

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Abrasi dan Gelombang Ekstrim**

##### 2.1.1 Abrasi

Abrasi adalah proses dimana terjadi pengikisan pantai yang disebabkan oleh tenaga gelombang laut dan arus laut yang bersifat merusak. Abrasi atau kata lain biasa disebut erosi pantai. Kerusakan garis pantai tersebut dikarenakan terganggunya keseimbangan alam daerah dipantai tersebut. Abrasi ini dapat terjadi karena beberapa faktor antara lain, faktor alam, faktor manusia, dan salah satu untuk mencegahnya terjadinya abrasi tersebut yakni melakukan penanaman hutan *mangrove*. Beberapa faktor alam yang dapat menyebabkan abrasi antara lain, angin yang bertiup di atas lautan sehingga menimbulkan gelombang serta arus laut yang mempunyai kekuatan untuk mengikis suatu daerah pantai [11].

Abrasi menyebabkan pantai menggetarkan batuan ataupun tanah dipinggir pantai sehingga lama-kelamaan akan berpisah dengan daratan dan akan mengalami abrasi pantai. Proses terjadi Abrasi yaitu pada saat angin yang bergerak dilaut menimbulkan arus serta gelombang mengarah ke pantai, sehingga apabila proses ini berlangsung lama akan mengikis pinggir pantai [10].

Kekuatan gelombang terbesar dapat terjadi pada waktu terjadi badai dan badai inilah yang mempercepat terjadi proses pantai. Abrasi ini selain disebabkan faktor alam bisa juga disebabkan karena faktor manusia, seperti contoh melakukan penambangan pasir, dikatakan demikian karena penambangan pasir begitu penting terhadap abrasi suatu pantai yang dapat menyebabkan terkurasnya pasir laut dan inilah sangat berpengaruh terhadap arah dan kecepatan arus laut karena akan menghantam pantai [11].

Adapun cara mencegah terjadi abrasi:

1. Penanaman pohon *mangrove*
2. Memelihara pohon *mangrove* atau jenis pohon lainnya
3. Penanaman pohon pada hutan pantai

### 2.1.2 Gelombang Ekstrim

Gelombang pasang ekstrim atau badai adalah gelombang tinggi yang ditimbulkan karena efek terjadinya siklon tropis di sekitar wilayah Indonesia dan berpotensi kuat menimbulkan bencana alam. Indonesia bukan daerah lintasan siklon tropis tetapi keberadaan siklon tropis akan memberikan pengaruh kuat terjadinya angin kencang, gelombang tinggi disertai hujan deras [12]. Umumnya gelombang pasang terjadi karena adanya angin kencang/topan, perubahan cuaca yang sangat cepat, dan karena ada pengaruh dari gravitasi bulan maupun matahari. Kecepatan gelombang pasang sekitar 10-100 km/jam & gelombang pasang sangat berbahaya bagi kapal - kapal yang sedang berlayar pada suatu wilayah yang dapat menenggelamkan kapal-kapal tersebut. Jika terjadi gelombang pasang di laut akan menyebabkan tersapunya daerah pinggir pantai atau disebut dengan abrasi. Karakteristik terjadinya gelombang pasang ekstrim: angin kencang, terjadinya badai ditengah laut dan menyebabkan terjadinya gelombang pasang [13].

## **2.2 Karakteristik, Dampak dan Proses Terjadinya Gelombang Ekstrim**

### 2.2.1 Karakteristik Terjadinya Gelombang Ekstrim

Terdapat beberapa karakteristik terjadinya gelombang ekstrim [13]. Karakteristik terjadinya gelombang ekstrim tersebut yaitu:

1. Angin kencang.
2. Terjadinya badai ditengah laut dan menyebabkan terjadinya gelombang pasang di pinggir pantai.
3. Perubahan cuaca yang tiba-tiba menjadi gelap.

### 2.2.2 Dampak Gelombang Ekstrim

Dampak yang terjadi akibat adanya bencana abrasi dan gelombang ekstrim adalah:

1. Penyusutan lebar pantai secara terus menerus sehingga menyempitnya lahan bagi penduduk yang tinggal di pinggir pantai.
2. Kerusakan sarana dan prasarana, termasuk perumahan, infrastruktur transportasi, dan pelabuhan.

3. Kerugian ekonomi karena nelayan tidak bisa melaut, dan kerusakan infrastruktur jalan menyebabkan akses dari daerah tersebut menjadi terputus.
4. Kehilangan tempat berkumpulnya ikan-ikan perairan pantai karena terkikisnya hutan bakau.
5. Kerusakan hutan bakau disepanjang pantai karena terpaan ombak yang didorong angin kencang [14].

### 2.2.3 Proses Terjadinya Gelombang Ekstrim Dan Abrasi

Abrasi tidak terjadi secara seketika, melainkan terjadi dalam waktu yang lama. Akibat dari gelombang yang terus menerus terjadi, lambat laun pantai akan menyempit dan semakin mendekati pemukiman yang ada di sekitar. Bukan hanya kekuatan gelombang, akan tetapi terjangan gelombang secara terus menerus juga bisa mengakibatkan abrasi [14].

Abrasi bisa terjadi ketika terjadi gelombang dan tiupan angin yang cukup kencang yang melanda daerah pantai dan semakin parah sehingga pantai mengalami kerusakan. Secara alami gelombang dan arus laut terjadi akibat perbedaan tekanan yang ekstrim di permukaan laut. Kenaikan permukaan laut akibat pemanasan global juga mempengaruhi terjadinya abrasi [14].

### 2.2.4 Faktor Terjadinya Abrasi dan Gelombang Ekstrim

#### A. Faktor Alam

Ketika angin yang bergerak di laut menimbulkan gelombang dan arus menuju pantai, arus dan angin tersebut memiliki kekuatan yang lama kelamaan menggerus pinggir pantai. Gelombang disepanjang pantai menggetarkan batuan yang lama kelamaan akan terlepas dari daratan. Kekuatan gelombang terbesar terjadi pada waktu badai sehingga dapat mempercepat terjadinya proses abrasi [4].

## B. Faktor Manusia

Faktor manusia yang dapat meningkatkan terjadinya abrasi dan gelombang ekstrim yaitu:

1. Perusakan terumbu karang: Kerusakan terumbu karang mengakibatkan kecepatan gelombang yang menghantam pantai semakin kuat.
2. Penebangan *mangrove*: *Mangrove* berfungsi sebagai pemecah gelombang alami. Apabila *mangrove* terus menerus ditebang, akan mengakibatkan gelombang semakin membesar dan menghantam wilayah pantai.
3. Penambangan pasir pantai, dll: Penambangan pasir sangat berperan banyak terhadap abrasi pantai, baik di daerah tempat penambangan pasir maupun di daerah sekitarnya karena terkurasnya pasir laut akan sangat berpengaruh terhadap kecepatan dan arah arus laut yang menghantam pantai.

Bencana abrasi banyak melanda wilayah pantai, tapi tidak semua pantai bisa mengalami abrasi [4].

### 2.3 Citra Penginderaan Jauh

#### 2.3.1 Pengertian Penginderaan Jauh

Melihat kondisi awal dari keadaan pesisir atau tepatnya ekosistem pesisir, maka perlu dicari suatu cara untuk memantau dan melihat perubahan lingkungan pesisir yang diakibatkan oleh hal - hal yang telah disebutkan diatas. Citra inderaja (citra penginderaan jarak jauh) adalah suatu alternatif yang baik digunakan selain survei langsung ke lokasi. Penginderaan jauh adalah ilmu atau seni untuk memperoleh informasi tentang objek, daerah, atau gejala, dengan cara menganalisis data yang diperoleh atau gejala yang akan dikaji [15].

Penginderaan jauh (atau disingkat inderaja) adalah pengukuran atau akuisisi data dari sebuah objek atau fenomena oleh sebuah alat yang tidak secara fisik melakukan kontak dengan objek tersebut atau pengukuran atau akuisisi data dari sebuah objek atau fenomena oleh sebuah alat dari jarak jauh, (misalnya dari pesawat, pesawat luar angkasa, satelit, kapal atau alat lain. Contoh dari penginderaan jauh antara lain satelit pengamatan bumi, satelit cuaca, memonitor janin dengan *ultrasonic* dan wahana luar angkasa yang memantau planet dari

orbit. Dalam penginderaan jauh yang harus dipahami adalah sistem penginderaan jauh fotografi dan sistem penginderaan jauh non fotografi. Dimana pada sistem fotografi objek yang digunakan adalah berupa foto udara sedangkan pada sistem non fotografi objek yang digunakan meliputi 3 sistem yaitu sistem termal dengan *output* citra termal, sistem gelombang mikro dan radar dengan *output* citra radar gelombang mikro [16].

### 2.3.2 Ruang Lingkup Penginderaan Jauh

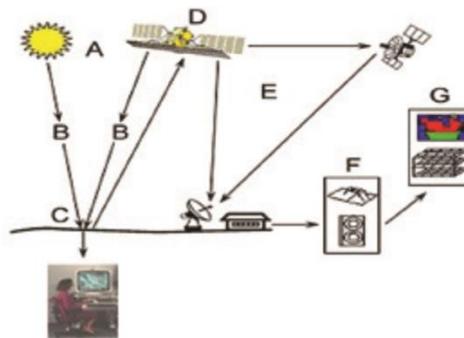
Penginderaan jauh secara garis besar terdiri atas penginderaan jauh sistem fotografi dan non - fotografi. Hal paling mendasar yang membedakan keduanya adalah spektrum dan sensor yang digunakan. Penginderaan jauh sistem fotografi menggunakan spektrum tampak (*visible*) dan perluasannya. Spektrum tampak meliputi panjang gelombang 0,4–0,7  $\mu\text{m}$  (*band* biru, hijau, dan merah) dan perluasannya (ke lebih pendek) berupa *band ultraviolet*, dan band yang lebih lebar, yakni inframerah dekat (*near infrared*). Band infra merah dekat termasuk bagian dari spektrum fotografi, karena *band* ini masih dapat memantulkan dan dapat ditangkap oleh sensor fotografi, oleh karenanya band tersebut sering pula disebut sebagai infra merah pantulan. Sensor yang digunakan untuk sistem fotografi berupa kamera, sementara sensor yang digunakan untuk penginderaan jauh sistem non-fotografi berupa sensor non- kamera. Sensor non - kamera antara lain berupa *scanner*, radiometer, *inplane panel* sistem, dan radar [17].

Penginderaan jauh non - fotografi masih dapat dirinci lagi menjadi penginderaan sistem termal (menggunakan spektrum inframerah termal), penginderaan sistem gelombang mikro (sebenarnya termasuk didalamnya adalah sistem radar, tetapi sistem radar ini dalam implementasinya dibedakan). Perbedaan ini terjadi karena penamaan penginderaan jauh sistem gelombang mikro lebih cenderung kepada sistem pasif sehingga sistem radar yang menggunakan tenaga aktif (pulsa) diberi penamaan sendiri menjadi penginderaan jauh sistem radar. Di samping kedua aspek pembeda tersebut, masih ada aspek pembeda lainnya, yakni cara perekaman, cakupan wilayah, resolusi spasial dan temporal, pemrosesan data, teknik analisis, wahana (*platform*), dan lain-lain. Cakupan penginderaan jauh dapat pula dilihat dari sumber tenaga yang digunakan, yakni penginderaan jauh yang menggunakan tenaga alami disebut penginderaan jauh sistem pasif, contoh-

nya adalah penginderaan jauh sistem fotografi. Sistem pasif ini hanya dapat beroperasi pada siang hari, karena pada malam hari tidak ada sinar alami yang memungkinkan terjadinya pantulan gelombang elektromagnetik [17].

### 2.3.3 Sistem Penginderaan Jauh

Menurut Tindal (2006) komponen sistem penginderaan jauh terdiri atas sumber energi, radiasi (melalui atmosfer), interaksi (tenaga dan objek), sensor perekam, transmisi, resepsi, dan pemrosesan, interpretasi dan analisis (operator), dan aplikasi. Suatu sistem dapat bekerja secara optimal jika masing-masing komponen penyusunnya bekerja sama secara serasi dan seimbang. Komponen sistem penginderaan jauh secara garis besar dapat dibagi menjadi 3 komponen, yakni alami, teknologi, dan manusia. Sistem penginderaan jauh diilustrasikan oleh gambar berikut ini [17].



**Gambar 0.1** Komponen-komponen Sistem Penginderaan Jauh

(Sumber: Buku Penginderaan Jauh Pengantar ke Arah Pembelajaran Berpikir Spasial: 2019)

Keterangan gambar:

A = Sumber tenaga

B = Atmosfer

C = Interaksi tenaga dengan objek

D = Sensor (terpasang pada pesawat terbang atau satelit)

E = Perolehan data (dikirim melalui stasiun-stasiun penerima)

F = Pengguna (mengolah dan menganalisis citra)

G = Informasi (basis data, pemetaan dan rekomendasi kebijakan)

#### 2.3.4 Citra Sentinel 2A

SENTINEL-2, diluncurkan sebagai bagian dari program *Copernicus* Komisi Eropa pada 23 Juni 2015, dirancang khusus untuk memberikan banyak data dan gambar. Satelit ini dilengkapi dengan sensor multispektral opto-elektronik untuk survei dengan resolusi sentinel-2 10 hingga 60 m di zona spektra inframerah dekat (VNIR), dan gelombang pendek inframerah (SWIR), termasuk 13 saluran spektral, yang memastikan penangkapan perbedaan dalam kondisi vegetasi, termasuk perubahan temporal, dan juga mengurangi dampak pada kualitas fotografi atmosfer. Orbit adalah ketinggian rata-rata 785 km dan keberadaan dua satelit dalam misi memungkinkan survei berulang setiap 5 hari di khatulistiwa dan setiap 2-3 hari di lintang tengah [18]. Data Sentinel-2 menyediakan program GMES (Pemantauan Global untuk Lingkungan dan Keamanan), yang secara bersama-sama dilaksanakan oleh Komisi Eropa (Komisi Eropa) dan layanan ESA (Badan Antariksa Eropa) terkait, misalnya, untuk pengelolaan lahan, produksi pertanian dan kehutanan, dan pemantauan bencana alam dan operasi kemanusiaan [18].

Masing-masing satelit SENTINEL-2 memiliki berat sekitar 1,2 ton, dan dirancang agar kompatibel dengan peluncur kecil seperti VEGA dan ROCKOT. Umurnya adalah 7,25 tahun, yang mencakup fase *commissioning* 3-bulan di orbit. Baterai dan propelan telah disediakan untuk mengakomodasi 12 tahun operasi [18].

Dua satelit SENTINEL-2 yang identik beroperasi secara simultan, secara bertahap 180 ° satu sama lain, dalam orbit sinkron matahari pada ketinggian rata-rata 786 km. Desain optik dari teleskop MSI memungkinkan untuk *Field of View* (FOV) sepanjang 290 km [18].

##### 1. Komunikasi

Untuk Level-1C dan Level-2A, butiran, juga disebut ubin, adalah 100x100 km<sup>2</sup> orto - gambar dalam proyeksi UTM / WGS84.

Sistem UTM membagi permukaan Bumi menjadi 60 zona.

Setiap zona UTM memiliki lebar vertikal 6 ° bujur dan lebar horizontal 8 ° lintang.

## 2. Orbit

Satelit kembar yang mengorbit kutub di orbit yang sama, secara bertahap 180 ° satu sama lain. Batas cakupannya adalah antara garis lintang 56 ° selatan dan 84 ° utara. 10 hari di ekuator dengan satu satelit, dan 5 hari dengan 2 satelit di bawah kondisi bebas awan yang menghasilkan 2-3 hari ditengah garis lintang.

## 3. Sensor

Instrumen Multispektral (MSI)

**Tabel 2. 1**Band Sentinel - 2

Sensor	Band number	Band Name	Sentinel 2A		Resolusi
			Central wavelegth(nm )	Bandwidth (nm)	
MSI	1	<i>Coastal Aerosol</i>	443.9	20	60
MSI	2	<i>Blue</i>	496.6	65	10
MSI	3	<i>Green</i>	560	35	10
MSI	4	<i>Red</i>	664.5	30	10
MSI	5	<i>Vegetation Red Edge</i>	703.9	15	20
MSI	6	<i>Vegetation Red Edge</i>	740.2	15	20
MSI	7	<i>Vegetation Red Edge</i>	782.5	20	10
MSI	8	NIR	835.1	115	20
MSI	8b	<i>Narrow NIR</i>	864.8	20	60
MSI	9	<i>Water vapour</i>	945	20	60
MSI	10	<i>SWIR – Cirrus</i>	1373.5	30	60
MSI	11	SWIR	1613.7	90	20
MSI	12	SWIR	2202.4	180	20

(Sumber: ESA,2015)

### 2.3.5 Pre-Processing

*Pre – processing* ialah melakukan koreksi – koreksi yaitu seperti koreksi radiometrik dan geometrik, yang digunakan untuk menghilangkan distorsi atau kesalahan oleh sistem radiometer dan distorsi geometri[19].

#### a. Koreksi Geometrik

Data penginderaan jauh umumnya mengandung kesalahan (distorsi) geometrik, baik sistematis maupun non - sistematis, merupakan kesalahan yang diakibatkan oleh jarak orbit atau lintasan terhadap objek (hingga sudut pandang kecil) dan pengaruh kecepatan *platform* (wahana) [19]. Kesalahan geometrik terdiri dari dua kelompok, yaitu:

##### i. Kesalahan Internal

Kesalahan internal, yaitu kesalahan yang dapat dikoreksi dengan cepat, menggunakan data dari wahana. Kesalahan internal dapat dikoreksi berdasarkan analisis karakteristik sensor meliputi kemiringan *skan* (*skew - scan*), ketidaklinieran kecepatan cermin *skan* (*mirror - scan*), distorsi panoramik, kecepatan pesawat angkasa (*platform*), dan perspektif geometri (termasuk kelengkungan bumi) [19].

##### ii. Kesalahan Eksternal

Kesalahan eksternal, yaitu kesalahan yang tidak dapat dikoreksi tanpa perhitungan titik –titik kontrol permukaan (*GCP = Ground Control Point*) dari permukaan bumi yang memadai. Kesalahan ini hanya dapat dikoreksi dengan menggunakan titik –titik kontrol permukaan, yang berhubungan dengan sistem ketinggian sensor (*roll, pitch, yaw*) dan ketinggian satelit. Transformasi geometrik berdasarkan *GCP* adalah sebagai berikut:

- Koreksi Geometrik dengan Rektifikasi Citra ke Peta

Koreksi geometrik dengan citra rektifikasi citra ke peta atau bisa disebut dengan rektifikasi dengan interpolasi spasial. Interpolasi spasial pada proses geometri dilakukan bila antara lokasi piksel masukan (baris, kolom) dengan koordinat peta gabungan dengan titik yang sama dapat diidentifikasi. Dengan demikian dapat

dilakukan penempatan kembali setiap piksel dalam citra masukan (*input*) awal ( $x',y'$ ) kedalam citra keluaran (*output*) yang sesuai dengan menggunakan transformasi koordinat [19].

Kesalahan non - sistematis yang diakibatkan oleh perubahan sifat sensor (roll, pitch yaw) atau *attitude* dan ketinggian (*altitude*), terlebih dahulu dihilangkan dengan melakukan identifikasi titik – titik kontrol permukaan (GCPs) dalam citra awal dan peta referensi, kemudian dilakukan pemodelan matematik distorsi geometri. Ada 6 macam distorsi geometri data sensor jauh, yaitu: translasi koordinat x dan y, perubahan skala x dan y, kemiringan (*skew*) dan rotasi [19]. Apabila ke - enam distorsi geometri tersebut terkombinasi dalam satu pernyataan, menjadi:

$$x' = a_0 + a_1x + a_2y$$

$$y' = b_0 + b_1x + b_2y$$

dengan,

x dan y : posisi dalam citra masukan (*input*) asli

x' dan y' : Koordinat yang ada hubungan dengan citra masukan asli

$a_0, a_1x, a_2y$  : Koefisien transformasi

$b_0, b_1x, b_2y$  : Koefisien transformasi

- Koreksi Geometrik dengan Rektifikasi Citra ke Citra

Koreksi geometrik dengan rektifikasi citra ke citra atau bisa disebut dengan rektifikasi dengan interpolasi intensitas. Interpolasi intensitas berdasarkan penentuan nilai kecerahan. Interpolasi ini tidak dilakukan langsung antara perubahan nilai piksel masukan (*input*) dengan lokasi piksel keluaran atau hubungan satu – satunya antara piksel masukan dan piksel keluaran. Proses ini mencakup ekstraksi nilai kecerahan lokasi  $x'$  dan  $y'$  citra masukan yang mengalami distorsi geometri dan penempatan kembali pada koordinat x, y yang tepat pada citra keluaran yang telah dibetulkan (rektifikasi)[19]. Secara praktis, interpolasi

nilai kecerahan umumnya dikaitkan dengan pengambilan contoh ulang (*resampling*) adalah:

1. Interpolasi tingkat nol atau *nearest neighbor* harga kecerahan piksel terdekat dengan koordinat  $x'$ ,  $y'$ . Interpolasi *nearest neighbor* banyak digunakan oleh ahli kebumihan dikarenakan interpolasi ini tidak mengubah nilai kecerahan piksel selama proses *resampling* [19].
2. Interpolasi tingkat satu atau interpolasi bilinier memberi nilai piksel keluaran oleh interpolasi nilai kecerahan pada dua arah ortogonal dari citra masukan. Pada dasarnya ditetapkan empat nilai piksel terdekat pada posisi yang sesuai  $(x', y')$  dari citra masukan, kemudian dilakukan perhitungan nilai kecerahan baru sebagai fungsi bobot jarak titik terhadap ke - empat titik tersebut [19].

#### b. Koreksi Atmosferik

Pengaruh atmosfer dalam penggunaan data penginderaan jauh terkadang sering kali diabaikan, hal ini dikarenakan sensor yang merekam *signal* sebenarnya dari energi radiasi matahari yang berasal dari langit. Pengaruh atmosfer mengganggu kemampuan reflektansi spektral, namun pengaruh tersebut terjadi akibat proses atenuasi oleh atmosfer yang dapat mengurangi harga absorpsi (penyerapan) dan hamburan dari atmosfer yang dapat mengurangi harga ekstraksi informasi dari penginderaan jauh (berkurangnya kemampuan mentransmisikan energi). Dengan demikian, proses atenuasi merupakan sumber kesalahan yang perlu dikoreksi. Kesalahan ini dikenal dengan absorpsi eksternal, non-sistematik [19].

#### c. Mosaik citra

Mosaik citra adalah proses menggabungkan/menempelkan dua atau lebih citra yang tumpang tindih (*overlapping*) sehingga menghasilkan citra yang representatif dan kontinu. Penyesuaian warna antar citra yang bersebelahan sehingga sambungan citra relatif tidak tampak lagi [20].

#### d. Pemotongan Citra

Pemotongan Citra (*Cropping*) Pemotongan citra dilakukan untuk membatasi daerah penelitian sehingga memudahkan analisis pada komputer. Selain itu, pemotongan citra akan mengurangi kapasitas memori sehingga memudahkan pada proses pengolahan data citra tersebut. Teknik yang digunakan pada tahapan *cropping* adalah dengan memfokuskan lokasi yang diinginkan pada citra. *Cropping* dapat dilakukan dengan menggunakan data vektor, koordinat geodetik, atau dengan menggunakan *box (zooming)* yang ada pada *software* yang digunakan[21].

### 2.4 Klasifikasi Citra

Klasifikasi merupakan proses yang bertujuan untuk membagi daerah cakupan berdasarkan jenis objeknya dengan cara menginterpretasi kenampakan di atas citra dan menyatakannya dengan simbol tertentu [19]. Proses klasifikasi citra satelit bisa dilakukan dengan 2 metode yaitu dengan cara terawasi (*supervised classification*) dan tak terawasi (*unsupervised classification*).

#### 2.4.1 Klasifikasi Terawasi (*Supervised Classification*)

Pada klasifikasi terawasi identitas dan lokasi dari suatu liputan lahan seperti lahan pertanian, hutan, dan perkotaan telah telah diketahui dan melalui pemeriksaan lapangan atau interpretasi dari foto udara Analisa diarahkan untuk melokalisasi tempat tempat spesifiknya di citra dengan mencari *sample* areanya (*training site*). Pemilihan metode yang cocok untuk penentuan kelas dari piksel tergantung pada sifat dari masukan data dan keluaran yang diharapkan. Metode yang digunakan diantaranya adalah:

##### 1. Klasifikasi *Parallelepiped*

Metode ini adalah metode yang sering digunakan. Harga rata – rata nilai numerik piksel dari *training site* dengan harga tengahnya merupakan informasi yang sangat penting. Harga ini didapatkan dari setiap *training site* pada setiap *band* yang disertakan [19].

## 2. Klasifikasi Jarak Minimum (*Minimum Distance*)

Keputusan mengenai kelas setiap piksel didasarkan pada selisih nilai pikselnya (jarak terhadap nilai piksel rata – rata kelas yang diketahui). Jarak cukup dihitung dengan rumus *pythagoras* [19].

## 3. Klasifikasi Kemiripan Maksimum (*maximum likelihood*)

Cara ini membandingkan nilai piksel dengan nilai *training site* dengan asumsi bahwa sebaran piksel terdistribusi normal. Bila kemiripan nilai maksimum, maka piksel tersebut akan dikelompokkan pada kelas tersebut [19].

## 4. *Nearest neighbour*

*Nearest neighbour* adalah sebuah metode klasifikasi non –*parametric* untuk melakukan kelas terhadap objek berdasarkan data pembelajaran atau *training data* yang jaraknya paling dekat dengan objek tersebut [19].

### 2.4.2 Klasifikasi Tak Terawasi (*Unsupervised Classification*)

Pada metode tak terawasi, cara alternatif piksel dengan nilai sejenis atau saling mempunyai kedekatan tertentu akan bergabung menjadi satu kelas. Dengan demikian akan terjadi beberapa kelas dengan nilai spektral tertentu. Setiap kelas kemudian ditentukan jenis liputan lahannya oleh operator. Pada cara ini *training site* ditentukan secara otomatis. Proses klasifikasi tak terawasi dilakukan dengan mengelompokkan piksel berdasarkan kedekatannya (jarak spektral) antar - piksel. Bila jarak spektral kurang dari nilai yang ditentukan, maka piksel tersebut digabungkan menjadi suatu kelompok [19].

## 1. Klasifikasi K – *Means*

*K-Means*, yaitu algoritma yang akan mengelompokkan data atau objek ke dalam k buah kelompok (*cluster*). Pada setiap *cluster* terdapat titik pusat (*centroid*) yang merepresentasikan *cluster* tersebut dan dihitung dari nilai rata-rata pada *cluster*. Pada metode ini operator memilih target jumlah kelas dan maksimum standar deviasi, kemudian komputer akan mengelompokkan data ke dalam kelas kelompok yang telah ditentukan [22].

## 2. Klasifikasi Isodata

Isodata (*Iterative Self – Organizing Data Analysis Technique*), yaitu suatu algoritma *clustering* untuk mengklasifikasikan kelas secara merata, dimana setiap piksel diklasifikasikan ke kelas terdekat. Isodata adalah modifikasi algoritma *k-meansclustering* dan dikembangkan untuk mengatasi kelemahan *k-means*. Algoritma ini mencakup penggabungan *cluster* jika jarak pemisahannya di ruang fitur ultispectral kurang dari nilai yang ditentukan operator dan aturan untuk membelah satu *cluster* menjadi dua kelompok. Metode ini membuat sejumlah besar melewati data set sampai hasil yang ditentukan diperoleh. Proses ini dilakukan berulang-ulang sampai jumlah piksel dalam setiap perubahan kelas kurang dari ambang perubahan piksel yang dipilih atau jumlah maksimum iterasi yang ditentukan operator [22].

### 2.5 Kerapatan Vegetasi

Vegetasi merupakan salah satu bentuk penyusun keruangan perkotaan. Vegetasi sebagai bagian dari susunan keruangan memiliki manfaat penting di perkotaan. Salah satunya adalah merubah kondisi atmosfer lingkungan udara baik secara langsung maupun tidak langsung [23].

Kerapatan vegetasi salah satunya dapat diketahui dengan menggunakan teknik NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*). Teknik ini merupakan kombinasi teknik penisbahan dengan teknik pengurangan citra sehingga dapat digunakan untuk keperluan menganalisis kondisi vegetasi. Keberadaan suatu vegetasi dapat diketahui dengan pemanfaatan penginderaan jauh dengan melihat nilai indeks vegetasinya yang dikembangkan terutama berdasarkan *feature space* tiga saluran yaitu hijau, merah, dan inframerah dekat [24].

### 2.6 Transformasi Nilai Spektral

#### 2.6.1 Konsep Indeks Vegetasi

Indeks vegetasi atau NDVI adalah indeks yang menggambarkan tingkat kehijauan suatu tanaman. Indeks vegetasi merupakan kombinasi matematis antara *band* merah dan *band* NIR (*Near-Infrared Radiation*) yang telah lama digunakan sebagai indikator keberadaan dan kondisi vegetasi [15].

Vegetasi yang aktif melakukan fotosintesis akan menyerap sebagian besar gelombang merah sinar matahari dan mencerminkan gelombang inframerah dekat lebih tinggi. Vegetasi yang sudah mati atau stres (kurang sehat) lebih banyak mencerminkan gelombang merah dan lebih sedikit pada gelombang inframerah dekat [25].

Rumus aritmatik untuk menentukan Indeks vegetasi [26] adalah sebagai berikut:

$$NDVI = \frac{\rho_{NIR} - \rho_{RED}}{\rho_{NIR} + \rho_{RED}}$$

Keterangan:

NDVI: Nilai BV dari *Normalized Difference Vegetation Index*

$\rho_{NIR}$ : (Near Infra Red) Nilai *band* spektral infra merah dekat

$\rho_{RED}$ : Nilai *band* spektral merah

## 2.7 Kelembapan Tanah

Kelembapan tanah adalah air yang mengisi sebagian atau seluruh pori-pori tanah yang berada di atas *water table* [27]. Kelembapan tanah pada suatu lokasi dipengaruhi oleh besarnya tingkat kadar air didalam tanah. Kelembapan tanah merupakan salah satu faktor yang dapat digunakan sebagai indikator tingkat kekeringan suatu areal. Secara umum jika semakin tinggi kelembapan suatu lahan semakin kecil peluang terjadinya kekeringan parameter lahan tersebut [28].

### 2.7.1 *Normalized Difference Moisture Index (NDMI)*

NDMI merupakan salah satu indeks yang digunakan untuk mendeteksi kelembapan suatu permukaan lahan. Kandungan air berperan penting terhadap jalannya fungsi suatu vegetasi. Hal ini dikarenakan daun tempat dimana fotosintesis umumnya terjadi, sebagian besarnya adalah air [29].

Rumus aritmatik untuk menentukan kelembapan tanah adalah sebagai berikut:

$$NDMI = \frac{\lambda_{NIR} - \lambda_{SWIR}}{\lambda_{NIR} + \lambda_{SWIR}}$$

Keterangan:

$\lambda$  NIR = Nilai reflektansi *bandnear infrared*

$\lambda$  SWIR = Nilai reflektansi *band shortwave infrared*

Nilai NDMI berkisar antara -1 hingga +1. Nilai NDMI yang rendah menandakan tingkat kelembapan yang rendah begitupun sebaliknya nilai NDMI tinggi menandakan tingkat kelembapan yang tinggi [30].

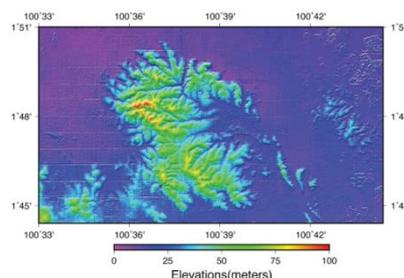
## 2.8 Angin

Angin adalah udara yang bergerak yang disebabkan oleh rotasi bumi dan juga oleh perbedaan tekanan udara (dari tekanan tinggi ke tekanan rendah) di sekitarnya. Angin adalah udara yang bergerak dari tekanan tinggi ke tekanan rendah atau dari suhu rendah ke suhu udara tinggi [31].

Angin adalah pergerakan udara yang disebabkan oleh perbedaan suhu, yang pada gilirannya menyebabkan fluktuasi tekanan. Tekanan udara naik pada suhu rendah dan pada suhu tinggi, bertiup dari area bertekanan tinggi ke area bertekanan rendah. Angin adalah udara yang bergerak dari tekanan tinggi ke rendah. Angin juga memainkan peran penting dalam menentukan dan mengendalikan iklim dan cuaca [31].

## 2.9 Digital Elevation Model Nasional (DEMNAS)

DEM Nasional dibangun dari beberapa sumber data meliputi data IFSAR (resolusi 5m), TERRASAR-X (resolusi 5m) dan ALOS PALSAR (resolusi 11.25m), dengan menambahkan data *Masspoint* hasil *stereo-plotting*. Resolusi spasial DEMNAS adalah *0.27-arcsecond*, dengan menggunakan datum vertikal EGM2008 [32].



Gambar 0.2 DEMNAS

(Sumber: Badan Informasi Geospasial)

Data DEMNAS yang dirilis dipotong sesuai dengan Nomor Lembar Peta (NLP) skala 1:50.000 atau 1:25000, untuk setiap Pulau atau Kepulauan. Ringkasan data set karakteristik DEMNAS [33], seperti berikut:

**Tabel 2. 2**Karakteristik DEMNAS

Item	Keterangan
Nama <i>file</i>	DEMNAS_XXXX-yy-v1.0.tif untuk NLP 1:50k dan DEMNASXXXX-yyy-v1.0.tif untuk 1:25k. xxxx-yy menunjukkan nomor lembar peta RBI dan v1.0 menunjukkan rilis versi 1.0
Resolusi	0.27- <i>arcsecond</i>
Datum	EGM2008
Sistem Koordinat	Geografis
Format	Geotiff 32bit <i>float</i>

### 2.9.1 Kemiringan Lereng

Kemiringan Lereng (*Slope*) adalah kenampakan permukaan alam disebabkan adanya perbedaan ketinggian antar dua tempat. Sudut yang membentuk 2 ketinggian tersebut biasanya kita sebut sudut kemiringan */slope*. Untuk daerah yang relatif *flat* (datar) memiliki nilai *slope* yang kecil. Untuk daerah yang berupa dataran tinggi terjal biasanya memiliki nilai *slope/* kemiringan lereng yang tinggi [34].

Tingkat kemiringan pada lereng bisa dilihat dari kontur tanahnya. Sedikit penjelasan, kontur merupakan garis tanah yang menghubungkan dari satu titik ke titik yang lainnya. Ada juga yang mengartikan kontur tanah sebagai tinggi rendahnya suatu tanah atau yang disebut topografi. Untuk menentukan kontur maka dilakukan topografi dengan melihat garis kontur yaitu garis horizontal dan garis tinggi sehingga nantinya akan terlihat naik turunnya suatu permukaan tanah. Garis kontur ini dapat memberikan informasi seputar kemiringan tanah rata-rata (*slope*), perhitungan galian dan timbunan permukaan tanah asli [35].

## 2.10 Uji Akurasi

Uji akurasi dilakukan dengan metode survei dengan mengambil sampel di lapangan, hasil penelitian yang telah lalu ataupun dengan data sekunder yang telah dirilis oleh instansi yang berkepentingan. Akurasi hasil pengolahan data citra minimal adalah 70% [21].

## 2.11 Sistem Informasi Geografis

Sistem informasi geografis (SIG) adalah suatu sistem berbasis komputer yang dirancang khusus, mempunyai kemampuan untuk mengelola data: pengumpulan, penyimpanan, pengolahan, analisis, pemodelan dan penyajian data spasial (keruangan) dan non - spasial (tabular / tektual), yang mengacu pada lokasi di permukaan bumi (data ber - georeferensi) [36]. Pada dasarnya, sistem informasi geografis terdiri dari komponen – komponen yang saling berkaitan (berhubungan) dalam mencapai suatu sasaran berdasarkan informasi (data, fakta, kondisi, fenomena) berbasis geografis (daerah, spasial, keruangan) yang dapat dicek posisinya dipermukaan bumi (ber - georeferensi) [19].

### 2.11.1 Teknik Tumpang Susun (*Overlay*)

*Overlay* merupakan analisis dari sistem informasi geografis dimana *overlay* merupakan kemampuan untuk menempatkan grafis satu peta diatas peta lainnya, atau *overlay* juga bisa disebut dengan menampalkan peta digital yang satu dengan peta digital lainnya beserta atribut – atribut yang ada pada peta digital tersebut untuk menghasilkan peta gabungan keduanya. *Overlay* bisa dilakukan dengan 2 atau lebih peta digital. *Overlay* peta akan menghasilkan peta tematik lainnya [37].

*Overlay* merupakan proses penyatuan data dari lapisan layer yang berbeda. Secara sederhana *overlay* disebut sebagai operasi visual yang membutuhkan lebih dari satu layer untuk digabungkan secara fisik. Teknik yang digunakan dalam proses *overlay* dalam pembuatan peta tematik baru ialah dengan menggunakan cara union atau *intersect*. Union merupakan gabungan atribut yang satu peta dengan peta lainnya sedangkan *intersect* merupakan irisan atau hal yang sama pada kedua atribut peta yang digabungkan [37].

### 2.11.2 Skoring

Skoring adalah metode pemberian skor atau harkat terhadap masing – masing *value* (nilai) parameter lahan untuk menentukan tingkat kemampuan lahannya [38]. Teknik pemberian skor ada tiga macam antara lain:

1. Penjumlahan dan pengurangan
2. Perkalian dan pembagian
3. Kombinasi dari poin 1 dan 2

### 2.11.3 *Weighting* (Pembobotan)

Pembobotan merupakan teknik pengambilan keputusan pada suatu proses yang melibatkan berbagai faktor secara bersama-sama dengan cara memberi bobot pada masing-masing faktor tersebut. Pembobotan dapat dilakukan secara objektif dengan perhitungan statistik atau secara subyektif dengan menetapkannya berdasarkan pertimbangan tertentu. Penentuan bobot secara subyektif harus dilandasi pemahaman tentang proses tersebut [39].

Misalnya pada penentuan fungsi hutan, faktor yang dipertimbangkan adalah kelas lereng, jenis tanah, dan intensitas hujan. Masing-masing faktor tersebut mempunyai peran yang berbeda diindikasikan dengan perbedaan bobot antar faktor tersebut. *Weighting* (pembobotan) digunakan apabila setiap karakter lahan memiliki peranan berbeda dalam menentukan kemampuan lahan atau kesesuaian lahan [38].