

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Waktu dan Lokasi Penelitian

Pelaksanaan penelitian dilakukan selama bulan Januari hingga Desember 2010, yang meliputi kegiatan kajian pustaka, penelusuran data sekunder dan pengambilan data lapangan. Walaupun demikian kegiatan lapangan untuk validasi data masih dilakukan hingga bulan Maret 2011.

Penelitian ini dilakukan di pesisir Kabupaten Kendal. Di wilayah ini ada beberapa sungai besar maupun kecil yang mengalir dan bermuara di Pantai Kendal, yaitu Sungai Kendal, Sungai Aji, Sungai Glodog, Sungai Blorong, Sungai Buntu, Sungai Bodri, Sungai Belukar, Sungai Bulawan, dan Sungai Kuto (Dinas PSDA Jawa Tengah, 2008). Sungai tersebut mendukung terbentuknya pesisir Kabupaten Kendal yang berbentuk delta. Oleh karena Sungai Bodri merupakan sungai terbesar, maka pesisir Kabupaten Kendal disebut juga sebagai pesisir Delta Bodri.

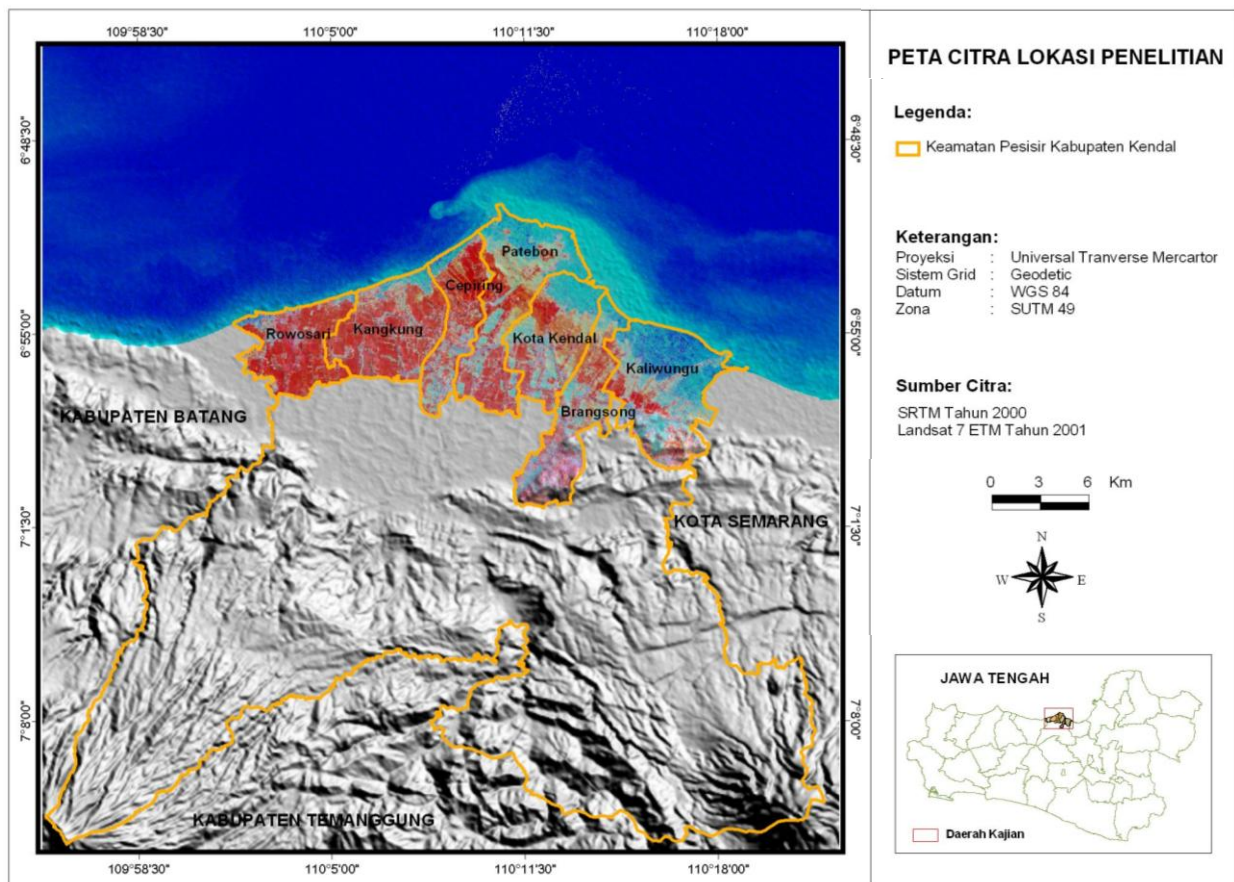
Berdasarkan hasil digitasi garis pantai pada citra Landsat 7 ETM tahun 2009, wilayah pesisir Delta Bodri Kabupaten Kendal memiliki pantai sepanjang 45,83 km. Secara administratif terbagi menjadi 7 (tujuh) kecamatan wilayah pesisir, berturut-turut dari barat ke timur yaitu Kecamatan Rowosari (2.892 ha), Kecamatan Kangkung (3.697 ha), Kecamatan Cepiring (2.532 ha), Kecamatan Patebon (4.636 ha), Kecamatan Kota Kendal (3.222 ha), Kecamatan Brangsong (3.342 ha) serta Kecamatan Kaliwungu Utara (4.626 ha). Secara keseluruhan kecamatan pesisir mempunyai luasan 24.947 ha atau 24% dari luas Kabupaten Kendal. Dari sajian Tabel 2 di bawah dapat diketahui bahwa

kecamatan pesisir yang terluas adalah Kecamatan Patebon, yaitu 4.638 ha atau 19 persen dari luas daerah penelitian. Luas wilayah kecamatan pesisir tersaji pada Tabel 2 dan lokasi kecamatan pesisir di Kabupaten Kendal tersaji pada Gambar 11 berikut.

Tabel 2. Luas Wilayah Kecamatan-kecamatan Pesisir di Kabupaten Kendal

No.	Kecamatan	Luas Wilayah (ha)	Persentase (%)
1	Rowosari	2.892	12
2	Kangkung	3.697	16
3	Cepiring	2.532	11
4	Patebon	4.636	19
5	Kota Kendal	3.222	13
6	Brangsong	3.342	14
7	Kaliwungu Utara	4.626	15
	Jumlah	24.947	100

Sumber : Hasil Analisis Peta Digital Kabupaten Kendal 2009



Gambar 11. Peta Citra Lokasi Penelitian

Secara administratif, fokus utama daerah penelitian ini adalah wilayah kecamatan yang ada di pesisir Kabupaten Kendal, sedangkan secara fisiografis wilayah ini merupakan pesisir yang berbentuk delta sebagai hasil endapan Sungai Bodri dan sungai-sungai kecil lainnya. Oleh karena peranan Sungai Bodri sangat besar maka pesisir Kabupaten Kendal disebut juga sebagai pesisir delta Sungai Bodri.

3.2 Kerangka Penelitian

Penelitian ini bersifat *deskriptif-eksplanatif*, yaitu berusaha mencari data seluas mungkin misalnya dalam rangka mempelajari pola perubahan spasial delta, serta berusaha menjelaskan hubungan diantara faktor-faktor yang mempengaruhinya (Mantra, 2001). Dalam hal ini berarti data-data yang sudah terkumpul digunakan untuk menginterpretasikan genesis dan evolusi sekuensial wilayah Delta Bodri untuk selanjutnya dijadikan dasar pembuatan rencana zonasi wilayah pesisir Kabupaten Kendal.

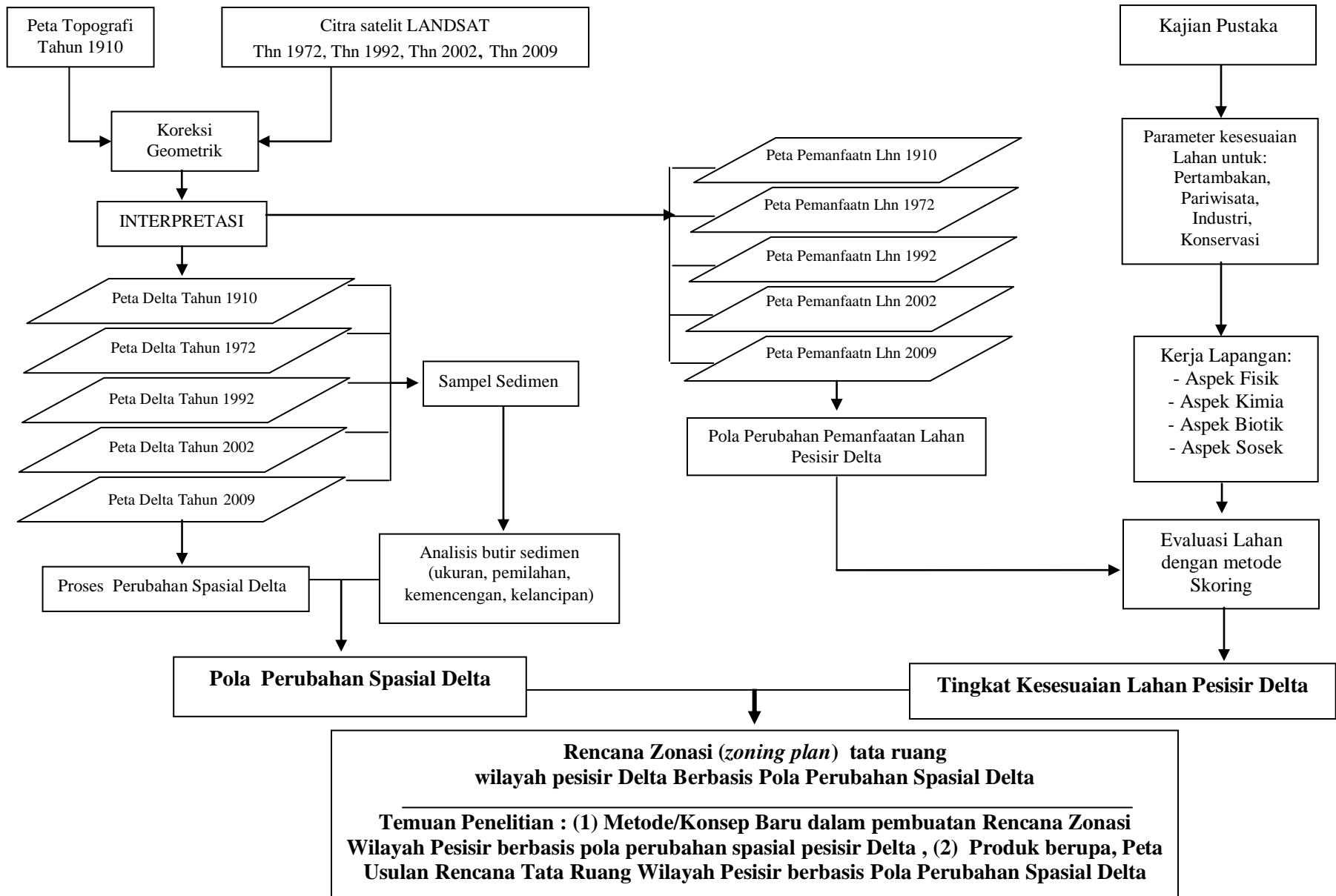
Untuk mencapai tujuan akhir penelitian maka dilakukan tiga tahapan penelitian yang masing-masing mempunyai teknis analisis tersendiri. Pada tahap pertama penelitian adalah melakukan kajian perubahan spasial delta dengan menggunakan teknik overlay. Data spasial yang digunakan meliputi peta topografi tahun 1910, citra Landsat-1 tahun 1972, citra Landsat-5 tahun 1992, citra Landsat-7 tahun 2002, dan citra Landsat-7 tahun 2009. Interpretasi dan digitasi garis pantai delta dilakukan secara visual langsung di layar komputer (*on screen*). Hasil interpretasi tersebut, selanjutnya dioverlay sehingga dapat diketahui pola perubahan garis pantai delta.

Tahap kedua adalah menganalisis butir sedimen yang diambil berdasarkan posisi garis pantai tahun 1910 sampai 2009, untuk memperoleh gambaran tenaga geomorfik yang terjadi di sepanjang garis pantai pesisir Delta Bodri.

Tahapan ketiga menganalisis secara spasial perubahan pemanfaatan lahan yang ada di pesisir Delta Bodri. Pada tahap ini dianalisis perubahan (suksesi dan migrasi) pemanfaatan lahan sebagai akibat perubahan spasial delta.

Pada tahap keempat dilakukan evaluasi kesesuaian lahan wilayah pesisir delta untuk pemanfaatan lahan tambak, pariwisata, Industri, dan Konservasi dengan teknik skoring. Parameter untuk menilai tingkat kesesuaian lahan masing-masing jenis pemanfaatan lahan dibuat berdasarkan kajian pustaka.

Pada tahap kelima, dengan mempertimbangkan kondisi pola perubahan spasial pantai delta yang terjadi, maka hasil evaluasi kesesuaian lahan ini menjadi dasar untuk membuat rencana zonasi (*zoning plan*) pemanfaatan lahan wilayah pesisir. Diagram alur pelaksanaan penelitian dapat dilihat pada Gambar 12 sebagai berikut.



Gambar 12 . Diagram Alur Penelitian

3.3. Road Map Penelitian



Gambar 13. Road Map Penelitian

3.4 Variabel Penelitian

3.4.1 Identifikasi Variabel Penelitian

Variabel penelitian yang akan dikaji terdiri atas:

- 1) Variabel Pola Perubahan Spasial Delta Sungai Bodri dengan sub variabel terdiri atas:
 - a. Bentuk spasial pantai delta pada kurun waktu 1910–2009
 - b. Karakteristik fisik sedimen delta
 - c. Karakteristik hidro oceanografi
- 2) Variabel Kesesuaian Pemanfaatan Lahan Pesisir Delta dengan sub variabel terdiri:
 - a. Kesesuaian lahan untuk tambak
 - b. Kesesuaian lahan untuk kawasan wisata pantai
 - c. Kesesuaian lahan untuk kawasan industri
 - d. Kesesuaian lahan untuk kawasan rehabilitasi pantai
- 3) Variabel Pemanfaatan Lahan Pesisir Delta
- 4) Variabel Rencana Zonasi/Pemintakatan (*zoning plan*) Pesisir Kabupaten Kendal berbasis perubahan spasial delta.

3.4.2 Operasionalisasi Variabel Penelitian

1) Pola Perubahan Spasial Pantai Delta

a. Definisi Konseptual

Perubahan spasial pantai delta selalu terjadi sebagai akibat pengaruh proses sedimentasi beserta tenaga peubahnya baik berupa tenaga fluvial maupun tenaga marin. Bila asupan sedimentasi banyak mencapai pantai maka luasan delta akan bertambah luas,

sebaliknya bila tidak ada asupan sedimen dan proses marin yang terjadi kuat maka pantai tersebut akan mengalami abrasi sehingga luasan delta akan berkurang. Maju atau mundurnya garis pantai delta akan terus terjadi dari waktu-waktu dan ini akan membentuk pola perubahan spasial delta. Berbagai macam pola perubahan spasial delta memberikan gambaran kondisi aktivitas proses geomorfologi yang terjadi, baik menyangkut tenaga maupun material

b) Definisi Operasional

Pola perubahan spasial pantai delta dapat diketahui melalui overlay beberapa peta bentuk delta dengan seri waktu yang berbeda. Untuk itu, variabel yang akan diteliti adalah:

- (1) Kondisi bentuk spasial delta tahun 1910, bentuk spasial delta tahun 1972, bentuk spasial delta tahun 1992, bentuk spasial delta tahun 2002, dan bentuk spasial peta delta tahun 2009.
- (2) Pola perubahan spasial garis pantai delta yang cenderung bertambah (akresi) maupun berkurang (abrasi), atau kombinasi antara keduanya.

2) Kesesuaian lahan pesisir delta

a. Definisi Konseptual

Menurut Harjadi (2004) dan Sitorus (1995), agar pemanfaatan lahan dapat optimum perlu dilakukan evaluasi kesesuaian lahan. Kesesuaian lahan adalah tingkat kecocokan sebidang lahan untuk penggunaan tertentu (Ritung *et al.*, 2007). Kesesuaian lahan tersebut dapat dinilai untuk kondisi saat ini (kesesuaian lahan

aktual) atau setelah diadakan perbaikan (kesesuaian lahan potensial). Pengembangan wilayah pesisir yang optimal dan berkelanjutan membutuhkan suatu pengelolaan keruangan wilayah pesisir yang matang.

b. Definisi Operasional

Analisis kesesuaian lahan pesisir Delta Bodri Kabupaten Kendal ditujukan untuk berbagai peruntukan, budidaya perikanan tambak, pariwisata bahari (renang dan rekreasi pantai), kawasan Industri, dan konservasi wilayah pesisir dilakukan dengan teknik yang sama.

Langkah pertama adalah penetapan persyaratan (parameter dan kriteria), pembobotan dan skoring. Untuk masing-masing peruntukkan, penetapan persyaratan tidak sama. Parameter yang menentukan diberikan bobot terbesar sedangkan kriteria yang sesuai diberikan skor tertinggi. Parameter, bobot dan skor sistem penilaian masing-masing kesesuaian lahan disajikan dalam bentuk matriks kesesuaian lahan. Langkah kedua adalah melakukan perhitungan nilai peruntukkan lahan. Penghitungan kesesuaian lahan dilakukan dengan mengalikan bobot dengan skor, untuk sangat sesuai (skor 4), sesuai (skor 3), sesuai bersyarat (skor 2) dan tidak sesuai (skor 1). Langkah ketiga melakukan pembagian kelas lahan, berdasarkan perkalian bobot dan skor tersebut pembagian kelas lahan dan nilainya dalam penelitian ini dibagi dalam empat yaitu Kelas S1: Sesuai; Kelas S2: Cukup Sesuai; Kelas S3 : Sesuai Marjinal dan Kelas N: Tidak Sesuai.

3) Pemanfaatan lahan pesisir delta

a. Definisi Konseptual

Pemanfaatan lahan adalah usaha manusia memanfaatkan lingkungan alamnya untuk memenuhi kebutuhan-kebutuhan tertentu dalam kehidupan dan keberhasilannya. Pengertian istilah penggunaan lahan biasanya digunakan untuk mengacu pemanfaatan masa kini (*present or current land use*). Oleh karena aktivitas manusia di bumi bersifat dinamis, maka perhatian seringkali ditujukan baik kepada perubahan-perubahan penggunaan lahan baik secara kualitatif maupun kuantitatif.

Keputusan seseorang atau sekelompok masyarakat dalam menggunakan lahan dipengaruhi oleh banyak faktor diantaranya fisik, sosial, ekonomi, dan teknik.. Oleh karena itu kajian pemanfaatan lahan perlu memperhatikan pengambilan keputusan seseorang terhadap pilihan terbaik dalam menggunakan lahan untuk tujuan tertentu.

Ada pilihan lain penggunaan istilah pemanfaatan lahan (*land use*), yaitu penutup lahan (*land cover*). Sebetulnya keduanya berbeda, yaitu jika penutup lahan dimaksudkan untuk mengacu kepada sumberdaya itu sendiri, sedangkan pada pemanfaatan penggunaan lahan mengacu kepada aktivitas yang ada hubungannya dengan penggunaan sumberdaya itu. Jadi tanaman padi, rumput, hutan masuk kategori penutup (*cover*) , sedangkan pertanian, penggembalaan, kehutanan adalah tergolong aktivitas.

b. Definisi Operasional

Pemanfaatan lahan di permukaan bumi sangat beragam, sehingga memerlukan klasifikasi pemanfaatan lahan. Makna klasifikasi adalah proses penetapan obyek-obyek, kenampakan, atau satuan-satuan menjadi kumpulan-kumpulan, di dalam suatu sistem

pengelompokan yang dibedakan berdasarkan sifat-sifat khusus, atau berdasarkan kandungan isinya. Oleh karena banyak ragam pemanfaatan lahan, maka dalam penelitian ini akan difokuskan pada sebaran pemanfaatan lahan tambak, pariwisata, industri, dan konservasi. Keempat jenis pemanfaatan lahan di Pesisir Bodri adalah tambak, pariwisata, industri, dan konservasi.

4) Rencana zonasi pesisir delta berbasis perubahan spasial delta

a. Definisi Konseptual

Dalam UU No 27 tahun 2007 tentang Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil pada Bab 1 (Ketentuan Umum) pasal 7 dijelaskan bahwa dalam perencanaan pengelolaan wilayah pesisir dan pulau-pulau kecil terdiri atas: Rencana Strategis, Rencana Zonasi, Rencana Pengelolaan, dan Rencana Aksi .

Dalam pasal 1 dijelaskan bahwa Rencana Zonasi adalah rencana yang menentukan arah penggunaan sumberdaya tiap-tiap satuan perencanaan disertai dengan penetapan struktur dan pola ruang pada kawasan perencanaan yang memuat kegiatan yang boleh dilakukan dan tidak boleh dilakukan serta kegiatan yang hanya dapat dilakukan setelah memperoleh izin.

b. Definisi Operasional

Rencana zonasi merupakan arahan pemanfaatan sumberdaya di wilayah pesisir, untuk itu maka di dalam penyusunan rencana zonasi harus diserasikan, diselaraskan, dan diseimbangkan dengan rencana tata ruang wilayah kabupaten setempat. Dalam penelitian ini, penyusunan rencana zonasi wilayah pesisir delta merupakan hasil data turunan dari

informasi tentang sebaran spasial kesesuaian pemanfaatan lahan delta, informasi pemanfaatan lahan delta saat ini dan informasi morfodinamika delta.

3.5. Data Penelitian

3.5.1. Data terkait dengan perubahan spasial delta.

- 1) Data bentuk spasial delta secara multi waktu
- 2) Data sedimen delta
- 3) Data hidrooceanografi pantai
- 4) Data pemanfaatan lahan delta

3.5.2. Data terkait dengan Parameter Kesesuaian Pemanfaatan Lahan.

- 1) Data abiotik
- 2) Data biotik
- 3) Data sosial ekonomi
- 4) Data kebijakan pemerintah (RTRW)

3.6. Alat dan Bahan Penelitian

3.6.1. Alat penelitian

- 1) Seperangkat komputer untuk input , pengolahan dan luaran data.
- 2) Printer dengan tinta warna untuk pencetakan hasil.
- 3) Perangkat lunak ER Mapper versi 7.0, ArcView GIS 3.2, dan ArcGis 9.1
- 4) Alat lapangan meliputi : kompas, GPS, teropong binokuler, bor tanah, sedimen grab, water sampler, anemo meter dan soil test kit.

3.6.2. Bahan

- 1) Citra Landsat akuisi 1972, 1992, 2002, dan tahun 2009 diperoleh dari Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN).
- 2) Peta Topografi Tahun 1910 produk Pemerintah Kolonial Hindia Belanda.
- 3) Peta Rupa Bumi skala 1: 25.000, tahun 2000 produk Bakosurtanal.
- 4) Peta Geologi skala 1: 100.000, peta Geomorfologi skala 1: 100.000, peta tanah skala 1: 250.000

3.7. Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan teknik penginderaan jauh dan teknik pengukuran di lapangan. Berikut dijelaskan masing-masing teknik pengambilan data.

3.7.1 Pengumpulan Data dengan Teknik Penginderaan Jauh

Kegiatan pengumpulan data dengan teknik penginderaan jauh dilakukan dengan menggunakan Software ER Mapper 7.0, yang dimulai dengan mengimport data/citra mentah (dalam format *.tif*) Landsat yang diperoleh dari LAPAN. Ada empat (4) citra Landsat yang digunakan dengan spesifikasi sebagaimana tersaji pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Spesifikasi Citra Landsat yang digunakan

No	Scene ID	Tgl Akuisisi	Resolusi Spasial	Jumlah Band
1	Anchor scene ID: L71120065_06520090605 Filler scene 1 ID: L71120065_06520090504	Mei dan Juni 2009	30 x 30 m	9
2	LE71120065_06520020821	21-8-2002	30 x 30 m	9
3	P120r65_5t19920716.TM- EartSat-Orthorectified	16-7-1992	30 x 30 m	7
4	LM112806519722AAA03	28-9-1972	80 x 80 m	4

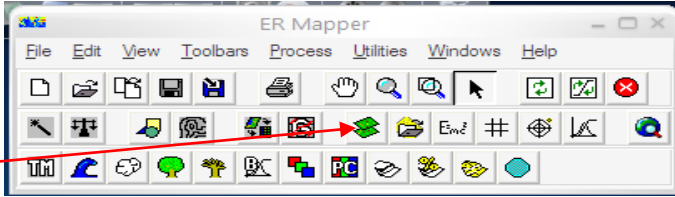
Sumber : Data LAPAN, Januari 2010.

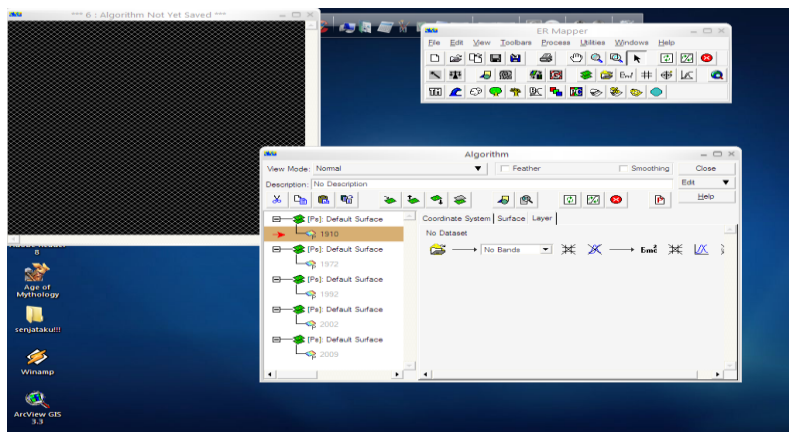
Prosedur import data mentah dilakukan sesuai dengan langkah-langkah dalam software ER Mapper. Tidak semua band pada citra Landsat digunakan dalam penelitian tetapi cukup disesuaikan dengan kebutuhan untuk analisis data sehingga akan memperkecil muatan file dan meringankan beban kerja komputer. Untuk citra Landsat tahun 2009, tahun 2002, dan tahun 1992, band yang diimport hanya band 1, 2, 3, 4, 5. Sedangkan citra Landsat tahun 1972 yang diimport seluruh band (4 band). Bila import data mentah berhasil maka data disimpan dalam ekstensi *ers*. Untuk selanjutnya data tersebut diolah lebih lanjut sebagai data masukan dalam berbagai tujuan misalnya untuk mengetahui perkembangan delta, perkembangan penggunaan lahan, dan pemetaan hidrodinamika perairan pantai.

Data yang digunakan untuk mengetahui perkembangan delta adalah peta topografi tahun 1910, citra Landsat tahun 1972, tahun 1992, tahun 2002, dan tahun 2009. Sebelum dilakukan digitasi garis pantai pada masing-masing tahun, terlebih dahulu ke empat citra satelit dan peta topografi tersebut dikoreksi geometrik sehingga semua data citra dan peta mempunyai posisi koordinat yang sama. Basis peta yang digunakan sebagai pedoman koreksi geometrik adalah peta rupa bumi Indonesia skala 1 : 25.000 tahun 2000. Jumlah titik kontrol (*ground control point*) yang dipakai pada masing-masing peta dan citra Landsat sebanyak 20 GCP. Setelah dilakukan koreksi geometrik dilanjutkan simulasi tumpang susun antar citra untuk memastikan apakah obyek-obyek yang sama di peta Topografi dan citra Landsat sudah *matching*. Apabila sudah *matching* maka dilakukanlah pemotongan citra (*cropping*) peta dan citra tersebut sesuai dengan batas daerah penelitian.

Setiap citra hasil cropping dibuka kembali dan pilih satu band yaitu band 5 (infra merah sedang) yang sesuai untuk membedakan antara perairan dan daratan, untuk disimpan dalam data raster (format *.ers*) sebagai input data, sedangkan untuk data raster peta topografi 1910 dipilih layer merah disimpan format *.ers* sebagai input data. Jadi data input yang digunakan untuk mengetahui perubahan garis pantai terdiri atas (1) Citra 1972 B5, (2) Citra 1992 B5, (3) Citra 2002 B5, (4) Citra 2009 B5, dan (5) Peta 1910 Redlayer.

Setelah data input siap maka langkah-langkah pengolahan data citra dan peta untuk mengetahui perubahan Delta dapat dijelaskan sebagai berikut.

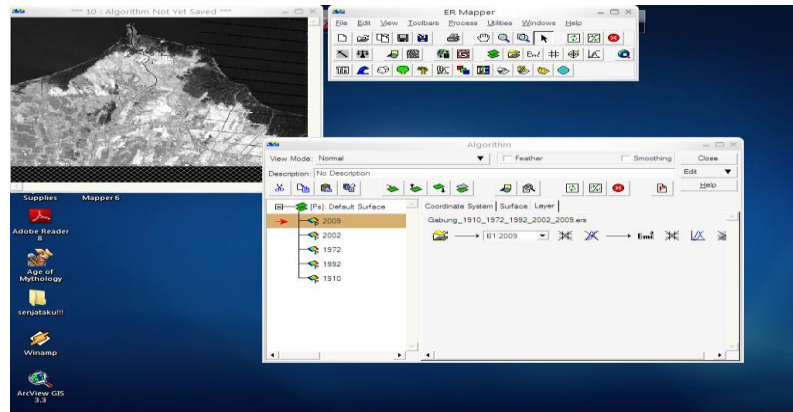
- Buka ER Mapper 7.0
- Pilih Edit Algoritme 
- Duplikatkan *Default Surface* sebanyak 5 (sesuai dengan jumlah input data set)
- Tulis nama layer pada masing *Default Surface* dengan nama tahun sesuai dengan data set (posisi window ER Mapper dapat dilihat sebagai berikut)



- Isikan masing-masing layer (*load data set*) dengan tahun citra yang sudah disiapkan, misalnya layer tahun 1910 diisi dengan Peta 1910 Redlayer, layer 1972

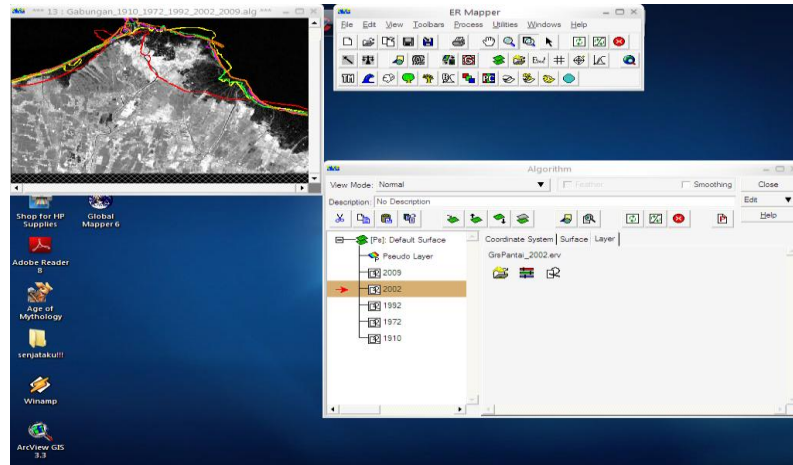
diisi dengan Citra 1972 B5, layer 1992 diisi dengan Citra 1992 B5, layer 2002 diisi dengan Citra 2002 B5, dan layer 2009 diisi dengan Citra 2009 B5.

- Pindahkan seluruh layer citra untuk digabungkan dengan layeng peta ke dalam satu *Default Surface*, urutkan ke lima layer tahun tersebut berturut-turut dari atas mulai tahun 2009 hingga tahun 1910 sebagaimana tersaji pada gambar berikut.



- Save As, dan beri nama file *gabungan 1910_1972_1992_2002_2009.ers*
- Tutup semua jendela, kecuali jendela utama (ER Mapper).
- Buka edit algoritme, dan pilih file *gabungan 1910_1972_1992_2002_2009.ers*
- Pada jendela algoritma, pilih *Edit – Add Vektor Layer – Annotation/Map Composition*.
- Muncul layer baru *Annotation Layer*, ganti nama layer tersebut dengan *Garis Pantai 1910*.
- Lakukan ulang dengan menekan *Edit – Add Vektor Layer – Annotation/Map Composition* untuk layer berikut dan ganti nama menjadi *Garis Pantai 1972*, hingga *Garis Pantai 2009*.
- Bila akan mendelineasi garis pantai 1910, maka arahkan kursor ke *pseudo layer* pilih saluran dengan tahun yang sama, yaitu 1910. Pada tampilan gambar akan tampak citra peta 1910.
- Arahkan kursor pada layer tahun 1910 dan pilih *Annotate Vektor Layer* sehingga akan muncul tool untuk melakukan digitasi.

- Bila selesai digitasi garis pantai tahun 1910, lakukan penyimpanan dan hasilnya akan tersimpan dengan ekstensi **erv**.
- Lakukan hal yang sama untuk garis pantai tahun berikutnya.
- Hasil digitasi garis pantai delta dari tahun 1910, 1972, 1992, 2002, dan 2009 dapat ditampilkan bersama-sama (disajikan pada gambar di bawah) sehingga dapat dianalisis perubahan garis pantai delta antar waktu.



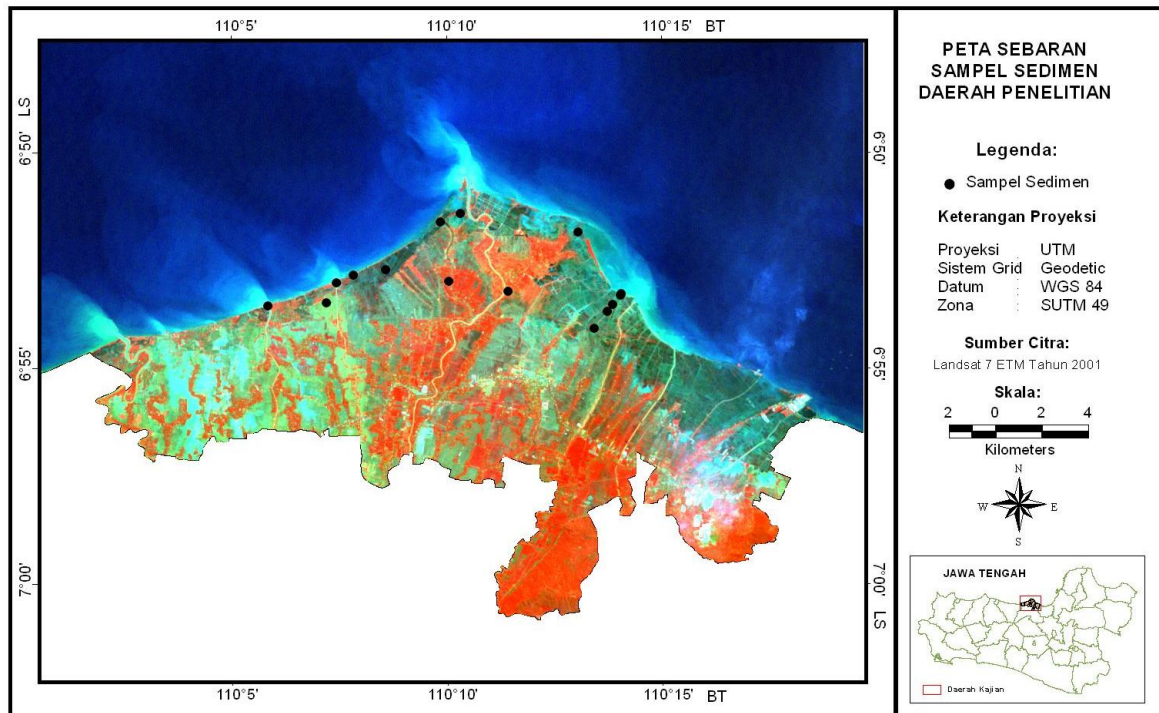
3.7.2 Pengumpulan Data dengan Teknik Pengukuran Lapangan

Data penelitian yang diambil dari hasil pengukuran langsung di lapangan meliputi data sedimen delta, data sedimen dasar perairan pantai, data arus, dan kedalaman perairan.

1) Pengambilan Data Sedimen Delta

Jumlah sampel sedimen delta yang diambil sebanyak 14 titik. Sebaran sampel sedimen delta dilakukan dengan mempertimbangkan bentuk garis pantai delta pada saat tahun 1910, 1972, 1992, 2002, dan 2009. Lokasi sampel sedimen diupayakan berada di bekas garis pantai masa lalu maupun garis pantai saat ini. Dipilihnya lokasi bekas garis pantai masa lalu maupun garis pantai saat ini, karena daerah pantai merupakan pertemuan

tenaga fluvial dan tenaga marine, sehingga berdasarkan analisis karakteristik sedimen yang terendapkan di daerah tersebut dapat memberikan gambaran tenaga yang dominan saat proses pengendapan sedimen pada saat itu. Untuk jelasnya sebaran lokasi pengambilan sampel sedimen daerah penelitian disajikan pada Gambar 14 berikut.



Gambar 14. Peta Sebaran Sampel Sedimen Delta

Oleh karena perubahan garis pantai yang terjadi tidak seragam, artinya ada yang mengalami abrasi maupun akresi, maka terdapat beberapa titik sampel yang mewakili kondisi delta pada tahun yang berbeda. Setiap titik lokasi sampel diambil 2 sampel pada kedalaman yang berbeda yaitu kedalaman hingga 25 cm untuk mewakili lapisan sedimen atas, dan kedalaman > 1 meter untuk mewakili kondisi sedimen dalam. Dengan demikian total sampel tanah sedimen yang dianalisis sebanyak 28 sampel sedimen dengan rincian

jumlah sampel sedimen yang mewakili kondisi Delta Bodri tahun 1910 dan 1972 sebanyak 5 titik, kemudian yang mewakili kondisi delta tahun 1992, 2002, dan 2010 masing-masing sebanyak 6 titik. Kode sampel sedimen yang diambil pada setiap seri tahun yang dipilih disajikan pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4. Lokasi Sampel Sedimen dan Kedalaman Pengeboran

Kode Sampel Sedimen	Pesisir Delta Bodri				
	1910	1972	1992	2002	2010
T1	T1_120cm				T1_30cm
T2		T2_100cm			T2_20cm
T3			T3_110cm	T3_20cm	
T4			T4_110cm		T4_20cm
T5	T5_110cm			T5_20cm	
T6		T6_120cm	T6_20cm		
T7	T7_110cm			T7_25cm	
T8	T8_100cm				T8_20cm
T9		T9_100cm		T9_25cm	
T10			T10_120cm		T10_25cm
T11	T11_100cm	T11_25cm			
T12			T12_120cm	T12_20cm	
T13		T13_110cm		T13_25cm	
T14			T14_100cm		T14_20cm

Sumber: Hasil Penelitian, 2010.

Untuk analisis fisiografi pesisir delta, akan di fokuskan pada analisis ukuran butir sedimen tanah yang ada di wilayah pesisir. Analisis ukuran butir sedimen adalah pemerian secara statistik yang menggambarkan secara kuantitatif bentuk dari agihan

ukuran butir sedimen (Briggs, 1981). Urutan kerja analisis ukuran butir dapat dijelaskan sebagai berikut.

- a. Mencari kisaran ukuran butir pada satuan mm berdasarkan skala Wentworth dengan pengayakan kering untuk ukuran kasar (pasir), dan pemipetan untuk ukuran halus (debu, lempung).
- b. Dari data tersebut di atas dibuat kurve kumulatif dengan kertas propabilitas. Skala horisontal digunakan untuk besar (diameter) butir dalam satuan mm, sedangkan skala vertikal untuk persentase frekuensi ukuran butir.
- c. Dari kurve kumulatif dicari diameter butir (mm) pada persentase sebagai berikut: Ø5, Ø 10, Ø16, Ø 20, Ø 25, Ø 30, Ø 40, Ø 50, Ø 60, Ø 70, Ø 75, Ø 80, Ø 84, Ø 90, Ø 95.
- d. Berdasarkan analisis ukuran butir tersebut akan diketahui nilai ukuran sedimen butir pada D50, nilai kemencengan, nilai kelancipan, dan nilai pemilahan. Kemencengan adalah ukuran dari tingkat simetrisnya penyebaran ukuran butir atau arah condongnya agihan ukuran butir (Suyoto, 1988). Pemilahan didefinisikan sebagai ukuran penyebaran atau pancaran dan gambaran sederhana dari simpangan baku agihan ukuran butir sedimen (Briggs, 1981). Kelancipan adalah ukuran yang menunjukkan kelancipan kurva agihan frekuensi ukuran butir sedimen (Friedmen dan Sanders, 1978). Untuk mengetahui nilai-nilai tersebut maka data di atas dihitung dengan rumus statistik (Briggs, 1981) sebagai berikut.

$$\text{Pemilahan} = \frac{(\text{Ø } 90 + \text{Ø } 80 + \text{Ø } 70) - (\text{Ø } 30 + \text{Ø } 20 + \text{Ø } 10)}{5,3}$$

$$\text{Kelancipan} = \frac{\text{Ø } 95 - \text{Ø } 5}{2,44 (\text{Ø } 75 - \text{Ø } 25)}$$

$$\text{Kemencengan} = \frac{\phi_{84} - \phi_{50}}{\phi_{84} - \phi_{16}} - \frac{\phi_{50} - \phi_{5}}{\phi_{95} - \phi_{5}}$$

Untuk mengetahui besaran klas interval nilai kemencengan, kelancipan dan pemilahan disajikan Tabel 5 berikut ini.

Tabel 5. Nilai dan Pemerian tentang Sortasi, Kurtosis dan Skewness

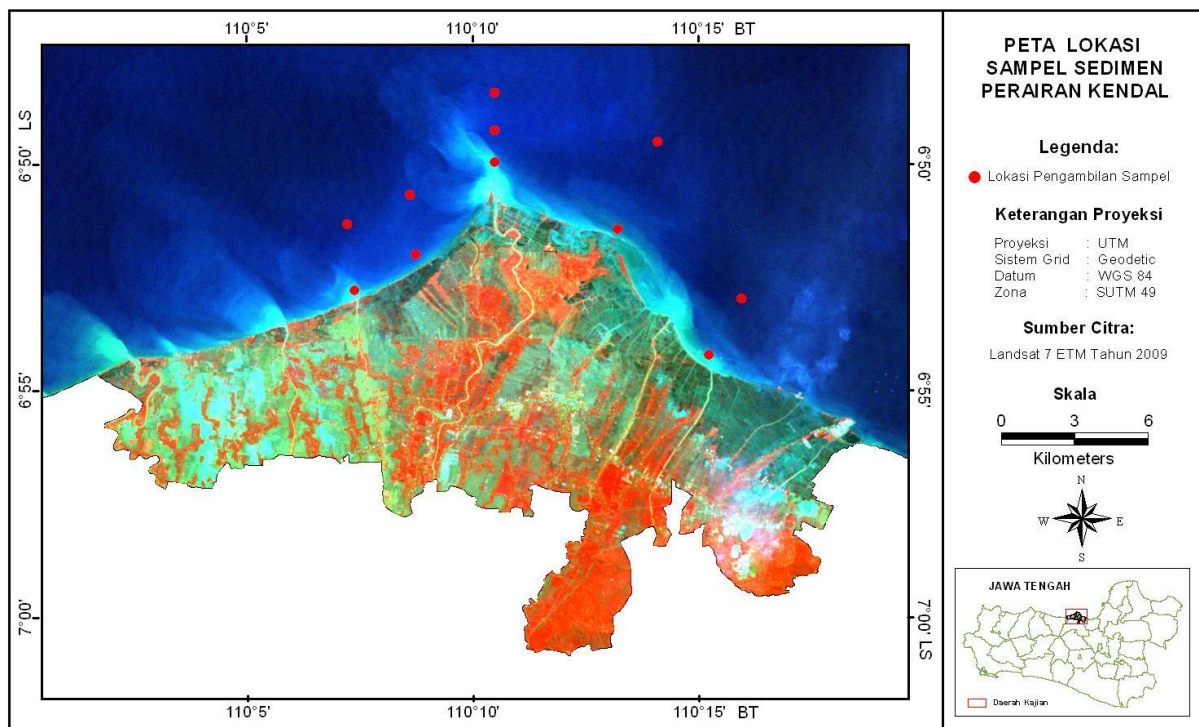
	Nilai	Pemerian
Pemilahan (<i>Sortasi</i>)	< 0,35	Sangat baik
	0,35–0,50	Baik
	0,50–0,70	Cukup baik
	0,70–1,00	Sedang
	1,00–2,00	Jelek
	2,00–4,00	Sangat jelek
	> 4,00	Amat sangat jelek
Kelancipan (<i>Kurtosis</i>)	<0,67	Sangat platikurtik
	0,67–0,90	Platikurtik
	0,90–1,11	Mesokurtik
	1,11–1,50	Leptokurtik
	1,50–3,00	Sangat leptokurtik
	>3,00	Amat sangat leptokurtik
Kemencengan (<i>Skewness</i>)	-1,0–(-0,3)	Sangat negatif
	-0,3–(-0,1)	Negatif
	-0,1–0,1	Simetris
	0,1–0,3	Positif
	0,3–1,0	Sangat positif

Sumber : Briggs (1981).

Dengan menganalisis ukuran butir sedimen, tingkat pemilahan, tingkat kelancipan, dan tingkat kemencengan agihan butir sedimen maka dapat diperoleh gambaran mengenai tenaga geomorfik yang bekerja dan sumber materialnya, sehingga dapat diperkirakan proses pengendapannya.

2) Pengambilan Sampel Sedimen Dasar dan Kedalaman Perairan Pantai Delta.

Pengambilan sampel ini dilakukan secara sistematis, yaitu dengan menentukan titik-titik sampel terlebih dahulu. Pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan Sedimen Grab, pada stasiun-stasiun yang sudah ditentukan sebelumnya (disajikan pada Gambar 15). Pada saat bersamaan juga dilakukan pengukuran kedalaman perairan menggunakan tongkat berkala.



Gambar 15. Peta Sebaran Sampel Daerah Perairan Delta Bodri

3) Pengambilan data Gelombang.

Data Gelombang akan diambil berdasarkan hasil konversi data angin dengan program NEMOS 2.01. Data angin diperoleh dari BMG Maritim Kota Semarang yang secara rutin melakukan pengukuran di pelabuhan Tanjung Mas Semarang. Penggunaan

data ini masih dapat dimungkinkan karena kondisi pantai mulai dari Tanjung Korowelang yang ada di Kendal sampai Demak berada dalam satu sistem sel sedimen (*coastal cell sediment*) sehingga mempunyai karakteristik fisik yang relatif sama termasuk diantaranya adalah gelombang.

4) Pengambilan data Arus

Pengambilan data arus dilakukan di perairan Semarang, yang secara fisik merupakan satu sistem sel sedimen dengan perairan Kendal, sehingga dapat mewakili kondisi perairan daerah penelitian. Pengukurannya menggunakan alat *Acoustic Doppler Current Profiler* (ADCP) type Argonave XR, yang dipasang pada kedalaman 15 meter pada tanggal 9-14 Agustus 2010 dan tanggal 29-31 Desember 2010. Data ini diolah dengan program NEMOS untuk memperoleh model mawar arus (*current rose*) daerah penelitian bulan Agustus dan Desember. Pengukuran arus secara langsung di perairan pantai Kendal juga dilakukan pada tanggal 22 Agustus 2010, dengan menggunakan alat *current meter*.

5) Pengambilan Data Pasang Surut

Kondisi perairan laut daerah penelitian sangat dipengaruhi oleh pasang surut, gelombang dan arus yang secara umum sama dengan kondisi perairan Laut Jawa. Oleh karena itu data pasang surut akan diambil dari hasil pengukuran stasiun BMG Maritim yang ada di Semarang. Untuk verifikasi data dilakukan pengukuran pasang surut di Desa Sendang Sikucing Kabupaten Kendal, yang berada di bagian barat daerah penelitian. Pengukuran pasang surut di lapangan dilakukan selama 30 hari.

3.8. Metode Analisis Data

Data yang dikumpulkan selanjutnya dianalisa dengan mendasarkan pola berpikir sebab akibat (*causal-effect*) dan analogi. Untuk itu maka cara menganalisis data dilakukan melalui tingkatan eksplanasi, yaitu: 1) tingkat deskriptif, 2) tingkat komparatif, 3) tingkat asosiatif, dan 4) tingkat kausal. Berdasarkan tingkatan eksplanasi tersebut, maka teknik analisis yang digunakan pada masing-masing tujuan penelitian dapat dijelaskan sebagai berikut.

3.8.1. Analisis Data Hidrodinamika Pantai Delta

Data hidrodinamika pantai delta meliputi gelombang, arus pantai, dan pasang surut. Ketiga tenaga ini dapat mempengaruhi pembentukan delta. Berikut akan dijelaskan analisis masing-masing tenaga hidrodinamika pantai delta.

1) Analisis Angin dan Gelombang

Angin dan gelombang mempunyai kaitan yang sangat erat. Data angin dapat digunakan untuk peramalan gelombang di daerah tersebut. Data tersebut dapat diperoleh dari pengukuran langsung di atas permukaan laut atau di daratan dekat dengan lokasi peramalan yang sebelumnya dikonversi menjadi data angin di laut (Triatmodjo, 1999). Bascom (1959 dalam Bird, 2006) mendefinisikan gelombang sebagai gerakan berombak dari permukaan air yang dihasilkan oleh tiupan angin yang bergerak di atasnya. Besar kecilnya gelombang sangat tergantung dari angin yang berhembus sehingga jika angin yang terhembus sepoi-sepoi maka akan menimbulkan riak gelombang tetapi jika terjadi badai maka gelombang dapat merusak daerah-daerah pantai. Konversi data angin menjadi

data peramalan gelombang diolah dengan software *Microsoft Office Excel*. Untuk membuat model windrose dan waverose digunakan software *Lake Environmental Ver.7*.

Gelombang penting untuk dianalisis, karena gelombang memiliki energi, sehingga mampu menentukan bentuk pantai, tipe pantai, memilahkan sedimen di permukaan pantai, serta mampu mengangkut sedimen. Analisis Gelombang ditekankan pada tipe empasan gelombang. Data yang digunakan untuk menentukan tipe empasan berupa data tinggi gelombang (H), panjang gelombang (L), dan sudut tepi lereng pantai yang di dapat dari perhitungan Peta Lingkungan Pantai Indonesia lembar Semarang, skala 1 : 250.000. Penentuan pengukuran lereng pantai diambil dari beberapa model kondisi lereng pantai yang tergambar di dalam Peta Lingkungan Pantai Indonesia.

Gelombang yang bergerak ke arah pantai akan mengalami pecah (*swash*). Pecahnya gelombang ini akan mempunyai tiga macam tipe empasan, yaitu tipe *Spilling*, tipe *Plunging*, dan tipe *Surging* (Pratikto *et al.*, 1997). Tipe empasan yang juga merupakan faktor penentu abrasi pantai, dapat dihitung dengan menggunakan rumus yang disitir dari Galvin (1968) yaitu:

$$B_0 = \left(\frac{H_0}{L_0} \right) \tan^2 \beta$$

Keterangan:

B_0 = indeks empasan

H_0 = tinggi gelombang maksimum (m)

L_0 = panjang gelombang (m)

β = sudut lereng dasar tepi pantai (derajat)

Selanjutnya kriteria untuk menentukan tipe empasan adalah sebagai berikut:

- a) $B_0 < 0,09$ berarti tipe empasannya adalah *surgling*, biasanya terjadi apabila gelombang dengan kemiringan kecil menuju ke pantai, gelombang mulai pecah pada jarak yang cukup jauh dari pantai dan pecahnya terjadi berangsur – angsur.
- b) $B_0 = 0,09-4,8$ berarti tipe empasannya adalah *plunging*, mempunyai tenaga yang sangat besar dan sifatnya merusak daerah pesisir pantai karena tenaga yang dihamburkan meliputi daerah yang kecil.
- c) $B_0 > 4,8$ berarti tipe empasannya adalah *spilling*, terjadi pada pantai dengan kemiringan lereng yang sangat kecil, seperti yang terjadi pada pantai yang berkarang, daerah gelombang sangat sempit dan sebagian besar energi dipantulkan kembali ke laut dalam.

2) Analisis Arus Laut (Current)

Arus laut merupakan tenaga marin yang berpengaruh terhadap daerah pesisir. Menurut Duxbury *et al.* (2002) arus laut yang berpengaruh terhadap perkembangan pantai adalah arus pasang surut (*tidal current*), arus menuju pantai (*onshore current*), arus susur pantai (*longshore current*), dan arus balik (*rip current*).

Data arus dapat diperoleh dari mengkonversi data gelombang atau melakukan pengukuran langsung di lautan. Data kecepatan arus hasil konversi gelombang dilakukan dengan rumus $v = 20,7\sqrt{gH_b} \tan \beta \sin 2\theta_b$ (CERC, 1984). Untuk memperoleh data arus dengan cara mengkonversi data gelombang dilakukan dengan bantuan software Microsoft Office Excel.

Dalam penelitian ini pengukuran kecepatan arus juga dilakukan dengan menggunakan alat ACDP yang dipasang di wilayah perairan Semarang untuk pencatatan selama 7 hari pada bulan Agustus dan bulan Desember Tahun 2010. Pengukuran pada bulan Agustus Tahun 2010 untuk memberikan gambaran kondisi arah dan kecepatan arus pada musim Timur, sedangkan pengukuran pada bulan Desember 2010 untuk memberikan gambaran kondisi arah dan kecepatan arus pada musim Barat. Untuk membuat mawar arus (current rose) hasil pengukuran data digunakan software Lake Environmental Ver.7. Dari gambar mawar arus yang dihasilkan dapat memberikan gambaran kecenderungan arah gerakan arus pada Musim Timur dan Musim Barat.

3) Analisis Pasang Surut

Data pasang surut yang diperoleh berdasarkan hasil pengukuran di Pantai Sendangsikucing selama 30 hari (pada bulan Agustus Tahun 2010) dihitung dan dianalisis untuk mengetahui perbedaan pasang dan surut dalam rentang waktu tertentu. Berdasarkan besarnya julat pasut, maka pasang surut di suatu pantai dapat diklasifikasikan menjadi:

- a. mikropasut, dengan julat pasut < 2 meter,
- b. mesopasut, dengan julat pasut 2–4 meter,
- c. makropasut, dengan julat pasut > 4 meter.

Kemudian untuk mengetahui jenis pasut akan di analisis dengan dengan menggunakan rumus *Formzahl*, yaitu:

$$F = \frac{A(K1) + (A(O1))}{A(M2) + (A(S2))} \quad (\text{Akbaruddin, 2007: 16})$$

Keterangan :

F adalah nilai Formzahl.

A(K1) dan A(O1) adalah amplitudo konstanta pasang surut tunggal utama.

A(M2) dan A(S2) adalah amplitudo konstanta pasang surut ganda utama.

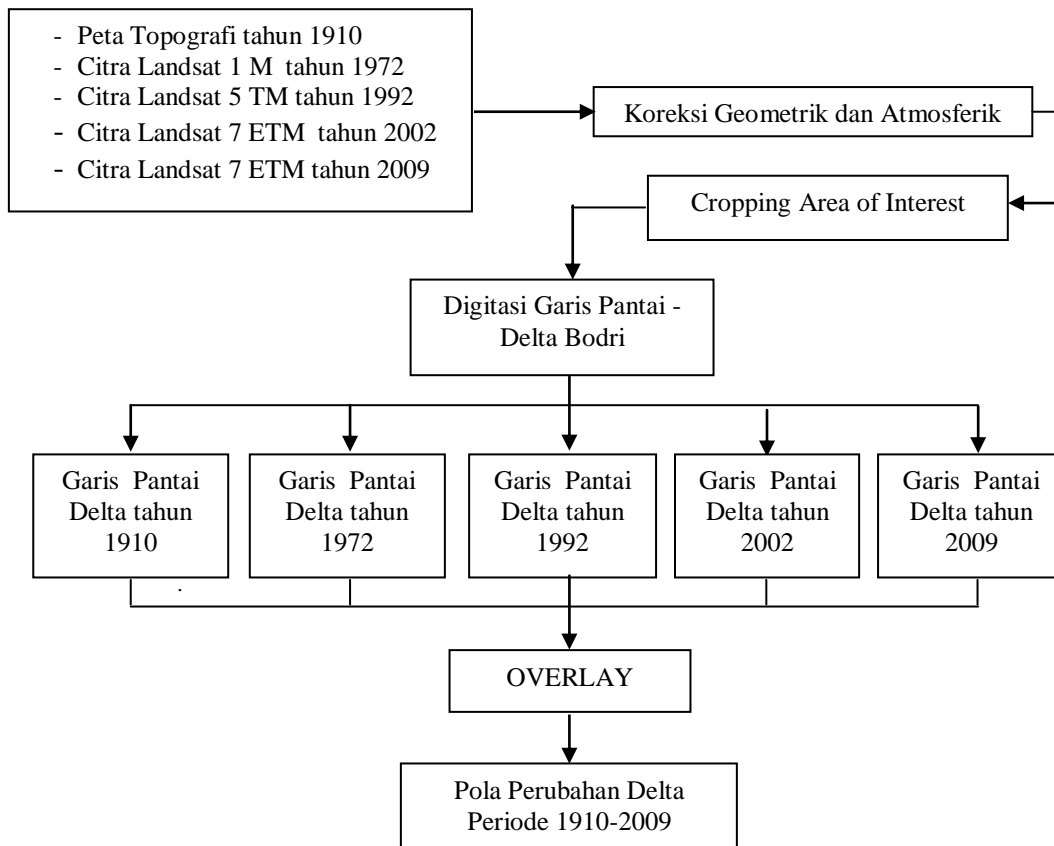
Dari harga F ini, jenis pasut diklasifikasikan :

- Pasut harian ganda $0 < F \leq 0,25$
- Pasut campuran condong ke harian ganda $0,25 < F \leq 1,50$
- Pasut campuran condong ke harian tunggal $1,50 < F \leq 3,00$
- Pasut harian tunggal $3,00 < F$

3.8.2. Analisis Data Spasial Perkembangan Delta

Untuk mengetahui perubahan spasial garis pantai Delta Sungai Bodri dengan deret waktu tahun 1910, tahun 1972, tahun 1992, tahun 2002, dan tahun 2009 digunakan *metode overlay time series data* dengan software ER Mapper 7.0 (Hartoko, 2010). Digunakannya metode ini karena pengolahan datanya dapat melibatkan seluruh data citra sekaligus, sehingga perubahan garis pantai antar waktu dapat diamati secara interface. Sebagai contoh hasil interface perubahan garis pantai Delta Sungai Bodri antar waktu tahun 1910, tahun 1972, tahun 1992, tahun 2002, dan dengan tahun 2009 tersaji pada gambar di halaman 73. Dari tampilan hasil pengolahan data tersebut di atas maka akan dapat dilakukan analisis lebih lanjut berkaitan dengan perubahan penutup lahan serta ekosistem daerah setempat. Daerah yang mengalami abrasi dan sedimentasi dapat di

identifikasi sebaran spasialnya serta intensitasnya. Secara skematis, urutan kegiatan dalam melakukan analisis perkembangan delta disajikan dalam bentuk diagram alir seperti pada Gambar 16 berikut.



Gambar 16. Diagram Alir Analisis Perkembangan Delta

Apabila garis pantai delta tahun 1910 dijadikan sebagai awal (*starting point*) perkembangan spasial delta, maka analisis spasial perkembangan Delta Sungai Bodri dapat dilakukan dengan melakukan *overlay* antara peta bentuk delta tahun 1972 dengan tahun 1992, *overlay* antara peta bentuk delta tahun 1972 dengan tahun 1992, *overlay* peta

bentuk delta tahun 1992 dengan tahun 2002, dan *overlay* peta bentuk delta tahun 2002 dengan tahun 2009. Untuk memudahkan analisis perkembangan delta maka perlu dilakukan inventarisasi hasil *overlay* tersebut dirangkum dalam dalam Tabel 6, berikut:

Tabel 6. Tabel Isian Perkembangan Morfometri Delta

Tahun	Selang waktu (th)	Pjg garis Pantai (km)	Luas Delta (km ²)	Arah perluasan	Rata ² Luas Perkembangan Delta (km ² /th)	Bentuk Delta
1910–1972						
1972–1992						
1992–2002						
2002–2009						

3.8.3 Analisis Butir Sedimen Delta

Analisis ukuran butir sedimen adalah pemerian secara statistik yang menggambarkan secara kuantitatif bentuk dari agihan ukuran butir sedimen (Briggs, 1981). Berdasarkan analisis ukuran butir tersebut dapat diketahui nilai D50 ukuran sedimen, nilai kemencengan, nilai kelancipan, dan nilai pemilahan. Untuk selanjutnya dapat diperoleh gambaran mengenai agihan ukuran butir sedimen, tenaga geomorfik yang bekerja dan sumber materialnya, sehingga dapat diperkirakan proses pengendapannya.

3.8.4. Analisis Pemanfaatan Lahan

Pemanfaatan lahan daerah penelitian dikaji berdasarkan hasil interpretasi citra secara visual pada peta topografi 1910, citra satelit tahun 1972, 1992, 2002, dan 2009.

Klasifikasi pemanfaatan lahan berdasarkan klasifikasi penggunaan lahan dari Bakosurtanal yang tertera pada peta Rupa Bumi Indonesia. Digitasi pemanfaatan lahan dilakukan dengan menggunakan software Arcview 3.3 secara *on screen*. Untuk mengetahui perubahan luasan kelas pemanfaatan dalam kaitannya dengan perubahan luasan delta digunakan matrik hubungan antar komponen sebagaimana tersaji pada Tabel 7 berikut.

Tabel 7. Tabel Isian Luasan Pemanfaatan Lahan dan Pesisir Delta

No	Kelas Pemanfaatan Lahan	Perubahan Luas Pesisir Delta (ha)				
		1910	1972	1992	2002	2009
1	Sawah					
2	Permukiman					
3	Tegalan					
4	Rawa					
5	Sungai					
6	Tambak					
7	Lahan Kosong/ Semak					
8	Bangunan Industri					
J u m l a h Luas Delta						

3.8.5. Analisis Kesesuaian Pemanfaatan Lahan

Kriteria kesesuaian lahan yang tertera pada kajian pustaka dijadikan dasar untuk melakukan penilaian kesesuaian pemanfaatan lahan. Kriteria-kriteria yang diambil disesuaikan berdasarkan kepentingan yang dituju. Oleh karena itu banyaknya kriteria antara satu peruntukan dengan yang lain akan berbeda. Kemudian pemberian bobot dilakukan berdasarkan pada tingkat kepentingan suatu kriteria terhadap tujuan yang

dicapai. Kemudian berdasarkan kesesuaian lahan, ada empat kelas yang digunakan yaitu S1 (sesuai), S2 (cukup sesuai), S3 (sesuai marjinal), dan N (tidak sesuai).

Penentuan kesesuaian lahan dilakukan melalui pendekatan *index overlay model* dari Bonham-Carter (Pantjara *et al.*, 2008), dengan persamaan sebagai berikut:

$$S = \frac{\sum_{i=1}^n S_{ij} \times W_i}{\sum_{i=1}^n W_i}$$

Keterangan:

S = Indeks terbobot pada area obyek atau poligon terpilih

S_{ij} = Skor pada kelas ke-j dari peta ke-i

W_i = Bobot pada input peta ke-i

n = jumlah peta

1) Kriteria Kesesuaian Lahan untuk Budidaya Tambak

Kriteria kesesuaian lahan untuk budidaya tambak mengadopsi kriteria yang disusun oleh Pantjara *et.al* (2008) dengan modifikasi yaitu pada bobot yang dibuat. Bila semula bobot yang dibuat Pantjara mulai dari 7 sampai 15 dengan total bobot sebanyak 100, maka dalam penelitian ini dilakukan modifikasi bobot menjadi 1 sampai 5 dengan jumlah total 25. Berdasarkan jumlah kriteria yang digunakan sebanyak sembilan (9) kriteria dan masing masing mempunyai skor 1 sampai 4, maka diperoleh hasil sebagai berikut, nilai total maksimum sebanyak 100 nilai minimum 25. Dalam penelitian ini dibuat empat kelas kesesuaian lahan, sehingga kelas intervalnya sebanyak 18,5 dibulatkan menjadi 19. Berdasarkan perhitungan jumlah skor masing-masing kelas

kesesuaian lahan adalah Kelas Sesuai (S1) = >82–100, Cukup Sesuai (S2) = >63–82, Sesuai Marjinal (S3) = >44–63, dan Tidak Sesuai (N) = 25–44.

Kriteria yang dibuat Pantjara(2008) ini lebih bersifat fisik, untuk itu perlu didukung data kimia kualitas perairan tambak sesuai dengan standar baku mutu yang dikeluarkan Kepmen LH No. 51 tahun 2004. Selengkapnya matrik kesesuaian lahan budidaya perikanan tambak tersaji pada Tabel 8 berikut.

Tabel 8. Matriks Kesesuaian Lahan Budidaya Perikanan Tambak Daerah Penelitian

No	Kriteria	Bobot	Tingkat Kesesuaian							
			Sesuai (S1)	Skor	Cukup Sesuai (S2)	Skor	Sesuai Marginal (S3)	Skor	Tidak Sesuai (N)	Skor
1	pH tanah	5	6,5–7,5	4	5,5–<6,5 dan >7,5–8,0	3	4,0–<5,5 dan >8,0–9,0	2	< 4,0 dan > 9,0	1
2	Tekstur Tanah	4	Lempung liat berpasir	4	Lempung berpasir	3	Liat berdebu	2	Lumpur, Pasir	1
3	Curah hujan (mm/th)	4	>2000–2500	4	>1500–2000	3	>1000–1500	2	<1000 dan > 2500	1
4	Lereng	3	0–2%	4	>2–5%	3	>5–15%	2	> 15%	1
5	Tipe garis pantai	3	Stabil	4	Kurang stabil	3	Tidak stabil	2	Sangat tidak stabil	1
6	Pantai (Jarak dari Pantai)	2	300–1000 m	4	>1000–2000 m < 300 m	3	>2000–4000 m	2	> 4000 m	1
7	Hidrologi (jarak dari sungai)	2	0–500 m	4	>500–1000 m	3	>1000–2000 m	2	> 2000 m	1
8	Penutup lahan	1	Belukar, Tegalan, Tambak	4	Sawah, Kebun	3	Mangrove, Rawa	2	Pemukiman dan Hutan konservasi	1
9	Aksesibilitas	1	Sangat lancar	4	Lancar	3	Cukup lancar	2	Tidak lancar	1

Sumber: Pantjara *et al.* (2008) dengan modifikasi pada skor pembobotan.

2) Kriteria Kesesuaian Lahan Wisata Pantai

Dalam penelitian ini matrik kesesuaian lahan untuk kawasan Wisata Pantai diambil dari Yulius (2009) yang dimodifikasi dan disesuaikan dengan tujuan penelitian. Modifikasi terletak pada tingkat kesesuaian yang semula hanya S1, S2, dan N dimodifikasi menjadi 4 kelas yaitu S1 (sesuai), S2 (cukup sesuai), S3 (sesuai marjinal), dan N (tidak sesuai). Di samping itu jika pada kriteria kesesuaian lahan kawasan wisata bahari yang dibuat Yulius tidak diberi bobot, maka pada penelitian ini setiap kriteria diberi bobot yang berbeda mulai dari 1 sampai 5 dengan jumlah total bobot sebanyak 25. Kemudian tidak digunakannya parameter katerial dasar/sedimen perairan yang dalam penelitian ini digabung dengan parameter tipe/karakteristik pantai, sehingga menjadi 8 parameter (kriteria). Selanjutnya modifikasi dilakukan pada klasifikasi kandungan TSS yang disesuaikan dengan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No 51 tahun 2004.

Berdasarkan hasil perhitungan pada 8 kriteria yang digunakan dalam pengharkatan kesesuaian lahan wisata maka jumlah skor maksimum sebanyak 100 dan skor minimum sebanyak 25. Dalam penelitian ini dibuat empat kelas kesesuaian lahan, sehingga kelas intervalnya sebanyak 18,5 dibulatkan menjadi 19. Berdasarkan perhitungan jumlah skor masing-masing kelas kesesuaian lahan adalah, Kelas Sesuai (S1) = > 82-100, Kelas Cukup Sesuai (S2) = > 63-82, Kelas Sesuai Marjinal (S3) = > 44-63, dan Kelas Tidak Sesuai (N) = 25-44. Matrik Kesesuaian Lahan Kawasan Wisata Pantai yang sudah dimodifikasi disajikan pada Tabel 9 berikut.

Tabel 9. Matrik Kesesuaian Lahan Kawasan Wisata Pantai Daerah Penelitian

No	Kriteria	Bobot	Tingkat Kesesuaian							
			Sesuai (S1)	Skor	Cukup Sesuai (S2)	Skor	Sesuai Marginal (S3)	Skor	Tidak Sesuai (N)	Skor
1	Kedalaman perairan/ batimetri (m)	5	0–5	4	> 5–10	3	> 10–15	2	> 15	1
2	Tipe/ karakteristik Pantai	5	Pantai berpasir bersih	4	Pantai berpasir kotor	3	Pantai berpasir dan berlumpur	2	Pantai berlumpur	1
3	Lebar pantai (m)	4	> 10	4	> 5-< 10	3	3–5	2	< 3	1
4	Kemiringan pantai (%)	3	0–3	4	> 3–8	3	>8–15	2	> 15	1
5	Kekeruhan perairan (TSS) (mg/l)	3	< 20	4	20	3	> 20	2	> 20	1
6	Biota berbahaya	2	Tidak ada	4	Tidak ada	3	Bulu babi, Lepu	2	Ikan pari, Ikan hiu	1
7	Ketersediaan air tawar (jarak/km)	2	< 1	4	1–2	3	>2–3	2	> 3	1
8	Penutupan lahan pantai	1	Kelapa, lahan terbuka	4	Semak belukar,	3	Rumput untuk penggembalaan	2	Hutan bakau, Permukiman, Pelabuhan	1

Sumber: Yulius (2009) dengan modifikasi pada pemberian bobot, kriteria TSS berdasarkan Kepmen LH no 51 tahun 2004, dan pembentukan kategori Klas S3.

3) Kriteria Kesesuaian Lahan Kawasan Industri

Penelitian kesesuaian lahan untuk kawasan industri pernah dilakukan Sanjoto (1996) dengan mengambil lokasi di sub Wilayah Pembangunan I Kabupaten Kendal. Oleh karena itu kriteria yang dibuat diambil untuk mengevaluasi kesesuaian lahan di daerah pesisir Kabupaten Kendal. Dalam penelitian ini ada 4 kriteria yang digunakan masing- masing mempunyai bobot dan skor yang berbeda. Nilai bobot mulai dari 1 sampai 4 dengan jumlah total 10. Berdasarkan hasil perhitungan maka jumlah skor

terbanyak sebesar 40 sedangkan yang paling sedikit 10. Bila dibuat empat kategori kelas kesesuaian lahan maka nilai intervalnya sebanyak 7,5 atau dibulatkan menjadi 7. Besarnya skor setiap kelas sebagai berikut, Kelas Sesuai (S1) = > 34-40, Kelas Cukup Sesuai (S2) = 26-33, Kelas Sesuai Marjinal (S3) = 18-25, dan Kelas Tidak Sesuai (N) = 10-17. Matrik Kesesuaian Lahan Kawasan industri disajikan pada Tabel 10 berikut.

Tabel 10. Matrik Kesesuaian Lahan Kawasan Industri Daerah Penelitian

No	Kriteria	Bobot	Tingkat Kesesuaian							
			Sesuai (S1)	Skor	Cukup Sesuai (S2)	Skor	Sesuai Marginal (S3)	Skor	Tidak Sesuai (N)	Skor
1	Kemiringan lereng	3	0-8%	4	>8-15%	3	>15-25%	2	> 25%	1
2	Penggunaan lahan	4	Lahan kosong	4	Pertanian lahan kering, Tegalan	3	Tambak	2	Hutan konservasi, Sawah irigasi teknis, Permukiman	1
3	Sumberdaya air	2	Tersedia besar dengan kualitas tidak asin	4	Tersedia sedang dengan kualitas agak tidak asin	3	Tersedia kecil dengan kualitas payau	2	Langka air atau kualitasnya asin	1
4	Aksesibilitas	1	Tinggi	4	Sedang	3	Kurang	2	Rendah	1

Sumber: Sanjoto, 1996 dengan modifikasi pada pembobotan.

4) Kriteria Kesesuaian Lahan untuk Kawasan Lindung / Rehabilitasi Pantai

Kriteria kesesuaian lahan untuk kawasan lindung (rehabilitasi pantai) diambil berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Fauzi *et al.* (2009) dengan modifikasi pada kriteria dan bobot. Semula Fauzi memasukan RTRW sebagai salah satu kriteria kawasan lindung, namun dalam penelitian ini diganti menjadi proses geomorfologi. Hal

ini karena RTRW pesisir Kabupaten Kendal belum mempunyai mempunyai kekuatan hukum tetap (belum disahkan oleh DPRD setempat), sedangkan proses geomorfologi merupakan sesuatu hal yang penting dalam penentuan kawasan konservasi pantai. Pembobotan juga berbeda dengan kriteria dari Fauzi. Dalam penelitian ini pembobotan bervariasi mulai dari angka 1 sampai 4 dengan jumlah total bobot sebesar 10.

Berdasarkan hasil perhitungan maka jumlah skor terbanyak sebesar 40 sedangkan yang paling sedikit 10. Bila dibuat empat kategori kelas kesesuaian lahan maka nilai intervalnya sebanyak 7,5 atau dibulatkan menjadi 7. Besarnya skor setiap kelas sebagai berikut, Kelas Sesuai (S1) = 34–40, Kelas Cukup Sesuai (S2) = 26–33, Kelas Sesuai Marjinal (S3) = 18–25, dan Kelas Tidak Sesuai (N) = 10–17. Matrik Kesesuaian Lahan Kawasan Wisata Pantai disajikan pada Tabel 11 berikut.

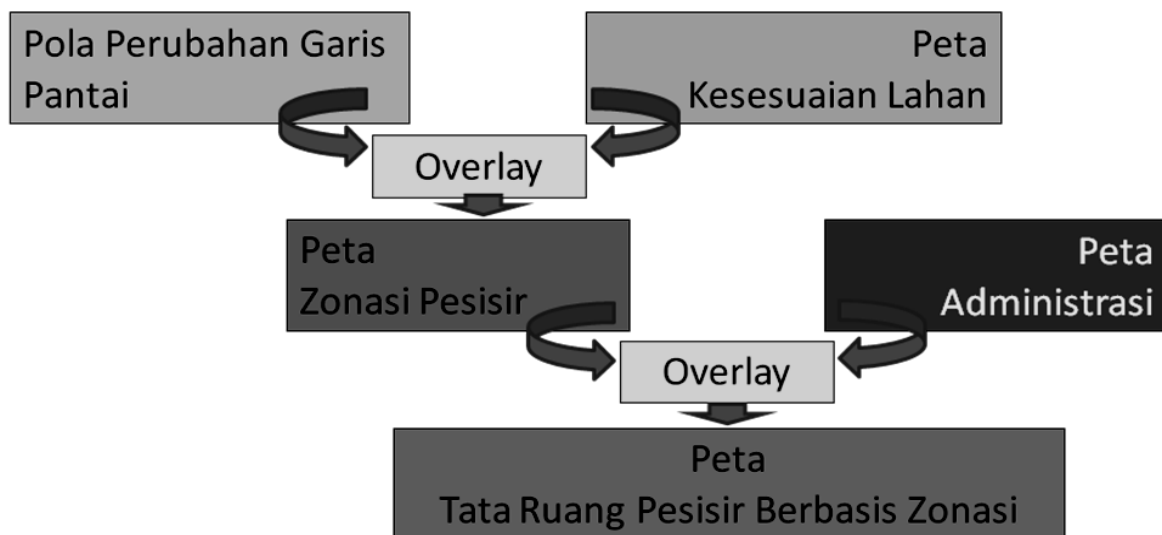
Tabel 11. Matriks Kesesuaian Lahan Kawasan Lindung/Rehabilitasi Pantai Daerah Penelitian

No	Kriteria	Bobot	Tingkat Kesesuaian							
			Sangat Sesuai	Skor	Sesuai	Skor	Sesuai Marjinal	Skor	Tidak Sesuai	Skor
1	Jarak dari garis pantai	4	100 m dari pasang tertinggi	4	>100-150 m dari pasang tertinggi	3	>150-200 m dari pasang tertinggi	2	>200 m dari pasang tertinggi	1
2	Penggunaan lahan	3	Cagar alam	4	Hutan Pantai,	3	Taman wisata alami	2	Permukiman, pelabuhan	1
3	Vegetasi	1	Mangrove	4	Nipah	3	Pinus pantai	2	Kelapa	1
4	Proses Geomorfologi	2	Abrasi kuat	4	Abrasi	3	Akresi	2	Stabil	1

Sumber: Modifikasi dari Fauzi *et al.*, (2009), yaitu pada pembobotan dan digantikannya kriteria RTRW menjadi proses geomorfologi

3.8.6. Analisis Zonasi Tata Ruang Pesisir Berbasis Pola Perubahan Spasial Delta

Untuk analisis zonasi tata ruang pesisir berbasis pola perubahan spasial delta dilakukan dengan model overlay bertingkat. Model ini dimulai dari pembuatan peta Rencana Zonasi pada pesisir Delta Bodri Kabupaten Kendal berdasarkan turunan hasil analisis pola perubahan delta. Selanjutnya peta rencana zonasi pesisir delta ini dioverlaykan dengan peta kesesuaian lahan kawasan tambak, kesesuaian lahan kawasan pantai, kesesuaian lahan kawasan industri, dan kesesuaian lahan kawasan konservasi. Hasil overlay ini memberikan gambaran potensi yang dimiliki setiap zona yang ada di daerah penelitian. Kemudian dilakukan overlay dengan peta administrasi kecamatan pesisir Kabupaten Kendal untuk menghasilkan peta turunan berupa Peta Tata Ruang Pesisir Kabupaten Kendal berbasis Zonasi. Berikut ini diagram alir analisis zonasi tata ruang pesisir berbasis pola perubahan spasial delta yang disajikan pada Gambar 17 berikut.



Gambar 17. Diagram Alir Analisis Zonasi Pesisir Delta