu perlu dilakukan uji ketelitian, karena hasil uji ketelitian sangat mempengaruhi besarnya kepercayaan pengguna terhadap setiap jenis data maupun metode analisisnya. Semakin banyak jenis dan jumlah data penginderaan jauh di Indonesia, maka uji ketelitian perlu dilakukan, baik untuk keperluan pemetaan maupun untuk evaluasi sumberdaya lahannya.(Short 1982, dalam Purwadhi, F.S.H.,2001).

Uji ketelitian interpretasi yang disarankan oleh Short (1982) dapat dilakukan dalam empat cara sebagai berikut, yaitu:

1. Melakukan pengecekan lapangan serta pengukuran beberapa titik (sampel area) yang dipilih dari setiap bentuk penutup/penggunaan lahan. Uji ketelitian dilakuakn pada setiap area sampel penutup/penggunaan lahan yang homogen. Pelaksanaannya pada setiap bentuk penutup/penggunaan lahan diambil beberapa sampel area didasarkan atas homogenitas kenampakannya, dan diuji kebenarannya dilapangan.
2. Menilai kecocokan hasil interpretasi setiap citra dengan peta referensi atau foto udara pada daerah yang sama pada waktu yang sama. Hal ini

sangat diperlukan dalam penaksiran batas-batas dan perhitungan (pengukuran) luas setiap jenis penutup/ penggunaan lahannya.

3. Analisis statistik dilakukan pada data dasar dan citra hasil klasifikasi. Analisis dilakukan terutama terhadap kesalahan setiap penutup /penggunaan lahan yang disebabkan oleh keterbatasan resolusi citra (khususnya resolusi spasial karena merupakan dimensi keruanangan). Analisis dilakukan dari beberapa *pixel* dengan perhitungan *variance* statistik setiap saluran spektral data yang digunakan. Pengambilan pixel untuk uji ketelitian diambil yang betul-betul murni penutup lahannya (bukan pixel gabungan atau *pixel* yang isinya beberapa jenis kenampakan = *Mix pixel*).
4. Membuat matriks dari perhitungan setiap kesalahan (confusion matrix) pada setiap bentuk penutup/ penggunaan lahan dari hasil interpretasi citra penginderaan jauh. Ketelitian pemetaan dibuat dalam beberapa kelas X yang dapat dihitung dengan rumus:

$$MA = \frac{X_{cr} \text{ pixel}}{X_{cr} \text{ pixel} + X_{o} \text{ pixel} + X_{co} \text{ pixel}} \dots\dots\dots (2.3)$$

Keterangan:

MA = ketelitian pemetaan

X_{cr} = jumlah kelas X yang terkoreksi

X_o = jumlah kelas X yang masuk ke kelas lain (omisi)

X_{co} = jumlah kelas X tambahan dari kelas lain (komisi)

Ketelitian seluruh hasil klasifikasi (KH) adalah

$$KH = \frac{\text{jumlah h pixel murni semua kelas}}{\text{jumlah h semua pixel}} \dots\dots\dots (2.4)$$

2.8. Indeks Vegetasi

Indeks vegetasi merupakan nilai yang diperoleh dari gabungan beberapa spektral band spesifik dari citra penginderaan jauh. Gelombang indeks vegetasi diperoleh dari energi yang dipancarkan oleh vegetasi pada citra penginderaan jauh untuk menunjukkan ukuran kehidupan dan jumlah dari suatu tanaman. Tanaman memancarkan dan menyerap gelombang yang unik sehingga keadaan ini dapat di

hubungankan dengan pancaran gelombang dari objek-objek yang lain sehingga dapat di bedakan antara vegetasi dan objek selain vegetasi.

Tanaman hidup menyerap gelombang tampak (*visible*) biru dan merah serta memantulkan gelombang hijau, oleh karena itulah kenapa mata manusia melihat daun-daun tanaman yang hidup adalah berwarna hijau. Akan tetapi ada satu jenis gelombang lain yang juga di pantulkan oleh tanaman selain gelombang hijau, akan tetapi gelombang ini tidak dapat di lihat oleh mata (*invisible*), gelombang ini adalah gelombang infra merah dekat (CCRS, 2007).

Ada banyak metode yang digunakan untuk menghitung indeks vegetasi, yang biasa digunakan adalah NDVI. NDVI merupakan suatu pembagian dari gelombang yang dipantulkan oleh vegetasi dengan gelombang yang diserap oleh tanaman yaitu gelombang infrared dekat dengan gelombang merah, dan penjumlahan dan pengurangannya dari tiap-tiap gelombang merupakan suatu normalisasi dari irradians (Shorts dalam Purwadhi F.S.H, 2001).

2.9. Transformasi NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*)

Indeks vegetasi atau NDVI adalah indeks yang menggambarkan tingkat kehijauan suatu tanaman. Indeks vegetasi merupakan kombinasi matematis antara band merah dan band NIR yang telah lama digunakan sebagai indikator keberadaan dan kondisi vegetasi (Lillesand dan Kiefer, 1997). NDVI dapat digunakan sebagai indikator biomasa dan tingkat kehijauan (*greenness*) relatif (Sutanto, 1986).

Perhitungan NDVI didasarkan pada prinsip bahwa tanaman hijau tumbuh secara sangat efektif dalam menyerap radiasi di daerah spektrum cahaya tampak (PAR atau *Photosynthetically Active Radiation*), sementara itu tanaman hijau sangat memantulkan radiasi dari daerah infra merah dekat. Konsep pola spektral didasarkan oleh prinsip ini menggunakan hanya citra band merah adalah sebagai berikut:

$$\text{NDVI} = (\text{NIR}-\text{Red})/(\text{NIR}+\text{Red}) \dots\dots\dots (2.5)$$

Keterangan:

NIR = radiasi infra merah dekat dari piksel

Red = radiasi cahaya merah dari piksel

Nilai NDVI berkisar dari -1 sampai +1

2.10 Satelit Landsat 7 ETM+

Teknologi penginderaan jauh satelit dipelopori oleh NASA Amerika Serikat dengan diluncurkannya satelit sumberdaya alam yang pertama, yang disebut ERTS-1 (*Earth Resources Technology Satellite*) pada tanggal 23 Juli 1972, menyusul ERTS-2 pada tahun 1975, satelit ini membawa sensor RBV (*Retore Beam Vidcin*) dan MSS (*Multi Spectral Scanner*) yang mempunyai resolusi spasial 80 x 80 m. Satelit ERTS-1, ERTS-2 yang kemudian setelah diluncurkan berganti nama menjadi *Landsat 1*, *Landsat 2*, diteruskan dengan seri-seri berikutnya, yaitu *Landsat 3*, 4, 5, 6 dan terakhir adalah *Landsat 7* yang diorbitkan bulan Maret 1998, merupakan bentuk baru dari *Landsat 6* yang gagal mengorbit. *Landsat 5*, diluncurkan pada 1 Maret 1984, sekarang ini masih beroperasi pada orbit polar, membawa sensor TM (*Thematic Mapper*), yang mempunyai resolusi spasial 30 x 30 m pada band 1, 2, 3, 4, 5 dan 7. (Lillesand dan Kiefer)

Sistem *landsat* merupakan milik Amerika Serikat yang mempunyai tiga instrument pencitraan, yaitu RBV (*Return Beam Vidicon*), MSS(*Multispectral Scanner*), dan TM (*Thematic Mapper*). (Abdul Wahab,2011)

1. RBV, merupakan instrumen semacam kamera yang mengambil citra *snapshot* dari permukaan bumi sepanjang *track* lapangan satelit setiap selang waktu tertentu.
2. MSS, merupakan suatu alat scanning mekanik yang merakam data dengan cara men-scanning permukaan bumi dalam jalur atau baris tertentu.
3. TM, merupakan alat scanning mekanis yang mempunyai resolusi *spectral*, spasial dan radiometrik.

Satelit generasi pertama mempunyai dua jenis sensor, yaitu penyiam multi *spectral* (MSS) dengan empat saluran dan tiga kamera RBV. Satelit generasi kedua adalah satelit membawa dua jenis sensor yaitu sensor MSS dan sesnsor TM. Perubahan tinggi orbit menjadi 705 km dari permukaan bumi berakibat pada peningkatan resolusi spasial menjadi 30x30 m untuk TM1-TM5 dan TM7, TM6 menjadi 120x120m. Resolusi Temporal menjadi 16 hari dan perubahan data dari 6 bits (64 tingkatan warna) menjadi 8 bits (256 tingkatan warna). Kelebihan sensor TM adalah menggunakan tujuh saluran, enam saluran terutama dititik beratkan untuk studi vegetasi dan satu saluran untuk studi geologi. Terakhir kali di era 2000-an NASA menambahkan penajaman sensor band pankromatik yang ditingkatkan resolusi spasialnya menjadi 15x15m sehingga dengan kombinasi didapatkan citra komposit dengan resolusi 15x15m.

Data *landsat* TM diperoleh pada tujuh saluran *spectral* yaitu tiga saluran tampak, satu saluran infra merah dekat, dua saluran infra merah tengah, dan satu saluran inframerah *thermal*. lokasi dan lebar dari ketujuh saluran ini ditentukan dengan pertimbangan kepekaan terhadap fenomena alami tertentu dan untuk menekan sekecil mungkin pelemahan energi permukaan bumi oleh kondisi atmosfer bumi. Jensen (1986) mengemukakan bahwa kebanyakan saluran TM dipilih setelah analisis nilai lebihnya dalam pemisahan vegetasi, pengukuran kelembaban tumbuhan dan tanah, pembedaan awan dan salju, dan identifikasi perubahan *hydrothermal* pada tipe-tipe batuan tertentu.

Tabel 2.1. Band-band pada *Landsat-ETM+* dan kegunaannya

Band	Panjang Gelombang (μm)	Spektral	Kegunaan
1	0.45-0.52	Biru	Tembus terhadap tubuh air, dapat unruk pemetaan air, pantai, pemetaan tanah, pemetaan tumbuhan , pemetaan kehutanan, dan mengidentifikasi budidaya manusia.
2	0.52-0.60	Hijau	Untuk pengukuran nilai pantul hijau pucuk tumbuhan dan penafsiran aktifitasnya, juga untuk pengamatan kenampakan budidaya manusia.
3	0.63-0.69	Cahaya Tampak	Untuk membedakan jenis vegetasi, terletak pada satu daerah penyerapan klorofil dan memudahkan membedakan antara lahan terbuka dan lahan bervegetasi.
4	0.76-0.90	Infra Merah Dekat	Untuk membedakan jenis tumbuhan, aktifitas dan kandungan biomas, untuk membatasi tubuh air dan pemisahan kelembaban tanah.
5	1.55-1.75	Infra Merah Sedang	Menunjukkan kandungan kelembaban tumbuhan, dan kelembaban tanah, juga untuk membedakan salju dan awan.
6	10.4-12.5	Infra Merah Termal	Untuk menganalisis tegakan tumbuhan, pemisahan kelembaban tanah dan pemetaan panas.
7	2.08-2.35	Infra Merah Sedang	Berguna untuk pengenalan terhadap mineral dan jenis batuan, juga sensitive terhadap kelembaban tumbuhan

2.11 Penelitian Terdahulu

Banyak penelitian tentang penginderaan jauh yang dilakukan oleh peneliti dan pemakaiannya tergantung pada segi pemanfaatannya. Pemanfaatan data penginderaan jauh kaitannya dengan penelitian di antaranya banyak dilakukan untuk penelitian hutan.

(Wahyudi,Bambang.2011.Teknik Geodesi Universitas Diponegoro) yang mengkaji studi kasus mengenai analisis kerapatan hutan mangrove di Pesisir Selatan Kabupaten Banyuwangi dengan citra satelit LANDSAT tahun perekaman 2001 dan ALOS tahun perekaman 2009.

(Lastiyono,Agus.2010.Teknik Geodesi Universitas Diponegoro) yang mengkaji studi kasus mengeni identifikasi kerapatan hutan mangrove menggunakan citra SPOT-5 dengan menggunakan metode indeks vegetasi NDVI.