

**KAJIAN PERPINDAHAN SEDIMEN DALAM
PENGELOLAAN WILAYAH PESISIR TELUK AWUR,
KABUPATEN JEPARA**



TESIS
Disusun Untuk Memenuhi Persyaratan
Program Studi Magister Ilmu Lingkungan

Oleh :

**MULYANTO
L4K00015**

**MAGISTER ILMU LINGKUNGAN
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2003**

**KAJIAN PERPINDAHAN SEDIMEN DALAM
PENGELOLAAN WILAYAH PESISIR TELUK AWUR,
KABUPATEN JEPARA**

Oleh
MULYANTO
L4K000015

Telah dipertahankan di depan tim penguji
pada tanggal 7 Juli 2003
dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diterima

Menyetujui

Pembimbing I



Prof. DR. Ir. Sutrisno Anggoro, MS

Pembimbing II




Prof. DR. Ir. Supriharyono, MS

Mengetahui

Ketua Program Studi Magister Ilmu Lingkungan
Program Pascasarjana Universitas Diponegoro




R. Soeharto P. Hadi, MES
NIP. 130 810 134

UPT-PUSTAK-UNDIP

No. Daft: 2270 / I. / ML. / 04
Tgl. : 12 Feb 2004

Judul Tesis : Kajian Perpindahan Sedimen Dalam Pengelolaan
Wilayah Pesisir Teluk Awur, Kabupaten Jepara

Nama Mahasiswa : Mulyanto

Nomor Induk Mahasiswa : L4K000015

Program Studi : Magister Ilmu Lingkungan

Konsentrasi : Rekayasa Lingkungan

Telah dipertahankan di depan tim penguji
pada tanggal 7 Juli 2003
dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diterima

Menyetujui

Pembimbing I



Prof. DR. Ir. Sutrisno Anggoro, MS

Pembimbing II



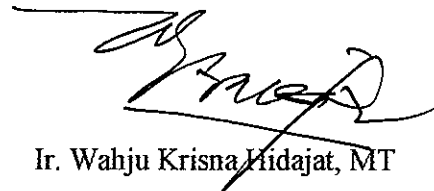
Prof. DR. Ir. Supriharyono, MS

Penguji I



Prof. DR. Sudharto P. Hadi, MES

Penguji II



Ir. Wahyu Krisna Hidajat, MT

KAJIAN PERPINDAHAN SEDIMEN DALAM PENGELOLAAN WILAYAH PESISIR TELUK AWUR, KABUPATEN JEPARA

Wilayah pesisir adalah daerah transisi antara daratan dan lautan. Kawasan Pesisir saat ini banyak dimanfaatkan untuk berbagai kegiatan. Demikian juga di Teluk Awur, dimana aktifitas ini memberi dampak yang merugikan pada potensi sumberdaya alam dan kondisi sosial ekonomi masyarakat berupa kerusakan alam lingkungan serta penurunan mutu lingkungan hidup dan fungsi ekologis kawasan. Salah satu kajian ini adalah perpindahan sedimen. Perpindahan sedimen akibat gelombang maupun arus sepanjang pantai akan menyebabkan terangkutnya sedimen suatu daerah dan akan diendapkan pada lokasi lain. Proses perpindahan sedimen ini menyebabkan adanya abrasi dan akresi. Dalam perencanaan pengembangan wilayah, hal ini harus mendapat perhatian agar tercipta keseimbangan, keserasian dan keselarasan dalam pemanfaatan ruang dan wilayah.

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji perpindahan sedimen dan penyebaran sedimentasi di kawasan Teluk Awur dan menganalisis perpindahan sedimen dalam mencari alternatif penanganan dan rekomendasi pengelolaan wilayah pesisir yang didukung aspek biologi, sosial dan budaya di daerah Teluk Awur serta mencari model pengelolaan wilayah pesisir ini.

Tipe penelitian ini adalah diskriptif dan teknik sampling yang dilakukan adalah "*simple survey method*" dan "*purposive sampling*". Teknik pengumpulan data adalah observasi lapangan dan wawancara. Penelitian dilaksanakan pada bulan Pebruari sampai Maret 2003 dengan mengambil lokasi di Pesisir Teluk Awur Kecamatan Tahunan Kabupaten Jepara serta parameter yang diteliti adalah perpindahan dan ukuran sedimen. Analisis untuk ukuran sedimen dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Universitas Diponegoro. Analisis data dilakukan dengan cara pemetaan dan tumpang susun hasil penelitian sehingga dihasilkan rekomendasi kawasan pengelolaan.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pada lokasi penelitian perpindahan sedimen karena energi fluks gelombang sebesar 2.783 – 18.770 ton/hari dan pengendapan sedimen antara 0.629 – 45.774 ton/hari sedang perpindahan sedimen karena arus sepanjang pantai antara 0.645 – 4.349 ton/hari dan pengendapan sedimennya 0.30 – 2.158 ton/hari. Untuk sebaran sedimen pada lokasi penelitian terdiri dua tektur yaitu pasir berlumpur (stasiun 1 – 6) dan pasir (stasiun 7 - 10). Alternatif penanganan abrasi menggunakan bangunan pemecah gelombang. Untuk arahan pengembangan kawasan fungsi pengelolaan mendapatkan 5 arah fungsi kawasan yaitu arahan kawasan lindung setempat (stasiun 1 – 7 dengan sempadan pantainya), kawasan budidaya (stasiun 8 sampai 10 dan daerah luar sekitar kawasan lindung), kawasan pemukiman (daerah yang sudah terdapat/berkembang areal pemukiman sebelumnya), kawasan rawan bencana (stasiun 1 – 6 yang mengalami abrasi) dan kawasan potensi pengembangan lain (daerah yang potensi pariwisata di sekitar stasiun 9 dan 10). Penanganan abrasi dan akresi yang timbul dapat menggunakan bangunan pemecah gelombang. Model pengelolaan ini menggunakan pendekatan pada aspek perubahan dan proses lingkungan dan struktur yang terjadi serta isu yang berkembang dalam pemanfaatan sumber daya dengan prinsip kelestarian dan keseimbangan serta memperhatikan daya dukung lingkungan yang menghasilkan pengelolaan yang terpadu, meliputi perlindungan daya dukung, pengaturan ruang dan kelembagaan

THE ANALYSIS STUDY OF TRANSPORT SEDIMENT IN COASTAL MANAGEMENT TELUK AWUR, JEPARA

Coastal zone is a transition area between land and sea. This area is often subjected to the expansion of development program of land area. This is the case with Teluk Awur area where various activities are given negative impact to natural resources and public social economic condition, and cause decrease environmental quality and coastal ecological function. One of the important aspect need to be studied is sediment transport. Sediment transport dynamics in a location due to longshore curent and wave. This occurrence cause too abrasion and accretion.

The specific objectives of this study were to analyze sediment transport, distribution of sediment and making solution of sediment transport impact, and recommendation coastal management planning with biological, social and cultural aspects of Teluk Awur area and look for a coastal management model.

The type research is a descriptive one while sampling strategy is performed using "simple survey method" and "*purposive sampling*". The collected data using field observation and interview. Samples from Teluk Awur area were collected from February to March 2003 using *sediment trap* with parameters are sediment transport and size and analyzed at Soil Mechanical Laboratory, Faculty of Engineering, Diponegoro University. Analysis of data was conducted using map analysis and overlay technique to produce recommendation of area function.

The result showed that sediment transport due to wave flux was 2.783 – 18.770 ton/day and the rate of sedimentation was 0.629 – 45.774 ton/day, whereas sediment transport due to longshore current was 0.645 – 4.349 ton/day and the rate of sedimentation was 0.30 – 2.158 ton/day. Distribution of sediment type were muddy sand for station 1 to station 6 while for station 7 to 10 the sediment type was sand. Alternative solution was build breakwater. From this research 5 area functions were recommended for Teluk Awur area which consist of conservation zone (station 1 – 7, include buffer area of the beach), cultivation zone (station 8 – 10 and the surrounding area of conservation zone), settlement zone (area which have been previously developed for housing complex), zone vulnerable to natural disaster (station 1 – 6 endure abrasion) and zone potential for development (Station 9 –10 have potential for tourism). Managing abrasion and accretion can using breakwater. Coastal management model based on environmental changes, process and structures and issues development, with consider everlasting and balancing principles and environment support to produce integrated coastal management model include resources protection, spaces management and institution.

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan Rahmat dan Karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul "*Kajian Perpindahan Sedimen Dalam Pengelolaan Wilayah Pesisir Teluk Awur, Kabupaten Jepara*" dengan baik walaupun banyak kendala yang dihadapi. Kajian dalam tesis ini merupakan analisis perencanaan ruang wilayah dalam skala terbatas, tetapi semoga karya yang kecil ini dapat berguna bagi kita semua.

Dalam kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Prof. DR. Ir. Sutrisno Anggoro, MS dan Prof. DR. Ir. Supriharyono, MS selaku Pembimbing I dan Pembimbing II atas bimbingan, saran dan kesabarannya selama proses pembuatan tesis ini hingga selesai.
2. Prof. Dr. Sudharto Hadi P, MES selaku Ketua Program Studi Magister Ilmu Lingkungan beserta staffnya
3. Ketua Laboratorium Mekanika Tanah dan Staff yang telah membantu dalam menganalisis sedimen
4. Bapak, Ibu dan saudara atas dorongan material dan spiritual
5. Teman-teman Angkatan Pertama Tahun 2000 terutama teman-teman Rekayasa atas bantuan dan dorongannya
6. Novi dan teman-teman Ngesrep Barat IV/11A yang telah membantu selama di lapangan dan temanku di Magelang atas bantuan doanya.

Namun demikian, penulis menyadari bahwa hasil laporan ini belum sempurna sesuai dengan apa yang diharapkan, masih banyak kekurangan dan kelemahan yang terdapat di sana-sini. Oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran demi kesempurnaan laporan ini. Akhirnya penulis berharap semoga hasil penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua.

Semarang, Juni 2003

Penulis



UNIVERSITAS DIPONEGORO

perc. SURIN KAIYA Jl. Pemuda Raya Selatan Telp. (021) 8719307

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
RINGKASAN	iii
SUMMARY	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
 BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Permasalahan	5
1.3. Tujuan	7
1.4. Pembatasan Masalah	8
1.5. Keaslian Penelitian	8
1.6. Manfaat Penelitian	9
1.7. Waktu dan Tempat Penelitian	9
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Tinjauan Pustaka	10
2.1.1. Pembagian Wilayah Pesisir	10
2.1.2. Ekosistem Pesisir	12
2.1.3. Sedimen Laut	17
2.2. Landasan Teori	21
2.2.1. Sifat-sifat Sedimen Pantai	21
2.2.2. Proses Sedimen di Perairan Pesisir	24
2.3. Pengelolaan Wilayah Pesisir	27
 BAB III MATERI DAN METODA PENELITIAN	
3.1. Materi	36
3.2. Prosedur Kerja	36
3.2.1. Penentuan Titik Sampling	37
3.2.2. Metode Pengumpulan Data	39
3.2.3. Analisis Data	46

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Gambaran Umum Daerah Penelitian	48
4.2. Hasil Penelitian	53
4.2.1. Karakteristik Sedimen	53
4.2.2. Karakteristik Gelombang	56
4.2.3. Perpindahan Sedimen	61
4.2.4. Karakteristik Biota	62
4.3. Pembahasan	68
4.3.1. Sedimen	68
4.3.2. Gelombang dan Arus	69
4.3.3. Perpindahan Sedimen	74
4.3.4. Biota	80
4.3.5. Alternatif Penanganan Masalah	83
4.4. Pengelolaan Wilayah	87
4.4.1. Perencanaan Model Pengelolaan	87
4.4.2. Rencana Pengelolaan Wilayah	102

BAB V PENUTUP

5.1. Kesimpulan	114
5.2. Saran	115

DAFTAR PUSTAKA	116
-----------------------------	-----

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Klasifikasi Ukuran Menurut Wentworth	23
Tabel 3.1. Alat dan Kegunaan	36
Tabel 3.2. Waktu Tenggelam Partikel Dalam Air Suling Pada Temperatur 20 °C	40
Tabel 3.3. Klasifikasi Kelas Dominan Luas Penutupan	45
Tabel 4.1. Persentase Arah Angin Selama Lima Tahun	49
Tabel 4.2. Tingkat Pendidikan Penduduk Teluk Awur dan sekitarnya	51
Tabel 4.3. Matapencaharian Penduduk Teluk Awur dan sekitarnya	51
Tabel 4.4. Analisis Statistik Sedimen	53
Tabel 4.5. Pengukuran Gelombang Di Lapangan	56
Tabel 4.6. Pendangkalan Gelombang	57
Tabel 4.7. Gelombang Pecah Dan Energi Gelombang Pecah	58
Tabel 4.8. Arus Sepanjang Pantai	59
Tabel 4.9. Kedalaman dan Panjang Daerah Perpindahan	61
Tabel 4.10. Perpindahan Sedimen	62
Tabel 4.11. Komposisi dan Kepadatan Gastropoda	63
Tabel 4.12. Kelimpahan Relatif Gastropoda	64
Tabel 4.13. Indek Keanekaragaman dan Indek Keseragaman	64
Tabel 4.14. Komposisi Terumbu Karang dan Luasan Penutupannya (dalam %)	65
Tabel 4.15. Komposisi Seagrass/Seaweed dan Luasan Penutupannya (dalam %)	66

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.1. Bagan Alur Pendekatan Masalah	7
Gambar 2.1. Pembagian Wilayah Daerah Pantai Secara Melintang Garis Pantai	11
Gambar 2.2. Imbangan Sedimen Pantai	27
Gambar 3.1. Skema Makro Lokasi Penelitian	38
Gambar 3.2. Perhitungan Sudut Datang Gelombang	42
Gambar 3.3. Quadrat Square yang Digunakan	45
Gambar 3.4. Model Operasional Penyusunan Rencana Tata Ruang Pesisir Terpadu	47
Gambar 4.1. Mawar Angin selama tahun 1997-2001 Perairan Semarang, Demak, Jepara dan Sekitarnya	49
Gambar 4.2. Tanggapan Masyarakat Terhadap Perubahan Kondisi Lingkungan	52
Gambar 4.3. Tanggapan Masyarakat dengan Pengembangan Kawasan Pesisir	52
Gambar 4.4. Bidang Pengembangan Usaha dari Masyarakat	53
Gambar 4.5. Peta Sebaran Sedimen	55
Gambar 4.6. Peta arah Arus dan Kedalaman	60
Gambar 4.7. Peta Ekosistem	67
Gambar 4.8. Pengukuran Gelombang Terukur Dekat Garis Pantai	70
Gambar 4.9. Pengukuran Gelombang Terukur Jauh Garis Pantai	70
Gambar 4.10. Pengukuran Gelombang Pecah Dekat Garis Pantai	71
Gambar 4.11. Pengukuran Gelombang Pecah Jauh Garis Pantai	72
Gambar 4.12. Arus Pada Ujung Jawa Tengah (Semarang – Rembang) Pada Musim Barat	73
Gambar 4.13. Arus Pada Ujung Jawa Tengah (Semarang – Rembang) Pada Musim Timur	74
Gambar 4.14. Bentuk dan Ukuran Bangunan Pemecah Gelombang	86
Gambar 4.15. Siklus Pembaharuan Sumberdaya dalam Ekosistem	92
Gambar 4.16. Model Pengelolaan Wilayah Pesisir	101
Gambar 4.17. Peta Rencana Pengelolaan Kawasan Pesisir	113

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Data Pengukuran Gelombang dan Pengolahan Pada Stasiun 1	121
Lampiran 2. Data Pengukuran Gelombang dan Pengolahan Pada Stasiun 2	122
Lampiran 3. Data Pengukuran Gelombang dan Pengolahan Pada Stasiun 3	123
Lampiran 4. Data Pengukuran Gelombang dan Pengolahan Pada Stasiun 4	124
Lampiran 5. Data Pengukuran Gelombang dan Pengolahan Pada Stasiun 5	125
Lampiran 6. Data Pengukuran Gelombang dan Pengolahan Pada Stasiun 6	126
Lampiran 7. Data Pengukuran Gelombang dan Pengolahan Pada Stasiun 7	127
Lampiran 8. Data Pengukuran Gelombang dan Pengolahan Pada Stasiun 8	128
Lampiran 9. Data Pengukuran Gelombang dan Pengolahan Pada Stasiun 9	129
Lampiran 10. Data Pengukuran Gelombang dan Pengolahan Pada Stasiun 10	130
Lampiran 11. Data Analisis Ukuran Butiran Sedimen	131
Lampiran 12. Kurva Akumulasi Ukuran Butiran Sedimen Stasiun 1	133
Lampiran 13. Kurva Akumulasi Ukuran Butiran Sedimen Stasiun 2	134
Lampiran 14. Kurva Akumulasi Ukuran Butiran Sedimen Stasiun 3	135
Lampiran 15. Kurva Akumulasi Ukuran Butiran Sedimen Stasiun 4	136
Lampiran 16. Kurva Akumulasi Ukuran Butiran Sedimen Stasiun 5	137
Lampiran 17. Kurva Akumulasi Ukuran Butiran Sedimen Stasiun 6	138
Lampiran 18. Kurva Akumulasi Ukuran Butiran Sedimen Stasiun 7	139
Lampiran 19. Kurva Akumulasi Ukuran Butiran Sedimen Stasiun 8	140
Lampiran 20. Kurva Akumulasi Ukuran Butiran Sedimen Stasiun 9	141
Lampiran 21. Kurva Akumulasi Ukuran Butiran Sedimen Stasiun 10	142
Lampiran 22. Analisis Perpindahan Sedimen Stasiun 1	143
Lampiran 23. Analisis Perpindahan Sedimen Stasiun 2	144
Lampiran 24. Analisis Perpindahan Sedimen Stasiun 3	145
Lampiran 25. Analisis Perpindahan Sedimen Stasiun 4	146
Lampiran 26. Analisis Perpindahan Sedimen Stasiun 5	147
Lampiran 27. Analisis Perpindahan Sedimen Stasiun 6	148
Lampiran 28. Analisis Perpindahan Sedimen Stasiun 7	149
Lampiran 29. Analisis Perpindahan Sedimen Stasiun 8	150
Lampiran 30. Analisis Perpindahan Sedimen Stasiun 9	151

Lampiran 31.	Analisis Perpindahan Sedimen Stasiun 10	152
Lampiran 32.	Hasil Pengamatan dan Analisis Gastropoda	153
Lampiran 33.	Hasil Pengamatan dan Analisis Terumbu Karang	155
Lampiran 34.	Hasil Pengamatan dan Analisis Seagrass/Seaweed	155
Lampiran 35.	Perhitungan Bangunan Pemecah Gelombang	156

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara kepulauan di dunia yang mempunyai wilayah pesisir dan laut yang cukup luas. Memiliki sekitar 17.508 pulau besar dan kecil dengan luas wilayah laut sekitar 5,8 juta km² dengan panjang garis pantai sekitar 81.000 km (Dahuri, *et. al*, 1996) serta 472 sungai besar dan sungai kecil (Departemen Kehutanan, 1999).

Wilayah pesisir adalah daerah transisi antara daratan dan lautan. Ke arah darat wilayah pesisir meliputi bagian daratan, baik kering maupun terendam air, yang masih dipengaruhi oleh sifat-sifat laut, seperti pasang surut, angin laut, dan perembesan air asin, sedangkan ke arah laut, wilayah pesisir mencakup bagian yang masih dipengaruhi oleh proses alami yang terjadi di darat seperti sedimentasi dan aliran air tawar, maupun yang disebabkan oleh kegiatan manusia di darat seperti penggundulan hutan dan pencemaran. (Supriharyono, 2000a ; Dahuri, *et. al*, 1986).

Masyarakat pesisir merupakan bagian yang tidak dapat dipisahkan dengan pembangunan di wilayah pesisir. Kondisi sosial masyarakat pesisir yang kurang mendukung dalam pengelolaan pesisir yang lestari dan berkelanjutan akan memberi dampak negatif karena wilayah akan sering menjadi obyek pembangunan. Aktivitas masyarakat ini sering menyebabkan pengaruh terhadap ekosistem di daerah pesisir seperti ekosistem mangrove, terumbu karang dan padang lamun.

Fungsi dari ekosistem di daerah pesisir sangat besar bagi kehidupan manusia. Potensi di daerah pesisir secara garis besar terdiri dari tiga kelompok : (1) sumber daya yang dapat pulih (*renewable resources*), (2) sumber daya tak dapat pulih (*non renewable resources*), (3) jasa-jasa lingkungan (*environmental services*) (Dahuri, *et. al*, 1986). Ekosistem terumbu karang merupakan salah satu contoh suatu ekosistem yang mempunyai produktivitas organik yang tinggi

dibandingkan dengan ekosistem lainnya. Ekosistem terumbu karang, mangrove, padang lamun dan ekosistem estuarin selain mempunyai fungsi ekologis sebagai penyedia nutrisi bagi biota perairan, pelindung fisik, tempat pemijahan, tempat tinggal dan asuhan bagi berbagai biota, juga merupakan produsen berbagai produk yang mempunyai nilai ekonomis tinggi seperti berbagai jenis ikan, udang, alga, teripang dan kerang mutiara dan lain-lain (Dahuri, *et. al*, 1986).

Dilihat dari permasalahan pembangunan kawasan pesisir, ternyata banyak dijumpai berbagai hal yang kontradiktif, ambivalensi dan antagonistik dalam hubungannya antara potensi sumberdaya alam (kawasan pesisir dan kelautan), kondisi sosial ekonomi masyarakat dengan mutu lingkungan hidup serta fungsi ekologis kawasan pesisir/pantai di sisi lain.

Salah satu pengaruh nyata terhadap sumber daya alam adalah ekosistem terumbu karang. Ekosistem terumbu karang (*coral reefs*) adalah kumpulan organisme yang hidup di dasar perairan laut dangkal terutama di daerah tropis. Terumbu karang disusun oleh karang-karang jenis anthozoa dari kelas Scleractinia, yang termasuk *hermatypic coral* atau jenis-jenis karang yang mampu membuat bangunan atau kerangka karang dari kalsium karbonat (CaCO_3) cukup kuat, sehingga koloni karang mampu menahan gaya gelombang air laut. Sedangkan asosiasi organisme-organisme yang dominan hidup di sini disamping Scleractinia coral adalah algae yang banyak diantaranya juga mengandung Kapur (Dawes, 1981).

Ekosistem mangrove merupakan ekosistem yang mempunyai kondisi yang khas. Cara adaptasi yang bagus di daerah pasang surut dengan pneumatophor agar dapat melakukan pernapasan langsung dari udara. Demikian juga pada ekosistem padang lamun yang mempunyai fungsi sebagai daerah pencarian makanan dan juga daerah asuhan karena mempunyai tingkat produktivitas primer yang tinggi, padang lamun dapat juga sebagai *barrier* dari gelombang besar sehingga dapat membuat perairan sekitarnya lebih tenang dan dapat menjadi *sedimen trap*.

Permasalahan di kawasan ekosistem pesisir dapat dikelompokkan menjadi dua yaitu (1) permasalahan yang berasal dari kawasan itu sendiri sebagai akibat dari pemakaian ruang dan sumberdaya, dan (2) persoalan yang berasal dari

kegiatan di luar wilayah pesisir tetapi mempunyai akibat atau dampak terhadap proses dan sistem wilayah pesisir. Oleh karena itu kajian kawasan pesisir harus senantiasa dilakukan dengan memadukan kedua kelompok persoalan ini. Permasalahan *internal* kawasan pesisir sebagai akibat penggunaan langsung lingkungan dan sumberdaya meliputi: pengurangan sumber daya serta kehilangan dan pengrusakan lingkungan yang mengarah pada kompetisi ruang (lahan dan air) serta konflik antara pemakainya (Pernetta dan Elder, 1993). Permasalahan yang berasal dari luar yang mempengaruhi lingkungan dan sumber daya estuaria meliputi perubahan terhadap: jumlah air tawar di daerah estuaria, jumlah endapan (sedimen) alam, keseimbangan nutrien (pencemaran) dan degradasi habitat.

Sejalan dengan semakin menipisnya *mangrove* dan terumbu karang dan kerusakan lamun, laju abrasi/erosi di kawasan pesisir menunjukkan kecenderungan yang semakin tinggi. Hal ini diindikasikan oleh kenyataan yang menunjukkan bahwa garis pantai di beberapa tempat seperti di Kalimantan barat dan Rembang, hampir menyentuh badan jalan, merusak areal kebun kelapa penduduk dan lahan pertanian lainnya. Kerusakan pesisir diperkirakan mempunyai besaran dampak lebih dari 80 %, dimana abrasi sudah berjarak sekitar 3 -5 m saja dari posisi jarak lima tahun yang lalu (sekitar 30- 40 m) (Setiono, *et. al*, 2001).

Permasalahan pokok yang menyebabkan kerusakan lingkungan pesisir tersebut di atas adalah akibat atau dampak dari pengambilan (eksploitasi) terumbu karang (batu karang) untuk pondasi bangunan dermaga/pelabuhan, pemukiman penduduk serta keperluan lainnya yang berlangsung secara intensif, terutama dalam sepuluh tahun terakhir ini, baik yang berbentuk terumbu *massive* maupun terumbu karang keras (Setiono, *et. al*, 2001). Demikian juga penebangan pohon mangrove untuk lahan pertanian, pertambakan/perikanan budi daya, industri, pemukiman dan lain sebagai akan memberi dampak negatif dan mempercepat kerusakan lingkungan.

Kerusakan terumbu karang, mangrove, padang lamun dan estuarin juga dapat disebabkan secara alami akibat terjadi pengendapan sedimen secara berlebihan sehingga dapat menutupi karang itu sendiri, menghambat pertumbuhan

tunas mangrove dan menutup lamun dan membuat dangkal perairan yang merubah aliran air. Pengendapan sedimen di kawasan terumbu karang dan kawasan mangrove terjadi karena kondisi perairan terumbu karang dan daerah pasang surut mangrove umumnya tenang sehingga sedimen akan mengalami *konsolidasi*. Sedimen ini dapat berasal dari daerah sekitar yang mengalami perpindahan karena arus dan gelombang. Gelombang yang menjalar menuju pantai membawa massa air dan momentum dalam arah penjalaran gelombang. Perpindahan massa dan momentum tersebut menimbulkan arus di sekitar pantai. Di beberapa daerah yang dilintasinya, perilaku gelombang dan arus yang ditimbulkannya berbeda. Daerah yang dilintasi gelombang tersebut adalah *offshore zone*, *surf zone* dan *swash zone*. Di daerah lepas pantai (*offshore zone*), yaitu daerah yang terbentang dari lokasi gelombang pecah ke arah laut, gelombang menimbulkan gerak orbit partikel air. Orbit lintasan partikel tidak tertutup sehingga menimbulkan transpor massa air. Transpor massa tersebut dapat disertai dengan terangkutnya sedimen dasar dalam arah menuju pantai (*onshore*) dan meninggalkan pantai (*offshore*). Sedimen dapat berasal dari lautan maupun daratan yang terbawa arus sepanjang pantai dan tegak lurus pantai. Gelombang yang pecah di *surf zone* akan menimbulkan arus dan turbulensi yang sangat besar yang dapat mengerakkan sedimen dasar. Setelah pecah, gelombang melintasi *surf zone* menuju pantai. Di daerah ini kecepatan partikel air hanya bergerak dalam arah penjalaran gelombang. Di *swash zone*, gelombang yang sampai di garis pantai menyebabkan massa air bergerak ke atas dan kemudian turun kembali pada permukaan pantai. Gerak massa air tersebut disertai dengan terangkutnya sedimen.

Pada suatu pantai yang panjang dapat terjadi beberapa sirkulasi arus yang tergantung pada kondisi topografi di daerah tersebut. Komponen-komponen dari sirkulasi ini adalah transpor massa air ke arah darat yang terjadi pada waktu gelombang pecah, arus sejajar pantai dan *rip current*. *Rip current* ini mempunyai kecepatan yang sangat besar sehingga dapat menyebabkan terbawanya sedimen pantai.

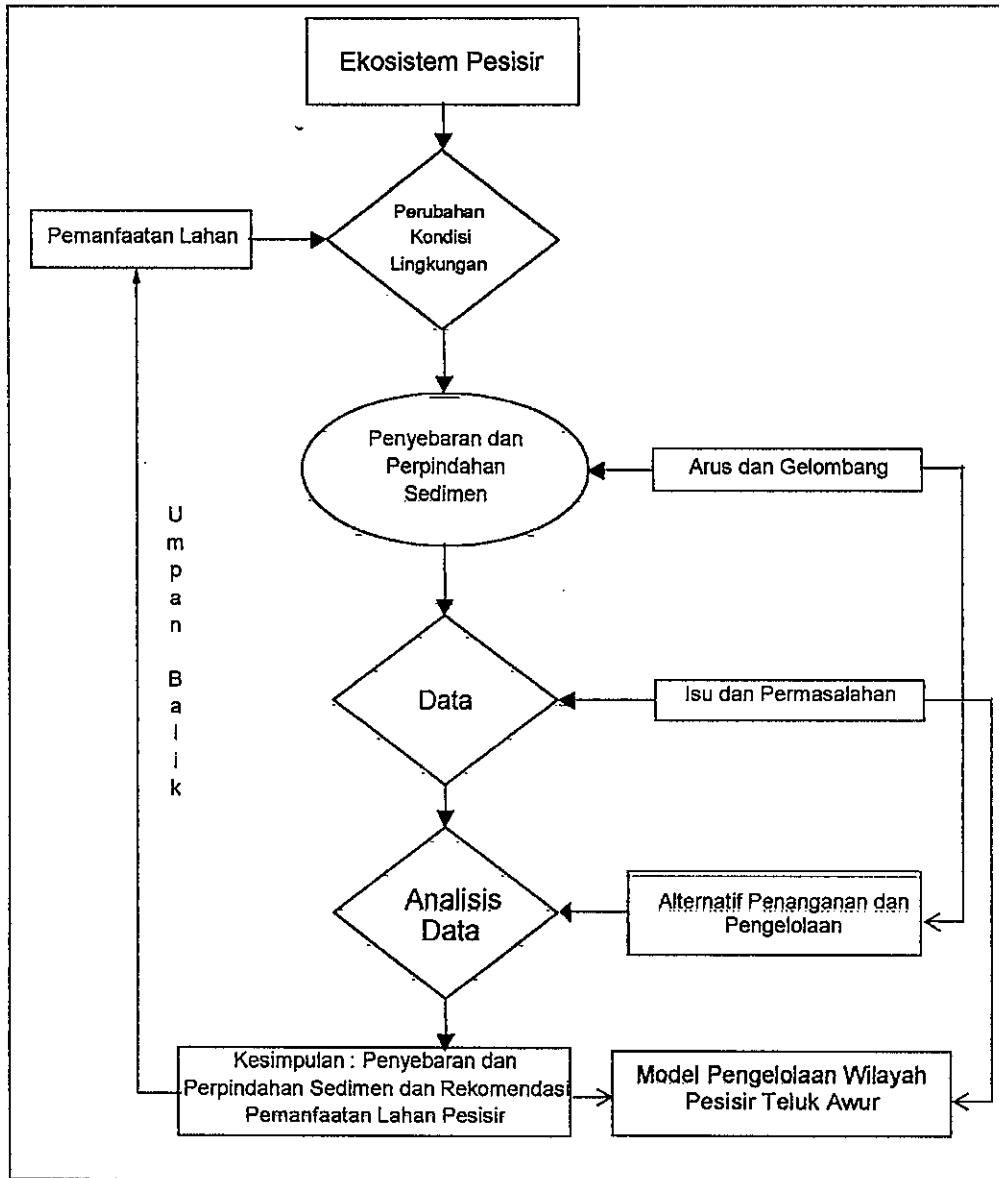
Di daerah penelitian mempunyai kondisi kawasan pesisir yang berbeda satu lokasi terlindungi oleh terumbu karang dan lokasi lainnya tidak terlindungi oleh terumbu karang. Pada kawasan pantai yang terlindungi oleh terumbu karang, terlihat bahwa kondisi pantainya pada musim barat dengan kondisi gelombang yang besar akibatnya fungsi terumbu karang sebagai *barrier* gelombang kurang berfungsi, sedang pada daerah yang tidak terlindungi kondisi pesisirnya mengalami akresi, akibat perpindahan sedimen dari tempat lain. Daratan semakin bertambah maju. Pemanfaatan lahan di kawasan ini sangat beragam antara lain sebagai daerah pemukiman, pariwisata dengan dibangunnya beberapa rumah sebagai *cottage*, perikanan tangkap dengan ditempatkannya beberapa jala apung serta dibangunnya dermaga.

1.2. Permasalahan

Dengan melihat kondisi pesisir daerah penelitian yang berada di daerah teluk dengan kondisi fisik dan pemanfaatan yang berbeda, yakni terdapat daerah pesisir yang terlindungi dan daerah pesisir yang tidak terlindungi oleh terumbu karang.. Pada daerah yang terlindungi kondisi pantainya menunjukkan gejala kerusakan yang parah akibat abrasi kemudian adanya kegiatan manusia yang semakin menambah kerusakan lingkungan.. Sedang untuk daerah yang tidak terlindungi cenderung mempunyai daerah yang baik karena adanya penambahan sedimen akibat akresi.

Kajian pengelolaan wilayah pesisir harus secara terpadu oleh semua pihak yang mempunyai kepentingan dengan wilayah pesisir ini dan juga terpadu semua aspek yang mempengaruhi wilayah ini. Salah satu kajian ini adalah perpindahan sedimen. Perpindahan sedimen yang terjadi pada daerah penelitian dapat menerangkan kondisi stabilitas pantai pesisir ini. Pola atau karakteristik perpindahan sedimen di daerah terumbu karang akan berbeda dengan pola perpindahan sedimen di daerah yang tidak terlindungi. Dengan mengkaji perpindahan sedimen di daerah ini dapat menjadi dasar analisis pengembangan kawasan pesisir. Perpindahan sedimen merupakan faktor utama dalam

perkembangan profil suatu kawasan pesisir karena terjadi perpindahan sedimen dari satu tempat ke tempat lain. Pada daerah yang terangkut sedimennya akan mengalami abrasi seperti yang terjadi pada pantai sebelah timur bangunan *jetty*, sedang sebagai imbangannya daerah lain yang mendapatkan sedimen akan mengalami akresi. Hal ini perlu untuk ditangani agar tidak menyebabkan kerugian yang besar dan dibuat langkah-langkah pencegahan dalam suatu pengelolaan wilayah yang utuh dan terintegral antara semua aspek. Alur dari penelitian ini tergambar dalam Gambar 1.1. di bawah ini.



Gambar 1.1. Bagan Alur Pendekatan Masalah

1.3. Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengkaji perpindahan sedimen dan penyebaran sedimen di kawasan Teluk Awur

2. Menganalisis perpindahan sedimen dalam mencari alternatif penanganan dan pencegahan dampak yang ditimbulkan akibat perpindahan sedimen ini.
3. Memberikan rekomendasi pengelolaan wilayah berdasarkan perpindahan sedimen yang didukung aspek lain seperti aspek biologi, sosial dan budaya di daerah Teluk Awur.
4. Membuat model pengelolaan daerah terabrasi dan terakresi pada wilayah pesisir Teluk Awur.

1.4. Pembatasan Masalah

Penelitian hanya melakukan kajian pada perpindahan sedimen dan penyebaran sedimen akibat energi gelombang dan arus sepanjang pantai. Materi penelitian dari aspek biologi meliputi jenis, keanekaragaman dan keseragaman biota benthos serta jenis dan luasan daerah penutupan untuk terumbu karang dan lamun, sedang aspek sosial dan budaya meliputi mata pencaharian, tingkat pendidikan, kepentingan dan keinginan pengembangan pesisir di masyarakat Teluk Awur.

1.5. Keaslian Penelitian

Penelitian yang dilakukan oleh Widada pada tahun 2000 yang menggambarkan kondisi laju sedimentasi pada muara Sungai Tuntang Lama di Kabupaten Demak. Penelitian ini didasarkan pada perimbangan perpindahan sedimen oleh arus sungai dan laju sedimentasinya serta interpretasi bentuk akumulasi endapan yang terjadi pada muara sungai. Sedang penelitian yang dilakukan oleh Sunoto (2001) yang dilakukan di perairan pantai Semarang dengan mengkaji pola perpindahan sedimen sepanjang pantai (*longshore transport*) Semarang antara Muara Sungai Banjir Kanal Barat dan Sungai Banjir Kanal Timur. Untuk penelitian yang dilakukan oleh Soebagio (2001), membuat

perencanaan pengelolaan wilayah pesisir dengan pendekatan sumber daya alam dan kegiatan ekonomi masyarakat di Kepulauan Seribu, Jakarta.

Penelitian ini berbeda dengan tiga penelitian yang tersebut diatas walaupun memiliki persamaan. Perbedaan ini terjadi karena pada penelitian ini pendekatan pengelolaan wilayah pesisir dilakukan dengan analisis kajian perpindahan dan penyebaran sedimen.

1.6. Manfaat Penelitian

A. Pemerintah Daerah

Penelitian akan bermanfaat bagi pemerintah daerah sebagai bahan pertimbangan kebijaksanaan pengelolaan dan penataan kawasan pesisir sehingga dapat mendukung keberlangsungan pembangunan dengan memperhatikan aspek perpindahan dan penyebaran sedimen.

B. Masyarakat

Penelitian ini juga dapat dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai dasar informasi penataan lingkungan khususnya untuk kepentingan penataan kawasan pemukiman dengan memperhatikan perpindahan dan penyebaran sedimen ini sehingga dapat mengurangi dampak negatif yang akan timbul.

C. Pengembangan Ilmu

Penelitian ini dapat menambah kasanah pengetahuan dan pengembangan ilmu pengetahuan dalam bidang *Coastal Engineering dan Management* dengan kajian perpindahan dan penyebaran sedimen di kawasan pesisir.

1.7. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Pebruari sampai Maret 2003 mulai dari survei lapangan, pengambilan sampel dengan lokasi kawasan pesisir Teluk Awur, Jepara, sedang analisis butiran sedimen dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

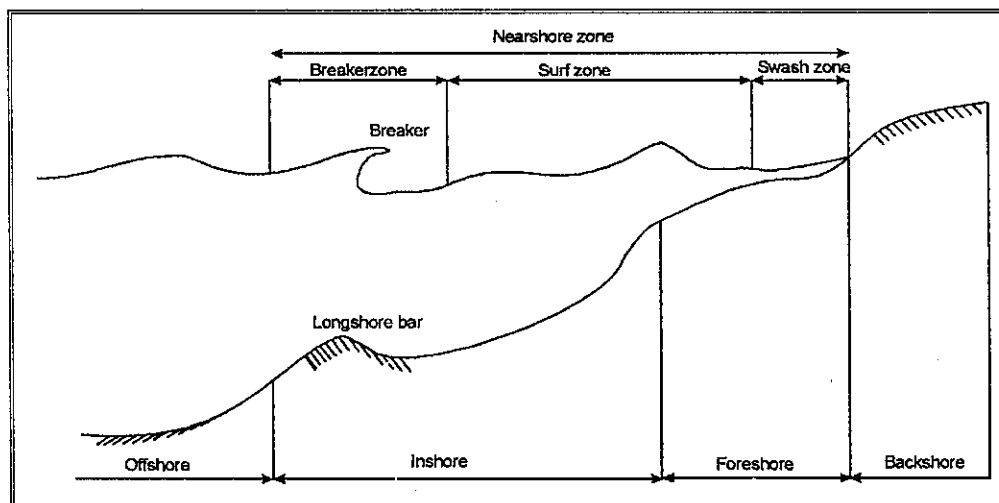
2.1. Tinjauan Pustaka

2.1.1. Pembagian Wilayah Pesisir

Dalam pengelolaan wilayah pesisir ini, pembagian wilayah dapat berdasarkan pengaruh dari lautan maupun dari daratan maupun kondisi topografi pesisir. Pada pembagian wilayah yang secara melintang terhadap garis pantai terutama ke arah laut didasarkan pada kedalaman dan sifat gelombangnya. Gelombang yang merambat dari laut dalam menuju pantai mengalami perubahan bentuk karena pengaruh perubahan kedalaman laut. Berkurangnya kedalaman laut menyebabkan semakin berkurangnya panjang gelombang dan bertambahnya tinggi gelombang. Pada saat kemiringan gelombang (perbandingan antara tinggi dan panjang gelombang) mencapai batas maksimum, gelombang akan pecah. Gelombang yang pecah tersebut merambat terus ke arah pantai sampai akhirnya gelombang bergerak naik turun pada permukaan pantai. (*uprush* dan *downrush*). Garis gelombang pecah merupakan batas perubahan perilaku gelombang dan juga perpindahan sedimen pantai. Daerah dari garis gelombang pecah ke arah laut disebut dengan *offshore*. Sedangkan daerah yang terbentang ke arah pantai dari garis gelombang pecah dibedakan menjadi tiga daerah yaitu *breaker zone*, *surf zone* dan *swash zone*. *Surf zone* adalah daerah yang terbentang antara bagian dalam dari gelombang pecah dan batas naik turunnya gelombang di pantai. Pantai yang landai mempunyai *surf zone* yang lebar. *Swash zone* adalah daerah yang dibatasi oleh garis batas tertinggi naiknya gelombang dan batas terendah turunnya gelombang di pantai (Triatmodjo, 1999).

Ditinjau dari profil pantai, daerah ke arah pantai dari garis gelombang pecah dibagi menjadi tiga daerah yaitu *inshore*, *foreshore* dan *backshore*. Perbatasan antara *inshore* dan *foreshore* adalah batas antara air laut pada saat muka air rendah dan permukaan pantai. Proses gelombang pecah di daerah

inshore sering menyebabkan terbentuknya *longshore bar*, yaitu gunduk pasir yang memanjang dan kira-kira sejajar dengan garis pantai. *Foreshore* adalah daerah yang terbentang dari garis pantai pada saat muka air rendah sampai batas atas dari *uprush* pada saat air pasang tinggi. Profil pantai di daerah ini mempunyai kemiringan yang lebih curam dari pada profil di daerah *inshore* dan *backshore*. *Backshore* adalah daerah yang dibatasi oleh *foreshore* dan garis pantai yang terbentuk pada saat terjadi gelombang badai bersamaan dengan muka air tinggi (Triatmodjo,1999 dan Sorensen,1991).



Gambar 2.1. Pembagian Wilayah Daerah Pantai Secara Melintang Garis Pantai

Wilayah pesisir merupakan daerah yang sangat intensif dimanfaatkan untuk kegiatan manusia, seperti sebagai kawasan pusat pemerintahan, pemukiman, industri, pelabuhan, pertambangan, pertanian/perikanan, pariwisata dan sebagainya. Adanya berbagai kegiatan tersebut dapat menimbulkan peningkatan kebutuhan akan lahan, prasarana dan sebagainya, yang selanjutnya akan mengakibatkan timbulnya masalah-masalah baru seperti beberapa hal berikut ini (Triatmodjo,1999).

1. Erosi pantai, yang merusak kawasan pemukiman dan prasarana kota yang berupa mundurnya garis pantai. Erosi pantai bisa terjadi secara alami oleh serangan gelombang atau karena adanya kegiatan manusia seperti

penebangan hutan bakau, pengambilan karang pantai, pembangunan pelabuhan atau bangunan pantai lainnya, perluasan areal tambak ke arah laut tanpa memperhatikan wilayah sempadan pantai dan sebagainya.

2. Tanah timbul sebagai akibat endapan pantai dan menyebabkan majunya garis pantai. Majunya garis pantai, di satu pihak dapat dikatakan menguntungkan karena timbulnya lahan baru, sementara di pihak lain dapat menyebabkan masalah drainasi perkotaan di daerah pantai.
3. Pembelokan atau pendangkalan muara sungai yang dapat menyebabkan penyumbatan aliran sungai sehingga mengakibatkan banjir di daerah hulu.
4. Pencemaran lingkungan akibat limbah dari kawasan industri atau pemukiman/perkotaan yang dapat merusak ekologi.
5. Penurunan tanah dan intrusi air asin ke akuifer akibat pemompaan air tanah yang berlebihan.

2.1.2. Ekosistem Pesisir

Pada daerah pesisir mempunyai berbagai macam ekosistem seperti ekosistem terumbu karang, mangrove, padang lamun dan estuarin. Masing-masing ekosistem ini mempunyai keterkaitan antara satu dengan yang lain lainnya. Pada ekosistem ini mempunyai karakteristik kekhasan yang berbeda pula akibat adaptasi organisme terhadap lingkungannya yang berbeda pula.

A. Terumbu Karang

Terumbu karang (*coral reefs*) merupakan masyarakat organisme yang hidup di dasar perairan laut dangkal terutama di daerah tropis. Terumbu karang terutama disusun oleh karang-karang jenis anthozoa dari kelas Scleractinia, yang termasuk *hermatypic coral* atau jenis-jenis karang yang mampu membuat bangunan atau kerangka karang dari kalsium karbonat (CaCO_3) cukup kuat, sehingga koloni karang mampu menahan gaya gelombang air laut. Sedangkan asosiasi organisme-organisme yang dominan hidup di sini disamping Scleractinia coral adalah algae yang banyak diantaranya juga mengandung Kapur (Dawes, 1981).

Khusus tentang manfaat terumbu karang sebagai penahan gelombang dan pelabuhan, secara alami keberadaan terumbu karang dapat melindungi pantai dari bahaya abrasi. Demikian pula *breakwater* alami ini berfungsi untuk melindungi *back reef* dari gelombang besar. Laguna atau goba di daerah *back reef* bisa sangat dalam dan sangat jernih, sehingga terumbu karangnya bisa tumbuh sangat subur. Disamping itu karena bebas dari serangan badai atau ombak besar, laguna di daerah tersebut sering dimanfaatkan sebagai pelabuhan pendaratan perahu atau kapal (Supriharyono,2000b).

B. Padang Lamun

Lamun (*sea grass*) adalah tumbuhan berbunga yang sudah sepenuhnya menyesuaikan diri untuk hidup terbenam dalam laut. Tumbuhan ini terdiri dari rhizome, daun dan akar, rhizome merupakan batang yang terbenam dan merayap secara mendatar, serta berbuku-buku. Dengan rhizome dan akarnya inilah tumbuhan tersebut dapat menancapkan diri dengan kokoh di dasar laut sehingga tahan terhadap hempasan gelombang dan arus. Padang lamun juga dapat memperlambat gerakan air yang disebabkan oleh arus dan gelombang hingga menyebabkan perairan sekitarnya menjadi lebih tenang. Dengan demikian ia bertindak sebagai penangkap sedimen dan sebagai pelindung pantai, pencegah erosi. Meskipun padang lamun merupakan ekosistem yang penting namun pemanfaatan langsung tumbuhan lamun untuk kebutuhan manusia tidak banyak dilakukan (Nontji,1993).

Padang lamun adalah ekosistem yang ditumbuhi lamun sebagai vegetasi yang dominan (Tomascik *et al.*, 1997 ; Wibowo *et al.*, 1996). Wilayah ini terdapat antara batas terendah daerah pasang surut sampai kedalaman tertentu di mana matahari masih dapat mencapai dasar laut. Padang lamun mendukung kehidupan biota yang cukup beragam dan berhubungan satu sama lain. Jaringan makanan yang terbentuk antara padang lamun dan biota lain adalah sangat kompleks. Di samping itu, padang lamun adalah "pengekspor": bahan organik ke ekosistem lain seperti ekosistem terumbu karang dan hutan bakau melalui hewan-hewan herbivora atau melalui proses dekomposisi sebagai serasah. Keaneka

ragaman biota padang lamun adalah cukup tinggi. Sejumlah invertebrata: moluska (*Pinna*, Lambis, dan *Strombus*); Echinodermata (teripang - *Holothuria*, bulu babi - *Diadema sp.*), dan bintang laut (*Archaster*, *Linckia*); serta Krustasea (udang dan kepiting).

C. Ekosistem Mangrove

Hutan mangrove adalah tipe hutan yang khas terdapat di sepanjang pantai atau muara sungai yang dipengaruhi oleh pasang surut air laut. Acapkali ia disebut pula sebagai hutan pantai, hutan pasang surut, hutan payau atau hutan bakau. Segala tumbuhan dalam hutan ini saling berinteraksi dengan lingkungannya, baik yang bersifat biotik maupun yang abiotik. Dan seluruh sistem yang saling bergantung ini membentuk apa yang kita kenal sebagai ekosistem mangrove (Nontji,1993).

Mangrove tumbuh pada pantai-pantai yang terlindung atau pantai-pantai yang datar. Biasanya di tempat yang tak ada muara sungainya hutan mangrove terdapat agak tipis, namun pada tempat yang mempunyai muara sungai dan delta yang aliran airnya banyak mengandung lumpur dan pasir, mangrove biasanya tumbuh meluas. Mangrove tidak tumbuh di pantai yang terjal dan berombak besar dengan arus pasang surut yang kuat karena hal ini tak memungkinkan terjadinya pengendapan lumpur dan pasir, substrat yang diperlukan untuk pertumbuhannya (Nontji,1993 dan Hutabarat dan Evans,1985).

Mangrove berada di lingkungan yang keras karena genangan pasang surut air laut, perubahan salinitas yang besar, perairan yang berlumpur tebal dan anaerobik, maka pohon-pohon mangrove telah beradaptasi, baik secara morfologis maupun fisiologis. Adaptasi tersebut antara lain dapat dilihat pada bentuk sistem perakaran yang khas. Perakaran ini berfungsi antara lain untuk membantu mangrove bernafas dan tegak berdiri. Ada jenis-jenis yang mempunyai akar horisontal di dalam tanah dan di sana-sini mencuat ke luar, tegak bagaikan tonggak-tonggak tajam seperti api-api (*Avicennia*). Adapun yang akarnya tersembul ke permukaan dan melengkung bagaikan lutut seperti pada tanjung (*Bruguiera*). Selain itu ada pula yang akar-akarnya mencuat dari batang,

bercabang-cabang mengarah ke bawah dan menggantung kemudian masuk ke tanah seperti pada bakau (*Rhizophora*) (Nontji, 1993).

Manfaat dari ekosistem mangrove secara ekologis dan non ekologis. Pemanfaatan ekosistem mangrove secara ekologis dapat sebagai daerah pembiakan dan daerah asuhan sehingga mempunyai nilai ekonomis yang penting. Manfaat ekosistem mangrove secara non ekologis ialah melindungi garis pantai dari erosi. Akar-akarnya yang kokoh dapat merendam pengaruh gelombang. Selain itu akar-akar mangrove dapat pula menahan lumpur sehingga lahan mangrove bisa semakin luas tumbuh ke luar, mempercepat terbentuknya lahan timbul. Mengingat berbagai fungsi penting hutan mangrove maka penebangan atau pengalihan fungsinya menjadi tambak, lahan pertanian atau pemukiman harus dilakukan dengan hati-hati (Nontji, 1993).

D. Ekosistem Estuarin

Estuarin adalah perairan yang semi tertutup yang berhubungan bebas dengan laut, sehingga air laut dengan salinitas tinggi dapat bercampur dengan air tawar (Pitchard, 1967 dalam Supriharyono, 2000a). Kombinasi pengaruh air laut dan air tawar tersebut akan menghasilkan suatu komunitas yang khas, dengan kondisi lingkungan yang bervariasi, antara lain :

1. Tempat bertemunya arus air sungai dengan arus pasang surut, yang berlawanan menyebabkan suatu pengaruh yang kuat pada sedimentasi, pencampuran air, dan ciri-ciri fisika lainnya, serta membawa pengaruh besar pada biotanya.
2. Pencampuran kedua macam air tersebut menghasilkan suatu sifat fisika lingkungan khusus yang tidak sama dengan sifat air sungai maupun sifat air laut.
3. Perubahan yang terjadi akibat adanya pasang surut mengharuskan komunitas mengadakan penyesuaian secara fisiologis dengan lingkungan sekelilingannya.
4. Tingkat kadar garam di daerah estuarin tergantung pada pasang surut air laut, banyaknya aliran air tawar dan arus-arus lain, serta topografi daerah

estuarin tersebut. Karenanya sistem ekologi di daerah estuarin dengan adanya kadar garam yang berbeda-beda ini, juga berbeda.

Perpaduan antara beberapa sifat fisik estuaria mempunyai peranan yang penting terhadap kehidupan biota estuaria. Beberapa sifat fisik yang penting adalah sebagai berikut (Rustam,2003) :

1. Salinitas, estuaria memiliki gradien salinitas yang bervariasi, terutama bergantung pada masukan air tawar dari sungai dan air laut melalui pasang surut. Variasi ini menciptakan kondisi yang menekan bagi organisme, tapi mendukung kehidupan biota yang padat dan juga menangkai predator dari laut yang pada umumnya tidak menyukai perairan dengan salinitas yang rendah.
2. Substrat, sebagian besar estuaria didominasi oleh substrat berlumpur yang berasal dari sedimen yang dibawah melalui air tawar dan air laut. Sebagian besar partikel Lumpur estuaria bersifat organik, sehingga substrat ini kaya akan bahan organik. Bahan organik ini menjadi cadangan makanan yang penting bagi organisme estuaria.
3. Sirkulasi Air. Selang waktu mengalirnya air tawar ke dalam estuaria dan masuknya air laut melalui arus pasang-surut menciptakan suatu gerakan dan perpindahan air yang bermanfaat bagi biota estuaria, khususnya plankton yang hidup tersuspensi dalam air.
4. Pasang Surut, Arus pasang surut berperan penting sebagai pengangkut hara dan plankton. Disamping itu arus ini juga berperan untuk mengencerkan dan menggelontorkan limbah yang sampai di estuaria.
5. Penyimpangan Zat Hara. Peranan estuaria sebagai penyimpan zat hara sangat besar. Pohon bakau dan rumput laut serta ganggang lainnya dapat mengkonversi zat hara dan menyimpannya sebagai bahan organik yang akan digunakan kemudian oleh organisme hewani.

2.1.3. Sedimen Laut

Seluruh permukaan dasar lautan ditutupi oleh partikel-partikel sedimen yang telah diendapkan secara perlahan-lahan dalam jangka waktu berjuta-juta tahun. Secara relatif ketebalan lapisan sedimen yang terdapat di banyak bagian laut, mempunyai variasi kedalaman yang berbeda-beda dari sekitar 600 meter di lautan Pasifik, antara 500 sampai 1000 meter di Lautan atlantik, 4000 meter di Laut Antartika dan 9000 meter Puerto Rico Trench (Sahala dan Evans,1985). Sedimen terutama terdiri dari partikel-partikel yang berasal dari hasil pembongkaran batu-batuan dan potong-potongan yang berasal dari kulit (*shell*) serta sisa rangka-rangka dari organisme laut.

Ada beberapa pengertian dari sedimentasi atau juga disebut proses pengendapan. Menurut Krumbein dan Sloss (1971) dalam Pipkin (1977) sedimentasi berdasarkan ilmu geologi dan stratigrafi adalah proses-proses yang berperan atas terbentuknya batuan sedimen. Selanjutnya disebutkan bahwa urutan proses sedimentasi adalah meliputi proses : pelapukan, perpindahan, deposisi (sedimentasi), serta lithifikasi (pembatuan).

Menurut Pipkin (1977) sedimen adalah material atau pecahan dari batuan, mineral dan material organik yang dipindahkan dari berbagai sumber air darat maupun laut dan didepositkan oleh udara, angin, es, dan air. Selain itu ada juga yang dapat diendapkan dari material yang melayang dalam air (suspensi) atau dalam bentuk kimia pada suatu tempat (presipitasi kimia).

Batuan sedimen dibentuk dari batuan yang telah ada oleh kekuatan luar (gaya) dalam geologi, oleh pelapukan, gaya-gaya air, pengikisan angin maka batuan-batuan yang telah ada seperti batuan beku dihancurkan, diangkut dan kemudian diendapkan di tempat-tempat yang rendah letaknya, misalnya di laut, samudera atau danau (Katili,1963).

Pada permukaan dasar laut terdapat tiga sumber material dari sedimen yang ditemukan. Drake (1978) menerangkan bahwa sumber tersebut, yaitu sumbernya dari daratan yang menyuplai material hancuran dan material terlarut,

sumber asli dari laut dan dari material angkasa luar. Dari ketiganya yang paling penting adalah sumber dari daratan.

Kebanyakan sumber dari material sedimen adalah daratan, dimana erosi dan pelapukan sangat nyata terhadap pengikisan daratan dan dipindahkan ke laut. Pelapukan adalah aksi dari tumbuhan dan bakteri, juga proses kimia, termasuk juga penghancuran batuan secara mekanik (Drake, 1978).

A. Klasifikasi Sedimen

Beberapa sumber sedimen di laut menurut Reineck (1975) dalam Drake (1978) terdiri atas :

1. Sedimen Lithogeneous

Sumber sedimen ini berasal dari erosi daratan, beberapa hancuran batuan keras pembentuk daratan. Pantai-pantai yang tererosi merupakan proses yang mendukung terhadap produk material sedimen di laut. Proses terjadinya erosi ini dipengaruhi oleh gelombang dan arus.

Gelombang merupakan agen paling merusak pantai. Kekuatan gelombang yang relatif kecil dapat mengerosi krakal (*pebble*) dan pasir secara terus-menerus dari pantai sehingga terjadi abrasi. Gelombang dengan swell yang kuat mempunyai pengaruh yang lebih kuat tetapi aksinya tidak tetap, jenis gelombang yang efektif terhadap pantai adalah gelombang badai. Hampir seluruh material pantai dapat dirusak dan diangkut ke laut lepas oleh gelombang ini.

Erosi oleh arus terutama oleh arus horisontal yang mengalir di dasar, kecepatan arus tersebut akan menentukan ukuran butir yang terangkut.

Erosi daratan merupakan aliran sedimen dari darat dibawa sungai sebagai agen perpindahan sedimen sampai di laut berupa lempung, sedang jenis kerikil dan pasir keberadaannya sangat sedikit.

Partikel batu-batuan diangkut dari daratan ke laut oleh sungai-sungai. Beberapa sungai di dunia yang mengalir di daerah daratan yang begitu luas akan memindahkan sejumlah besar sedimen ke dalam laut. Begitu sedimen

mencapai lautan penyebarannya kemudian ditentukan terutama oleh sifat-sifat fisik dari partikel-partikel itu sendiri, khususnya oleh lamanya mereka tinggal melayang-layang di lapisan air. Partikel-partikel yang berukuran besar cenderung untuk lebih cepat tenggelam dan menetap dari yang berukuran lebih kecil. Kecepatan tenggelamnya partikel-partikel ini telah turun, dimana jenis partikel pasir hanya memerlukan waktu kira-kira 1,8 hari untuk tenggelam dan mentap di atas lapisan atas dasar laut yang mempunyai kedalaman 4000 meter. Sedangkan jenis partikel lumpur yang berukuran lebih kecil membutuhkan waktu kira-kira 51 tahun pada kedalaman air yang sama. Oleh karena itu tidak mengherankan jikalau pasir akan segera diendapkan begitu sampai di laut dan cenderung untuk mengumpul di daerah dekat daratan (pantai) (Sahala dan Evans, 1985).

2. Sedimen Biogenous

Sedimen ini terbentuk dari sisa organisme yang hidup dan bahan organik yang mengalami dekomposisi. Sedimen yang berasal dari sisa-sisa organisme seperti cangkang dan rangka biota laut. Sedangkan sedimen organik yang berasal dari biota mati kemudian mengalami dekomposisi.

Sisa-sisa kerangka atau cangka dari organisme hidup juga akan membentuk endapan partikel-partikel halus yang dinamakan *ooze* yang biasanya mengendap pada daerah-daerah yang letaknya jauh dari pantai. Sedimen ini digolongkan ke dalam dua tipe utama yaitu *calcareous* dan *siliceous ooze*, dimana hal ini tergantung pada jenis organisme dari mana mereka berasal dan macam bahan yang telah bergabung ke dalam kulit atau rangka mereka (Sahala dan Evans, 1985).

Tipe Calcareous

- a. *Globerigina Ooze* : *Globerigina* adalah salah satu grup dari organisme yang bersel tunggal yang dikenal sebagai Foraminifera di mana kulitnya mengandung *calcium carbonat* (zat kapur). Sisa-sisa mereka membentuk *ooze* yang menutupi 35 % bagian permukaan dasar laut yang relatif kebanyakan dijumpai di daerah-daerah panas dunia.

- b. *Pteropod Ooze* : *Pteropod* adalah golongan moluska yang bersifat sebagai plankton di mana tubuh mereka mempunyai kulit (shell) yang mengandung kapur. *Ooze* yang terbentuk berjumlah 1 % saja, walaupun kadang-kadang mereka ini sudah bercampur dengan *ooze* dari jenis lain.

Tipe Siliceous

- a. *Diatom Ooze* : *Diatom* adalah golongan tumbuhan-tumbuhan yang bersel tunggal yang mempunyai kulit yang mengandung silica (*siliceous*). *Ooze* yang terbentuk menutupi 9 % permukaan dasar laut. Mereka banyak dijumpai di daerah-daerah yang lebih dingin yang bersalinitas rendah seperti di daerah lautan Hindia yang terletak pada bagian paling selatan.
- b. *Radiolaria Ooze* adalah golongan Protozoa bersel satu di mana bentuk endapnya menutupi 1-2 % permukaan dasar laut.
- c. *Red Clay Ooze* : Bentuk *ooze* ini mempunyai kandungan silica yang tertinggi, tetapi darimana asal mereka sampai saat ini masih merupakan pertanyaan. Pada waktu ini diduga bahwa butiran-butiran halus *ooze* yang terdapat di laut dalam berasal dari jenis sedimen biogeneous tetapi mereka telah mengalami perubahan-perubahan yang besar di dalam laut karena pengaruh tinggi tekanan dan tingginya konsentrasi asam karbon yang terdapat disana. Endapan-endapan *red clay* ini banyak dijumpai di bagian timur Lautan Hindia.

3. Sedimen Hidrogeous

Terbentuk sedimen ini disebabkan adanya reaksi kimia di dalam air laut. Hasil reaksi tersebut meletakkan partikel-partikel yang tidak terlarut dalam air sehingga tenggelam ke dasar laut. Deposist *magnetit*, *phosporit* dan *glaukonit* merupakan contoh hasil reaksi kimia di laut. Sebagai contoh, manganese nodules (bungkahan-bungkahan mangan) berasal dari endapan lapisan oksida dan hidroksida dari besi dan mangan yang terdapat di dalam sebuah rangkaian konsentris di sekitar pecahan batu atau runtuh puing-

puing. Jenis logam-logam lain seperti *copper* (tembaga), *cobalt* dan nikel juga tergabung di dalamnya. Reaksi kimia yang terbentuk di sini bersifat sangat lambat, untuk membentuk sebuah nodule yang besar diperlukan waktu selama berjuta-juta tahun dan proses ini kemudian akan terhenti sama sekali jika nodule telah terkubur di dalam sedimen. Sebagai akibatnya nodule-nodule ini menjadi begitu banyak dijumpai di lautan Pasifik daripada di lautan Atlantik. Hal ini disebabkan karena tingkat kecepatan proses sedimentasi untuk mengukur nodule-nodule yang terjadi di Lautan Pasifik lebih lambat jika dibandingkan dengan di lautan Atlantik (Sahala dan Evans,1985).

2.2. Landasan Teori

2.2.1. Sifat-sifat Sedimen Pantai

Sedimen pantai bisa berasal dari erosi garis pantai itu sendiri, dari daratan yang dibawa oleh sungai dan dari laut dalam yang terbawa arus ke daerah pantai. Sifat-sifat sedimen adalah sangat penting di dalam mempelajari proses erosi dan sedimentasi. Sifat-sifat tersebut adalah ukuran partikel dan distribusi butir sedimen, rapat massa, bentuk, kecepatan endap, tahanan terhadap erosi, dan sebagainya. Di antara beberapa sifat tersebut, distribusi ukuran butir adalah yang paling terpenting (Sorensen,1991).

1. Ukuran Partikel Sedimen

Sedimen pantai diklasifikasikan berdasarkan ukuran butir menjadi lempung, lumpur, pasir, kerikil, koral (pebble), cobble dan batu (boulder). Pada Tabel 1. menunjukkan klasifikasi menurut Wentworth, yang banyak digunakan dalam bidang teknik pantai (CERC,1984). Berdasarkan klasifikasi tersebut pasir mempunyai diameter antara 0,063 dan 2,0 mm yang selanjutnya dibedakan menjadi lima kelas. Material sangat halus seperti lumpur dan lempung berdiameter di bawah 0,063 mm yang merupakan sedimen kohesif.

Distribusi ukuran butiran biasanya dianalisis dengan saringan dan dipresentasikan dalam bentuk kurva persentase berat kumulatif. Pada umumnya

distribusi ukuran butiran mendekati distribusi log normal, sehingga sering digunakan pula skala satuan phi, yang didefinisikan sebagai :

$$\phi = -\log_2 D \quad 1$$

dengan D = Diameter butir (milimeter)

Ukuran butiran median D_{50} adalah paling banyak digunakan untuk ukuran butiran pasir. Berdasarkan distribusi log normal tersebut, ukuran butiran rerata D_m dan standart deviasi σ_D dapat dihitung dengan cara berikut (Sorensen,1991;Triatmodjo,1999):

$$D_m = \sqrt{D_{16}D_{84}} \quad 2$$

$$D_m = \sqrt{\frac{D_{84}}{D_{16}}} \quad 3$$

dengan notasi D_p adalah ukuran dimana P% dari berat sampel adalah lebih halus dari diameter butir tersebut. Untuk mengukur derajat penyebaran ukuran butir terhadap nilai rerata sering digunakan koefisien S_o yang didefinisikan sebagai :

$$D_m = \sqrt{\frac{D_{75}}{D_{25}}} \quad 4$$

Apabila $1,0 \leq S_o \leq 1,5$ ukuran butir pasir seragam, untuk $1,5 \leq S_o \leq 2,0$ penyebaran ukuran butir pasir sedang, sedang jika $2,0 \leq S_o$ gradasi ukuran pasir sangat bervariasi.

Tabel 2.1. Klasifikasi Ukuran Menurut Wentworth

Klasifikasi		Diameter Partikel	
		mm	Satuan phi
Bongkahan (Boulder)		256	- 8
Berangkal (Cobble)		128	- 7
		64	- 6
Kerakal (Pebble)	Besar	32	- 5
	Sedang	16	- 4
	Kecil	8	- 3
	Sangat Kecil	4	- 2
Kerikil		2	- 1
Pasir (Sand)	Sangat Kasar	1	0
	Kasar	0,5	1
	Sedang	0,25	2
	Halus	0,125	3
	Sangat Halus	0,063	4
Lanau (Silt)	Kasar	0,031	5
	Sedang	0,015	6
	Halus	0,0075	7
	Sangat Halus	0,0037	8
Lempung (Clay)	Kasar	0,0018	9
	Sedang	0,0009	10
	Halus	0,0005	11
	Sangat Halus	0,0003	12

Sumber : Sorensen (1991)

2. Rapat Massa, Berat Jenis dan Rapat Relatif

Rapat massa ρ adalah massa tiap satuan volume, sedang berat jenis γ adalah berat tiap satuan volume. Terdapat hubungan antara berat jenis dan rapat massa, yang mempunyai bentuk $\gamma = \rho g$. Rapat massa atau berat jenis sedimen merupakan fungsi dari komposisi mineral. Rapat relatif adalah perbandingan

antara rapat massa suatu zat dengan rapat massa air pada 4 °C. rapat massa air pada temperatur tersebut adalah 1000 kg/m³, sedang rapat relatif pasir adalah sekitar 2,65 (Sorensen,1991; Triatmodjo,1999).

Untuk sedimen kohesif rapat massa sedimen tergantung pada konsentrasi endapan. Konsentrasi endapan dipengaruhi oleh waktu konsolidasi. Rapat massa adalah konstan selama periode pengendapan. Mulai suatu waktu tertentu rapat massa naik dengan cepat dan kemudian berangsur-angsur sampai dicapai nilai maksimum (Owen *dalam* Nicholson,1986 *dalam* Triatmodjo,1999).

3. Laju Endap

Laju endap butiran sedimen juga penting di dalam mempelajari mekanisme perpindahan sedimen, terutama untuk sedimen suspensi. Untuk sedimen non kohesif seperti pasir, kecepatan endap dapat dihitung dengan rumus Stokes yang tergantung pada rapat massa sedimen dan air, viskositas air, dimensi dan bentuk partikel sedimen. Untuk sedimen kohesif, laju endap dipengaruhi oleh banyak faktor seperti konsentrasi sedimen suspensi, salinitas dan diameter partikel. Konsentrasi suspensi adalah parameter paling penting dalam proses flokulasi, yang berarti juga pada laju endap. Diameter butir sedimen berpengaruh terhadap proses flokulasi. Flokulasi berkurang dengan bertambahnya dimensi partikel karena kohesi berkurang (Sorensen,1991; Triatmodjo,1999).

2.2.2. Proses Sedimen di Perairan Pesisir

Di laut dalam, gerak partikel air karena gelombang jarang mencapai dasar. Sedang di laut dangkal, partikel air di dekat dasar bergerak maju dan mundur secara periodik. Kecepatan partikel air di dekat dasar naik dengan bertambahnya tinggi gelombang dan berkurang dengan kedalaman.

Kecepatan partikel air di dekat dasar (v_b) dinyatakan dalam bentuk tegangan geser dasar τ_b . Hubungan antara tegangan geser dasar dan kecepatan partikel air dinyatakan dalam bentuk (Triatmodjo,1999):

$$\tau_b = \rho v^2$$

dengan :

$$v = \sqrt{\frac{f}{2}} v_b$$

6

dimana ρ = rapat massa air,
 v = kecepatan geser dan
 f = faktor gesekan.

Kecepatan partikel air di dekat dasar atau yang dinyatakan dalam bentuk tegangan geser tersebut berusaha untuk menarik sedimen dasar. Sementara itu sedimen dasar memberikan tahanan yang dinyatakan dalam bentuk kecepatan kritik erosi v_{bc} atau tegangan kritik erosi τ_{ce} . Kedua parameter tersebut (v_{bc} dan τ_{ce}) tergantung pada sifat sedimen dasar seperti diameter, bentuk dan rapat massa sedimen untuk sedimen non kohesif (pasir) dan kohesifitas antara partikel untuk sedimen kohesif (lumpur, lempung).

Di pandang dasar laut berpasir yang datar. Apabila kecepatan di dekat dasar sangat kecil yang berarti juga tegangan geser dasar, partikel sedimen tidak bergerak ($v_{bc} < \tau_{ce}$). Selanjutnya apabila kecepatan bertambah (juga tegangan geser dasar τ_b , sampai pada suatu kecepatan tertentu beberapa butiran mulai bergerak yang disebut dengan awal gerak sedimen ($v_{bc} = \tau_{ce}$). Sedimen bergerak maju mundur sesuai dengan gerak partikel air. Selanjutnya kenaikan kecepatan mempercepat gerak tersebut, dan perpindahan sedimen yang terjadi di sebut perpindahan sedimen dasar (*bed load*). Dengan semakin bertambahnya kecepatan didekat dasar, gerak partikel sedimen semakin kuat dan kemudian sedimen membentuk *ripple* yaitu dasar laut bergelombang kecil dengan puncaknya tegak lurus arah gelombang. Ukuran *ripple* tergantung pada amplitudo dan periode dari gerak air di dekat dasar, ukuran butiran dan rapat massa material dasar (Horikawa,1978). Dengan terbentuknya *ripple* akan meningkatkan turbulensi dan partikel sedimen akan terangkat dalam bentuk suspensi. Perpindahan sedimen dalam bentuk suspensi di atas dasar disebut perpindahan sedimen suspensi. Apabila gerak air semakin kuat, *ripple* akan menghilang dan terjadi perpindahan massa di mana suatu lapis dengan tebal tertentu terangkut dalam bentuk perpindahan sedimen dasar dan suspensi.

1. Awal Gerak Sedimen

Pada awal gerak sedimen, gaya ditimbulkan oleh aliran air adalah seimbang dengan gaya hambatan dari sedimen dasar. Dipandang suatu partikel berbentuk bola dengan diameter D dan rapat massa ρ_s , berat partikel W di dalam air adalah (Triatmodjo,1999):

$$W = \frac{\pi}{6} D^3 (\rho_s - \rho) g \quad 7$$

dengan W = berat partikel
 D = diameter
 ρ = rapat massa air
 ρ_s = rapat massa
 g = percepatan gravitasi

Apabila f adalah koefisien gesekan, maka gaya hambatan dari partikel adalah :

$$F_t = fW = f \frac{\pi}{6} D^3 (\rho_s - \rho) g$$

dengan F_t = gaya hambatan
 f = koefisien gesekan

8

Gaya yang ditimbulkan oleh aliran air pada butir dengan luas tampang $\pi D^2/4$ adalah :

$$F_t = \frac{\pi D^2}{4} \tau_b = \frac{\pi D^2}{4} \rho v_*^2 \quad 9$$

sebagai definisi angka Reynolds bintang dari butiran yang berbentuk :

$$R_{e*} = \frac{v_* D}{\nu} \quad 10$$

atau

$$D = \frac{\nu R_{e*}}{v_*} \quad 11$$

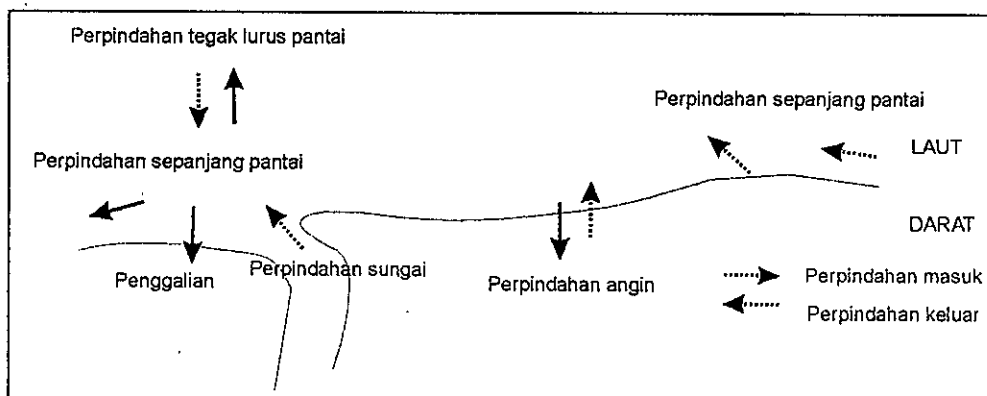
substitusi nilai D di atas ke dalam persamaan diatas maka ;

$$F_t = \frac{\pi}{4} \frac{v_*^2 R_{e*}^2}{v_*^2} \rho v_*^2 \quad 12$$

$$F_l = \frac{\pi}{4} \rho v^2 R_s^2$$

13

Perpindahan sedimen pantai adalah gerakan sedimen di daerah pesisir yang disebabkan oleh gelombang dan arus yang dibangkitkannya. Perpindahan sedimen dapat diklasifikasikan menjadi perpindahan menuju dan meninggalkan pantai (*onshore-offshore transport*) dan perpindahan sepanjang pantai (*longshore transport*) (Triatmodjo,1999). Perpindahan menuju dan meninggalkan pantai mempunyai arah rata-rata tegak lurus, sedang perpindahan sepanjang pantai mempunyai arah rata-rata sejajar pantai (Triatmodjo,1999).



Gambar 2.2. Imbangan Sedimen Pantai (Triatmodjo, 1999)

2.2.3. Pengelolaan Wilayah Pesisir

Pengelolaan wilayah pesisir dan lautan secara terpadu merupakan pengelolaan pemanfaatan sumberdaya alam dan jasa-jasa lingkungan (*enviromental services*) yang terdapat di kawasan pesisir; dengan cara melakukan penilaian menyeluruh (*comprehensive assessment*) tentang kawasan pesisir beserta sumberdaya alam dan jasa-jasa lingkungan yang terdapat di dalamnya, menentukan tujuan dan sasaran pemanfaatan, dan kemudian merencanakan serta mengelola segenap kegiatan pemanfaatannya; guna mencapai pembangunan yang optimal dan berkelanjutan. Proses pengelolaan ini dilaksanakan secara

berkelanjutan dan dinamis dengan mempertimbangkan segenap aspek sosial ekonomi budaya dan aspirasi masyarakat pengguna kawasan pesisir (*stakeholders*) serta konflik kepentingan dan konflik pemanfaatan kawasan yang mungkin ada. Untuk itu perlu dilakukan langkah-langkah sebagai berikut (Soebagio,2001) :

1. *Wilayah pesisir adalah suatu sistem sumberdaya (resource system) yang unik, yang memerlukan pendekatan khusus dalam merencanakan dan mengelola pembangunannya*

Ekosistem yang terdapat di wilayah pesisir seperti hutan mangrove, terumbu karang dan padang lamun, berbeda dengan ekosistem apapun yang ada di kawasan lahan atas (*terrestrial*). Ketiga ekosistem tersebut sangat produktif dan satu sama lain saling terkait secara ekologis. Oleh karena itu, pendekatan perencanaan dan pengelolaan yang biasa diterapkan di ekosistem daratan (lahan atas) maupun laut lepas, harus dimodifikasi atau disesuaikan lebih dahulu sesuai dengan karakteristik dan dinamika wilayah pesisir

2. *Air merupakan faktor kekuatan penyatu (the major integrating force) dalam ekosistem wilayah pesisir*

Oleh karena wilayah pesisir merupakan kawasan peralihan antara ekosistem laut dan daratan, maka setiap aspek dari pengelolaan wilayah pesisir dan lautan baik secara langsung maupun tidak langsung selalu berhubungan dengan air baik air tawar maupun air laut baik untuk pemanfaatan budidaya, pemukiman maupun yang lain. Sistem hidrologis (arus laut, pasang surut, dan arus muara sungai) ini harus diperhatikan dalam pemanfaatan pesisir ini.

3. *Tata ruang daratan dan lautan harus direncanakan serta dikelola secara terpadu*

Antar ekosistem dalam wilayah pesisir secara ekologis saling terkait. Oleh karena setiap perubahan bentang daratan dan dampak negatif lainnya yang terjadi di ekosistem daratan pada akhirnya akan berdampak terhadap ekosistem pesisir. Wilayah pesisir ini merupakan satu kesatuan utuh yang tak dapat dipisahkan

sehingga rencana pengelolaan wilayah ini harus melibatkan semua aspek yang terlibat dan semua pihak yang mempunyai kepentingan di wilayah ini.

4. *Daerah perbatasan antara laut dan darat hendaknya dijadikan fokus utama (focal point) dalam setiap program pengelolaan wilayah pesisir*

Di daerah perbatasan ini konflik pemanfaatan ruang dan sumberdaya pesisir antar para pengguna (*coastal resources users*) berlangsung hebat. Meskipun batas wilayah pengelolaan suatu wilayah pesisir dari perspektif perencanaan biasanya sangat luas, tetapi untuk batas pengelolaan wilayah pesisir secara operasional di fokuskan hanya di daerah perbatasan ini. Konflik pemanfaatan pada daerah perbatasan ini disebabkan karena perbedaan sudut pandang dasar pemanfaatan baik dari darat maupun dari laut. Tumpang tindih pemanfaatan wilayah pada daerah perbatasan juga menimbulkan konflik. Oleh karena itu dalam pemanfaatan pada daerah perbatasan ini perlu dikaji lebih dalam lagi baik oleh pemegang kebijaksanaan maupun pemakai kawasan ini dengan memperhatikan semua aspek.

5. *Batas suatu wilayah pesisir harus ditetapkan berdasarkan pada isu dan permasalahan yang hendak dikelola serta bersifat adaptif*

Batas wilayah pesisir untuk pengelolaan pesisir harus ditetapkan agar dapat menangkap dan memecahkan semua isu serta permasalahan yang ada. Mengingat permasalahan pembangunan wilayah pesisir biasanya sangat beragam dan kompleks, maka batas pengelolaan wilayah pesisir juga bervariasi. Maksud pembatasan wilayah ini agar pemanfaat ruang wilayah ini tidak saling tumpang tindih. Proses penentuan batas wilayah ini berdasarkan pada kondisi lingkungan yang ada dengan memperhatikan masalah yang timbul akibat pemanfaatan ruang ini dan juga isu yang berkembang sehingga akan tercipta rencana pengelolaan yang serasi, seimbang dan selaras antara semua kepentingan dan kebutuhan ruang wilayah pesisir.

6. *Fokus utama dari pengelolaan wilayah pesisir adalah untuk mengkonversi sumberdaya milik bersama (common property resources)*

Program pengelolaan wilayah pesisir juga mencakup pengendalian terhadap perseorangan dan aktivitas perorangan yang biasanya berlokasi di daratan baik itu kawasan pemukiman, budidaya maupun usaha yang lain. Dengan adanya pengaturan dan pengendalian ini dimaksudkan agar tercipta keseimbangan antara kepentingan perseorangan dan aktivitas perorangan dalam wilayah pesisir dengan kepentingan bersama. Perlindungan dan pelestarian wilayah pesisir termasuk ekosistemnya adalah tanggungjawab bersama pemerintah dan masyarakat. Keseimbangan ini dimaksudkan agar segala kepentingan yang terdapat di wilayah ini tercipta keserasian dan keselarasan dalam pengaturan tata ruang yang terhindar dari masalah konflik kepentingan. Dengan menjaga pelestarian sumberdaya milik bersama berarti menjaga daya dukung dan daya tampung lingkungan sehingga pemanfaatan wilayah pesisir ini dapat diteruskan kepada generasi mendatang.

7. Pencegahan kerusakan akibat bencana alam dan konservasi sumberdaya alam harus dikombinasikan dalam satu program pengelolaan wilayah pesisir dan lautan secara terpadu

Program pengelolaan wilayah pesisir dan laut adalah alat terbaik untuk pencegahan bencana alam yang menimpa wilayah pesisir dan konservasi sumberdaya. Penataan wilayah pesisir dilakukan secara terpadu dan menyeluruh dengan mencakup pertimbangan aspek waktu, modal, optimasi, daya dukung lingkungan, daya tampung lingkungan dan geopolitik. Dalam pertimbangan aspek waktu, suatu perencanaan pengelolaan wilayah ini memperhatikan adanya aspek prakiraan, ruang lingkup wilayah yang direncanakan. Ancaman terhadap kawasan (abrasi, akresi atau kerusakan ekosistem) ini akan masuk dalam analisis perencanaan pengelolaan dengan prakiraan waktu mendatang. Pencegahan kerusakan akibat bencana alam maupun usaha konservasi akan masuk dalam perencanaan pengelolaan ini sebagai kegiatan yang terpadu dengan kegiatan pemanfaatan sehingga tercipta perencanaan pengelolaan yang berkelanjutan.

8. Semua tingkat pemerintahan dalam suatu negara harus diikutsertakan dalam perencanaan dan pengelolaan wilayah pesisir

Wilayah pesisir dan sumberdaya yang ada di dalamnya merupakan hal yang kompleks dengan luas wilayah yang tidak dibatasi oleh suatu pembatas yang jelas, komponen-komponennya saling kait mengkait tak dapat dipisahkan satu dengan yang lain. Oleh karena itu perencanaan pengelolaan ini harus terpadu menjadi satu kesatuan dari berbagai pemanfaatan oleh pemerintah maupun masyarakat. Karena kompleks dan luasnya wilayah pesisir ini maka dalam perencanaan ini harus semua pihak terutama pemegang kebijaksanaan, dalam hal ini pemerintahan mulai dari tingkat nasional hingga tingkat pemerintah daerah (propinsi dan kabupaten/kota) serta para pemakai/pengguna wilayah ini.

9. *Pendekatan pengelolaan yang disesuaikan dengan sifat dan dinamika alam adalah tepat dalam pembangunan wilayah pesisir*

Kawasan pesisir dengan kekhasan kondisi lingkungan yang berbeda dengan kondisi wilayah daratan maupun laut karena kondisi di wilayah pesisir ini merupakan kombinasi antara keduanya. Dengan kekhususan ini maka pendekatan yang paling efektif dalam pembangunan pantai dan rekayasa pantai (*coastal engineering*) adalah disesuaikan dengan kondisi, sifat dan dinamika wilayah dengan segala aspek yang mempengaruhinya dan melakukan adaptasi dengan kekuatan/dinamik tersebut. Pendekatan ini disebut pendekatan *nature synchronous* atau *design with nature* sehingga dalam rencana pengelolaan dapat berjalan dengan baik dan dapat bertahan dalam jangka waktu yang lama tanpa menimbulkan masalah atau konflik dikemudian hari.

10. *Evaluasi manfaat ekonomi dan sosial dari ekosistem pesisir serta partisipasi masyarakat dalam program pengelolaan wilayah pesisir*

Program pengelolaan pesisir tidak hanya melibatkan pemerintah tetapi juga membutuhkan partisipasi masyarakat yang setinggi. Masyarakat yang hidup di sepanjang pantai dan telah memanfaatkan sumberdaya secara tradisional kemungkinan dapat terpengaruh oleh peraturan dan prosedur baru. Karena itu mereka harus diikutsertakan dalam pembentukan kebijaksanaan pesisir yang baru dan aturan terhadap pemanfaatan sumberdaya, jika aturan tersebut dibuat untuk mendukung kemajuan bagi masyarakat. Partisipasi masyarakat dalam perencanaan

pengelolaan wilayah pesisir selaku pemakai ruang wilayah ini akan menentukan arah kebijaksanaan pemanfaatan kawasan. Dengan demikian dalam pelaksanaannya akan tercipta rasa memiliki sehingga pelestarian wilayah ini akan lebih terjamin.

11. *Pengelolaan multiguna (multiple uses) sangat tepat digunakan untuk semua sistem sumberdaya wilayah pesisir.*

Konsep multiguna adalah pemanfaatan wilayah secara optimal potensi dan sumberdaya agar dapat memberikan kesejateraan bagi masyarakat tanpa mengindahkan daya tampung maupun daya dukung serta kelestarian lingkungan wilayah pesisir ini. Penentuan arahan pemanfaatan harus diatur sesuai dengan waktu dan modal sehingga perencanaan pengelolaan wilayah ini akan berdaya guna dan berhasil guna dan dapat mewujudkan kualitas ruang yang sesuai dengan potensi dan fungsi ruang. Peran serta semua pihak yang terlibat dalam pengelolaan pesisir sangat penting dalam menentukan keberhasilan pendekatan perencanaan dan pengelolaan pembangunan sumberdaya pesisir secara multiguna dan multi sektor. Mengingat manusia adalah subyek pembangunan maka peran serta masyarakat adalah esensial bagi keberhasilan pembangunan secara menyeluruh. Dengan ada keterkaitan antara potensi, arahan pemanfaatan dan pelaku pemanfaatan maka akan tercipta serasi, selaras dan seimbang agar dalam penataan ruang dapat menjamin terwujudnya keserasian, keselarasan dan keseimbangan stuktur dan pola pemanfaatan ruang bagi persebaran penduduk antar wilayah, pertumbuhan dan perkembangan antar sektor, antar daerah serta sektor dan daerah dalam satu kesatuan.

12. *Pengelolaan sumberdaya pesisir secara tradisional harus dihargai*

Masyarakat pesisir yang secara turun temurun memanfaatkan ruang atau sumberdaya biasanya memiliki kearifan ekologis untuk mengelola pemanfaatan sumberdaya pesisir secara berkesinambungan dan menguntungkan. Penerapan konsep pengelolaan pesisir perlu kiranya mempertimbangkan pengelolaan sumberdaya pesisir yang sudah mentradisi digunakan oleh masyarakat pesisir setempat. Dengan mempertimbangkan prinsip-prinsip yang telah mentradisi ini

juga dapat mengurangi kemungkinan konflik yang terjadi dalam pemanfaatan ruang.

13. Analisis dampak lingkungan sangat penting bagi pengelolaan wilayah pesisir secara efektif

Analisis dampak lingkungan merupakan telaah secara cermat dan mendalam tentang dampak penting suatu rencana usaha atau kegiatan pembangunan. Dampak pentingnya adalah perubahan lingkungan yang sangat mendasar yang diakibatkan oleh suatu usaha atau kegiatan pembangunan yang memberi pengaruh buruk terhadap kehidupan ekologis ekosistem dan manusia. Dengan adanya AMDAL ini merupakan langkah pencegahan timbulnya dampak yang dapat merugikan. Dalam perencanaan pengelolaan wilayah pesisir segala aspek harus mendapat perhatian, dampak negatif yang akan timbul dapat diketahui dari AMDAL yang dilakukan sebelum kegiatan/usaha dilaksanakan sehingga langkah-langkah pencegahan dan antisipasi timbulnya kerugian akibat kegiatan/usaha ini dapat dilakukan sedini mungkin.

Keterpaduan dalam perencanaan dan pengelolaan wilayah pesisir mencakup empat aspek, yaitu : (1). Keterpaduan wilayah (ekologis), (2). Keterpaduan sektor, (3). Keterpaduan disiplin ilmu, dan (4). Keterpaduan pemakai (*stakeholders*) (Hartadi, *et,al*,2001).

1. Keterpaduan Wilayah / Ekologis

Secara ekologis, ekosistem di wilayah pesisir mempunyai keterkaitan dengan daratan dan lautan serta ekosistem lain. Hal ini disebabkan karena ekosistem satu dengan yang lain berada berdekatan dan berhubungan dengan daratan dan lautan. Berbagai dampak kegiatan pembangunan yang dilakukan di lahan atas atau di sekitar padang lamun atau hutan mangrove akan menimbulkan dampak pula pada ekosistem terumbu karang. Demikian pula dengan kegiatan yang dilakukan di laut lepas, seperti: kegiatan pengeboran minyak lepas pantai, pembuangan limbah dan perhubungan laut.

2. Keterpaduan Sektor.

Wilayah pesisir dimanfaatkan oleh beberapa sektor / pihak untuk memenuhi tujuannya, seperti sektor perikanan, pariwisata, perhubungan, pertambangan, konservasi, swasta dan sipil/masyarakat. Agar pemanfaatan pesisir dapat dilakukan secara optimal dan berkelanjutan, maka dalam perencanaan pengelolaan harus mengintegrasikan kepentingan semua sektor. Kegiatan suatu sektor tidak boleh mengganggu, apalagi sampai mematikan sektor lain.

3. Keterpaduan Disiplin Ilmu

Ekosistem dan wilayah pesisir memiliki karakteristik yang unik. Pada terumbu karang, padang lamun, mangrove dan estuarin hidup berbagai jenis biota, hewan maupun tumbuhan yang berasosiasi dan berafiliasi dengan lingkungan. Dengan demikian diperlukan berbagai macam disiplin ilmu yang oseanografi, fisika, kimia, biologi, ekologi, biologi laut dan penginderaan jauh.

4. Keterpaduan *Stakeholders*

Pemanfaatan wilayah pesisir oleh banyak pihak / user. Mereka diantaranya pemerintah, masyarakat lokal, nelayan, swasta / investor pariwisata, dan LSM. Pengelolaan harus dapat mengakomodir semua pihak oleh karena itu dalam penyusunan perencanaan pengelolaan pesisir harus menggunakan pendekatan dua arah, yaitu *top down* dan *bottom up*.

Perencanaan diperlukan dalam pengelolaan, yaitu untuk mengalokasikan sumberdaya alam, khususnya yang berkaitan dengan sumberdaya terumbu karang. Perencanaan disini dapat diartikan sebagai proses persiapan pembuatan keputusan untuk pelaksanaan sesuai dengan sasaran yang dikehendaki. Untuk merencanakan pengelolaan lingkungan terumbu karang, biasanya ada beberapa tahapan kegiatan yang perlu dilakukan. Menurut Kim Looi Ch'ng (1996) tahapan kegiatan perencanaan tersebut antara lain :

1. Identifikasi masalah, yaitu masalah yang akan dihadapi.
2. Merumuskan sasaran dan tujuan umum, yang berkaitan dengan masalah.
3. Identifikasi kemungkinan hambatan-hambatan yang akan timbul.

4. Proyeksi kondisi yang akan datang.
5. Hasil perencanaan yang diharapkan (Sustainable).

Melalui interaksi dan komunikasi, perencanaan bersama dengan masyarakat membantu mengidentifikasi masalah, merumuskan tujuan, memahami situasi dan mengidentifikasi solusi bagaimana memecahkan masalah-masalah dimaksud. Ada beberapa pendekatan yang dapat dipakai yaitu pendekatan normatif yang berorientasi pada bagaimana perencana seharusnya berbuat sesuatu secara rasional dan pendekatan perilaku yang menfokuskan pada keterbatasan perencana dalam memenuhi kewajibannya sebagai perencana dengan menggunakan aksi rasional agar tercipta kedewasaan pemikiran perencanaan (Hadi, 2001).

BAB III MATERI DAN METODA PENELITIAN

3.1. Materi

Dalam penelitian ini materi yang dikaji adalah pantai sepanjang Teluk Awur yang meliputi gelombang, arus, pasang surut, sifat fisik sedimen dan dinamika perpindahan sedimen.

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi :

Tabel 3.1. Alat dan Kegunaan

Nama Alat	Kegunaan/Fungsi
1. Sedimen trap	Pengambilan sampel sedimen
2. Bola duga	Pengukuran arus
3. Tongkat skala	Pengukuran gelombang, arus
4. <i>Masker, snorkel, fins</i>	Skin diving menuju lokasi stasiun
5. Kompas	Mengetahui arah arus
6. Stop watch	Menghitung waktu
7. Busur	Elevasi pasut
8. Alat tulis	Untuk mencatat data
9. Oven	Mengeringkan sampel
10. Timbangan Elektrik	Menimbang sampel
11. Shieve Shaker	Mengayak sedimen
13. Aluminium foil	Membungkus sampel

3.2. Prosedur Kerja

Penelitian ini menggunakan metode diskriptif yang bertujuan untuk mendapatkan informasi dan membuat diskripsi mengenai situasi dan kejadian secara sistematis (Nasir,1988). Pengumpulan data sedimen, biota (karang dan lamun serta biota benthos) dilakukan dengan "*sampling methode*" suatu pengumpulan data dengan cara mencatat sebagian kecil dari populasi yang diselidiki (Hadi,1980). Sedangkan menurut Suwigyo (1976) "*simple survey methode*" yaitu suatu metode pengumpulan data dengan cara pengamatan terhadap

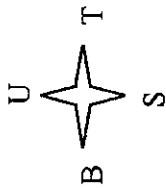
sebagian populasi yang hasilnya diharapkan dapat menggambarkan sifat populasi dari obyek penelitian atau dapat diambil kesimpulan secara umum dari populasi tersebut, sedang untuk pengumpulan data pada aspek sosial budaya dilakukan dengan wawancara dengan masyarakat di lokasi penelitian yang mempergunakan metode *purposive sampling*.

3.2.1. Penentuan Titik Sampling

Penentuan titik sampling ditentukan dengan memperhatikan sistem aliran, morfologi daerah perairan, kedalaman laut dan kemudahan pencapaian. Hal ini didasarkan atas pertimbangan dengan adanya pengaruh pergerakan air laut di daerah perairan Teluk Awur, Jepara, yakni pada daerah pantai tersebut terdapat ekosistem terumbu karang dan bangunan *jetty* yang menjorok ke laut dengan bentuk bangunan *non groin*. Di daerah penelitian ini akan terbagi dalam 10 titik sampling dengan 5 deret titik sampling yang melintang garis pantai dan 2 deret sejajar garis pantai, dengan lokasi seperti pada Gambar 3.1. Penentuan stasiun ini diharapkan mewakili wilayah penelitian dengan memperhatikan arah arus dan gelombang yang mengarah masuk ke teluk serta berdasarkan kemudahan dalam menjangkau lokasi penelitian serta kemudahan dalam pengukuran parameter hidrooseanografinya (arus dan gelombang) dan penempatan *sediment trap*.



KAJIAN PERPINDAHAN SEDIMEN
SEBAGAI SALAH SATU DASAR
DALAM PERENCANAAN
PENGELOLAAN WILAYAH
PESISIR TELUK AWUR,
KABUPATEN JEPARA



PETA LOKASI PENELITIAN

Keterangan

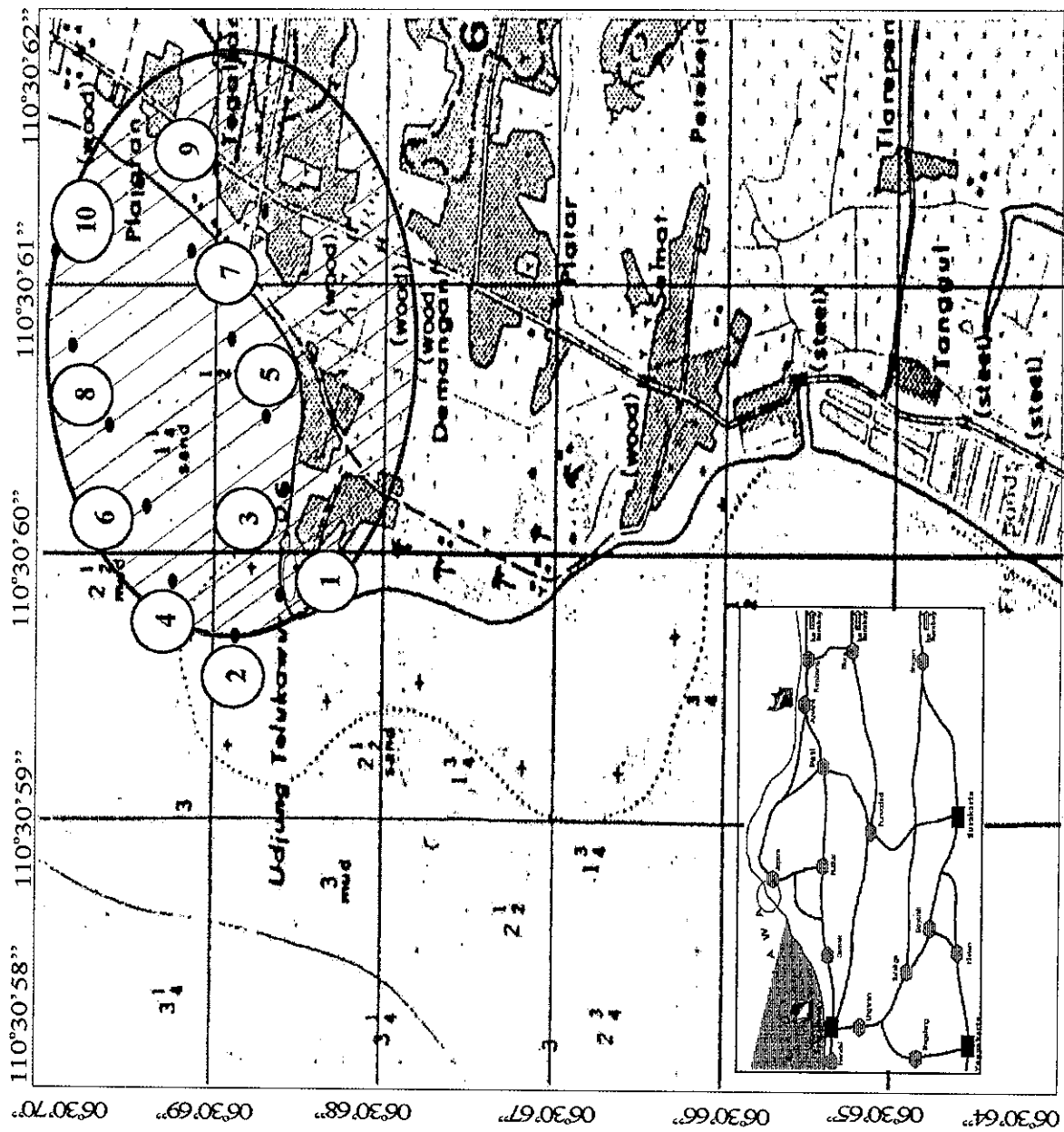


Lokasi Penelitian

Titik Sampling



Skala 1 : 50.000



3.2.2. Teknik Pengumpulan Data

Data yang akan digunakan dalam pengembangan model perpindahan sedimen diambil dari 10 titik pengamatan yang terbagi dalam lima kelompok yaitu 2 titik tegak lurus dengan garis pantai pada jarak masing-masing terpaut sekitar 100 meter dan tiap deret ini mempunyai jarak sekitar 100 meter juga. Data yang akan diambil selama penelitian ini sebanyak 10 kali sebagai pengulangan saja. Data yang diambil untuk pengembangan model, terdiri dari:

1. Data Abiotik, yaitu

- a. Ukuran butiran, dengan menggunakan sedimen trap yang dipasang pada semua titik pengamatan selama kurang lebih dua minggu. Alat sedimen trap ini merupakan modifikasi dari pipa PVC yang panjangnya 30 cm dan diameter 10 cm sebanyak 4 buah yang bagian bawahnya ditutup dengan plastik dan 4 pipa pralon tersebut dirangkai menjadi satu. Untuk membuat kestabilan posisinya dalam air, maka tiap unit dilengkapi dengan besi penancap sepanjang kurang lebih 20 cm (Edmondson dan Winberg, 1971 dalam Person *et al*, 1984). Kemudian sedimen yang tertangkap akan dianalisis butirannya menurut Folk (1974) dalam Buchanan (1984). Untuk analisis butiran sedimen antara lain
 - Sedimen yang diambil ditimbang beratnya kemudian disaring dengan mesh size 0,062 mm dan diayak dalam baskom berisi satu liter air sehingga terbagi dua bagian, sampel yang lolos dan mengendap di dasar baskom serta sampel yang tidak lolos.
 - Sampel yang tidak lolos diangkat dan dimasukkan dalam oven dengan suhu 103 °C dengan maksud agar air yang terkandung didalamnya keluar semua sehingga perlu dipanaskan beberapa derajat diatas titik didih.
 - Setelah kering, diayak dengan saringan bertingkat. Sampel yang tersaring pada masing-masing tingkat diletakkan di kertas dan ditimbang.

- Sampel yang lolos saringan diambil dan dipindahkan dalam gelas ukur volume 1 liter kemudian gelas ukur dikocok dan dilakukan pemipetan.
- Pemipetan pertama berjarak 20 cm dari atas, setelah waktu 59 detik. Selanjutnya diletakkan dalam petridish dan dilakukan penimbangan, pemipetan ke dua setelah 1 menit 58 detik dan berjarak 10 cm dari pemipetan pertama dan dilakukan penimbangan, pemipetan selanjutnya disesuaikan dengan Tabel 3.2. di bawah ini. Hasil penimbangan pemipetan dikonversikan beratnya dalam volume 1 liter.

Tabel 3.2. Waktu Tenggelam Partikel Dalam Air Suling Pada Temperatur 20 °C

Diameter	Jarak Tenggelam	Jam	Menit	Detik
0,0625	20 cm	-	-	59
0,0312	10 cm	-	1	58
0,0156	10 cm	-	7	44
0,0078	10 cm	-	31	0
0,0039	10 cm	2	3	0

- Hasil pengayakan dan pemipetan selanjutnya dimasukkan dalam kurva sebaran butiran sedimen dari titik kurva kumulatif dengan prosentase butiran sedimen 5%, 16%, 84% dan 95%.
- b. Profil Gelombang, setelah data gelombang ditabulasikan dan dikelompokkan kemudian dilakukan analisa dengan langkah sebagai berikut :

Untuk cepat rambat gelombang diberikan persamaan

$$C = \sqrt{g \cdot h} \quad \text{dan} \quad C_0 = \frac{L_0}{T}$$

Panjang gelombang

$$L_0 = 1,56 T^2 \quad \text{dan} \quad L = (\sqrt{g \cdot h}) T$$

Dimana,

- C = Kecepatan gelombang di laut dangkal
- g = gravitasi bumi (9,81 m/det²)
- h = kedalaman
- C₀ = kecepatan gelombang di laut dalam
- L₀ = panjang gelombang di laut dalam
- T = periode gelombang
- L = Panjang gelombang di daerah yang ditinjau

Konversi sudut datang gelombang dapat diambil dengan konversi data angin selama waktu yang dikehendaki. Asumsi yang digunakan adalah sudut antara puncak gelombang di laut dalam terhadap garis pantai adalah sama dengan arah angin, maka sudut datang gelombang pada lokasi ditinjau dapat dihitung sebagai berikut :

$$\sin \alpha = \frac{C}{C_0} \sin \alpha_0$$

dimana

- α = sudut gelombang yang ditinjau
- C = kecepatan gelombang pada lokasi yang ditinjau
- C₀ = kecepatan gelombang di laut dalam

Untuk Tinggi Gelombang

$$H = K_s \cdot K_r \cdot H_0$$

dimana
$$K_r = \sqrt{\frac{\cos \alpha_0}{\cos \alpha}}$$

Untuk nilai K_s dapat dilihat pada tabel

- HB = tinggi gelombang pecah
- H = tinggi gelombang pada lokasi pengukuran
- H₀ = tinggi gelombang di laut dalam
- K_s = Koefisien difraksi
- K_r = koefisien refraksi

Tinggi Gelombang pecah

Tinggi Gelombang pecah menurut Horikawa (1988).

$$\frac{HB}{H_0} = \frac{0.563}{(H_0/L_0)^{0.2}}$$

Sedangkan kedalaman gelombang pecah, (Horikawa 1988).

$$\frac{HB}{hB} = 1.28$$

Untuk persamaan kecepatan gelombang pecah Horikawa (1988) memberikan persamaan

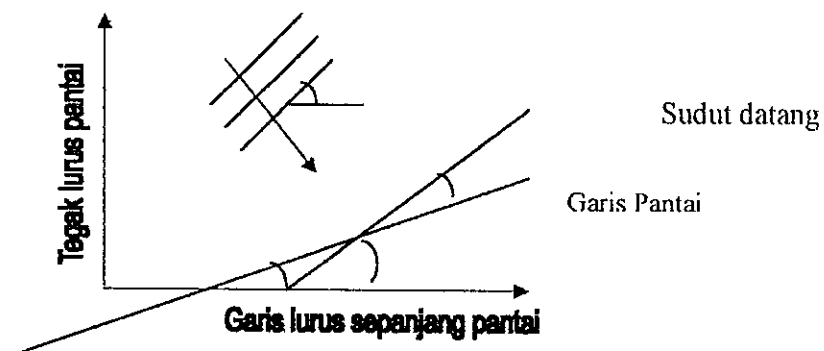
$$CgB = \sqrt{g \cdot hB}$$

Besarnya energi fluks gelombang yang disebabkan oleh pecahnya gelombang adalah

$$EB = \frac{1}{8} \rho \cdot g H^2 B$$

Besarnya sudut gelombang pecah diberikan persamaan oleh Horikawa (1988)

$$\alpha_{bs} = \alpha_b - \alpha$$



Gambar 3.2. Perhitungan Sudut Datang Gelombang (Horikawa, 1988)

c. Perpindahan sedimen sepanjang pantai

Analisa perpindahan sedimen meliputi kedalaman kritis perpindahan, panjang daerah perpindahan, sedimen yang dipindahkan dan sedimen yang diendapkan. Persamaan kedalaman dan panjang daerah perpindahan diberikan oleh Horikawa (1988).

$$D_{sh} = (2,28 - 10,9 H_o/L_o) H_o$$

Dimana, D_{sh} kedalaman kritik.

$$A = D_{sh} \cdot \Delta X$$

A = Panjang daerah perpindahan

ΔX = panjang pengukuran perpindahan

1. Perpindahan sedimen karena energi fluks gelombang maka besarnya sedimen yang terangkut adalah :

$$I = K (E_{cg})_B \sin^2 \alpha \cos^2 \alpha$$

Sedang besarnya sedimen yang terendapkan $\gamma = \rho \cdot g$

$$I = (\rho_s - \rho) g (1 - \gamma) Q$$

2. Perpindahan sedimen karena pengaruh arus sepanjang pantai maka besarnya sedimen yang mengalami perpindahan :

$$I = K' (E_{cg})_B \cdot \frac{V}{U_m}$$

Untuk nilai V sendiri

$$V = 1.17 \sqrt{g \cdot h_B} \sin^2 \alpha \cos^2 \alpha$$

dimana $U_m = 0.5 \gamma \sqrt{g \cdot h_B}$

Sedang besarnya sedimen yang terendapkan

$$Q = 0.024 H_B^2 V$$

2. Data Biotik, yaitu

A. Gastropoda

Pada titik stasiun pengambilan sample yang telah ditentukan dengan bantuan kuadrat square, diamati dan diambil biota yang terdapat di dalam kuadrat square dan dimasukkan ke dalam botol sampel dengan penambahan formalin 4 %. Sampel kemudian diidentifikasi dengan bantuan buku identifikasi.

Dalam analisa data dilakukan penghitungan kelimpahan relatif. Menurut Odum (1979), untuk menghitung besarnya kelimpahan relatif suatu jenis individu digunakan persamaan :

$$KR = \frac{ni}{N} \times 100 \%$$

untuk menyatakan indek keanekaragaman dan keseragaman individu menggunakan persamaan sebagai berikut :

- a. Indek Keanekaragaman (Shannon Weaver, 1949 dalam Odum, 1979)

$$H = - \sum \frac{ni}{N} \ln \frac{ni}{N}$$

- b. Indek Keseragaman (Pielov, 1969 dalam Odum, 1979)

$$e = \frac{H}{\ln S}$$

dimana, KR = Kelimpahan Relatif
 ni = Jumlah individu jenis ke-i
 N = Jumlah total individu
 H = Keanekaragaman
 e = Keseragaman
 S = Jumlah jenis dalam contoh

B. Terumbu Karang

Pada pengamatan terumbu karang menggunakan metode "*Line Transect*" (Supriharyono, 2000b). Pada lokasi yang telah ditentukan dengan membentangkan meteran plastic. Prosentase tutupan karang, baik yang hidup maupun yang mati dan substrat diukur dari perbandingan panjang parameter tersebut dengan panjang meteran yang digunakan. Hal ini juga dapat mencatat jenis-jenis karang yang dilalui meteran tersebut.

C. Seagrass dan Seaweed

Dengan metode dari Saito dan Atobe (1970) dalam English, et al (1994) untuk mengetahui coverage areanya dapat dibantu dengan quadrat transek ukuran 50 x 50 cm yang dibagi menjadi 25 bagian dengan ukuran 10 x 10 cm, kemudian diletakan di lokasi yang telah ditentukan dan

dicatat spesies yang dominant tiap sector 10 x 10 cm tersebut. Dari hasil pengamatan kemudian di klasifikasikan berdasarkan Tabel 3.4.

Tabel 3.3. Klasifikasi Kelas Dominan Luas Penutupan

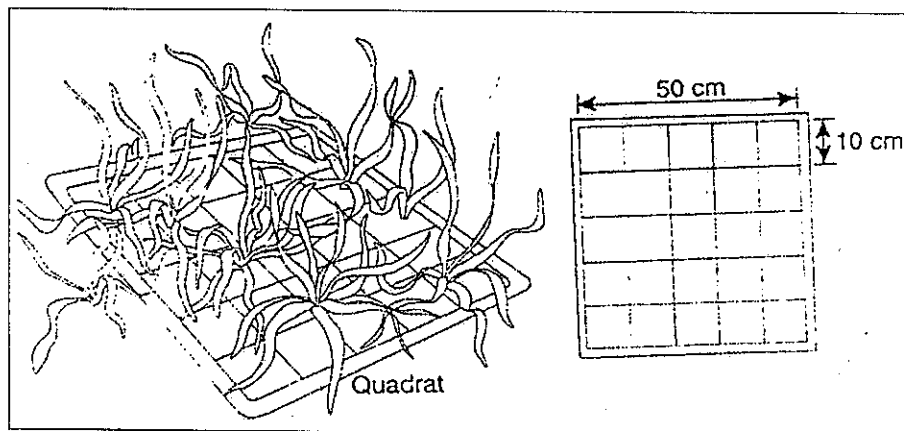
Klas	Luas Penutupan	Luas Penutupan (%)	Nilai Tengah Prosentase (M)
5	½ - penuh	50 - 100	75
4	¼ - ½	25 - 50	37,5
3	⅛ - ¼	12,5 - 25	18,75
2	⅙ - ⅛	6,25 - 12,5	9,38
1	kurang dari ⅙	< 6,25	3,13
0	kosong	0	0

Untuk menghitung daerah penutupan tiap spesies dalam kuadrat transek ini menggunakan persamaan :

$$C = \frac{\sum(M_i \times f_i)}{\sum f}$$

dimana M_i = Nilai tengah prosentase kelas i

f = Frekuensi (jumlah sector dengan kelas dominant yang sama)



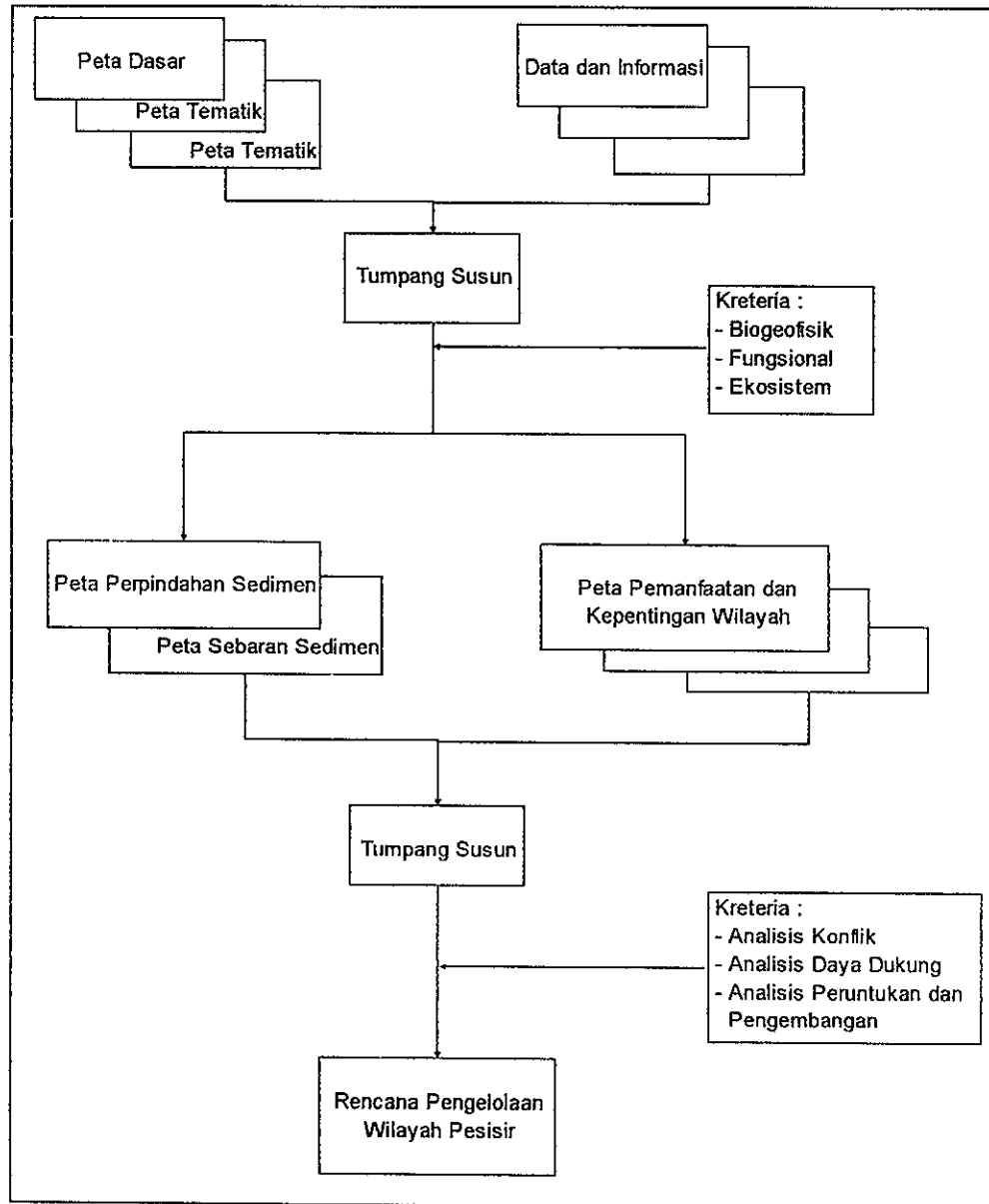
Gambar 3.3. Quadrat Square yang digunakan

3. Data Sosial dan Budaya, berupa ;

- a. Pemanfaatan lahan, data ini diambil dengan melihat peta tata guna lahan dari BPN Kabupaten Jepara, Desa Desa Teluk Awur dan peta topografi dari BAKORSURNAL, dengan pengecekan seperlunya di lapangan.
- b. Kepentingan dan pemanfaatan oleh masyarakat Teluk Awur dan sekitarnya.
- c. Kebijakan pengelolaan wilayah pesisir dari pemerintah daerah setempat baik berupa penataan kawasan seperti Rencana Tata Ruang Wilayah maupun berupa ketentuan dan peraturan.

3.2.3. Analisis Data

Data yang telah diperoleh dalam penelitian ini akan dianalisis dalam overlay di peta sehingga dapat dengan mudah dimengerti fenomena perpindahan sedimen yang terjadi di lokasi penelitian. Data yang didapat dikelompok dalam beberapa peta menurut kepentingan dan kegunaannya kemudian di lakukan penyesuaian (*Matching*) dari peta tersebut. Alur dari analisis data ini sesuai dengan Gambar 3.4.



Gambar 3.4. Model Operasional Penyusunan Rencana Tata Ruang Pesisir Terpadu (Hartadi, 2001, dengan modifikasi)

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Gambaran Umum Daerah Penelitian

A. Kondisi Wilayah Penelitian

Penelitian dilaksanakan di pantai Desa Teluk Awur Kecamatan Tahunan Kabupaten Jepara dengan letak lintang $110^{\circ} 30' .59,7''$ Bujur Timur dan $6^{\circ} .30' .69,5''$ LS sampai dengan $110^{\circ} .30' .60''$ BT dan $6^{\circ} .30' .67''$ LS, pantai utara Jawa. Secara administratif Desa Teluk Awur masuk dalam Kecamatan Tahunan dengan batas-batas :

- Sebelah Utara : Desa Tegalsambi dan Kecamatan Jepara
- Sebelah Selatan : Desa Semat
- Sebelah Barat : Laut Jawa
- Sebelah Timur : Desa Demangan dan Desa Platar

Secara keseluruhan letak Desa Teluk Awur yang berada di sepanjang pantai dengan kelerengan antara 0 – 2 %. Desa Teluk Awur mempunyai jenis tanah berupa tanah alluvial yang juga terdapat sepanjang pantai dari utara, barat sampai selatan Jepara (RTRW Kab. Jepara Tahun 1993/1994). Iklim pada daerah penelitian mempunyai tipe iklim muson tropis, yang berarti perubahan iklim dipengaruhi oleh perubahan angin muson barat dan angin muson tenggara. Angin muson barat merupakan angin yang bertiup dari benua Asia yang mempunyai kelembaban tinggi sehingga periode ini disebut musim penghujan, angin ini bertiup pada bulan Oktober-Maret. Angin muson tenggara berasal dari benua Australia dan cukup kering periode ini disebut musim kemarau yang bertiup pada bulan April-September (Sidharta, 1988).

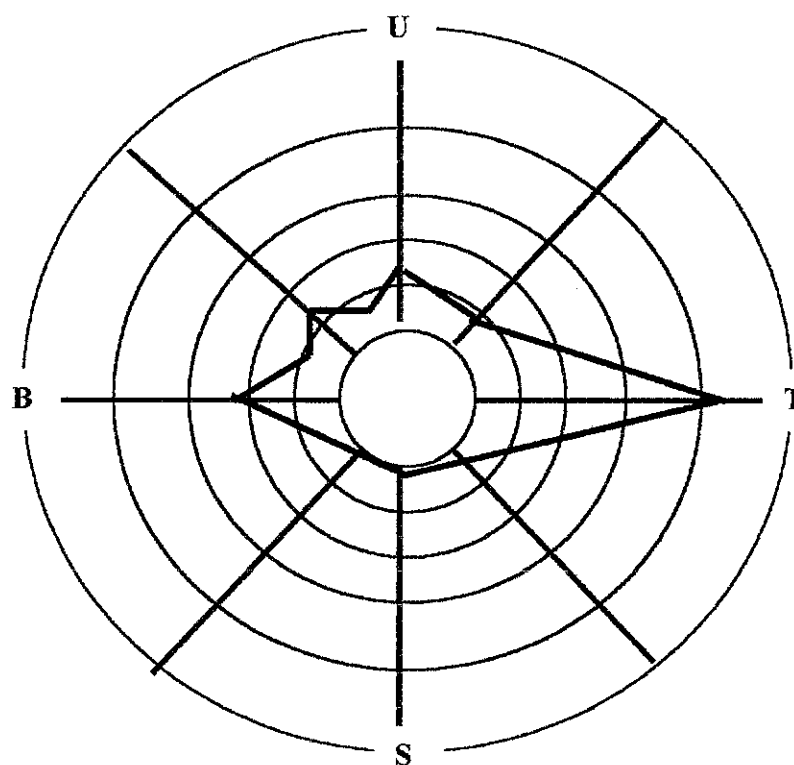
Kecepatan angin cukup signifikan untuk memberikan efek pembentukan gelombang yang lebih besar terhadap karakteristik gelombang pantai. Kecepatan angin pada lokasi penelitian mempunyai rata-rata 84 % <10 knot (5 m/det) sedangkan untuk kecepatan 5-10 m/det sebesar 15% (BMG, 2000). Penggunaan metode SMB (Svendruff, Munk, and Breitneder) tidak dapat dilakukan mengingat

dalam metode tersebut mengharuskan besarnya kecepatan angin bertiup harus >10 knot, sehingga kurang memenuhi syarat. Sunoto (2001) menjelaskan bahwa penggunaan metode SMB kurang sesuai untuk perhitungan gelombang di pantai utara Jawa, karena angin yang bertiup rata-rata <10 knot. Persentase arah angin yang bertiup selama lima tahun dapat di lihat pada tabel dan mawar angin dibawah ini.

Tabel 4.1. Persentase Arah Angin Selama Lima Tahun

Arah	Jumlah	Persentase
Utara	244	14,5 %
Timur Laut	35	2,08 %
Timur	724	43,13 %
Tenggara	10	0,5 %
Selatan	20	1,19 %
Barat Daya	28	1,66 %
Barat	352	20,97 %
Barat Laut	264	15,73 %

Sumber : Sunoto (2001).



Gambar 4.1. Mawar Angin selama tahun 1997-2001 Perairan Semarang, Demak, Jepara dan Sekitarnya

Pasang surut yang pada perairan Jepara dan Sekitarnya merupakan tipe pasang surut ganda (*semi diurnal*) yang berarti dalam satu hari terdapat dua kali pasang dan dua kali surut ataupun campuran keduanya yang tidak beraturan waktunya. Tinggi muka air rata-rata sebesar 60 cm, dengan pasang tertinggi pada titik 110 cm dan surut terendah 30 cm (Sunoto, 2001).

B. Kondisi Ekonomi, Sosial dan Budaya

1. Jumlah Penduduk, Pendidikan dan Matapencaharian

Dari hasil pengamatan dan survei yang dilakukan di lokasi penelitian Desa Teluk Awur Kabupaten Jepara, mempunyai jumlah penduduk sebanyak 1.341 jiwa dengan jumlah penduduk laki-laki sebanyak 615 dan wanitanya sebanyak 726 jiwa. Tingkat pendidikan warga Desa Teluk Awur dan sekitarnya rata-rata hanya tamatan SD dan sederajat dengan tingkat prosentase sebesar 26,69 %, sedangkan untuk tamatan pendidikan tinggi sangat sedikit hanya sekitar 4,39 %. Untuk mata pencaharian penduduk mayoritas sebagai pengrajin atau home industri dan buruh industri sebesar 21,25 % dan 26,98 %. Mata pencaharian tetap yang berhubungan dengan kawasan pesisir lain seperti nelayan dan petani tambak hanya berkisar 24,51%. Kondisi terjadi karena mayoritas penduduk sekitar lokasi penelitian masih menjadi pengrajin dan buruh industri kerajinan sedang kegiatan nelayan maupun tambak hanya sebagai sambilan setelah bekerja sebagai pengrajin. Untuk lebih lengkapnya, pada Tabel 4.14 dan 4.15 menyajikan data tingkat pendidikan dan mata pencaharian penduduk Teluk Awur dan sekitarnya.

Tabel 4.2. Tingkat Pendidikan Penduduk Teluk Awur dan sekitarnya

No.	Jenjang Pendidikan	Jumlah Penduduk			
		Teluk Awur		Kec. Tahunan	
		Jumlah	Prosentase	Jumlah	Prosentase
1.	Belum Sekolah	127	9.47	5.944	7.34
2.	Belum Tamat SD	158	11.78	8.679	10.72
3.	Tidak Tamat SD	235	17.52	1.776	2.19
4.	Tamat SD/Sederajat	358	26.69	24.591	30.36
5.	Tamat SLP/Sederajat	192	14.32	23.622	29.17
6.	Tamat SLA/Sederajat	167	12.45	15.387	18.99
7.	Tamat Perguruan Tinggi	45	3.36	623	0.77
8.	Buta Huruf	59	4.39	369	0.46

Sumber Monografi Desa dan Kecamatan, 2002

Tabel 4.3. Mata Pencaharian Penduduk Teluk Awur dan sekitarnya

No.	Jenjang Pencaharian	Jumlah Penduduk			
		Teluk Awur		Kec. Tahunan	
		Jumlah	Prosentase	Jumlah	Prosentase
1.	Petani	52	4.59	10.740	22.92
2.	Nelayan	278	24.51	42	0.09
3.	Pengusaha	-	-	671	1.43
4.	Pengrajin/Home Industri	241	21.25	12.571	26.82
5.	Buruh Tani	169	14.90	1.551	3.31
6.	Buruh Industri	306	26.98	10.612	22.64
7.	Buruh Bangunan	-	-	579	1.24
8.	Pedagang	73	6.44	8.799	18.77
9.	Pengangkutan	-	-	451	0.96
10.	PNS/ABRI	15	1.32	740	1.58
11.	Pensiunan	-	-	111	0.24

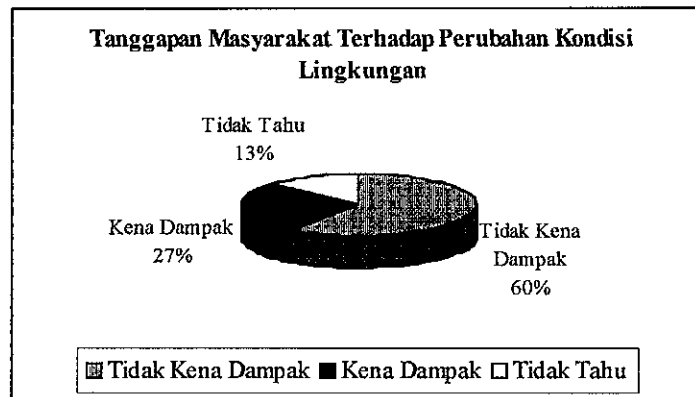
Sumber Monografi Desa dan Kecamatan, 2002

2. Tanggapan Masyarakat

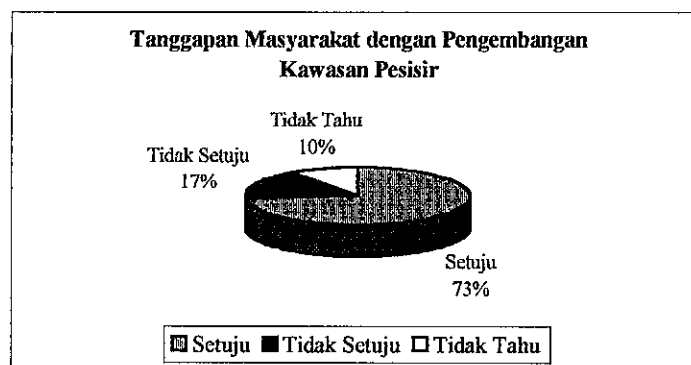
Kajian terhadap pandangan masyarakat dalam pengembangan yang terjadi selama ini pada lokasi penelitian, diperoleh bahwa sebagian besar masyarakat yang berada di lokasi ini tidak merasa adanya dampak dengan terjadinya perubahan baik karena perubahan secara alami maupun oleh manusia sebesar 60 %, sedang yang merasa terkena dampak hanya sekitar 27 %. Masyarakat tetap setuju jika kawasan ini dikembangkan lebih lanjut dengan prosentase sebesar 73 % dan yang tidak setuju hanya sekitar 17 % saja.

Pendapat masyarakat dalam hal ini masyarakat yang tergantung pada pada kawasan pesisir seperti nelayan, mereka menilai bahwa

pendapatan tangkap ikan yang mereka peroleh semakin menurun dari tahun ke tahun.



Gambar 4.2. Tanggapan Masyarakat Terhadap Perubahan Kondisi Lingkungan

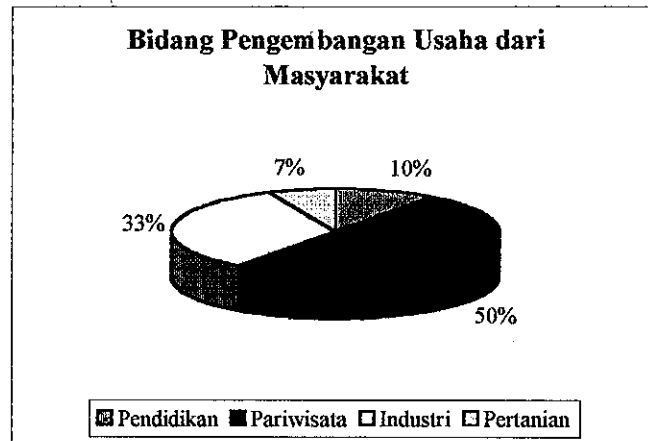


Gambar 4.3. Tanggapan Masyarakat dengan Pengembangan Kawasan Pesisir

3. Keinginan/Kebutuhan Ruang dalam Pemanfaatan Wilayah

Berdasarkan survei ini juga diketahui bahwa bidang-bidang yang diinginkan dan diharapkan oleh responden dalam pengelolaan wilayah pesisir Teluk Awur ini untuk pengembangan bidang perekonomian yang dapat mengangkat tingkat kehidupan mereka. Bidang-bidang usaha yang ingin dikembangkan antara lain pariwisata, pendidikan, industri dan pertanian.

Bidang-bidang usaha yang akan dikembangkan ini dalam pengelolaan ini terlihat dalam Gambar 4.4. dibawah ini.



Gambar 4.4. Bidang Pengembangan Usaha dari Masyarakat

4.2. Hasil Penelitian

4.2.1. Karakteristik Sedimen

Analisis butir sedimen dilakukan untuk mendapatkan karakteristik sedimen yang berupa ukuran butiran sedimen. Hasil analisis dapat dilihat dalam Tabel 4.4. di bawah ini :

Tabel 4.4. Analisis Statistik Sedimen

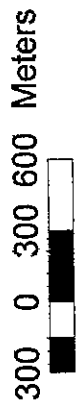
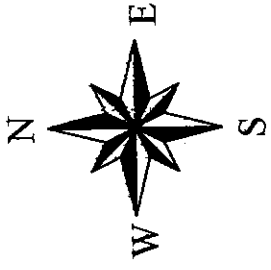
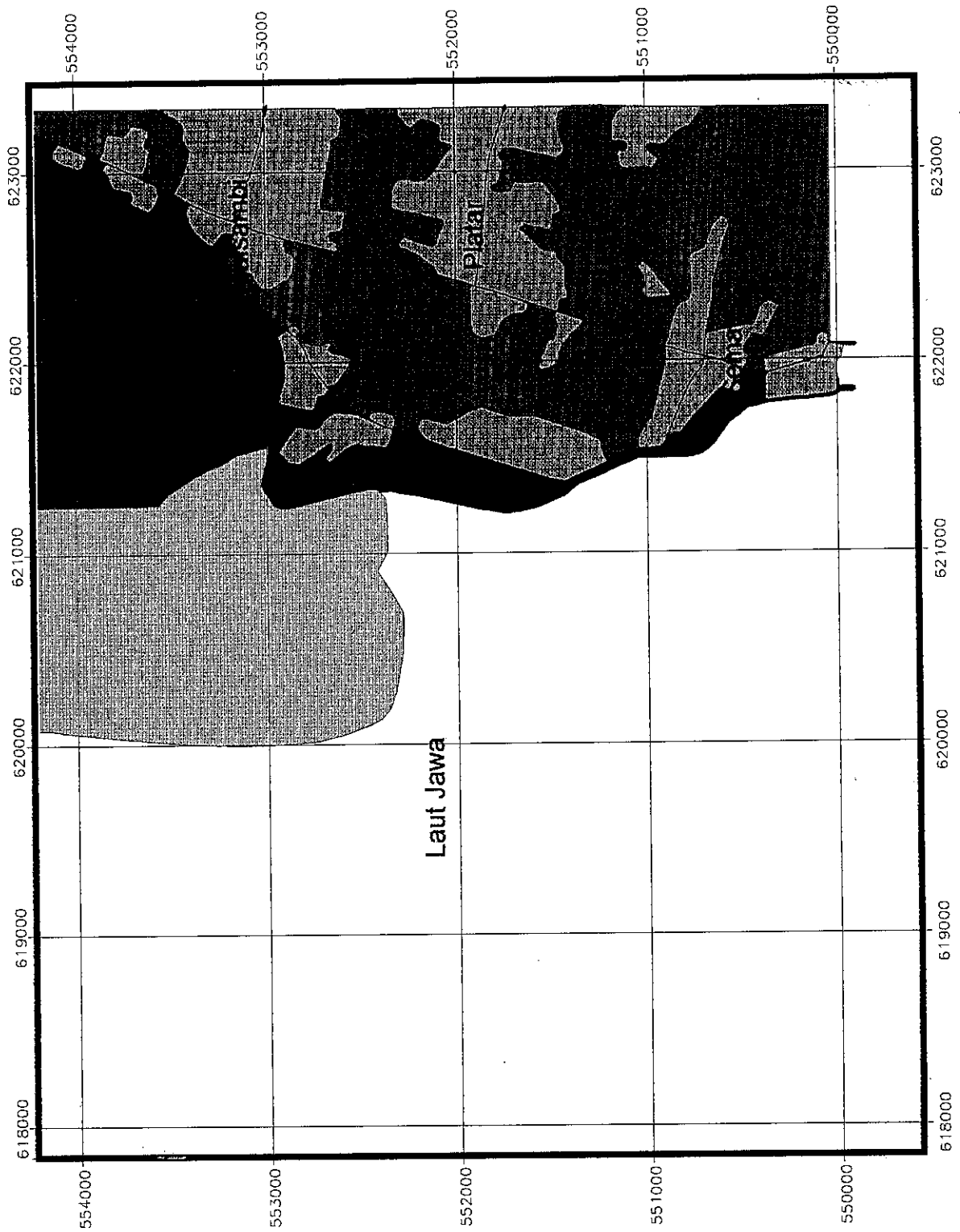
Stasiun	Kerikil	Pasir	Lumpur	Kategon
1.	37,6	57,1	5,3	Pasir Berlumpur
2.	34,6	62,0	3,4	Pasir Berlumpur
3.	32,5	62,8	4,7	Pasir Berlumpur
4.	6,4	89,8	3,8	Pasir Berlumpur
5.	37,9	59,0	3,1	Pasir Berlumpur
6.	20,0	71,1	8,9	Pasir Berlumpur
7.	0,0	93,8	6,2	Pasir
8.	0,0	93,1	6,9	Pasir
9.	0,0	95,4	4,6	Pasir
10.	0,0	96,2	3,8	Pasir

Sumber : Hasil Penelitian 2003

Sampel sedimen yang di analisis memberikan hasil tekstur sedimen untuk kerikil terdapat pada stasiun 1 sampai stasiun 6 dengan prosentase antara 6.4 –

37.9 %, sedang untuk pasir terbesar pada stasiun 10 dengan nilai 96.2 % dan terkecil 57.1 %. Pasir ini mendominasi jenis sedimen, untuk lumpur berkisar antara 3.1 – 8.9 % dengan nilai terbesar di stasiun 6 dan terkecil pada stasiun 5. Untuk penyebaran sedimen ini dapat dilihat pada Gambar 4.5.

PETA SEBARAN SEDIMEN



Keterangan

- Semak belukar
- Sawah-tegalan
- Pemukiman
- Pasir
- Pasir berlumpur
- Jalan
- Garis pantai

Sumber : Peta Topografi Lembar Jepara
Sheet 5123 III

4.2.2. Karakteristik Gelombang

Parameter yang diukur meliputi gelombang di lapangan kemudian dilakukan perhitungan untuk mendapatkan karakteristik gelombang dari awal pembangkitan sampai di pantai.

1. Gelombang Terukur

Pengukuran gelombang di lapangan meliputi, Periode (T), Tinggi (H), Kedalaman (d), Panjang gelombang (L), Kecepatan gelombang (C). Hasil pengukuran gelombang dapat dilihat pada Tabel 4.5. di bawah ini.

Tabel 4.5. Pengukuran Gelombang Di Lapangan

Stasiun	T (det)	d (m)	H (m)	C (m/det)	L (m)	Lo (m)	Co (m/det)
1.	3,517	0,720	0,267	2,658	9,347	19,298	5,487
2.	3,627	0,860	0,288	2,905	10,535	20,522	5,658
3.	3,478	0,830	0,279	2,853	9,924	18,871	5,426
4.	4,261	1,020	0,350	3,163	13,479	28,327	6,647
5.	3,239	0,670	0,228	2,564	8,304	16,368	5,053
6.	5,171	0,960	0,462	3,069	15,869	41,717	8,067
7.	4,862	0,870	0,324	2,921	14,204	36,880	7,585
8.	5,638	1,050	0,512	3,209	18,095	49,593	8,795
9.	5,234	0,930	0,533	3,020	15,809	42,737	8,165
10.	5,327	1,120	0,535	3,315	17,657	44,269	8,310

Sumber : Hasil Penelitian 2003

Kedalaman pada masing-masing stasiun mempunyai kisaran antara 0.670 – 1.120 meter dengan kedalaman yang terendah ada di stasiun 5 sedang yang terdalam berada di stasiun 10. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa periode gelombang rata-rata terkecil pada stasiun 1 yaitu 3.517 detik sedangkan untuk periode gelombang tertinggi pada stasiun 8 yaitu 5.838 detik. Tinggi gelombang terukur (H) paling kecil pada stasiun 5 yaitu 0,228 meter sedangkan tertinggi pada stasiun 10 yaitu 0,535 meter.

Panjang gelombang terukur terendah pada stasiun 5 sebesar 8.304 meter, dan tertinggi pada stasiun 8 sebesar 18,095 meter. Panjang gelombang pada saat pembangkitan 16.368 meter – 49.593 meter.

2. Pendangkalan Gelombang (wave shoaling)

Pendangkalan gelombang meliputi besarnya α (sudut gelombang), αb (sudut datang gelombang), K_r (Koefesien difraksi) dan K_s (Koefesien refraksi) dan H_o (ketinggian gelombang laut dalam), berdasarkan penelitian didapatkan hasil sebagai berikut ;

Tabel 4.6. Pendangkalan Gelombang

Stasiun	αb	α	$\alpha b s$	K_s	K_r	H_o (m)
1.	57,050	23,989	33,061	1,079	0,772	0,321
2.	53,850	24,491	29,359	1,055	0,805	0,339
3.	55,930	25,830	30,100	1,046	0,789	0,338
4.	53,800	22,588	31,212	1,086	0,800	0,403
5.	49,950	22,858	27,092	1,064	0,836	0,256
6.	48,030	16,433	31,597	1,189	0,835	0,465
7.	44,520	15,672	28,848	1,195	0,861	0,315
8.	43,890	14,657	29,233	1,203	0,863	0,493
9.	43,360	14,715	28,645	1,199	0,867	0,513
10.	43,660	15,986	27,674	1,195	0,867	0,516

Sumber : Hasil Penelitian 2003.

Pengukuran sudut datang gelombang awal pembangkitan sebesar $43.360^\circ - 57.050^\circ$ dan untuk sudut gelombang pecah berkisar $27.674^\circ - 33.061^\circ$ dengan nilai tertinggi berada di stasiun 1 dan nilai terendah berada di stasiun 10, Sudut gelombang terukur terhadap garis pantai sebesar $14.657^\circ - 25.830^\circ$, arah gelombang datang berasal dari barat-barat laut. Tinggi gelombang pada awal pembangkitan berkisar antara $0.256 - 0.516$ meter dengan nilai terbesar berada di stasiun 10 dan nilai terkecil berada di stasiun 5.

3. Gelombang Pecah dan Energi Gelombang

Parameter ini meliputi tinggi gelombang pecah (HB), kedalaman gelombang pecah (hB), Kecepatan gelombang pecah (CgB), Energi kinetik gelombang (EB), dan besarnya energi fluks gelombang (ECg)B. Hasil pengukuran parameter di atas disajikan pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7. Gelombang Pecah Dan Energi Gelombang Pecah

Stasiun	HB (m)	hB (m)	CgB (m/det)	EB	(Ecg)B (Ft-lb/det/ft)
1.	0,410	0,524	2,268	0,212	0,482
2.	0,434	0,555	2,333	0,238	0,555
3.	0,426	0,545	2,311	0,229	0,529
4.	0,531	0,680	2,582	0,356	0,921
5.	0,332	0,424	2,040	0,139	0,284
6.	0,644	0,824	2,842	0,524	1,494
7.	0,460	0,588	2,402	0,267	0,643
8.	0,698	0,894	2,953	0,609	1,800
9.	0,699	0,895	2,963	0,618	1,831
10.	0,708	0,906	2,981	0,633	1,887

Sumber : Hasil Penelitian 2003.

Tinggi gelombang pecah terendah 0.332 meter pada stasiun 5 dan tertinggi 0,708 m di stasiun 10. Untuk kedalaman gelombang terendah dengan nilai 0.424 meter pada stasiun 5 dan tertinggi 0.906 meter pada stasiun 10. Kecepatan gelombang pecah terbesar di stasiun 10 yaitu 2.981 meter/detik, untuk kecepatan terkecil di stasiun 5 yaitu 2.040 meter/detik. Berdasarkan perhitungan besarnya energi fluks gelombang pecah berkisar 0.284 ft-lb/det/ft – 1.887 ft-lb/det/ft energi fluks gelombang tertinggi terdapat di stasiun 10.

4. Arus Sepanjang Pantai

Dari perhitungan didapatkan besarnya arus (V) dan sudut gelombang pecah (α_{bs}) dapat dilihat pada Tabel 4.8 di bawah ini :

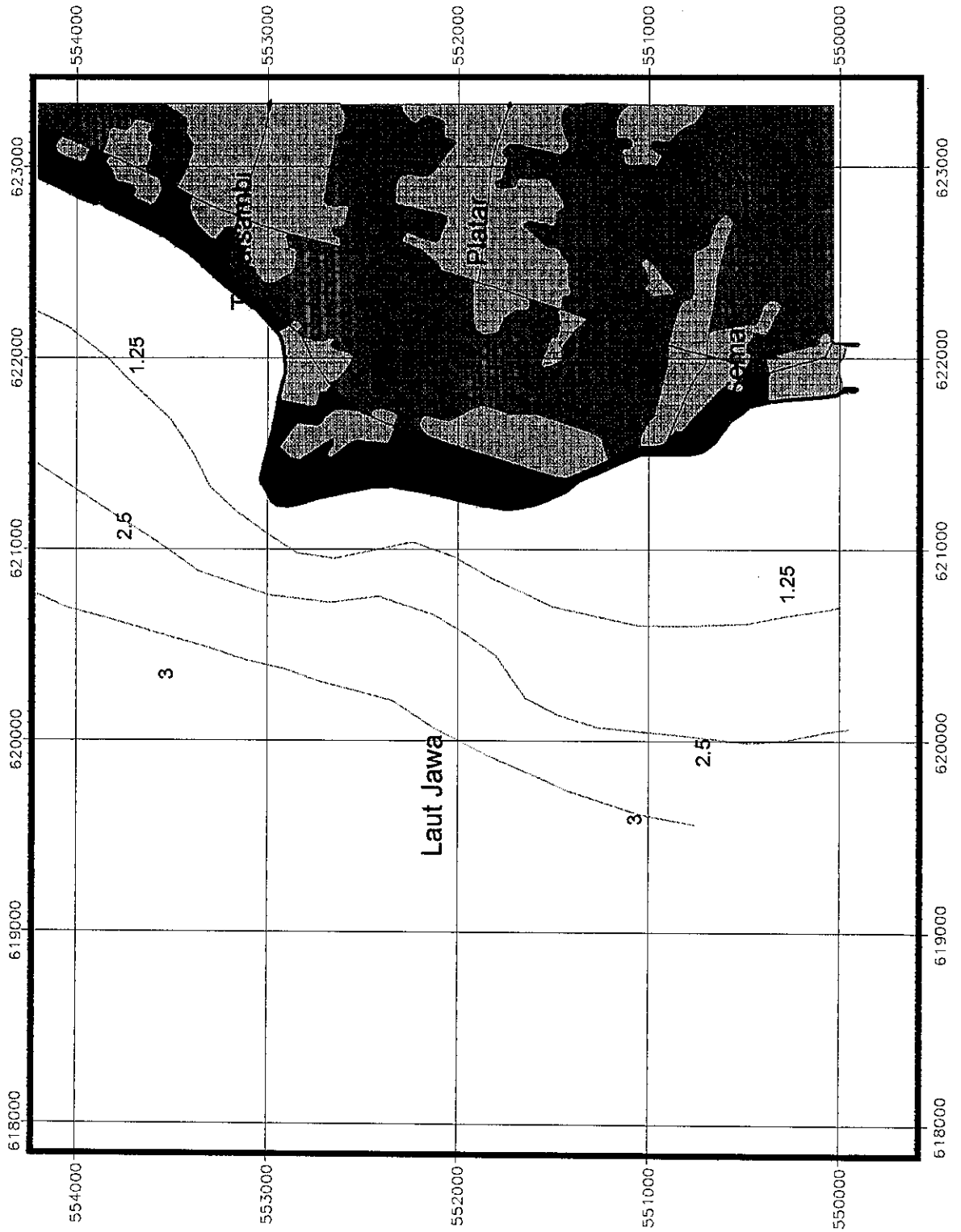
Tabel 4.8. Arus Sepanjang Pantai

Stasiun	V (m/det)	abs	Arah
1.	1,213	33,061	Tenggara
2.	1,166	29,359	Tenggara
3.	1,037	30,100	Tenggara
4.	1,183	31,212	Timur
5.	0,855	27,092	Timur
6.	1,311	31,597	Timur
7.	1,050	28,848	Timur
8.	1,304	29,233	Timur
9.	1,289	28,645	Timur
10.	1,268	27,674	Timur

Sumber :Hasil Penelitian 2003.

Dari tabel tersebut dapat dilihat bahwa kecepatan arus terbesar pada stasiun 6 yaitu 1.311 meter/detik sedangkan terendah pada stasiun pada stasiun 5 sebesar 0.855 meter/detik. Arah arus lebih dominan ke arah timur (stasiun 4 sampai 10) sedangkan pada stasiun 1, 2 dan 3 dominan ke arah tenggara. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 4.6. dibawah ini.

PETA ARUS DAN KEDALAMAN



Sumber : Peta Topografi Lembar Jepara
Sheet 5123 III

4.2.3. Perpindahan Sedimen

1. Kedalaman dan Lebar Daerah Perpindahan Sedimen

Kedalaman perpindahan sedimen meliputi daerah dimana sedimen mulai bergerak (D_{sh} = kedalaman kritis) begitu juga dengan panjang daerah perpindahan (A) yang membentang dari garis pantai menuju laut.

Tabel 4.9. Kedalaman dan Panjang Daerah Perpindahan

Stasiun	D_{sh} (m)	A (m)
1.	0,673	134,627
2.	0,712	142,399
3.	0,705	140,971
4.	0,856	171,253
5.	0,541	108,181
6.	1,004	200,826
7.	0,689	137,792
8.	1,071	214,171
9.	1,102	220,390
10.	1,111	222,219

Sumber : Hasil Penelitian 2003

Kedalaman kritis perpindahan sedimen terkecil pada stasiun 5 yaitu 0.541 meter dan terbesar 1.111 meter pada stasiun 10. Panjang daerah perpindahan sedimen terpanjang pada stasiun 10 dengan panjang sejauh 222.219 meter sedangkan terkecil pada stasiun 5 yaitu 108.181 meter. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 4.9.

2. Perpindahan Sedimen

Untuk perpindahan sedimen terdiri dari dua komponen yaitu perpindahan sedimen akibat energi fluks gelombang dan arus sepanjang pantai. Di sini juga ditampilkan besaran sedimen yang terangkut (I) dan sedimen yang terendapkan (Q). untuk lebih jelasnya, perpindahan sedimen ini tersaji pada Tabel 4.10. di bawah ini.

Tabel 4.10. Perpindahan Sedimen

Stasiun	Energi Fluks		Arus Sepanjang Pantai	
	I (ton/hari)	Q (ton/hari)	I (ton/hari)	Q (ton/hari)
1.	5,331	1,151	1,235	0,423
2.	5,736	1,399	1,329	0,455
3.	5,552	1,383	1,286	0,638
4.	9,867	8,964	2,286	1,135
5.	2,783	0,629	0,645	0,320
6.	16,119	5,169	3,735	1,853
7.	6,576	9,828	1,523	0,756
8.	18,797	25,245	4,355	2,161
9.	18,626	37,523	4,315	2,142
10.	18,770	45,774	4,349	2,158

Sumber : Hasil Penelitian 2003

Hasil perhitungan perpindahan sedimen karena energi fluks gelombang yang telah dikonversikan ke dalam ton/hari didapatkan sedimen yang mengalami perpindahan terendah pada stasiun 5 yaitu sebesar 2.783 ton/hari sedangkan tertinggi pada stasiun 10 yaitu sebesar 18.770 ton/hari. Besarnya sedimen yang terendapkan berkisar 0.629 ton/hari – 45.774 ton/ hari.

Nilai transpor sedimen karena arus sepanjang pantai mempunyai kisaran sedimen yang tertranspor sebesar 0.645 ton/hari – 4.349 ton/hari sedangkan untuk sedimen yang terendapkan berkisar 0.320 ton/hari -2.158 ton/hari.

4.2.4. Karakteristik Biota

1. Benthos

Pada penelitian untuk benthos dapat kita ketahui komposisi dan kelimpahan gastropoda terutama makrobenthosnya. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 4.11. di bawah ini.

2. Terumbu Karang

Untuk terumbu karang hanya dilakukan analisis komposisi dan luasan penutupan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 4.14. di bawah ini.

Tabel 4.14. Komposisi Terumbu Karang dan Luasan Penutupannya (dalam %)

No	Jenis Organisme	Kode	Stasiun										
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1.	<i>Acropora branching</i>	ACB	2,30	1,54	1,02	0	0	0	0	0	0	0	0
2.	<i>Acropora submassive</i>	ACS	3,56	5,26	2,69	2,13	1,18	1,64	1,02	0	0	0	0
3.	<i>Coral branching</i>	CB	1,89	1,31	0,74	0	0	0	0	0	0	0	0
4.	<i>Coral submassive</i>	CS	4,12	2,16	3,10	1,25	1,62	2,10	0	0	0	0	0
5.	<i>Coral massive</i>	CM	3,56	4,62	2,41	1,62	1,20	0	0,94	0	0	0	0
6.	<i>Halimeda</i>	Ha	1,02	0,89	1,06	0	0	0	0	0	0	0	0
Jumlah			16,45	15,78	11,02	5	4,00	3,74	1,96	0	0	0	0

Sumber Hasil Penelitian, 2003

Melihat tabel di atas maka luasan penutupan terumbu karang terbaik pada stasiun 1 kemudian menurun pada stasiun ke 2 dan seterusnya, pada stasiun 8 sampai 10 tidak terdapat terumbu karang karena merupakan hamparan dengan substrat pasir. Pada stasiun yang terdapat terumbu karang rata-rata didominasi oleh *Acropora submassive*, *Coral submassive* dan *Coral massive* dengan luas penutupan di atas 10 % antara 14.35 – 17.48 %. Pada stasiun 8 sampai 10 tidak terdapat biota sama sekali hal ini dapat terjadi karena tingginya energi gelombang dan arus yang menyebabkan adanya turbulensi massa air yang menyebabkan pengadukan sedimen substrat dasar yang berdampak pada kekeruhan sedimen yang tinggi. Kondisi akan menyebabkan biota yang tinggal di lokasi stasiun ini akan terangkut oleh gelombang dan arus.

3. Seagrass/Seaweed

Untuk seagrass/seaweed sama seperti terumbu karang, hanya dilakukan analisis komposisi dan luasan penutupan dari seagrass/seaweed itu sendiri. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 4.15. di bawah ini.

Tabel 4.15. Komposisi Seagrass/Seaweed dan Luasan Penutupannya (dalam %)

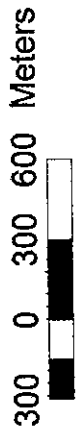
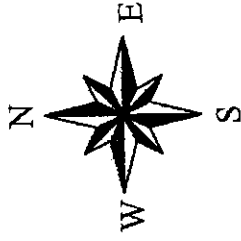
No	Jenis Organisme	Stasiun									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.	<i>Enhalus acoroides</i>	1,32	1,15	1,24	1,21	1,36	1,23	0,89	0	0	0
2.	<i>Thalassia testudium</i>	1,03	1,24	2,01	2,18	3,16	2,46	1,43	0	0	0
3.	<i>Zostera marina</i>	0	0,56	1,84	1,89	2,62	3,16	2,16	0	0	0
4.	<i>Sargasum pterleuron</i>	0	0	0	2,46	3,14	2,64	1,26	0	0	0
5.	<i>Euchema sp</i>	0	0	0	2,47	2,24	1,89	0	0	0	0
6.	<i>Gracilaria sp</i>	0	0	0	1,56	1,01	1,26	1,27	0	0	0
7.	<i>Anadyomene sp</i>	0	0	0	1,48	1,64	1,60	0,00	0	0	0
Jumlah		2,35	2,95	6,09	13,25	15,17	14,24	7,01	0	0	0

Sumber Hasil Penelitian,2003

Dengan melihat Tabel 4.15. ini dapat pada lokasi penelitian secara keseluruhan didominasi oleh *Thalassia testudium* dan *Zostera marina* dengan kisaran penutupan di atas 10%. Prosentase luasan penutupan terbesar pada stasiun 5 sebesar 15.17 %. Pada stasiun 8 sampai 10 tidak terdapat biota sama sekali hal ini dapat terjadi karena tingginya energi gelombang dan arus yang menyebabkan adanya turbulensi massa air yang menyebabkan pengadukan sedimen substrat dasar yang berdampak pada kekeruhan sedimen yang tinggi. Kondisi akan menyebabkan biota yang tinggal di lokasi stasiun ini akan terangkut oleh gelombang dan arus.

Untuk daerah yang terdapat ekosistem pesisir ini dapat dilihat pada Gambar 4.7.

PETA EKOSISTEM PESISIR TELUK AWUR



Keterangan

- Karang hidup
- Padang lamun
- Karang mati
- Semak belukar
- Sawah-tegalan
- Pemuklman
- Pasir
- Pasir berlumpur
- Jalan
- Garis pantai

Sumber Peta Topografi Lembar Jepara
Sheet 5123 III

4.3. Pembahasan

4.3.1. Sedimen

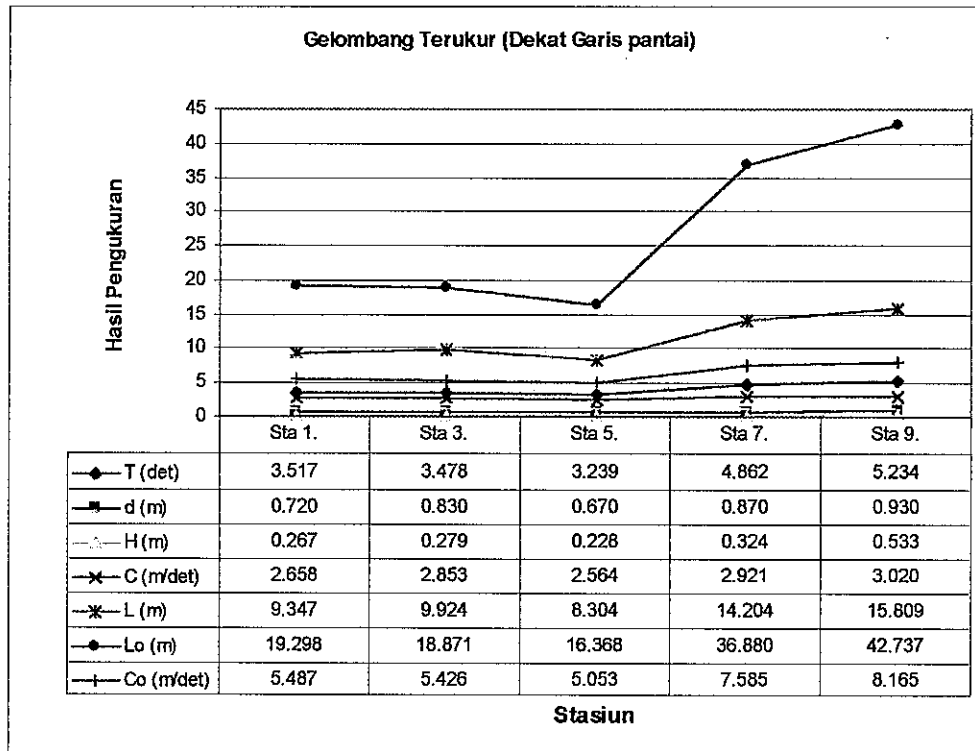
Hasil pengukuran tektur sedimen menunjukkan bahwa kawasan pesisir Teluk Awur didominasi oleh sedimen pasir berlumpur dan pasir. Stasiun yang mempunyai sedimen berlumpur ini mempunyai akibat dari adanya perpindahan sedimen akibat energi kinetik dan energi fluks gelombang baik dari arus sepanjang pantai maupun oleh adanya energi fluks gelombang sehingga kecenderungan butiran yang lebih besar yang mengalami deposisi. Krumbrein dan Sloss (1963) menyatakan bahwa ukuran butiran berhubungan dengan dinamika transportasi atau perpindahan sedimen serta deposisinya. Ukuran butiran akan mencerminkan resistensi butiran terhadap proses pelapukan, erosi dan abrasi.

Pada kawasan Teluk Awur mempunyai arus yang tenang karena terletak pada teluk yang menjorok ke darat dibandingkan dengan sekitarnya, di sana juga terdapat muara sungai kecil yang mengalir hanya pada waktu terdapat hujan. Kondisi seperti ini membuat kawasan ini berarus tenang sehingga partikel sedimen banyak yang terdeposisikan. Arus yang terjadi hanya karena adanya pasang surut sehingga pergerakan massa air hanya maju-mundur. Pada daerah yang terdapat penghalang maka kondisi perairan semakin tenang sehingga sedimen yang tersuspensi menjadi tenang dan cenderung terdeposisikan. Hal ini didukung Barnes (1984) yang menyatakan bahwa pada daerah pertemuan air laut dan air tawar, partikel selalu akan menggumpal dan tenggelam lebih cepat.

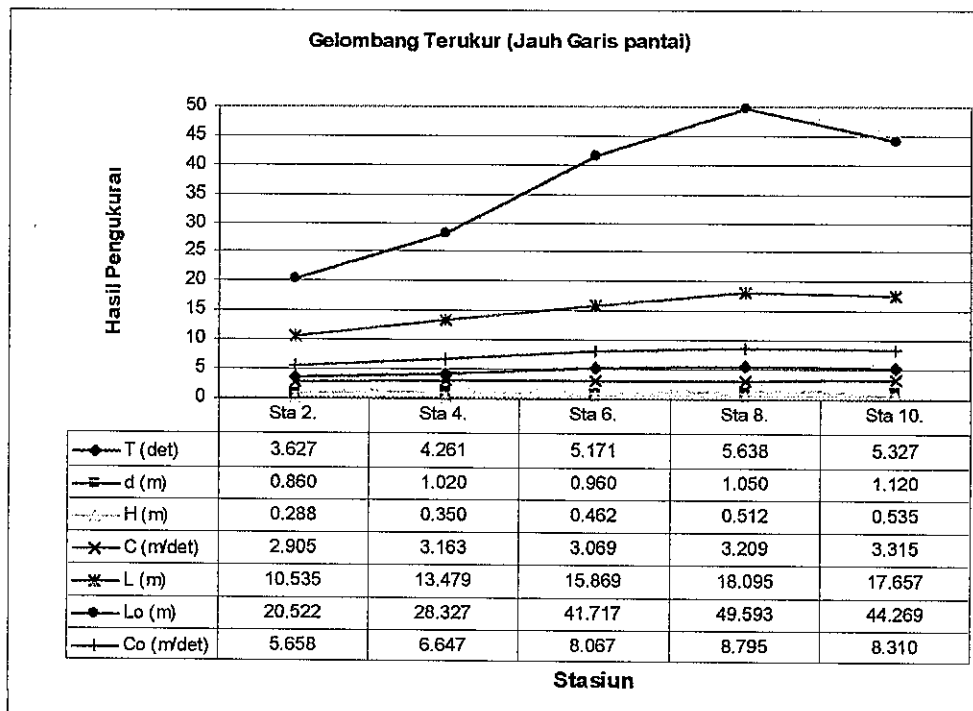
Kondisi ini dapat dilihat dari hasil penghitungan sedimen yang terendapkan baik oleh adanya arus sepanjang pantai maupun oleh adanya energi fluks gelombang, dimana pada daerah yang terbuka mengalami penambahan sedimen akibat perbedaan sedimen yang terdeposisikan lebih banyak dari yang terangkut hal ini karena suplai sedimen lebih banyak mengarah ke daerah ini. Daerah ini merupakan daerah pertemuan gerakan perpindahan massa air yang bisa dilihat dari sudut datang gelombang.

4.3.2. Gelombang dan Arus

Hasil penelitian bila dibandingkan antara gelombang pada awal pembangkitan, gelombang pantai dan gelombang pecah menunjukkan bahwa karakteristik gelombang pada awal pembangkitan mempunyai nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan karakter gelombang pantai, tetapi lebih kecil dibandingkan dengan karakteristik gelombang pecah. Perbedaan ini disebabkan karena pada saat pembangkitan gelombang, gelombang tidak mengalami refraksi dan difraksi karena kedalaman perairan kurang dari $\frac{1}{2}$ (setengah) panjang gelombang sehingga gerakan orbital masa air tidak dapat mencapai dasar perairan (Horikawa,1988 ; Tucker,1991 ; Triatmodjo,1999). Triatmodjo (1999) juga menerangkan lebih lanjut bahwa gelombang yang bergerak menuju pantai akan mengalami proses refraksi, difraksi dan pendangkalan gelombang (*wave shoaling*). Refraksi terjadi adanya pengaruh perubahan kedalaman laut. Di daerah ini, apabila ditinjau suatu garis puncak gelombang, bagian dari puncak gelombang yang berada di air yang lebih dangkal akan menjalar dengan kecepatan yang lebih kecil dari pada bagian di air yang lebih dalam. Gelombang akan bergerak mengikuti garis kontur perairan mengalami peningkatan kecepatan dan tinggi sampai pada titik tertinggi kemudian pecah pada kedalaman relative lebih dari $\frac{1}{2}$ (setengah). Tabel 4.5. kita dapat melihat kecenderungan gelombang yang terjadi di lokasi penelitian seperti yang dijelaskan diatas, maka jika kita membagi daerah lokasi menjadi dua bagian yaitu daerah yang dekat dengan garis pantai maupun yang jauh dengan garis pantai maka terlihat bahwa antara periode (T), Tinggi (H), Kedalaman (d), Panjang gelombang (L), Kecepatan Gelombang (C) mempunyai trend yang sama dimana adanya peningkatan masing-masing komponen akan diikuti oleh peningkatan komponen terukur lainnya.

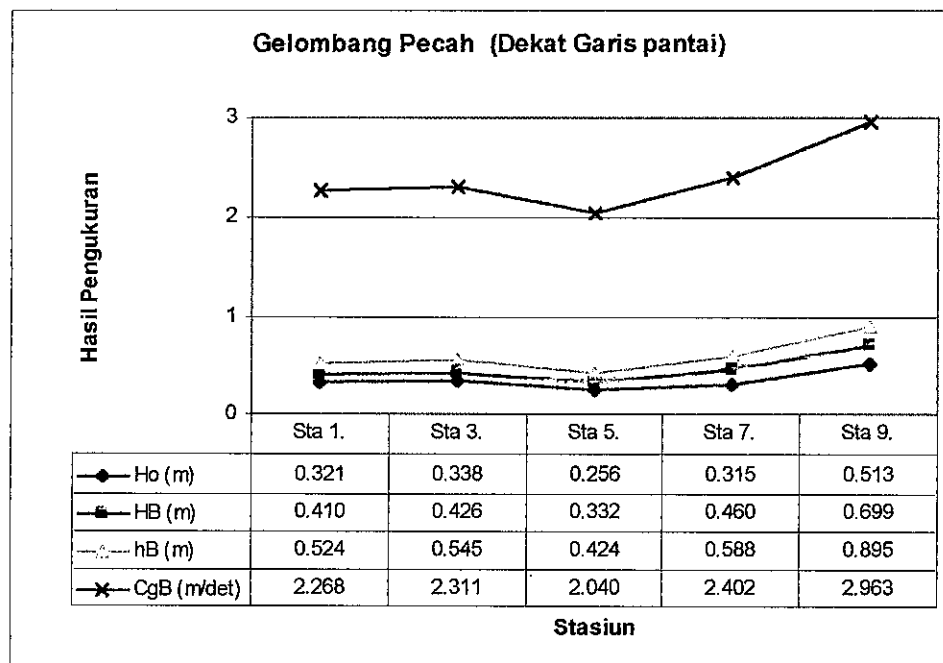


Gambar 4.8. Pengukuran Gelombang Terukur Dekat Garis Pantai

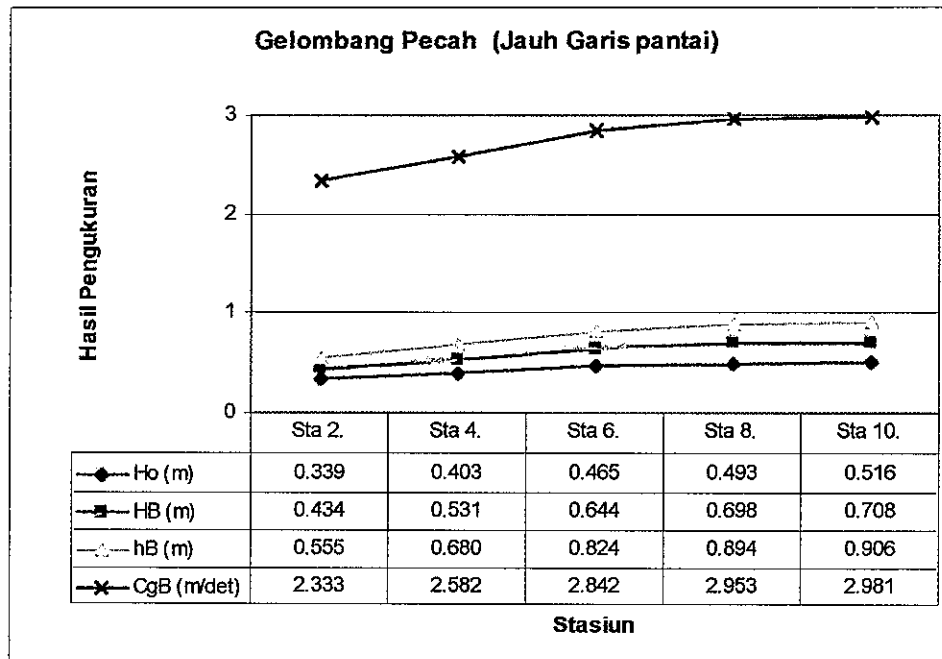


Gambar 4.9. Pengukuran Gelombang Terukur Jauh Garis Pantai

Demikian juga untuk gelombang pecah, dimana komponen-komponennya menunjukkan trend yang sama seperti pada gelombang terukur baik untuk daerah yang dekat dengan garis pantai maupun yang jauh dengan garis pantai. Komponen-komponen ini meliputi tinggi gelombang pecah (HB), kedalaman gelombang pecah (hB), Kecepatan gelombang pecah (CgB).



Gambar 4.10. Pengukuran Gelombang Pecah Dekat Garis Pantai



Gambar 4.11. Pengukuran Gelombang Pecah Jauh Garis Pantai

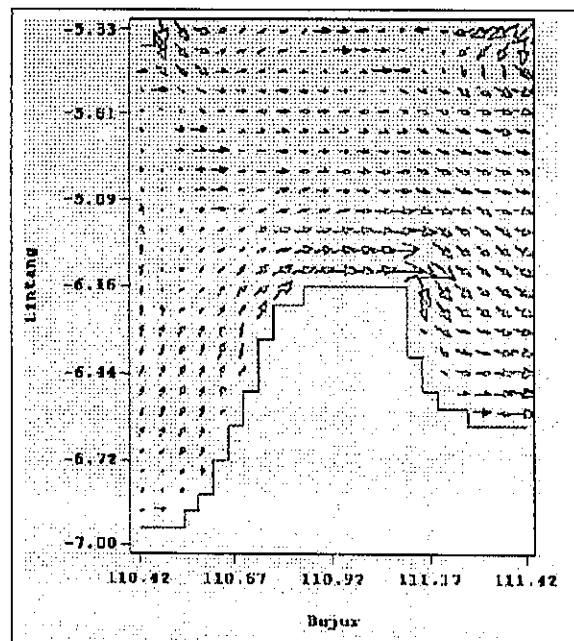
Gelombang datang dari arah barat-barat laut yang membentuk sudut terhadap garis pantai sebesar $43.360^\circ - 57.050^\circ$, sudut gelombang pecah berkisar 27.674° sampai dengan 33.061° . Sudut gelombang terukur terhadap garis pantai 14.657° sampai 25.830° .

Gelombang yang menuju pantai membawa massa air yang besar dalam area yang luas. Karakteristik gelombang memberikan pengaruh yang cukup besar terhadap arus sepanjang pantai (*longshore current*) (Triatmodjo, 1999). Berdasarkan hasil penelitian sudut datang gelombang pada lokasi penelitian $>5^\circ$ sehingga menimbulkan arus sepanjang pantai (*longshore current*). Arus terjadi karena tinggi gelombang pecah pada berbagai tempat mempunyai tinggi muka air yang berbeda sehingga muka air yang lebih tinggi akan mengalir ke arah muka air yang lebih rendah sehingga terjadi arus sepanjang pantai (Horikawa, 1988).

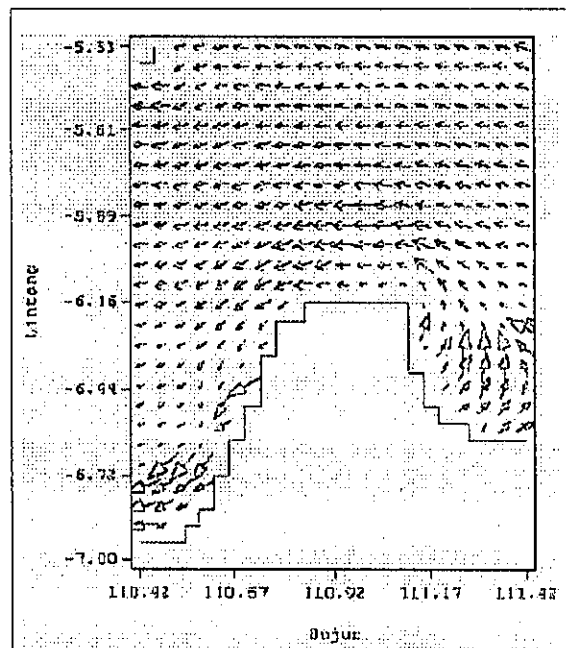
Arus sepanjang pantai yang terukur pada masing-masing stasiun mempunyai nilai yang berbeda-beda antara satu stasiun dengan yang lainnya. Perbedaan kecepatan arus, tinggi gelombang pecah di sepanjang pantai akibat dari

tidak teraturannya garis kontur dari lokasi penelitian yang berupa teluk yang melengkung. Dengan melihat refraksi gelombang yang terjadi akan menciptakan tinggi gelombang pecah yang berbeda. Pada daerah yang penguncupan ortogonal (*convergen*) tinggi gelombang pecah akan lebih besar dari tempat yang mengalami penyebaran garis ortogonal (*divergen*) (Triatmodjo, 1999). Berdasarkan tinggi gelombang pecah maka pada daerah stasiun 5 dengan tinggi gelombang yang terkecil maka pada daerah stasiun 5 ini merupakan daerah penyebaran (*divergen*) sedang untuk daerah stasiun 10 dengan tinggi gelombang pecah yang terbesar bisa dikatakan bahwa daerah stasiun 10 merupakan daerah penguncupan (*convergen*).

Pada lokasi penelitian untuk gambaran arus terjadi yang terjadi pada musim barat didominasi dengan arus yang mengarah timur sampai timur laut dan pada musim timur didominasi oleh arah arus dengan arah barat sampai barat daya, seperti yang terlihat pada gambar di bawah ini.



Gambar. 4.12. Arus Pada Ujung Jawa Tengah (Semarang – Rembang) Pada Musim Barat (Sumber : Pranowo,2002)



Gambar. 4.13. Arus Pada Ujung Jawa Tengah (Semarang – Rembang) Pada Musim Timur (Sumber : Pranowo,2002)

4.3.3. Perpindahan sedimen

Arus sepanjang pantai pada lokasi penelitian yang diterangkan diatas berpengaruh besar terhadap perpindahan sedimen sepanjang pantai. Perpindahan sedimen dapat terjadi karena energi fluks gelombang dan karena arus sepanjang pantai.

A. Stasiun 1 dan 2

Stasiun 1 mempunyai jarak 100 m sisi barat dari *jetty* kampus Undip Jepara. Pola arus pada musim barat ke arah tenggara. Influx sedimen pada pias antara stasiun dengan *jetty* berasal dari stasiun 1. Kedalaman kritik terjadinya perpindahan sedimen pada stasiun 1 sebesar 0.673 m dengan panjang daerah perpindahan 134.627 m dari garis pantai. Arah perpindahan dominan ke arah timur dengan total sedimen yang terendapkan sebesar 0.018 kg/det atau setara dengan 1.574 ton/hari. Sedang sedimen yang mengalami perpindahan dari daerah

sekitar akibat energi fluk gelombang dan arus sepanjang pantai sebesar 0.076 kg/det atau setara 6.566 ton/hari

Besarnya sedimen yang terendapkan ke arah tenggara dikarenakan arus perpindahan sedimen pada lokasi ini masih tertahan oleh *jetty* kampus Undip Jepara yang membuat perairan menjadi lebih tenang pada musim barat. Melihat keseimbangan antara sedimen yang terendapkan dan yang mengalami perpindahan maka pada stasiun 1 ini bisa dikatakan bahwa sedimen yang terangkut akibat energi fluks gelombang dan arus sepanjang pantai akan membawa sedimen sebesar 4.992 ton/hari.

Stasiun 2 terletak 100 m dari *jetty* ke arah barat, pola arus yang terjadi sama dengan stasiun 1 dengan dominan arah tenggara (musim barat). Kedalaman kritik perpindahan 0.712 m dengan panjang daerah perpindahan 142.399 m dari garis pantai. Pola sebaran sedimen lebih dominan dan lebih besar ke arah tenggara dengan besarnya sedimen yang terendapkan sebesar 0.021 kg/det atau 1.854 ton/hari sedangkan perpindahan sedimen adalah 0.081 kg/det atau 7.065 ton/hari sehingga total yang masuk sebesar 5.211 ton/hari. Pola arus yang membawa sedimen ke arah timur tertahan oleh adanya terumbu karang yang masih terdapat di sekitar stasiun ini.

Sebaran sedimen dari lokasi dekat pantai mempunyai diameter yang lebih besar dan semakin ke arah laut semakin kecil. Stasiun 1 dan 2 dapat diklasifikasikan lokasi yang mengalami akresi ke arah barat laut/utara.

B. Stasiun 3 dan 4

Stasiun 3 merupakan daerah peralihan antara daerah tanjung yang menjorok ke laut dengan daerah teluk yang lebih menjorok ke daratan, yang letaknya sekitar 100 m dari *jetty*. Pola arus dan perpindahan yang terjadi ke arah tenggara pada saat musim barat. Jika mengambil asumsi pola arus sama maka besarnya perpindahan sedimen stasiun 3 sebesar 0,079 kg/det (6.838 ton/hari) sedangkan yang terendapkan sebesar 0.023 kg/det (2.021 ton/hari). Untuk stasiun 4 sedimen yang masuk 0,14 kg/det (12.153 ton/hari), sedang sedimen yang terendapkan sebesar 0.117 kg/det (10.099 ton/hari).

Kedalaman kritik perpindahan sedimen 0.705 m sedangkan panjang perpindahan 140.971 m dari garis pantai, arah arus yang besar terjadi pada musim barat pada stasiun 3. Sedang untuk stasiun 4 kedalaman kritik perpindahan sedimen 0.856 m dan panjang perpindahan 171.253 m dari garis pantai.

Melihat kondisi keseimbangan antara sedimen yang terendapkan dengan yang mengalami perpindahan maka kondisi lokasi ini mengalami abrasi dengan angkutan sedimen sebesar 4.817 ton/hari dan 2.054 ton/hari. Kondisi ini terjadi karena pada lokasi ini merupakan perairan yang terbuka dan tingkat daerah penutupan terumbu karang yang semakin menipis, sehingga fungsinya sebagai penghalang arus dan gelombang tidak berfungsi.

C. Stasiun 5 dan 6

Stasiun 5 dan 6 terletak pada lokasi yang berupa teluk dengan diameter kurang lebih 500 m, pola arus *rip current* menyisir daerah tepi teluk. Kedalaman perpindahan pada stasiun 5 sebesar 0.541 m dengan panjang daerah perpindahan 108.181 m dari semua stasiun yang mempunyai nilai terkecil. Sedimen yang terendapkan pada stasiun 5 sangat kecil yaitu sebesar 0.011 kg/det. Sebaran sedimen ke arah timur dengan pertemuan pada tepi teluk bagian tenggara. Banyaknya sedimen yang masuk pada stasiun 5 ini berasal dari stasiun 3 dan 4. Kecilnya pola arus yang terjadi pada stasiun ini diakibatkan sistem sirkulasi arus yang mengalami penyebaran dan penguncupan pada daeran teluk (Triatmodjo,1999). Ditambahkan lagi bahwa energi yang terjadi akan memberikan efek pertemuan arus yang membawa sedimen ke arah tegak lurus terhadap garis pantai.

Hal ini memperlihatkan aksi gelombang semakin ke arah laut tidak dapat menggerakkan sedimen sampai dasar perairan, sehingga energi tidak dapat memindahkan sedimen dalam ukuran yang besar. Perubahan lokasi dengan tekstur yang berupa pasir pada lokasi sebelah timurnya (stasiun 7 sampai 10) menyebabkan pada stasiun 5 dan 6 mendapatkan suplai pasir yang besar sehingga dominan tekstur pasir walaupun mendapat suplai berupa pasir berlumpur yang berasal dari sebelah baratnya (Stasiun 1 sampai 4) merupakan percampuran.

Karena suplai pasir lebih besar yang masuk ke stasiun 5 maka tekstur pasir mendominasi lokasi penelitian dibandingkan dengan lokasi stasiun 1 sampai 4.

Sedang untuk stasiun 6, karena letaknya yang lebih jauh dari garis pantai dengan tektur dominan pasir merupakan daerah pertemuan arah arus yang berasal dari stasiun 3 dan 4 serta arah arus dari laut lepas maka perpindahan sedimen juga cukup besar (0.23 kg/det atau 19.854 ton/hari) sedang untuk sedimen yang terendapkan sebesar 0.081 kg/det atau 7.022 ton/hari. Dengan demikian pada stasiun 6 ini terjadi abrasi yang besarnya 12.832 ton/hari. Nilai ini merupakan nilai terbesar dari stasiun 1 sampai 6 yang mengalami abrasi. Kondisi ini semakin diperparah lagi karena tidak adanya perlindungan terhadap arus dan gelombang baik secara alami maupun buatan. Tidak adanya keberadaan terumbu karang maupun lamun menyebabkan perpindahan sedimen tidak terkontrol. Dampak dari terjadinya *rip current* pada daerah teluk (Triatmodjo,1999) juga membuat kondisi ini semakin memperparah terjadinya abrasi.

D. Stasiun 7, 8, 9 dan 10

Stasiun 7, 8, 9 dan 10 mempunyai tipe yang sama yaitu pada daerah lengkungan luar teluk dengan arah arus yang menuju ke timur. Stasiun 7 mempunyai kedalaman kritis perpindahan 0.689 m dengan panjang daerah perpindahan 137.792 m dari garis pantai, sedang untuk kedalaman kritis perpindahan sedimen dan panjang daerah perpindahan pada stasiun 8 adalah 1.071 m dan 214.171 m, untuk stasiun 9 (1.102 m dan 220.390 m), serta untuk stasiun 10 (1.111 m dan 222.219 m). Arah perpindahan sedimen dominan ke arah tenggara, di samping karena energi gelombang arus pada stasiun tujuh sampai sepuluh ini juga dipengaruhi arus yang berasal dari sungai, begitu juga dengan suplai sedimen. Stasiun 7 mengalami pengendapan sedimen sebesar 0.123 kg/det atau 10.584 ton/hari, sedang untuk stasiun 8 pengendapan sedimennya adalah 0.317 kg/det atau 27.406 ton/hari, pada stasiun 9 sebesar 0.459 kg/det atau 39.665 ton/hari dan stasiun 10 sebesar 0.555 kg/det atau 47.932 ton/hari. Besaran sedimen yang diendapkan ini ternyata tidak diimbangi oleh perpindahan oleh energi gelombang maupun arus, besaran perpindahan sedimen di stasiun 7

besarnya adalah 0.094 kg/det atau 8.099 ton/hari, sedang stasiun 8 dengan besar 0.268 kg/det atau 23.152 ton/hari, stasiun 9 sebesar 0.266 kg/det atau 22.941 ton/hari serta pada stasiun 10 sebesar 0.267 kg/det atau 23.119 ton/hari. Dengan demikian pada stasiun 7 sampai 10 terjadi akresi yang besarnya 2.485 ton/hari pada stasiun 7, stasiun 8 (4.254 ton/hari), stasiun 9 sebesar 16.724 ton/hari dan stasiun 10 (24.813 ton/hari).

Kondisi ini terjadi akibat pada stasiun tujuh sampai sepuluh merupakan daerah pertemuan arah arus akibat musim barat. Nilai terbesar pengendapan sedimen pada stasiun 10 terjadi akibat penambahan sedimen dari sungai Buntung yang bermuara di sebelah utara stasiun 10 sedang arah arus dominan menuju tenggara sehingga membawa sedimen sungai Buntung ini menuju stasiun 10 dan meyebar merata menuju stasiun 9.

Secara keseluruhan bahwa pada lokasi ini terjadi abrasi dan akresi akibat dari perpindahan sedimen ini sendiri. Perpindahan sedimen ini dapat disebabkan oleh energi fluks gelombang dan arus sepanjang pantai. Jika kita melihat pada lokasi yang mengalami abrasi (pada lokasi 1 – 6), dari analisis perpindahan sedimen akibat energi fluks gelombang dimana perbandingan antara sedimen yang terangkut dan yang terendapan adalah lebih besar. Demikian juga perpindahan sedimen oleh arus sepanjang pantai, dimana komposisi sedimen yang terangkut lebih besar dari terendapkan. Sedang pada lokasi stasiun 7 – 10 terjadi kebalikan dimana terjadi akresi karena sedimen yang terendapkan oleh energi fluks gelombang dan arus sepanjang panjang lebih besar dari sedimen yang terangkut sehingga pada daerah ini mengalami penambahan sedimen. Dengan demikian pada lokasi ini mengalami akresi.

Sedimen pada lokasi penelitian merupakan hasil akumulasi dari sedimen yang terangkut maupun yang terendap dari perpindahan sedimen karena energi fluks gelombang dan arus sepanjang pantai. Jumlah sedimen yang terkumpul maupun yang terangkut pada suatu lokasi merupakan gabungan hasil dari aksi energi fluks gelombang dan arus sepanjang pantai. Besaran sedimen yang

terangkut maupun yang terendapkan dipengaruhi oleh besaran komponen gelombang seperti tinggi, periode, panjang dan cepat rambat gelombang yang menghasilkan energi fluks gelombang, sedang untuk arus sepanjang pantai dipengaruhi oleh kecepatan arus dan sudut datangnya. Besaran energi yang timbul akibat gelombang dan arus ini akan menentukan ukuran butiran sedimen yang dapat terangkut dan mengendap. Jika energi akibat gelombang dan arus ini besar maka ukuran butiran besar yang dapat terendapkan sedang untuk ukuran butiran yang lebih kecil akan terangkut sehingga dengan demikian energi ini dapat menentukan tekstur sedimen substrat dasar suatu lokasi.

Penelitian yang dilakukan oleh Sunoto (2001) di perairan Semarang terlihat bahwa besaran perpindahan sedimen karena energi fluks gelombang berkisar 13,809 antara 21,628 ton/hari. Besarnya sedimen yang terendapkan berkisar 3.844,5 ton/hari - 15,271 ton/ hari, sedang karena arus sepanjang pantai sedimen yang terangkut sebesar 3,768 ton/hari - 5,903 ton/hari dan terendapkan 1,292 ton/hari -2,023 ton/hari pada musim barat. Untuk musim Timur karena energi fluks gelombang sedimen terangkut 16,50 ton/hari - 20,12 ton/hari dan sedimen yang terendapkan 4,058 ton/hari - 9,457 ton/hari. Sedimen yang terangkut karena arus sepanjang pantai 3,123 ton/hari - 4,834 ton/hari, untuk sedimen yang terendapkan berkisar 1,441 ton/hari - 2,760 ton/hari.

Jika dibandingkan dengan hasil penelitian ini, kisaran sedimen yang terangkut maupun yang terendapkan sangat berbeda sekali ada beberapa lokasi yang nilainya sangat kecil tapi yang lain sangat besar. Hal ini dapat terjadi karena lokasi penelitian masih bersifat terbuka terhadap serangan gelombang dan arus, berbeda dengan lokasi penelitian Sunoto (2001), dimana perairan Semarang telah ada pelindung gelombang di sekitar pelabuhan sehingga terjadi reduksi energi gelombang dan arus. Nilai perpindahan sedimen pada musim barat dan timur tidak terjadi perbedaan yang nyata karena adanya muara sungai yang mensuplai sedimen baik musim barat dan timur. Tentunya, hal ini berbeda dengan perpindahan sedimen di lokasi penelitian karena tidak adanya muara sungai yang mengalir kontinyu. Hal ini bisa menjadi prediksi bahwa perpindahan sedimen

akibat energi fluks gelombang dan arus akan lebih kecil karena karakteristik gelombang dan arus musim timur yang lebih tenang dibanding musim barat.

4.3.4. Biota

1. Benthos

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa ada 11 jenis hewan benthos yang berhasil didapat, mayoritas dari kelompok gastropoda. Penyebaran hewan benthos ini tidak merata ada beberapa stasiun yang dapat mencapai 11 jenis (stasiun 1 – 3) namun beberapa stasiun yang lain tidak terdapat satupun jenis hewan benthos ini (stasiun 8 – 10), penyebaran yang tidak merata ini dapat terjadi akibat dari persaingan yang bebas antara-antara individu-individu pada populasi (Odum,1979). Penyebaran hewan benthos sangat ditentukan oleh adanya sifat dari individu itu sendiri (*instrinsik*) yaitu sifat genetika dan kesenangan memilih habitat (*preferensi*) dan adanya sifat dari luar (*ekstrinsik*) yaitu interaksi dengan lingkungan. Sedangkan kelimpahannya ditentukan oleh faktor-faktor biotik dan abiotik (Krebs,1978).

Nilai kelimpahan relatif yang berkisar antara 0 – 28.57, hal ini terjadi karena ada beberapa stasiun yang tidak terdapat biota benthos sama sekali dan beberapa stasiun terdapat berbagai jenis hewan benthos dengan melimpah serta penyebaran biota ini tidak merata sehingga terdapat perbedaan nilai kelimpahan relatif yang mencolok. Keanekaragaman dan keseragaman merupakan suatu ciri yang unik dalam suatu komunitas. Nilai-nilai indek ini akan memperlihatkan kekayaan jenis dalam komunitas serta keseimbangan jumlah individu setiap spesies. Suatu komunitas memiliki keanekaragaman yang tinggi apabila semua jenis mempunyai kelimpahan yang relatif sama atau merata. Jika hanya satu atau beberapa jenis saja yang melimpah maka tingkat keragamannya (indek diversitas) rendah (Brower dan Zar,1977 dalam Yusuf *et al*,1995). Pada kondisi daerah penelitian dapat dilihat bahwa stasiun-stasiun yang mempunyai keanekaragaman yang tinggi seperti pada stasiun 1 sampai stasiun 3 dikarenakan adanya jumlah spesies yang maksimal mencapai 11 jenis dengan tiap jenisnya mempunyai populasi yang hampir sama dan merata, jika dibandingkan pada stasiun 8 sampai

stasiun 10 dimana tidak terdapat satupun jenis hewan benthos maka tingkat keanekaragaman dan tingkat keragaman sangat rendah dengan nilai nol. Penyebaran jenis dan populasi masyarakat hewan dasar ditentukan oleh sifat fisik, kimia dan biologi lingkungan (Wardoyo,1975 dalam Kastoro *et.al*,1990).

Nilai terbesar indek keanekaragaman tercapai jika semua jenis individu berasal dari spesies atau genera yang berbeda dalam jumlah yang sama. Sebaliknya nilai indek keanekaragaman kecil atau nol, jika suatu individu berasal dari beberapa jenis saja atau dari satu jenis (Kastoro *et.al*,1990). Tinggi rendahnya keanekaragaman jenis dipengaruhi antara lain oleh berbedanya tempat hidup (*niche*), stabilitas lingkungan, produktifitas, komposisi, panjang rantai makanan serta ukuran tubuh (Banka,1966 dalam Kastoro *et.al*,1990).

Nilai indek keanekaragaman (H') disetiap stasiun penelitian berkisar antara 0 – 2.26. Nilai indek keanekaragaman tertinggi terdapat di stasiun 3 dengan nilai 2.26, sedang nilai indek keanekaragaman terendah pada stasiun 8, 9 dan 10 dengan nilai 0. Nilai kisaran indek masih dalam kategori rendah, rendahnya nilai indek keanekaragaman disebabkan jumlah individu masing-masing spesies tidak merata (ada jenis tertentu yang memiliki jumlah individu yang relatif sedikit sementara jenis lainnya jumlah individu relatif melimpah). Dengan kondisi seperti dapat menunjukkan bahwa kondisi lingkungan dianggap kurang atau tidak mampu mendukung bagi kelangsungan kehidupan organisme perairan secara baik (Yusuf *et al*,1995). Perbedaan ini terjadi karena pada stasiun 8 sampai 10 tidak terdapat biota sama sekali sehingga ada ketimpahan penyebaran biota benthos maupun biota yang lain. Hal ini dapat terjadi karena tingginya energi gelombang dan arus yang menyebabkan adanya turbulensi massa air yang menyebabkan pengadukan sedimen substrat dasar yang berdampak pada kekeruhan sedimen yang tinggi. Kondisi akan menyebabkan biota yang tinggal di daerah ini akan terangkut oleh gelombang dan arus

Nilai indek keseragaman (E) rata-rata ditiap stasiun pengamatan berkisar antara 0 – 0.98. Nilai tertinggi terdapat pada stasiun 6 dengan nilai 0.98, sedang terendah pada stasiun 8, 9 dan 10 dengan nilai 0. Secara umum nilai indek keseragaman indek keseragaman pada daerah penelitian ini termasuk dalam

kategori sedang walaupun ada stasiun yang mempunyai nilai keseragaman yang cukup tinggi mendekati angka satu dan ada juga stasiun yang mempunyai nilai indek keseragaman yang rendah mencapai 0, suatu perbedaan perbedaan yang mencolok akibat dari penyebaran hewan benthos yang tidak merata. Dari Tabel 14.10. terlihat bahwa ada kecenderungan meningkatnya nilai keanekaragaman akan diikuti pula oleh meningkatnya nilai keseragaman. Namun peningkatan nilai keseragaman yang terjadi hampir mendekati satu. Hal ini dimungkinkan karena nilai indek keanekaragaman rata-rata masih dibawah tiga yang mencirikan kriteria perairan yang baik (Yusuf *et al*,1995).

Pada stasiun 8 sampai stasiun 10 tidak ditemukan benthos hal ini dapat disebabkan karena adanya pengadukan sedimen yang sangat tinggi akibat gelombang dan arus sehingga kecepatan arus dan kekeruhannya juga tinggi. Kondisi habitat pada lokasi ini tidak sesuai lagi dengan tingkat toleransi kehidupan benthos itu sendiri. Widiastuti (1983) menyatakan bahwa faktor kimia dan fisika perairan yang berpengaruh langsung terhadap kehidupan organisme benthos adalah substrat dasar, kecepatan arus, kedalaman, suhu, kekeruhan, pH, salinitas, oksigen terlarut dan bahan organik. Timothy dan Masayuki (1977) menerangkan bahwa tipe dasar suatu perairan akan menentukan jenis dan kelimpahan hewan makrobenthos, dimana hewan makrobenthos mempunyai sifat yang spesifik terhadap habitatnya.

2. Terumbu Karang dan Seagrass/Seaweed

Kondisi perairan Teluk Awur yang terbagi dua dengan keberadaan terumbu karang. Pada daerah yang masih terdapat terumbu karang mempunyai kondisi yang lebih baik secara umum karena mempunyai ekosistem yang masih komplit dengan melihat angka penutupan area oleh terumbu karang maupun oleh seagrass. Angka penutupan yang berkisar antara 1.96% – 16.45% untuk terumbu karang dan 2.35% - 15.17% untuk seagrass dan seaweed. Kondisi dapat terjadi karena pada perairan yang berarus tenang dengan substrat pasir berlumpur serta kejernihan yang cukup tinggi memungkinkan pertumbuhan terumbu karang dan lamun. Hal ini juga dijelaskan oleh Barnes (1984) yang mengutarakan bahwa

secara morfologi terumbu karang dan lamun dapat beradaptasi dengan baik pada media dengan salinitas yang sedang dan terlindung oleh gelombang dan arus pasang surut yang besar, dimana dapat merusak kondisi lingkungan perairan. pada daerah ini terlihat sekali bahwa fungsi terumbu karang ini mempunyai fungsi sebagai penghalang dari arus maupun gelombang. Hal ini dapat dilihat dari kecepatan arus yang terukur dalam penelitian ini. Kecepatan arus lebih kecil dibandingkan dengan daerah yang tidak terdapat terumbu karang. Manfaat terumbu karang sebagai penahan gelombang, secara alami dapat melindungi pantai dari bahaya abrasi. Demikian pula *breakwater* alami ini berfungsi untuk melindungi *back reef* dari gelombang besar (Supriharyono,2000b).

Pada stasiun 8 – stasiun 10 yang merupakan daerah yang tidak terlindung atau terbuka dan tidak terdapat terumbu karang maupun lamun, hal ini dikarenakan gelombang dan arus akibat pasang surut yang besar sehingga membuat kondisi perairan tidak cocok untuk pertumbuhan padang lamun. Ditambah kondisi sedimen dengan butiran yang lebih besar. Walaupun kecepatan arus yang terjadi lebih besar dari daerah yang terdapat terumbu karang dan lamun tetapi karena perpindahan sedimen juga cukup besar dimana sedimen ini banyak yang terendapkan membuat dasar perairan selalu mengalami penutupan oleh sedimen, hal ini tidak menguntungkan untuk pertumbuhan lamun maupun terumbu karang. Tingkat pengendapan sedimen sangat berpengaruh dalam kehidupan terumbu karang dan lamun ini karena akan mengurangi daya penetrasi cahaya yang masuk, serta sedimen yang berlebihan akan menutup polip karang dan bagian daun lamun yang akan mengakibatkan kematian (Supriharyono,2000b). Dengan kondisi tentu akan membatasi kelimpahan terumbu karang dan lamun.

4.3.5. Alternatif Penanganan Masalah

Masalah akibat yang ditimbulkan oleh adanya perpindahan sedimen adalah adanya abrasi atau erosi. Abrasi ini dapat menimbulkan kerugian yang sangat besar dengan rusaknya kawasan pemukiman dan fasilitas-fasilitas yang ada di

daerah tersebut. Penanggulangan yang biasa digunakan adalah dengan membuat bangunan pelindung pantai atau menambah suplai sedimen. Bangunan pantai ini digunakan untuk melindungi pantai terhadap kerusakan karena serangan gelombang dan arus. Ada beberapa cara yang dapat dilakukan untuk melindungi pantai yaitu :

1. Memperkuat atau melindungi pantai agar mampu menahan serangan gelombang.
2. Mengubah laju perpindahan sedimen sepanjang pantai.
3. Mengurangi energi gelombang yang sampai ke pantai.
4. Reklamasi dengan menambah suplai sedimen ke pantai atau dengan cara lain.

Sesuai dengan fungsinya, bangunan pantai dapat diklasifikasikan dalam tiga kelompok yaitu :

1. konstruksi yang dibangun di pantai dan sejajar dengan garis pantai.
2. konstruksi yang dibangun kira-kira tegak lurus pantai dan menyambung ke pantai.
3. konstruksi yang dibangun di lepas pantai dan kira-kira sejajar dengan garis pantai.

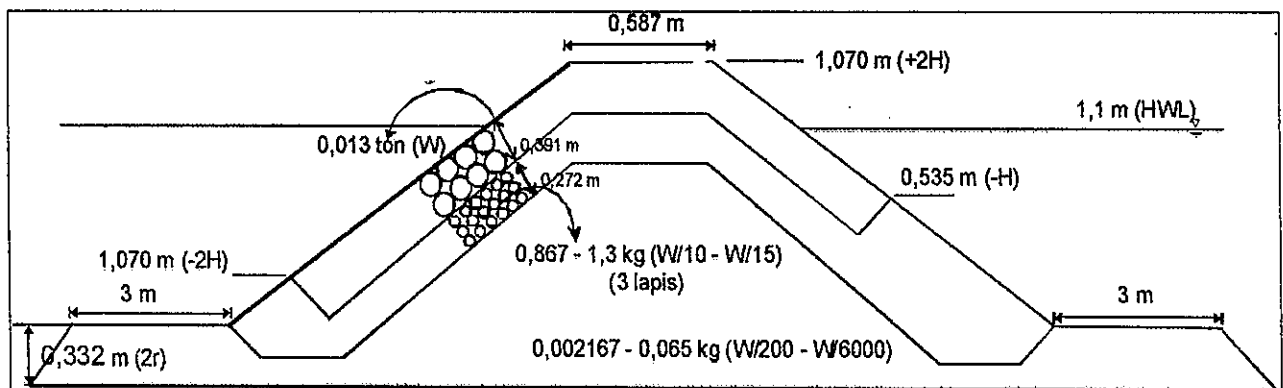
Bangunan kelompok pertama adalah dinding pantai (*revetment*) yang dibangun pada garis pantai atau di daratan yang digunakan untuk melindungi pantai langsung dari serangan gelombang. Type kedua adalah groin dan jetty yang digunakan untuk menangkap atau menahan gerak sedimen sepanjang pantai sehingga perpindahan sedimen akan terhenti atau berkurang. Biasanya groin dibuat secara seri yaitu beberapa groin dibuat dengan jarak antara groin tertentu di sepanjang pantai yang dilindungi. Jetty adalah bangunan tegak lurus pantai yang ditempatkan di kedua sisi muara sungai yang digunakan untuk menahan sedimen atau pasir yang bergerak sepanjang pantai masuk dan mengendap di muara sungai. Kelompok ketiga adalah pemecah gelombang (*breakwater*) yang banyak digunakan sebagai pelindung pantai terhadap erosi dengan menghancurkan energi gelombang sebelum mencapai pantai. Perairan di belakang bangunan menjadi tenang sehingga terjadi endapan di daerah tersebut, endapan ini dapat

menghalangi perpindahan sedimen sepanjang pantai. Bangunan ini dapat dibuat dalam satu rangkaian pemecah gelombang yang dipisahkan oleh celah dengan panjang tertentu.

Pemilihan alternatif pencegahan ada dua model besar yaitu secara alami dan buatan manusia. Penanganan secara alami pada lokasi ini mengalami banyak kendala karena tingkat kerusakan yang sudah parah sehingga memerlukan waktu yang lama untuk memulihkan kondisi ini. Cara yang dapat ditempuh dalam jangka pendek adalah dengan pembuatan bangunan penahan gelombang dengan maksud agar dapat melindungi pantai yang berada di belakangnya dengan mengurangi energi gelombang yang sampai di pantai. Pemilihan bentuk bangunan penahan gelombang ini didasarkan pada karakteristik kondisi lingkungan dan kemudahan mendapatkan material. Untuk pemilihan *revetment* kurang tepat karena tekstur tanah kurang stabil (berupa pasir atau pasir berlumpur) sehingga memerlukan pondasi yang dalam dan lebar, dimana akan membuat biaya yang besar juga. Bangunan dengan type *groin* dan *jetty* juga kurang tepat karena bentuk morfologis pantai berupa teluk sehingga dalam penempatan *groin* ini semakin sulit karena harus tegak lurus pantai. Perhitungan panjang *groin* akan berbeda sehingga menyulitkan dalam pembuatan dan ditambah juga pada lokasi penelitian tidak terdapat sungai yang kontinyu mengalir. Peletakan pada proses pembangunan *groin* atau *jetty* akan memperparah kerusakan lingkungan karena pondasi dan kaki bangunan ini akan menutup dan menghancurkan dasar laut, dimana pada beberapa lokasi terdapat terumbu karang maupun lamun.

Alternatif pemilihan bentuk pemecah gelombang sangat memungkinkan karena peletakan bangunan ini tidak mengganggu ekosistem yang ada karena berada di luarnya. Bangunan ini bertujuan agar energi gelombang dapat direduksi sehingga daerah di belakang akan lebih tenang. Dengan kondisi perairan yang lebih tenang akan mendukung perkembangan dan pemulihan ekosistem yang sedang rusak dari serangan gelombang yang kadang kala mengandung sedimen. Dengan tidak adanya pengadukan sedimen maka perkembangan dan pemulihan tidak terganggu oleh sedimen.

Adapun pengolahan bentuk dan ukuran dimensi bangunan yang akan direkomendasikan nantinya berupa bangunan pemecah gelombang yang letak berada di sekitar lokasi yang mengalami abrasi yaitu pada daerah stasiun 1 – stasiun 6 dengan posisi antara 619.448,88E 553.069,48N sampai 620.473,79E 553.810,06N (UTM) . Bangunan terdiri dari 3 lapis dengan sisi miring. Karena lokasi yang berhadapan dengan teluk, maka bangunan dirancang dengan satu sisi serangan gelombang yang rencananya akan ditanam pada kedalaman 3 meter dengan pertimbangan untuk melindungi daerah yang mempunyai ekosistem, ekosistem ini menyebar sampai kedalaman 2,25 meter. Bangunan yang menyerupai trapesium dengan ukuran lebar puncak 0,587 m, lebar lapis pelindung 0,391 m dan puncak elevasi pemecah gelombang untuk batu adalah 1,934 m, sedang untuk tetrapod 1,841 m. Tinggi pemecah gelombang 4,934 m (batu) dan 4,841 m (tetrapod). Untuk berat batu yang digunakan berkisar 0,013 ton atau 13 kg (batu) dan 0,007 ton atau 7 kg (tetrapod). Jumlah batu yang digunakan untuk 10 m² sebanyak 502 buah. Penentuan dimensi bangunan pemecah gelombang ini dapat dilihat detailnya pada Lampiran 35. Bentuk bangunan ini seperti pada Gambar 4.14.



Gambar 4.14. Bentuk dan Ukuran Bangunan Pemecah Gelombang

4.4. Pengelolaan Wilayah Pesisir

4.4.1. Perencanaan Model Pengelolaan

Dalam pengembangan model pengelolaan untuk wilayah pesisir terutama untuk daerah yang mengalami abrasi dan akresi perlu melakukan kajian tentang komponen yang ada, isu yang berkembang dan prinsip pengelolaan yang akan diterapkan dalam penentuan model pengelolaan wilayah pesisir terutama untuk pengelolaan wilayah yang mengalami abrasi dan akresi akibat perpindahan sedimen. Adapun untuk komponen, isu, prinsip dan model pengelolaan wilayah pesisir ini sebagai berikut :

A. Komponen Pengelolaan Wilayah Pesisir

Seperti halnya wilayah lain dalam permukaan bumi, wilayah pesisir memiliki aspek keruangan (Forman and Godron, 1986). Wilayah pesisir terjadi karena mekanisme yang bekerja dalam batas bentang alam tertentu, yaitu: proses geomorfologis yang terjadi dalam rentang waktu yang sangat lama, pola kolonisasi organisme, serta perubahan yang sifatnya lokal dalam rentang waktu yang relatif pendek, baik alami maupun gangguan aktivitas manusia. Wilayah pesisir dengan demikian adalah suatu bentang alam yang "*distinct*", suatu unit terukur yang ditentukan oleh kelompok ekosistem yang saling berinteraksi dimana kelompok ini berulang, baik dalam skala ruang/luas maupun dalam skala temporal, proses geomorfologi yang berulang, serta regim perubahannya (Forman and Godron, 1986).

Dengan demikian, komponen sistem wilayah pesisir dapat ditelaah dari segi:

1. Struktur: hubungan keruangan antara ekosistem yang *distinct* atau elemen-elemen yang ada. Lebih spesifik, struktur keruangan dilihat dari distribusi energi, materi, serta spesies yang berkaitan dengan besar, bentuk, jumlah, jenis, serta konfigurasi dari ekosistem tersebut.

2. Fungsi: interaksi antara elemen spasial yang berkaitan dengan "aliran" energi, material, spesies, serta proses yang dipicu oleh kegiatan manusia dalam elemen ekosistem tersebut.
3. Perubahan: aksi yang menyebabkan perubahan struktur dan fungsi mosaik ekologis sejalan dengan waktu.

a. Struktur : Organisasi ruang

Dahuri *et al.* (1996) dan Tomascik (1997) menjelaskan bahwa pesisir dan laut Indonesia terdiri dari rangkaian sistem ekologi yang terkait satu sama lain. Rangkaian tersebut terdiri dari: wilayah estuaria, wilayah mangrove, wilayah padang lamun, dan wilayah terumbu karang.

b. Proses/ Fungsi:

Di wilayah pesisir terjadi beragam kegiatan yang merupakan bagian dari sistem keruangan wilayah tersebut. Proses dan fungsi yang terjadi di dalam struktur keruangan wilayah pesisir dapat ditinjau melalui dua karakter utama yaitu: proses alami dan proses antropogenik (Pollnac and Crawford, 2000). Masing-masing karakter kemudian akan saling mempengaruhi. Kemudian kedua proses ini akan memicu regim perubahan yang kemudian akan mempengaruhi komponen struktur wilayah pesisir (Forman and Godron, 1986).

Alami :

Sistem alami terdiri dari:

1. Sistem Biotik, yaitu yang berhubungan dengan sistem biologis dan sistem ekologis di wilayah pesisir.

Sistem kehidupan di wilayah pesisir memiliki jaring proses rantai makanan yang sangat ketat sehingga keseimbangan alaminya sangat menentukan produktivitas keluaran wilayah pesisir tersebut. Clark (1974) menjelaskan bahwa ada sebelas prinsip ekologi yang dapat mendasari fungsi pengelolaan

pesisir dan laut. Prinsip-prinsip ekologi tersebut mempengaruhi berjalannya fungsi ekosistem yang optimal. Prinsip-prinsip tersebut adalah :

- a. Integritas ekosistem – tidak ada satu bagian dari ekosistem yang berjalan sendiri.
- b. Keterkaitan – Air merupakan penghubung yang penting bagi elemen-elemen daratan dan lautan dari ekosistem pesisir dan laut .
- c. Aliran masuk – volume alami, pola, serta laju aliran air tawar musiman.
- d. Sirkulasi cekungan (*basin*) – pola alami sirkulasi air dalam cekungan.
- e. Energi – aliran dan jumlah energi yang ada mengatur proses hidup dalam ekosistem pesisir.
- f. Penyimpan (*storage*) – kapasitas penyimpanan energi yang tinggi.
- g. Nitrogen – Produktivitas perairan pesisir biasanya diatur oleh jumlah nitrogen yang tersedia.
- h. Cahaya (matahari).
- i. Suhu.
- j. Jumlah oksigen.
- k. Salinitas.

2. Sistem Abiotik, yaitu sistem yang mempengaruhi bentuk bentang alam (*landform*) dari wilayah pesisir.

Ada tiga proses yang mempengaruhi bentuk bentang alam di wilayah pesisir (Strahler *and* Strahler, 1998) , yaitu: sistem geologi, sistem oseanografis dan meteorologis, serta sistem hidrologis di wilayah hulu. Sistem geologis dan oseanografis di sini dipaparkan dengan konteks Indonesia.

3. Sistem Geologi .

Sistem geologi yang akan diuraikan secara garis besar di sini berpengaruh terhadap karakteristik sumberdaya pesisir dan lautan. Sistem geologi tersebut mencakup :

- Sistem gunung berapi.
- Tektonik

4. Sistem Oseanografi Fisis dan Meteorologis

Kepulauan Indonesia membentang di katulistiwa dan secara strategis terletak di antara Samudra Pasifik dan Samudra Hindia. Kepulauan Indonesia berfungsi sebagai penghalang dan sekaligus penghubung antara ke dua samudra di atas. Melalui Arus Lintas Indonesia, aliran arus dari samudra Pasifik ke samudra Hindia pengaruhnya sangat besar terhadap sirkulasi laut serta iklim global. Dalam Tomascik (1997), beberapa sumber berpendapat bahwa sifat perairan Pasifik barat dan bagian timur samudra Hindia sangat dipengaruhi oleh Arus Lintas Indonesia, di samping itu Arus Lintas tersebut adalah pembawa panas dari wilayah perairan hangat di wilayah barat Pasifik ke Samudra Hindia. Peralihan panas ini mempengaruhi luas perairan hangat wilayah barat Pasifik yang kemudian akan berhubungan dengan terjadinya dan besarnya *event* El Niño/Southern Oscillation (ENSO) yang sangat berpengaruh terhadap perubahan suhu permukaan laut. Perubahan kecil saja pada suhu permukaan laut memiliki efek yang besar dalam klimatologi.

Di samping pengaruhnya terhadap proses atmosferik, Arus Lintas Indonesia berperan penting dalam sirkulasi samudra Pasifik dan Hindia melalui alih panas, massa, dan air tawar/asin. Gelombang pasang surut di Indonesia dipicu oleh gelombang pasang surut dari samudra Pasifik dan Hindia. Gelombang pasang surut terdistorsi oleh kondisi batimetri yang rumit dan bentuk pesisir kepulauan Indonesia. "Gangguan" terhadap gelombang pasang surut memiliki dua efek global, yaitu; ada sebagian besar energi planet yang terdifusikan oleh campuran gelombang pasang surut yang berlangsung di kepulauan Indonesia yang kemudian berpengaruh kepada perlambatan rotasi bumi dan memperpanjang waktu siang hari; serta arus pasang surut memiliki peran penting dalam peralihan dan pencampuran karakter laut Indonesia.

5. Sistem hidrologis

Karena lokasinya yang merupakan peralihan antara daratan dan lautan, kondisi keseimbangan wilayah pesisir sangat rentan terhadap perubahan di wilayah hulu. Pencemaran di wilayah pesisir sebagian besar berasal dari aliran sungai serta sumber pencemaran yang *non-point*. Dengan demikian, sistem hidrologis dari daerah aliran sungai (*watershed*) memegang peran yang penting dalam menentukan kondisi wilayah pesisir tersebut (Volk, 2000).

Antropogenik

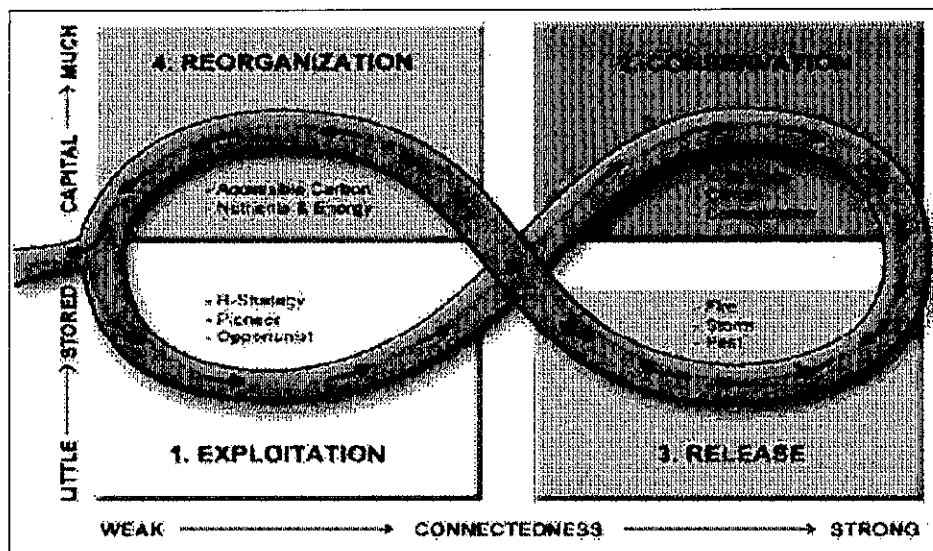
Keunikan wilayah pesisir tidak hanya dari proses alami yang sangat erat kaitan antar elemen sistemnya. Secara umum wilayah pesisir memiliki nilai ekonomi yang sangat tinggi yang dapat menghasilkan manfaat yang besar (Delaware, 1999). Dengan mosaik ragam ekosistem dan sumberdayanya, wilayah pesisir dan laut merupakan ruang yang sangat strategis secara ekonomi dan kesejahteraan sosial populasi penduduk yang ada di dalamnya. Ketergantungan masyarakat Indonesia terhadap nilai ekonomi sumberdaya pesisir dan laut telah membentuk kondisi sosial dan budaya. Ketergantungan ini kemudian memicu perubahan keseimbangan sistem wilayah pesisir dan lautan.

c. Perubahan/*Change*

Seperti halnya di sistem bentang alam yang lain, perubahan di wilayah pesisir mengalami perubahan yang disebabkan oleh perubahan-perubahan keseimbangan komponen sistem yang lain (Forman *and* Godron, 1986, Gunawan, 1994). Sumberdaya pesisir biasanya dikategorikan menjadi sumberdaya yang pulih dan tidak pulih (Conrad, 1999) dimana masing-masing memiliki karakteristik yang sangat berbeda. Sumberdaya alam yang pulih dan yang tidak pulih memiliki karakter rentang waktu yang berbeda, dengan demikian, pemanfaatannya harus ditangani secara berbeda pula. Dalam sumberdaya alam yang tidak pulih, biaya eksploitasi biasanya dimasukkan ke dalam komponen

biaya yang akan dibebankan kepada konsumen. Sedangkan sumberdaya alam yang pulih, siklus pemulihan (*recovery*) dari cadangan sumberdaya harus menjadi pertimbangan utama dalam pemanfaatan sumberdaya tersebut.

Dilihat dari siklus pembaharuan alami sumberdaya, (Perrings *et al.*, 1997), sumberdaya alam memiliki fungsi dimana fungsi ini adalah dasar dari kemampuan sumberdaya alam untuk mengatur sendiri (*self regulating function*). Siklus pengaturan sendiri tersebut terdiri dari:



Gambar 4.15. Siklus Pembaharuan Sumberdaya dalam Ekosistem (Perring, *et al.*, 1997)

- Eksploitasi (*exploitation*) – yaitu kolonisasi dari suatu daerah yang baru saja mengalami perubahan.
- Konservasi (*conservation*) – yaitu tahap dimana akumulasi serta penyimpanan energi dan material secara perlahan berlangsung.
- Pelepasan (*release*) – yang disebut pula sebagai pengrusakan kreatif (*creative destruction*), yaitu tahap dimana akumulasi biomas dan nutrien yang tinggi hingga menjadi rentan (*overconnected*) sampai pada akumulasi tersebut dilepaskan oleh suatu agen seperti kebakaran hutan, badai, hama, dan sebagainya.

- Reorganisasi (*reorganization*) – yaitu tahap dimana setelah terjadi pelepasan (*release*) ekosistem melakukan proses minimisasi hilangnya nutrien dan biomas sehingga nutrien dan biomas tersebut siap untuk tahap eksploitasi berikutnya.

Secara garis besar perubahan keseimbangan ini dapat memiliki karakteristik yang rutin, yang sifatnya siklus, serta perubahan yang sifatnya sporadik baik dalam besaran maupun temporal. Seperti telah dikemukakan, perubahan dapat dipicu oleh proses alami maupun antropogenik. Perubahan karena proses alam dapat berupa angin puyuh, taifun, naiknya permukaan air laut, serta erosi dan abrasi. Perubahan yang sifatnya sporadik dan jangka pendek seringkali disebabkan oleh kegiatan manusia. Kegiatan manusia merupakan tekanan terbesar yang merubah struktur dan fungsi wilayah pesisir. Kemudian, perubahan terhadap wilayah pesisir kemudian berakibat pada kondisi struktur keruangan wilayah pesisir dan proses yang terjadi di dalamnya. Dalam menerima perubahan, komponen wilayah pesisir memiliki kemampuan dalam memulihkan sumberdayanya sehingga akan timbul keseimbangan baru (*recovery atau resilience*) (Forman and Godron, 1986). Ketahanan dan kemampuan wilayah pesisir dalam memulihkan kondisi sumberdayanya menjadi pertimbangan yang sangat penting dalam pengelolaan.

B. Isu Pengelolaan Pesisir

1. Perubahan Keseimbangan

Perubahan keseimbangan yang menurunkan kualitas dan kuantitas sumberdaya pesisir sebagian besar disebabkan oleh tekanan yang ditimbulkan oleh manusia, utamanya oleh pertumbuhan populasi di wilayah pesisir (Delaware, 1999). Sejalan dengan pertumbuhan penduduk, kebutuhan akan sumberdaya pesisir meningkat. Beberapa contoh adalah pembangunan infrastruktur, transportasi, serta konsumsi hasil sumberdaya pesisir, baik secara ruang, maupun secara material. Di samping kebutuhan konsumsi, limbah produk

dan kegiatan juga menimbulkan perubahan keseimbangan di wilayah pesisir. Pencemaran perairan pesisir dapat menurunkan secara drastis produksi perikanan (Chua *dalam* Delaware, 1999).

Perubahan keseimbangan ini akan menimbulkan perubahan alokasi sumberdaya bagi seluruh *stakeholders* yang ada di wilayah pesisir. Dengan demikian, perubahan ini akan mempengaruhi kondisi masalah, tujuan pengelolaan, kapasitas produksi, konstituensi, serta institusi dalam pengelolaan sumberdaya pesisir.

2. Masalah yang Ditimbulkan

Konflik lokasi dan alokasi :

Kegiatan pembangunan wilayah pesisir dapat mempengaruhi ekologi wilayah pesisir serta fungsi dan proses dari pesisir dan laut serta sumberdayanya. Pembangunan industri di wilayah pesisir dapat menurunkan produktivitas lahan basah dengan menambahkan pencemar seperti logam berat, serta mengubah pola sirkulasi air dan suhu. Kegiatan akuakultur seringkali mengalih-fungsikan mangrove menjadi tambak, menyebabkan terganggunya fungsi dan proses yang ada di sistem mangrove, seperti fungsi daerah penyangga bagi badai pesisir dan abrasi, serta sebagai *nursery* bagi banyak hidupan yang laut yang ekonomis.

Konflik yang sering terjadi di wilayah pesisir dan berkaitan dengan sumberdayanya dapat diklasifikasikan menjadi dua jenis, yaitu :

- Konflik di antara pengguna yang mengenai pemanfaatan daerah pesisir dan laut tertentu.
- Konflik di antara lembaga pemerintah yang melaksanakan program yang berkaitan dengan pesisir dan laut.

Menurut Miles 1991 *dalam* Delaware, 1999, konflik antar pengguna melingkup :

- Kompetisi terhadap ruang dan sumberdaya pesisir dan laut
- Dampak negatif dari suatu kegiatan pemanfaatan terhadap kegiatan yang lain

- Dampak negatif terhadap ekosistem

Sementara konflik antar lembaga menurut Miles 1991 *dalam* Delaware, 1999 sering kali disebabkan oleh ketidak jelasan mandat hukum dan misi yang berbeda, perbedaan kapasitas, perbedaan pendukung atau konstituensi, serta kurangnya komunikasi dan informasi (Cicin-Sain, 1992).

Peningkatan Pencemaran

Kegiatan manusia di wilayah pesisir telah menimbulkan perubahan yang mengarah pada peningkatan pencemaran. Melalui badan-badan air bahan pencemar mencapai wilayah pesisir dan berakibat pada turunnya produktivitas habitat. Selain itu, pencemaran pesisir juga membahayakan kesehatan penduduk di wilayah pesisir. Pencemaran pesisir juga mengancam industri yang berbasis air seperti *aquaculture*, perikanan, dan pariwisata.

Penurunan Kualitas dan Kuantitas Sumberdaya

Pemanfaatan sumberdaya pesisir yang berorientasi pada produksi tanpa memperhatikan proses dan siklus perubahan dalam sumberdaya wilayah pesisir dan laut menyebabkan siklus pemulihan yang dimiliki oleh sumberdaya pesisir terganggu. Orientasi pada output produksi juga telah menyebabkan rusaknya habitat dalam ekosistem pesisir. Hal ini kemudian menyebabkan penurunan kualitas dan kuantitas sumberdaya wilayah pesisir. *Over-fishing* telah menurunkan hasil tangkap dan dengan demikian menurunkan penghasilan dari perikanan. Sekitar 80% terumbu karang di wilayah timur Indonesia telah rusak karena perikanan dengan cara yang merusak.

C. Prinsip-Prinsip Pengelolaan

Pengelolaan wilayah pesisir harus berupa proses yang bersifat **berkesinambungan** (*continuous*), **interaktif**, **adaptif**, dan **partisipatif**. Dengan

demikian, pengelolaan wilayah pesisir harus mengedepankan faktor-faktor berikut :

- a. Permintaan (*demand*) yang bersilangan satu sama lain di wilayah pesisir. *Demand* ini dapat timbul dari dalam atau pun dari luar wilayah pesisir.
- b. Peningkatan populasi penduduk dan permintaan yang berkaitan dengan pembangunan ekonomi di wilayah pesisir.
- c. Kejadian/perubahan alam yang sifatnya sporadik dan stokastik (probabilistic), seperti intensitas dan durasi badai; frekuensi, kualitas, dan kuantitas aliran masuk air tawar ke wilayah pesisir, serta fenomena alam yang lain.
- d. Laju dan besar (*magnitude*) proses alam seperti erosi dan akresi; suksesi ekologis; turun atau naiknya tanah (*subsidence* atau *uplift*).
- e. Kapasitas pengelolaan yang terbatas, karena ragam permintaan terhadap produk dan jasa.
- f. Ketidak-pastian akan variable-variable yang terlingkup dalam pengelolaan wilayah pesisir, seperti program dan kebijakan pemerintah, kondisi dan kecenderungan demografis dan ekonomis, perilaku dan cita rasa masyarakat, perubahan teknologi, dan faktor harga.

Ketidak-pastian akan variable-variable yang terlingkup dalam pengelolaan wilayah pesisir, seperti program dan kebijakan pemerintah, kondisi dan kecenderungan demografis dan ekonomis, perilaku dan cita rasa masyarakat, perubahan teknologi, dan faktor harga.

Perubahan kondisi iklim secara global dan pengaruh jangka panjangnya terhadap ekosistem pesisir dan terhadap kegiatan manusia di wilayah pengelolaan wilayah pesisir. Dengan demikian, pengelolaan wilayah pesisir harus sejalan dengan:

- a. Prinsip-prinsip yang berkaitan dengan lingkungan hidup dan pembangunan (Cicin-Sain and Knecht, 1998) yang secara garis besar dapat dijabarkan sebagai berikut:

Prinsip hubungan timbal-balik dan keterpaduan

- Prinsip persamaan dan keadilan dalam dan antar generasi.
- Prinsip pengakuan hak untuk pembangunan.
- Prinsip perlindungan lingkungan hidup.
- Prinsip kehati-hatian.
- Prinsip bahwa biaya lingkungan akibat kegiatan ekonomi tidak dibebankan pada masyarakat (*"polluter pays" principle*).
- Prinsip transparansi dan prinsip yang berorientasi pada proses.

b. Prinsip-prinsip yang berkaitan dengan Karakter Khusus Pesisir dan Laut (Cicin-Sain *and* Knecht, 1998) . Prinsip-prinsip ini terdiri dapat dikelompokkan menjadi tiga kategori:

- Prinsip yang berkaitan dengan karakter publik dari laut.
- Prinsip yang berkaitan dengan karakter biofisik dari wilayah pesisir.
- Prinsip yang berkaitan dengan pemanfaatan sumberdaya serta ruang pesisir dan laut.

D . Pengelolaan Wilayah Pesisir yang Berkelanjutan

1. Perlindungan Daya Dukung Pesisir dan Laut

Sesuai dengan prinsip-prinsip yang berkenaan dengan karakter khusus pesisir dan laut yang telah ditelaah di atas, pengelolaan wilayah pesisir dan laut yang terpadu mencakup:

Perlindungan Sumberdaya

Prinsip yang berkaitan dengan karakter publik pesisir dan laut menuntut pengambilan keputusan yang bersifat perlindungan terhadap kepentingan seluruh lapisan komunitas pesisir serta perlindungan terhadap kepentingan persamaan dan keadilan antar generasi. Sehingga prioritas perlindungan sumberdaya mencakup:

- Perlindungan sumberdaya yang hidup serta habitatnya dari eksploitasi.
- Pemanfaatan non-eksklusif.

- Pemanfaatan eksklusif yang pulih.
- Identifikasi potensi konflik.

Perlindungan khusus harus dilakukan terhadap ekosistem yang langka dan rentan serta spesies langka dan hampir punah untuk memastikan bahwa keanekaragaman hayati dari ekosistem wilayah pesisir tetap utuh.

Monitoring

Penelitian dan analisis ilmiah yang terus-menerus diperlukan untuk memonitor serta mengawasi keberadaan dan kualitas sumberdaya pesisir dan laut, sebagaimana dicantumkan dalam Principle 15 Deklarasi Rio (Delaware, 1999) : "Pada saat terjadi ancaman kerusakan yang serius atau tak terpulihkan, kurangnya penelitian ilmiah tidak dapat menjadi alasan untuk menunda penerapan ukuran dan standard dalam pencegahan kerusakan lingkungan".

Pendidikan

Kesadaran masyarakat akan pentingnya sumberdaya pesisir dan laut harus dibangkitkan secara terus menerus. Strategi yang digunakan untuk pendidikan dalam rangka perlindungan daya dukung wilayah pesisir dan lautan ini harus dapat mengubah perspektif pemanfaatan dan eksploitasi menjadi perspektif konservasi. Namun demikian, perspektif konservasi harus ditekankan pemahamannya dalam kaitan dengan pemanfaatan. Strategi yang digunakan harus bersifat multi-media, multi-target, dan multi-objektif.

Dengan demikian, strategi pendidikan bagi kesadaran masyarakat berbentuk intervensi sosial yang bertujuan untuk mengubah kesadar-tahuan menjadi etika lingkungan hidup. Perubahan ini diharapkan dapat masuk kedalam sistem nilai dan kepercayaan yang ada dan kemudian dapat menjadi bagian dari gaya hidup dan perilaku.

Strategi pendidikan bagi perlindungan daya dukung wilayah pesisir dan laut harus mencakup jangka panjang melalui pendidikan formal, jangka menengah

melalui pelatihan-pelatihan serta jangka pendek melalui kampanye penyadaran lingkungan yang terus menerus. Indikator yang digunakan adalah indikator perbaikan kondisi biologis dan ekologis sumberdaya alam serta peningkatan ekonomi dan kesejahteraan sumberdaya manusia.

2. Pengelolaan Ruang

Data dan Informasi

Penyediaan dan pencarian data dan informasi menjadi prioritas dalam kaitannya dengan pembangunan konsensus. Dengan demikian, data dan informasi menjadi isu bersama dalam setiap tingkat pengambilan keputusan. Data dan informasi juga menjadi tulang punggung perencanaan ruang. Penyediaan pencarian data dan informasi diusahakan dengan menggunakan teknologi dan pengetahuan yang terkini, (seperti penginderaan jauh, sistem informasi geografis, dan sistem posisi kebumihan - GPS, serta perangkat teknologi lingkungan) sehingga keakuratan data dan informasi yang didapat menjadi optimal. Data dan informasi yang akurat diperlukan bagi penataan ruang dan penetapan standar dan kriteria yang diperlukan bagi pengelolaan.

Perencanaan Ruang/*Area Planning*

Perencanaan tata ruang wilayah ditujukan untuk kegiatan jangka pendek dan panjang dalam wilayah pesisir. Pembangunan di wilayah pesisir yang bergantung pada ketersediaan air harus diprioritaskan. Wilayah/ruang atau sumberdaya yang dinyatakan sebagai milik adat (ulayah) harus diberi pengakuan serta sedapat mungkin diterapkan tata-cara tradisional yang berkaitan dengan sumberdaya pesisir dan laut. Akses publik kepada wilayah pesisir dan laut juga harus menjadi pertimbangan utama bagi pengelolaan wilayah pesisir.

Di wilayah pesisir, air adalah daya yang mempersatukan sistem sumberdaya, karena air memiliki mekanisme sebagai *interface* daratan dan lautan. Dalam penataan ruangnya, pengelolaan wilayah pesisir harus mempertimbangkan

interaksi yang terjadi di batas laut dan daratan dan mensyaratkan bahwa sistem di wilayah hulu, wilayah daratan, wilayah pasang surut, wilayah perairan dangkal, serta wilayah perairan laut lepas dikelola sebagai satu kesatuan yang integral.

Bentuk bentang alam yang berhadapan dengan sisi muka perairan seperti mangrove, terumbu karang tepi, serta gunung pasir (*sand dunes*) berperan sebagai pelindung erosi dan naiknya muka air laut. Dengan demikian bentuk-bentuk bentang alam ini harus dipertahankan. Dalam kaitan dengan wilayah daratan pesisir seperti rawa asin, lahan basah pesisir, serta habitat pesisir lain, karena kepekaan dan kerentanannya, harus dipertahankan seoptimal mungkin. Konsep perancangan dengan alam (*designing with nature*) harus sedapat mungkin diterapkan. Sebagai contoh penggunaan vegetasi khusus bagi pencegahan erosi. Dalam kegiatan pembangunan, interupsi terhadap sistem *longdrift* alami harus dibatasi seminimal mungkin.

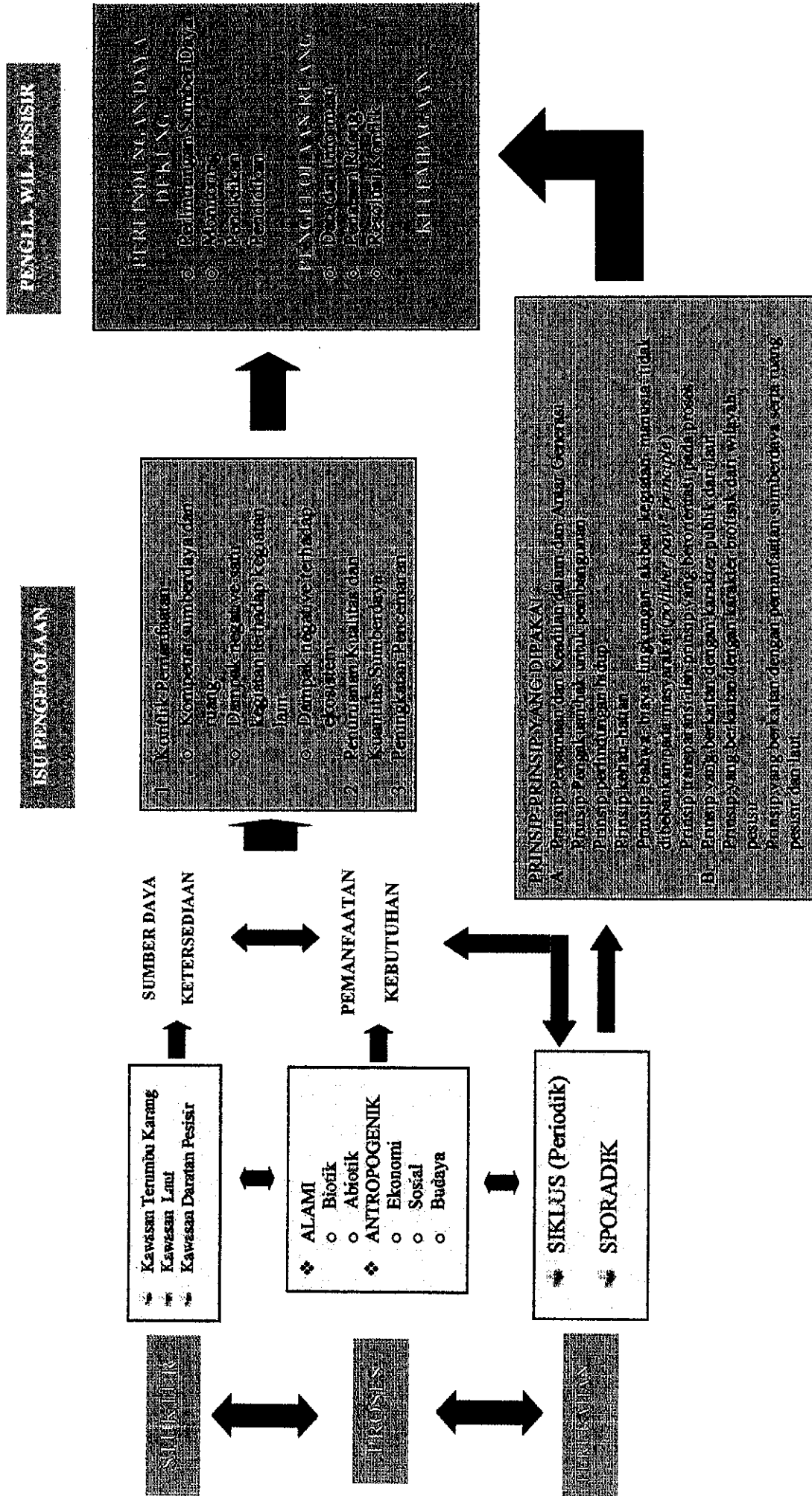
Berkaitan dengan penelitian tentang perubahan iklim global, pengaruh negatif di wilayah pesisir seperti peningkatan laju erosi, banjir, serta intrusi air laut harus dipertimbangkan dalam perencanaan.

3. Kelembagaan

Dalam pelaksanaan pengelolaan wilayah pesisir, kapasitas kelembagaan di tingkat nasional, provinsi, dan lokal harus dikuatkan. Kapasitas kelembagaan tersebut mencakup:

- Kapasitas hukum dan administrasi.
- Kapasitas pendanaan.
- Kapasitas teknis.
- Kapasitas sumberdaya manusia

Sehingga pelaksanaan, pemantauan (*monitoring*) pengelolaan wilayah pesisir, resolusi konflik serta pentaatan hukum dapat berjalan.



Gambar 4.16. Model Pengelolaan Wilayah Pesisir

4.4.2. Rencana Pengelolaan Wilayah

Untuk dapat mengurangi dampak yang timbul akibat perpindahan sedimen ini perlu ditangani secara terpadu sehingga dalam pembuatan bangunan yang direkomendasikan dapat berfungsi dengan baik dan bertahan dalam waktu yang lama. Oleh karena itu maka perlu dibuat rekomendasi pengelolaan wilayah secara terpadu dalam pemanfaatan lahan wilayah pesisir. Dalam penentuan arahan pemanfaatan ruang dan wilayah pesisir akan dikaji berdasarkan 7 (tujuh) langkah perencanaan yang dikenal dengan sebutan *the seven magic steps of planning*, dimulai dari merumuskan masalah, menetapkan tujuan, analisis kondisi, mencari alternatif solusi, memilih alternatif terbaik, mengkaji alternatif pilihan dan mengimplikasikan. Dengan menggunakan pendekatan *the seven magic steps of planning*, diharapkan akan diperoleh suatu model pengelolaan wilayah pesisir.

Penerapan masing-masing unsur dari ketujuh langkah perencanaan diatas agar diperoleh suatu model pengelolaan, didasarkan atas hasil lapangan dan wawancara, adapun pelaksanaannya adalah sebagai berikut :

1. Merumuskan Masalah

Berdasarkan gambaran umum, wilayah pesisir Teluk Awur memiliki potensi pengembangan tetapi mengalami permasalahan-permasalahan :

- Semakin rusaknya terumbu karang dan ekosistem lainnya akibat bencana alam maupun perilaku manusia.
- Pemanfaatan lahan yang kurang memperhatikan kondisi lingkungan baik untuk pemukiman maupun kegiatan/usaha lain.
- Ancaman bahaya abrasi dan pengendapan sedimen yang mengancam perubahan garis pantai dan lingkungannya.

2. Menetapkan Tujuan

Menetapan penanganan masalah abrasi dan arahan pengelolaan kawasan pesisir agar tercipta keselarasan, keseimbangan dan keserasian dalam pemanfaatan ruang di wilayah pesisir Teluk Awur.

3. Analisis Kondisi

Untuk mengkaji fakta, dipergunakan pengamatan langsung dan melakukan wawancara dengan masyarakat yang tinggal di daerah lokasi penelitian kemudian dirunut alur kejadian dan penyebabnya. Kondisi kerusakan pada lokasi penelitian disebabkan karena belum adanya pengaturan yang tegas dari pemerintah sehingga masyarakat mempergunakan ruang dan lahan ini secara sembarangan sehingga terjadi tumpang tindih kepentingan yang dapat menyebabkan konflik. Tingkat pendidikan masyarakat yang rendah juga berpengaruh dalam pengelolaan wilayah pesisir ini. Kondisi perairan dengan hamparan pasir sangat potensi dalam pengembangan pariwisata. Kerusakan lingkungan dapat dipulihkan dengan pengelolaan yang baik walaupun memerlukan waktu yang lama dan biaya yang tidak sedikit.

4. Mencari Alternatif Solusi

- Melakukan pengaturan, pembatasan dan pelarangan pemanfaatan ruang dan wilayah pesisir dalam pengelolaan wilayah pesisir Teluk Awur agar kondisi lingkungan pesisir dapat terjaga kelestariannya dengan melibatkan peran serta masyarakat dalam perencanaan pengelolaan.
- Melakukan tindakan-tindakan nyata dalam pemulihan kondisi ekosistem terumbu karang, lamun dan ekosistem lainnya dengan pelarangan segala kegiatan/usaha di lokasi yang terdapat ekosistem ini.
- Membuat bangunan pencegah bahaya abrasi yang mengancam wilayah pesisir baik berupa peredam gelombang (breakwater) maupun bangunan pelindung pantai.
- Membuat dan menetapkan arahan fungsi kawasan berdasarkan kondisi lingkungan sehingga didapatkan zonasi-zonasi kawasan yang sesuai keperuntukannya dengan harapan tercipta keseimbangan, keselarasan dan keserasian tata ruang.
- Melakukan penyuluhan dan sosialisasi tentang pengelolaan wilayah pesisir sehingga masyarakat lebih mengerti apa yang harus dilakukan

untuk menjaga kondisi lingkungan sesuai dengan arahan fungsi kawasan yang telah ditetapkan bersama masyarakat ini agar dapat berjalan sesuai dengan yang diharapkan dan juga dapat mencegah konflik yang terjadi.

5. Memilih Alternatif Terbaik

Dari beberapa alternatif diatas, maka ditetapkan alternatif terbaik sebagai berikut :

- Membuat dan menetapkan arahan fungsi kawasan berdasarkan kondisi lingkungan sehingga didapatkan zonasi-zonasi kawasan yang sesuai keperuntukkannya dengan harapan tercipta keseimbangan, keselarasan dan keserasian tata ruang.
- Membuat bangunan pencegah bahaya abrasi yang mengancam wilayah pesisir baik berupa peredam gelombang (breakwater) maupun bangunan pelindung pantai.

6. Mengkaji Alternatif Pilihan

- Penetapan peraturan tentang pengelolaan wilayah pesisir berupa peraturan daerah dengan maksud memberikan kepastian dan pedoman kepada masyarakat dalam melakukan pemanfaatan dan pengelolaan ruang dan wilayah pesisir Teluk Awur.
- Perencanaan pengelolaan harus secara terpadu antara semua aspek dan pihak yang terkait sehingga tercipta keseimbangan, keserasian dan keselarasan lingkungan sesuai dengan peruntukkannya agar tidak menimbulkan konflik dan pertentangan kepentingan, dimana hasil perencanaan akan masuk dalam peraturan tentang pengelolaan wilayah pesisir ini.
- Penanganan masalah yang timbul akibat adanya perpindahan sedimen harus secara optimal dan serius untuk mengurangi dampak kerugian yang lebih besar. Pembangunan bangunan pemecah gelombang dapat

mereduksi energi gelombang dan arus sehingga dapat mengurangi adanya perpindahan sedimen.

7. Implementasi

Dalam penentuan rencana pengelolaan, pengambilan keputusan didasarkan pada beberapa peraturan seperti Undang-Undang 24 Tahun 1992 tentang Penataan Ruang, Keputusan Presiden No. 32 Tahun 1990 tentang Kawasan Lindung yang mengatur penentuan pemanfaatan suatu ruang wilayah. Dalam peraturan ini memberikan pertimbangan bahwa dalam pengaturan dan pengelolaan suatu ruang wilayah, aspek lingkungan dan kepentingan pemanfaatan menjadi hal yang utama. Dalam kondisi seperti ini maka penentuan ruang wilayah nantinya harus ada keserasian dan keselarasan antar keduanya.

Pertimbangan lingkungan meliputi daya dukung dan daya tampung lingkungan, waktu sedang kepentingan pemanfaatan meliputi keinginan, kebutuhan dan tujuan pemanfaatan ruang baik oleh pemerintah maupun masyarakat dengan aspek prakiraan ruang lingkup wilayah yang direncanakan agar dapat tercipta suatu keseimbangan, keserasian dan keselarasan dalam satu kesatuan. Dengan demikian yang menjadi pertimbangan dalam penentuan pengelolaan wilayah pesisir Teluk Awur antara lain :

1. Aspek Lingkungan

- Geofisik : dengan jenis tanah alluvial dan tingkat kelerengan yang kurang dari 2% serta kajian perpindahan sedimen seperti yang diutarakan sebelumnya dimana pada stasiun 1 sampai dengan stasiun 6 terjadi abrasi pantai akibat dari perpindahan sedimen efek dari energi gelombang dan arus sepanjang pantai. Sedang untuk lokasi stasiun 7 sampai 10 terjadi akresi. Arus yang terjadi pada lokasi penelitian antara 0.855 sampai 1.311 m/detik. Adanya perpindahan sedimen ini akan menjadi pertimbangan dalam penentuan pemanfaatan dan kepentingan kebutuhan ruang.

- **Biologi** : dengan memperhatikan kondisi ekosistem yang ada pada lokasi penelitian yang ada, maka hal-hal yang perlu mendapat perhatian adalah adanya ekosistem terumbu karang dan lamun yang ada pada stasiun 1 sampai pada stasiun 7 dengan organisme yang berasosiasi dengan ekosistem terumbu karang dan lamun ini. Hal ini perlu menjadi bahan kajian tersendiri karena lokasi ini mengalami suatu abrasi sehingga perlu adanya penanganan khusus yang dapat memulihkan kondisi daya dukung dan daya tampung lingkungan agar dapat menjamin kelestariannya.
- **Fungsional dan struktural** : kawasan pesisir ini masuk dalam wilayah Desa Teluk Awur Kecamatan Tahunan oleh karena itu dalam pengembangan kawasan ini yang berperan adalah aparat desa dan didukung aparat kecamatan dan kabupaten dalam pengaturan pengelolaan. Fungsi aparat kecamatan dan kabupaten berfungsi sebagai pengontrol dalam hal yang berhubungan dengan hukum dan perijinan, pemberi sarana pendukung dan infrastruktur lainnya seperti jalan dan sarana umum lain.
- **Sosial budaya** : dalam pengaturan wilayah harus memperhatikan kondisi sosial budaya masyarakat setempat. Perilaku dan kehidupan yang berlangsung di wilayah ini harus dapat diarahkan sesuai dengan tujuan yang akan dicapai. Kondisi lokasi penelitian dimana terjadi perpindahan sedimen yang menyebabkan abrasi dan akresi ini akan berdampak terhadap kehidupan masyarakat ini. Pada lokasi yang mengalami abrasi masyarakat Teluk Awur tidak banyak mempergunakan lahan baik untuk kepentingan pemukiman, budidaya atau kepentingan yang lain. Sedangkan pada lokasi yang mengalami akresi, masyarakat ini banyak memanfaatkan untuk pemukiman atau kepentingan yang lain. Pada lokasi ini juga banyak masyarakat yang

melakukan penambangan pasir yang dimanfaatkan sebagai bahan bangunan.

2. Kepentingan dan Kebutuhan Pemanfaatan Ruang

Dalam penentuan kepentingan pemanfaatan serta kebutuhan terhadap ruang harus dilihat dari semua pihak yang terlibat dalam pemanfaatan ini. Antara Pemerintah khususnya Pemerintah Kabupaten Jepara dan masyarakat sekitar lokasi penelitian ini. Dari Pemerintah Kabupaten Jepara kepentingan dan kebutuhan ruang di kawasan ini dapat dilihat dari Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Daerah Tingkat II Jepara Tahun 1993/1994, dimana pada lokasi ini masuk dalam satuan wilayah pembangunan I (SWP I) bersama dengan wilayah Kecamatan Jepara, Kedung Tahunan dan Batealit serta masuk juga dalam satuan kawasan pengembangan (SKP). Satuan wilayah pembangunan dan satuan kawasan pengembangan dimaksudkan agar pembangunan yang dilaksanakan oleh Pemerintah Kabupaten Jepara dapat mengembangkan pusat wilayah yang berfungsi sebagai pelayanan. Pelayanan pemerintahan ini sudah diatur dalam rencana tata ruang wilayah ini sebagai Peraturan Daerah.

Untuk kepentingan dan kebutuhan dari masyarakat dapat diketahui dari survei yang telah dilaksanakan, keinginan mereka sangat beragam antara individu dan kelompok tetapi semua responden menginginkan pengembangan wilayah pesisir ini dapat bermanfaat bagi mereka terutama dalam hal perekonomian. Dengan tingkat pendidikan yang masih dominan rendah dan tingkat kepentingan dengan kawasan pesisir yang rendah juga, mereka tidak terlalu memperhatikan jenis usaha pengembangan kawasan ini yang terpenting bagi mereka adalah kelangsungan hidup mereka dan keluarganya.

Dengan memperhatikan pertimbangan-pertimbangan ini serta kondisi dari lokasi penelitian maka ada beberapa hal yang dapat menjadi arahan pengelolaan

wilayah. Penentuan arahan pemanfaatan atau arahan pengelolaan ini didasarkan pada kondisi lingkungan, kepentingan dan kebutuhan, waktu dan peraturan yang ada. Penentuan arahan pengelolalan ini antara lain :

1. Kawasan Lindung Setempat

Kawasan lindung setempat ditentukan berdasarkan pada cakupan wilayah yang sempit agar dapat dikelola oleh masyarakat yang dibantu oleh aparat Desa maupun Kecamatan. Penentuan arahan kawasan lindung setempat berdasarkan pada daerah sepadan pantai dengan kriteria yaitu daerah 100 meter dari titik pasang tertinggi dan daerah dengan kepentingan perlindungan vegetasi/teknis. Dengan melihat hal ini maka penentuan arahan kawasan lindung setempat berada di stasiun 1 sampai stasiun 6 dan 7 karena pada stasiun ini terdapat vegetasi dan ekosistem pesisir yang perlu dijaga kelestariannya agar dapat mendukung perkembangan di masa mendatang. Kondisi pantai dengan ancaman kerusakan lingkungan berupa abrasi menjadi ancaman yang harus cepat ditangani. Dengan menetapkan arahan kawasan lindung setempat maka pemecahan masalah ini dapat menjadi alternatif secara teknis kebijaksanaan tetapi harus didukung dengan tindakan-tindakan secara nyata.

Pengaturan pada daerah arahan kawasan lindung setempat ini dapat berupa :

- Kegiatan-kegiatan pelestarian dan perlindungan ekosistem yang ada secara menyeluruh.
- Pembatasan kegiatan budidaya pertanian atau perikanan agar tidak merusak air/tanah di sepanjang pantai dan tidak menimbulkan abrasi.
- Pengaturan bangunan yang telah terbangunan agar tidak mengganggu kegiatan-kegiatan konservasi dan tidak menimbulkan kerusakan lingkungan.
- Dijinkan untuk kegiatan-kegiatan wisata yang tidak mengganggu fungsi lindung.

2. Kawasan Budidaya

Melihat kondisi geografis maka kawasan pesisir maka pengelolaan kawasan ini secara menyeluruh akan dimulai dari daerah atas yaitu sekitar pesisir Teluk Awur. Dengan demikian arahan pengelolaan kawasan budidaya terbagi dua macam yaitu kawasan tanaman pangan dan kawasan perikanan. Pada kawasan tanaman pangan dapat dipisahkan menjadi dua yaitu tanaman pangan lahan basah dan tanaman pangan lahan kering. Budidaya tanaman pangan ini dilakukan karena pada kawasan ini mempunyai potensi pengembangan pengairan yang memiliki kriteria sebagai berikut :

- Ketinggian kurang dari 1000 meter
- Kelerengan kurang dari 40%
- Kedalaman efektif lapisan tanah lebih dari 30 cm

Lokasi untuk kawasan budidaya tanaman pangan yang diperuntukan untuk lahan basah harus ada kemudahan jaringan irigasi. Lokasi yang tetap untuk arahan pengembangan kawasan budidaya tanaman pangan adalah sekitar daerah Sungai Buntung dan sekitarnya yang telah diusahakan oleh masyarakat setempat.

Pengaturan arahan kawasan budidaya tanaman pangan ini antara lain :

- Pada kawasan ini diperlukan teknik pertanian yang baik agar tidak terjadi kerusakan lahan khususnya pada lahan dengan kemiringan yang cukup besar agar tidak terjadi erosi tanah.
- Diijinkan untuk tanaman semusim lahan kering
- Kegiatan non pertanian yang diijinkan adalah agrowisata
- Budidaya ini juga memperhitungkan lingkungan agar tidak merusak kelestarian alam.

Untuk arahan kawasan perikanan baik berupa pertambakan maupun perikanan tangkap harus dapat mempertimbangkan faktor-faktor kelerengan yang kurang dari 8% dan tersedianya air yang cukup. Untuk arahan kawasan budidaya perikanan pada lokasi penelitian ini dapat dilakukan di daerah sebelah utara

arahan kawasan lindung setempat dekat muara sungai agar tidak mengganggu kawasan lindung setempat.

Pengaturan pada arahan kawasan budidaya perikanan dapat berupa :

- Budidaya tambak harus diimbangi dengan vegetasi pelindung pada daerah sepanjang pantai.
- Usaha pertambakan tidak menimbulkan kerusakan dan pencemaran lingkungan

3. Kawasan Pemukiman

Dalam arahan pengembangan kawasan pemukiman untuk penduduk harus memenuhi kriteria-kriteria sebagai berikut :

- Kesesuaian lahan dengan memasukkan teknologi yang ada
- Ketersediaan air terjamin
- Lokasi yang terkait dengan kawasan yang telah ada/berkembang
- Tidak terletak di kawasan tanaman pangan lahan basah

Lokasi yang cocok untuk arahan kawasan pemukiman adalah pengembangan lokasi pemukiman yang sudah ada dengan memperhatikan kepentingan arahan kawasan lain yang berdekatan atau bersinggungan sehingga antara kawasan pemukiman tidak terjadi konflik kepentingan agar dapat tercipta keseimbangan dan keselarasan.

Dalam pengaturan untuk kawasan pemukiman ini antara lain :

- Kawasan pemukiman ini diharapkan dengan kepadatan yang optimal/relatif tinggi, untuk mempertahankan daya dukung lahan pertanian maupun fungsi lindung pada suatu kawasan
- Kegiatan pertanian dan non pertanian diijinkan pada kawasan pemukiman dengan memperhatikan kelestarian alam, tidak menimbulkan kerusakan alam dan lingkungan

4. Kawasan Rawan Bencana

Untuk arahan kawasan bencana ini merupakan kawasan yang sering atau mempunyai potensi tinggi mengalami bencana alam. Tujuan untuk melindungi dari bencana yang disebabkan oleh alam maupun secara tidak langsung oleh perbuatan manusia. Rawan bencana pada kawasan lokasi penelitian adalah bahaya abrasi. Hal ini juga telah dibahas dalam perpindahan sedimen yang menunjukkan adanya abrasi pantai karena tipisnya daerah penutupan ekosistem terumbu karang dan lamun sehingga fungsi alami untuk melindungi pantai semakin hilang.

Arahan kawasan rawan bencana ini perlu dilindungi dan dikelola. Lokasi rawan bencana ini terdapat di pantai bagian barat daya Teluk Awur (sekitar stasiun 1 sampai stasiun 6). Dengan perlindungan kawasan rawan bencana yang menjadi satu dengan arahan kawasan lindung setempat maka akan menjadi kawasan yang mempunyai fungsi lindung bagi arahan kawasan fungsi lain.

Dalam pengaturan arahan kawasan rawan bencana ini dapat dilakukan dengan memperhatikan fungsi lindungnya, aturan ini berupa :

- Perlindungan dengan vegetasi
- Pembatasan kegiatan pertanian yang tidak mengurangi fungsi lindung
- Tidak diperkenankan adanya kegiatan non pertanian
- Adanya pengaturan dan pembatasan daerah yang terbangun.

5. Kawasan Potensi Pengembangan Lain

Untuk pengembangan bidang lain didasarkan pada potensi yang dimiliki oleh kawasan ini. Potensi yang ada untuk pengembangan lebih lanjut adalah potensi pariwisata yang diinginkan oleh sebagian responden. Kegiatan sektor pariwisata ini didukung adanya makam Kyai Jaga Laut yang letaknya tidak jauh dari stasiun 9. Keberadaan makam ini yang rutin dikunjungi oleh warga Jepara dan sekitar pada waktu-waktu tertentu. Keberadaan resort yang dikembangkan oleh swasta (Kura-Kura Resort) juga semakin mendukung kegiatan pariwisata.

Pengembangan pariwisata harus memenuhi kriteria-kriteria sebagai berikut :

- Keindahan alam dan keindahan panorama

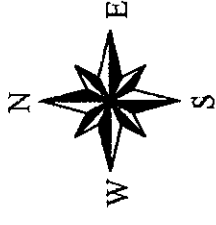
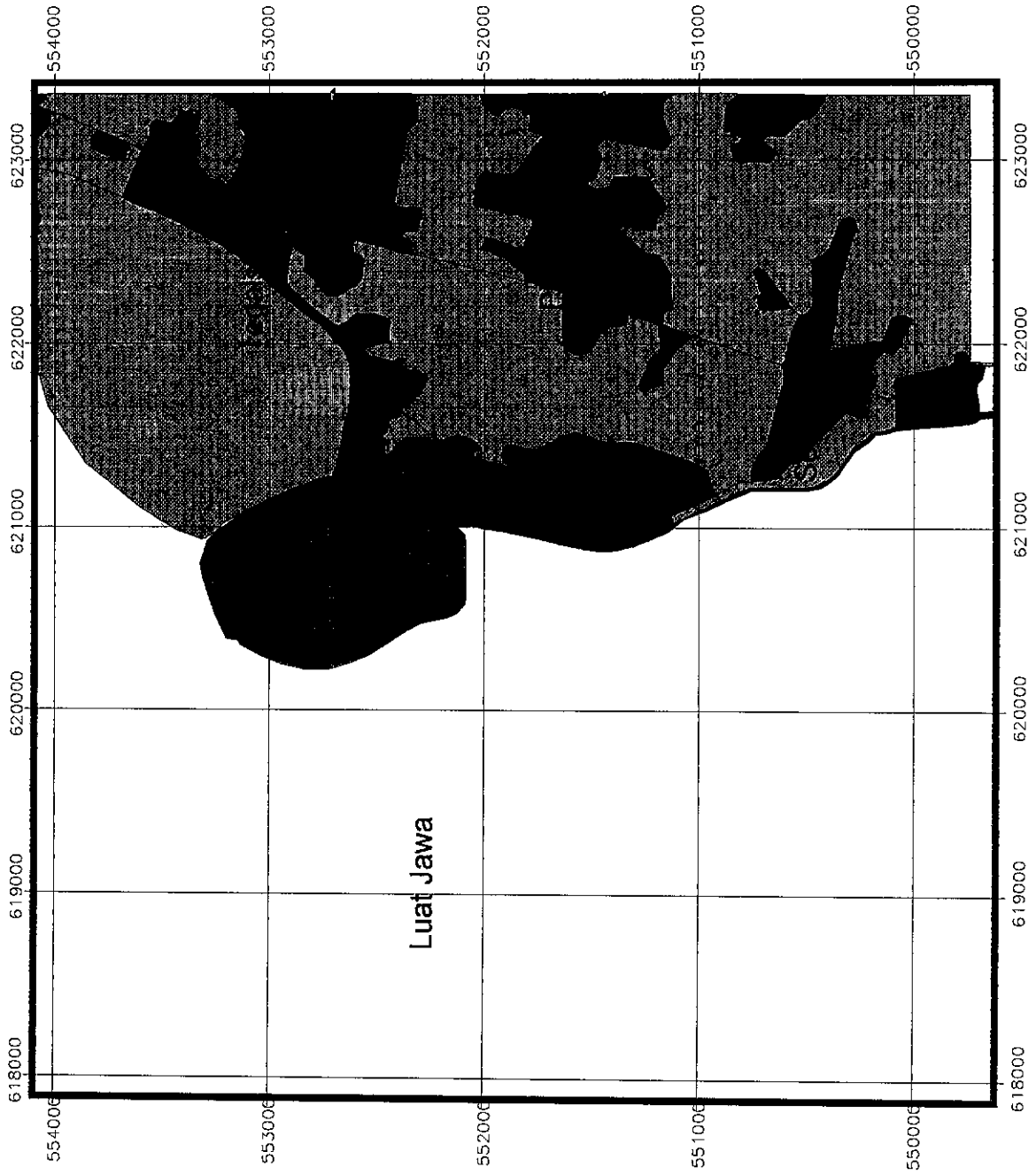
- Masyarakat dengan kebudayaan dan atau mempunyai nilai sejarah yang tinggi

Dengan melihat kriteria ini maka kawasan peisir Teluk Awur ini cocok untuk pengembangan pariwisata. Keindahan alam dan panorama pantai dengan laut yang terhampar sangat cocok untuk dinikmati terutama pada waktu matahari tenggelam sore hari. Di samping itu kegiatan kerajinan masyarakat Teluk Awur dalam pembuatan mebel dan ukiran sangat menarik untuk dijadikan obyek pariwisata. Lokasi kegiatan pariwisata ini dapat terpusat di sekitar maka Kyai Jaga Laut yang berdekatan dengan Resort yang dikembangkan oleh swasta, kondisi ini didukung dengan kondisi perairan yang mengalami akresi sehingga pengembangan pariwisata ini tidak terancam bahaya abrasi. Dengan hamparan pasir hasil perpindahan sedimen berupa pasir maka akan menambah keindahan panorama alam sekitar kawasan penelitian.

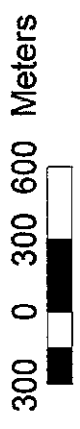
Pengaturan pada kawasan pariwisata ini adalah dalam pengembangan pariwisata dengan memperhatikan dan mempertahankan nilai-nilai bangsa dan kelestarian alam. Bidang lain yang ingin dikembangkan adalah pendidikan, keinginan ini semakin berkembang dengan keberadaan kampus Undip yang berada disebelah selatan kawasan ini.

Untuk bidang industri berpotensi sekali untuk dikembangkan terutama industri kecil dengan usaha bidang kerajinan mebel/kayu, tentunya hal ini didukung dengan tingkat penguasaan ketrampilan penduduk bidang kerajinan mebel/kayu ini yang cukup tinggi. Tetapi pada kondisi kawasan ini tidak sesuai untuk pengembangan industri yang mempunyai kriteria yaitu tersedianya air baku yang cukup, tersedianya sistem pembuangan limbah, tidak menimbulkan dampak sosial negatif yang berat dan tidak terletak di kawasan tanaman pangan lahan basah yang beririgasi dan yang berpotensi untuk pengembangan irigasi. Walaupun kriteria-kriteria ada yang memenuhi tetapi kurang mendukung untuk pengembangan industri.

PETA PENGELOLAAN WILAYAH PESISIR TELUK AWUR



Skala 1 : 50.000



Keterangan

- Kawasan rawan bencana
- Kawasan pengembangan
- Kawasan pemukiman
- Kawasan Lindung Setempat
- Kawasan budaya
- Jalan
- Garis pantai

Sumber Peta Topografi Lembar Jepara Sheet 5123 III

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilaksanakan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Perpindahan sedimen di lokasi penelitian pada saat pengambilan sampel karena energi fluks sebesar 2.783 – 18.770 ton/hari dan pengendapan sedimen 0.629 – 45.774 ton/hari sedang perpindahan sedimen karena arus sepanjang pantai berkisar antara 0.645 – 4.349 ton/hari dan pengendapan sedimennya 0.30 – 2.158 ton/hari. Untuk sebaran sedimen terdiri dua tekstur yaitu pasir berlumpur (stasiun 1 – 6) dan pasir (stasiun 7 – 10).
2. Perpindahan sedimen yang menyebabkan abrasi (stasiun 1 – 6) dan akresi (stasiun 7 – 10) sehingga menciptakan rawan bencana. Alternatif menggunakan bangunan pemecah gelombang berbentuk trapezium.
3. Arah pengelolaan wilayah pesisir terdiri dari arahan kawasan lindung setempat (stasiun 1 – 7 dengan sempadan pantainya), kawasan budidaya (stasiun 8 – 10 dan daerah luar kawasan lindung sekitarnya), kawasan pemukiman (daerah yang sudah terdapat/berkembang areal pemukiman sebelumnya), kawasan rawan bencana (daerah yang mengalami abrasi/stasiun 1 – 6) dan kawasan potensi pengembangan lain (daerah yang mempunyai potensi pariwisata/stasiun 9 dan 10).
4. Model pengelolaan yang bisa digunakan adalah model dengan pendekatan pada aspek perubahan dan proses lingkungan dan struktur yang terjadi serta isu yang berkembang yang menghasilkan pengelolaan yang terpadu, meliputi perlindungan daya dukung, pengaturan ruang dan kelembagaan.

5.2. Saran-Saran

Dari hasil penelitian ini ada beberapa hal yang dapat direkomendasikan dan dikembangkan antara lain :

1. Akibat perpindahan sedimen yang cukup besar yang menyebabkan adanya abrasi dan akresi perlu ditangani secara serius dengan pembuatan bangunan pemecah gelombang seperti yang direkomendasikan.
2. Model pengelolaan wilayah pesisir Teluk Awur dapat menggunakan pendekatan pada aspek perubahan dan proses lingkungan dan struktur yang terjadi serta isu yang berkembang yang menghasilkan pengelolaan yang terpadu, meliputi perlindungan daya dukung, pengaturan ruang dan kelembagaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Barnes, R. S. K., 1984, *Estuarine Biology*, 2nd Edition, Edward Arnold Publishing, London.
- Buchanan, J.B., 1984, *Sedimen Analysis in Methods for The Study of Marine Benthos*, Editor Mc Intyre and Holme, N.A, 2nd Edition, Black Well Scientific Publ., Oxford.
- BMG, 2001, *Data Angin Tahunan*, Badan Meteorologi dan Geofisika Jawa Tengah, Semarang.
- CERC, 1984, *Shore Protection Manual*, US Army Coastal Engineering Research Centre, Washington.
- Cicin-Sain, B. (1992) *Research Agenda on Ocean Governance In Ocean Governance : A New Vision* (Ed, Cicin-Sain, B.) University of Delaware, Center for the Study of Marine Policy, Newark, Delaware.
- Cicin-Sain, B. and Knecht, R. W. (1998) *Integrated Coastal Zone Management: Concepts and Practices*, Island Press, Washington.
- Dahuri, R. J., Rais, S. P., Ginting dan M. J. Sitepu, 1996, *Pengelolaan Sumberdaya Wilayah Pesisir dan Lautan Secara Terpadu*, 1st Ed, Pradnya Paramita, Jakarta.
- Delaware (1999) University of Delaware, *NOAA's National Ocean Service, Intergovernmental Oceanographic Commission*, The World Bank. Washington.
- Dawes, C.J., 1981, *Marine Botany*, John Willey & Sons, New York.
- Departemen Kehutanan, 1999, *Himpunan Peraturan Perundangan Departemen Kehutanan*. Departemen Kehutanan, Jakarta.
- Drake, C.L., 1978, *Oceanography*, Holt Pinehart and Winston, New York.
- English, S., C. Wilkinson, and V. Baker, 1994, *Survey manual For Tropical Marine Resources*, ASEAN-Australia Marine Science Project : Living Coastal Resources, Australia Institute of Marine Science, Townsville.
- Forman, R. T. T. and Godron, M. (1986), *Landscape Ecology*, John Wiley & Sons, New York.

- Gunawan, I. (1994) *A Methodological Approach to Sustainable Resources Utilization in Indonesia: Integrating Geographic Information Systems, Mathematical Modeling, and Expert Systems*, Unpublished Dissertation, College Station, Texas.
- Hadi, S., 1986, *Metodologi Research*, Jilid II, Yayasan Penerbit Fakultas Psikologi Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Hadi, Sudharto P., 2001, *Dimensi Lingkungan Perencanaan Pembangunan*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Hartadi, J., 2001, *Model Rencana Tata Ruang Wilayah Pesisir Berkelanjutan Berbasis Masyarakat*, http://www.hayati-ipb.com/users/rudyct/indiv2001/joko_hartadi.htm, 22 Pebruari 2003.
- Hartadi, J., Rudianto, Tubagus Rismunandar, Hery Edy, Iskandar, Suzy Anna, Siti Zubaidah, Erna Rochana, Robert J. Rompas, Viv Djanat Prasita, Abdul Rauf, Taufik Hasbullah dan Muh. Yusuf. *Alexander Soselisa (Editor), Pengelolaan Terumbu Karang Secara Berkelanjutan*, http://rudyct.tripod.com/sem1_012/ke4_012.htm, 22 Pebruari 2003.
- Horikawa, K., 1978, *Coastal Engineering An Introduction to Ocean Engineering*, University of Tokyo Press, Tokyo.
- Horikawa, K., 1988, *Nearshore Dynamic and Coastal Process*, University of Tokyo Press, Tokyo.
- Hutabarat, S. and Evans. 1986. *Pengantar Oseanografi*. Universitas Indonesia Press. Jakarta.
- Kastoro, W. W., A, Suwandi, I. Hakim, Welde, P. W. J. dan Gueraet, M. 1990, *Soft Bottom Benthic Community in the Estuarine Waters of East Java*, Proceeding Symposium Netherland journal of Sea Research. Balai Penelitian dan Pengembangan Biologi Laut. P30 LIPI, Jakarta.
- Katili, J.A., 1963, *Geologi*, Departemen Urusan Riset Nasional, Jakarta.
- Kim Looi Ch'ng, 1996, *Internasional Environmental Agreement and Arrangement for Sustainable Development*, pp 189-252. In Kenchington, R. (red) *Integrated Coastal Zone Management. RCU/EAS Technical Report Series No. 12*, United Nations Environment Programme, Bangkok.
- Krebs, C. J., 1978, *Ecology the Experimental Analysis of Distribution and Abundance*. Harper and Row Publs., New York.

- Krumbein, W. C. and Sloss, L. L., 1963, *Stratigraphy and Sedimentation*, W.H. Freeman and Company, San Francisco.
- Nasir, M., 1988, *Metode Penelitian*, Ghalia Indonesia, Jakarta.
- Nontji, A, 1993, *Laut Nusantara*. Penerbit Djambatan, Jakarta.
- Odum, E.P, 1971, *Fundamental of Ecology*. Third Edition, WB Saunders Co, Ltd., Tokyo.
- Rustam, 2003, *Perencanaan Pengelolaan Kawasan Estuaria Secara Terpadu dan Berkelanjutan*, <http://www.hayati-ipb.com/users/rudyct/indiv2001/rustam.htm>, 22 Pebruari 2003.
- Parsons, T.R., Maita, Y and Lailli, C.M., 1984, *A Manual of Chemical and Biological Methods for Seawater Analysis*, Pergamon Press, New York.
- Pemerintah Kabupaten Jepara, 1993/1994, *Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Daerah Tingkat II Jepara tahun 1994/1995 – 2003/2004*, Jepara.
- Pernetta, J.C., and D.L, Elder, 1993, *Cross Sectional, Integrated Coastal Area Planning (CICAP): Guidelines and Principles for Coastal Area Development Marine and Development Report*, World Conservation Union, Geneva.
- Perrings, C., Maler, K.-G., Folke, C., Holling, C. S. and Jansson, B.-O. (Eds.) (1997) *Biodiversity Loss - Economic and Ecological Issues*, Cambridge University Press, New York.
- Pipkin, B.W., 1977, *Laboratory Exercise in Oceanography*, W.H. Freeman and Company, San Francisco.
- Pollnac, R. B. and Crawford, B. R. (2000) *Assessing Behavioral Aspects*, Proyek Pesisir, Coastal Resources Center - University of Rhode Island, Narragansett, Rhode Island.
- Pranowo, W. S., 2002. *Model Numerik Sebaran Senyawa Nitrogen di Perairan Kedung, Jepara*, Program Pascasarjana ITB, Bandung.
- Setiono D, Santoso dan Hamdan, 2001, *Kebijakan Pembangunan Wilayah Pesisir Terpadu (Suatu Kerangka Analisis)*, Program Pascasarjana/S3, Institut Pertanian Bogor, Bogor.

- Sidharta, 1989. *Studi Evaluasi Lingkungan Pengembangan Pelabuhan Laut Tanah Emas Semarang*. Perum Pelabuhan II Cabang Semarang dan Universitas Diponegoro, Semarang.
- Soebagio, M, 2001, *Filosofi Pengelolaan Sumber Daya Pesisir Dan Laut Di Kepulauan Seribu* http://www.hayati-ipb.com/users/rudyct/indiv2001/m_soebagio.htm. 22 Pebruari 2003
- Sorensen, R.M., 1991, *Basic Coastal Engineering*, John Wiley & Sons, Singapore.
- Sunoto, 2001, *Transpor Sedimen Sepanjang Pantai Pada Muara Sungai Banjir Kanal Barat Sampai Muara Sungai Banjir Kanal Timur Kotamadia Semarang*, Jawa Tengah, Ilmu Kelautan UNDIP, Semarang.
- Supriharyono, 2000a, *Pelestarian dan Pengelolaan Sumber daya Alam di Wilayah Pesisir Tropis*, Penerbit PT Gramedia, Jakarta.
- Supriharyono, 2000b, *Pengelolaan Ekosistem Terumbu Karang*, Penerbit Djambatan, Jakarta.
- Strahler, A. and Strahler, A. (1998) *Introducing Physical Geography*, John Willey & Sons, New York.
- Suwigyo, P, 1976, *Metodologi Dan Teknik Penelitian Bidang Biologi Perikanan Fakultas Perikanan Institut Pertanian Bogor*, Bogor.
- Timothy, R.P., and Masayuki, T., 1977. *Biological Proscces*, Second Edition, Pergamon Press, New York.
- Tomascik, T., Mah, A. J., Nontji, A. and Moosa, M. K. (1997), *The Ecology of the Indonesian Seas - Part One*, Periplus Editions (HK) Ltd., Singapore.
- Triatmodjo, B, 1999, *Teknik Pantai*, Beta Offset, Yogyakarta.
- Tucker, MJ, 1991, *Wave in Ocean Engineering*, Institute of Oceanographic Science Survey, Houston.
- Volk, R. (2000) *As Water Flows, So Goes the Health of Our Coasts* *InterCoast*, Spring 2000, London.
- Wibowo, P., Nirarita, C. E., Susanti, S., Padmawinata, D., Kusmarini, Syarif, M., Hendriani, Y., Kusniangsih and Sinulingga, L. b. (1996) *Ekosistem Lahan Basah Indonesia: Buku Panduan untuk Guru dan Praktisi Pendidikan*, Wetlands International Indonesia Programme, Bogor.

- Widada, S, 2000. *Pendahuluan tentang Dinamika Sedimentasi di Muara Sungai Tuntang Lama Kabupaten Demak*, Majalah Ilmiah Ilmu Kelautan UNDIP, Semarang.
- Widiastuti, E., 1983, *Kualitas Air Kali Cakung Ditinjau Dari Kelimpahan Hewan Makrobenthos*. Fakultas Pascasarjana Intitut Pertanian Bogor, Bogor.
- Yusuf, M., G. Handoyo, Setiyono, H., A. D. S.Suryoputro, P., Subardjo, 1995, *Kondisi Kualitas Air dan Stuktur Komunitas Hewan Makrobenthos di Muara Sungai Tapak, Semarang*, Program Studi Ilmu kelautan Universitas Diponegoro, Semarang.