

TEKNOLOGI PENANGGULANGAN DAN PENGENDALIAN KERUSAKAN LINGKUNGAN PESISIR, PANTAI DAN LAUT UNTUK MENDUKUNG PENGEMBANGAN PARIWISATA

Nawa Suwedi

Peneliti Pada Pusat Teknologi Lingkungan
Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi

Abstract

Erosion, sedimentation, sea level rise, tsunami, sea water pollution, coral reef and mangrove forest destruction are problems, that have to be considered during planning, development and management of the coastal, sea and marine tourism activity. Alternative technology such as natural and man made coastal and sea protections (revetment, bulkhead, sea wall, jetty, groin, breakwater, submerged artificial reef, oil boom, oil skimmer) and information technology can be used and applied for this purpose.

Key words: *Coastal Zone Management, Coastal and Sea Tourism.*

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Peningkatan kegiatan pariwisata alam pesisir, pantai dan laut di Indonesia mengalami perkembangan yang cukup menggembirakan. Hal ini ditandai dengan semakin meningkatnya minat dan perhatian dari berbagai kalangan pada kegiatan pariwisata yang memanfaatkan potensi alami dari pesisir, pantai dan laut ini. Pengembangan kegiatan ini diharapkan selain dapat/ mampu menciptakan sumber penghasilan atau devisa negara juga dapat menciptakan kegiatan usaha bagi penduduk di sekitarnya.

Pengembangan pariwisata alam pesisir, pantai dan laut apabila tidak direncanakan dan dikelola dengan baik akan berdampak negatif terhadap daerah / lokasi wisata yang dimaksud serta daerah disekitarnya. Oleh karena itu, perencanaan

pengembangan daerah wisata alam pesisir, pantai dan laut yang matang yang disertai dengan pola pemeliharaan dan sistem pemantauan yang memadai serta handal, maka selain akan tetap melestarikan potensi daerah wisata itu sendiri juga tidak berdampak negatif pada kondisi alam dan lingkungan disekitarnya. Dengan demikian penetapan kebijakan pada pola pengembangan, pengelolaan dan pemantauan yang berupaya meningkatkan dampak-dampak positif serta mengurangi dampak-dampak negatif yang mungkin akan atau dapat timbul dari pengembangan wisata alam pesisir, pantai dan laut harus menjadi prioritas utama bagi semua pihak yang terlibat dalam kegiatan ini (yaitu : pemerintah, pengusaha maupun masyarakat). Dengan kata lain, pola pengembangan pariwisata alam pesisir, pantai dan laut harus mengacu pada pola pengembangan pariwisata alam yang berwawasan lingkungan.

Untuk mendukung konsep pengembangan pariwisata alam pesisir, pantai dan laut yang berwawasan lingkungan tersebut maka makalah ini akan difokuskan pada pemanfaatan teknologi perlindungan dan penanggulangan pesisir, pantai dan laut. Peranan dan fungsi teknologi ini adalah untuk menekan dampak negatif yang akan timbul dan meningkatkan dampak positifnya. Penerapan teknologi ini dapat dilakukan pada saat perencanaan, pengelolaan maupun pada saat pemantauan kegiatan wisata tersebut. Pada tahap awal pengembangan dapat digunakan untuk mengetahui kemungkinan-kemungkinan yang akan terjadi dan dapat memperkirakan dampak negatif dan positif yang akan muncul di daerah/ kawasan pengembangan ataupun pada daerah sekitarnya. Dengan demikian antisipasi terhadap segala kemungkinan yang akan timbul dapat dilakukan jauh-jauh hari sebelum lokasi tersebut di kembangkan. Yang pada gilirannya, perhitungan untung rugi baik secara ekologi maupun ekonomi dapat dipertimbangkan dengan matang dan cermat. Pada lokasi-lokasi wisata pesisir, pantai dan laut yang sudah berkembang pesat, tentunya tahap perencanaan sudah terlewatkan. Pada kondisi ini, apabila terjadi perubahan fisik dan lingkungan yang menyebabkan hilangnya keindahan, nyaman dan keamanan bagi pengelola dan pengunjung akibat kondisi alam yang tidak sempat terantisipasi pada saat perencanaan (misalnya erosi, sedimentasi, naiknya muka air laut, terjangan gelombang dan pencemaran air laut di daerah objek wisata) maka penerapan teknologi perlindungan dan penanggulangan kerusakan pesisir, pantai dan laut perlu dilakukan guna menghindari terjadinya kerusakan lingkungan ataupun hilang/ musnahnya aset wisata yang ada dan terjadinya korban jiwa.

2. BATASAN DAN DEFINISI PESISIR, PANTAI DAN LAUT

Untuk menyamakan persepsi mengenai definisi pesisir, pantai dan laut, maka digunakanlah definisi yang dihasilkan

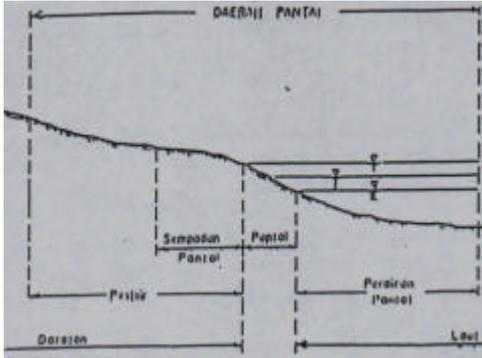
di pertemuan/ lokakarya Perlindungan/ Penanganan dan Manajemen Pantai di Manado - Sulawesi Utara pada bulan Agustus Tahun 1992, yaitu: Pesisir adalah bagian darat di tepi pantai yang masih dipengaruhi oleh aktivitas marin; Pantai adalah daerah perairan (laut atau danau) yang dibatasi oleh air surut terendah dan pasang tertinggi; sedangkan Laut adalah daerah perairan yang dibatasi air surut terendah sampai ke kedalaman tertentu^(1,2). Definisi tersebut, bila ditunjukkan dengan gambar dapat dilihat di Gambar-1.

3. DINAMIKA PESISIR, PANTAI DAN LAUT

Pesisir dan pantai merupakan daerah yang dinamis. Kedinamisan ini sebagai akibat dari adanya gaya-gaya yang berasal dari laut dan daratan yang bertemu di wilayah ini. Pesisir dan pantai sebagai tempat teredamnya energi yang dibangkitkan oleh adanya pergerakan air laut dan juga sebagai tempat bermuaranya sungai dari daratan.

Beberapa parameter penting yang perlu dipelajari dalam memahami kedinamisan pesisir, pantai dan laut antara lain adalah gelombang, arus, pasang, angin atau badai dan tsunami. Perubahan garis pantai, misalnya, merupakan wujud dari kedinamisan tersebut. Perubahan ini bisa disebabkan oleh gelombang ataupun arus. Gelombang yang dibangkitkan oleh angin merupakan sumber energi terbesar yang diberikan oleh laut ke pantai dan pesisir. Arus dapat terjadi sebagai akibat adanya pergerakan air dari level yang tinggi ke level yang lebih rendah atau dari tempat yang lebih tinggi ke tempat yang lebih rendah. Arus dapat terbentuk akibat adanya angin, gelombang pecah, perbedaan tekanan maupun perbedaan densitas air. Arus dapat juga dibangkitkan oleh adanya pasang surut air laut. Pasang ini terjadi akibat adanya pengaruh dari gaya gravitasi bulan dan matahari terhadap bumi. Pengaruh ini akan mengakibatkan muka air laut mengalami pasang naik dan pasang surut. Terdapatnya badai di lautan juga akan berpengaruh pada gelombang dan

arus yang ada. Munculnya gelombang tsunami, yang merupakan gelombang dengan periode panjang yang dapat menjalar dengan kecepatan sampai 800 km/jam sebagai akibat adanya gempa bumi atau aktivitas tektonik di dasar laut, dapat pula mempengaruhi kedinamisan pesisir dan pantai yang ada.



Gambar-1. Batasan dan definisi Pesisir, Pantai dan Laut

4. **.PERMASALAHAN PENGEMBANGAN PARIWISATA DI KAWASAN PESISIR, PANTAI DAN LAUT**

Beberapa permasalahan yang mungkin muncul dalam kaitannya dengan usaha pengembangan (kawasan wisata) pesisir, pantai dan laut antara lain adalah sedimentasi, abrasi, penurunan kualitas perairan laut, dan potensi bencana seperti terdapatnya gelombang dan angin badai, gelombang tsunami, naiknya muka air laut, serta tingginya potensi terjadinya tumpahan minyak dan minimnya data/ informasi kelautan di Indonesia.

4.1. **Sedimentasi dan Abrasi Pantai**

Permasalahan ini bisa muncul sebagai akibat adanya perubahan bentang alam di lokasi pembangunan maupun sebagai akibat adanya perubahan bentang alam di sekitarnya yang berada di luar lokasi pembangunan.

Untuk mengurangi dampak yang akan terjadi yang berkaitan dengan permasalahan sedimentasi dan abrasi ini, maka pemahaman akan sifat-sifat fisik dari sedimentasi dan abrasi menjadi sesuatu yang sangat perlu. Dimana pantai akan mengalami proses sedimentasi bila angkutan sedimen yang terjadi pada suatu titik lebih sedikit bila dibandingkan dengan sedimen yang masuk (suplai yang diterimanya). Sedangkan pantai dikatakan mengalami abrasi bila angkutan sedimen yang terjadi di suatu titik lebih besar bila dibandingkan dengan jumlah sedimen yang terangkut ke luar dari titik tersebut.

Adapun penyebab abrasi pantai sebagaimana yang diinventarisir oleh *Shore Protection Manual Volume*⁽³⁾ dapat dibedakan menjadi dua kelompok besar yaitu abrasi karena sebab-sebab alami dan abrasi karena adanya campur tangan manusia.

1. Sebab alami yang dimaksud antara lain adalah:
 - a. Adanya kenaikan muka air laut
 - b. Terdapatnya perbedaan didalam suplai sedimen secara lateral
 - c. Adanya gelombang badai
 - d. Terjadinya *overwashing* gelombang
 - e. Terjadinya *deflation* (penurunan) permukaan tanah
 - f. Terjadinya arus sejajar pantai (*longshore current*)
 - g. Terjadinya pemilahan sedimen pantai oleh gelombang
2. Campur tangan manusia yang dimaksud antara lain adalah:
 - a. Penurunan dasar laut sebagai akibat adanya pengerukan pantai
 - b. Pemindahan/pengambilan material pantai
 - c. Pemutusan transpot sediment
 - d. Pengurangan suplai sedimen secara sejajar pantai.
 - e. Pengkonsentrasian energi gelombang di pantai

- f. Meningkatnya variasi kedalaman dasar laut
- g. Berubahnya perlindungan alami pantai

4.2. Penurunan Kualitas Lingkungan Pesisir, Pantai dan Laut

Permasalahan lingkungan seperti menurunnya kualitas perairan laut akibat pencemaran, rusaknya terumbu karang, hilangnya daerah penyangga banjir dan rusaknya hutan bakau merupakan permasalahan yang tidak kalah pentingnya untuk diperhatikan di dalam usaha pengembangan kawasan wisata alam pesisir, pantai dan laut.

Permasalahan pencemaran air laut merupakan problem yang sangat berat dalam pemulihan kualitas air. Pencemaran ini dapat menyebabkan musnahnya biota laut serta rusaknya terumbu karang, sedangkan rusaknya terumbu karang selain akan berpengaruh terhadap sifat-sifat fisik pesisir, pantai dan laut juga akan berdampak pada menurunnya bahkan musnahnya biota laut yang pada akhirnya berakibat dan pada berkurangnya keragaman biota yang hidup pada lokasi tersebut.

Penebangan hutan bakau dan rusaknya terumbu karang bisa juga diakibatkan oleh adanya pengerukan pasir laut. Kerusakan hutan bakau dan terumbu karang akan mengakibatkan gelombang dan arus laut langsung menghantam pantai tanpa terlebih adanya hambatan dari pohon bakau dan terumbu karang yang ada. Apabila kejadian ini terjadi, maka abrasi pantai dapat terjadi. Perusakan ekosistem hutan bakau dan terumbu karang selain dapat mengurangi fungsi perlindungan pantai juga bisa mengurangi tempat hidup dan sumber-sumber makanan bagi hewan-hewan yang ada di sekitarnya, hilangnya tempat pemijah (*spaning ground*) dan pembesaran (*nursery ground*) dari berbagai biota (seperti ikan, moluska, avertebrata laut lainnya) baik sebagai penghuni tetap maupun penghuni pendatang yang

menyandarkan kelangsungan hidupnya dari kawasan ini⁽⁴⁾.

4.3. Tingginya Potensi Bencana di Kawasan Pesisir, Pantai dan Laut

Permasalahan lain yang tidak kalah penting yang harus diperhatikan di dalam pembangunan kawasan wisata pesisir, pantai dan laut adalah tingginya potensi terjadinya gelombang tsunami, kenaikan muka air laut, gelombang dan angin badai serta tumpahan minyak.

Potensi merusak dari gelombang tsunami perlu menjadi perhatian di dalam perencanaan dan pengelolaan kawasan wisata pesisir, pantai dan laut di Indonesia. Hal ini dikarenakan bahwa Indonesia berada di jalur subduksi yang sangat berpotensi menimbulkan gempa-gempa tektonik dan vulkanik dasar laut yang dapat memicu terjadinya tsunami.

4.4. Minimnya Data/ Informasi Mengenai Pesisir, Pantai dan Laut

Minimnya informasi akan data-data kelautan yang dimiliki oleh bangsa Indonesia juga merupakan permasalahan yang perlu diperhatikan di dalam usaha perencanaan dan pengelolaan kawasan pesisir, pantai dan laut. Dengan minimnya data ini maka akan berdampak pada kurang akuratnya pengambilan keputusan yang diambil oleh pelaku usaha kepariwisataan pesisir, pantai dan laut saat ini.

5. ALTERNATIF TEKNOLOGI PERLINDUNGAN DAN PENGENDALIAN KERUSAKAN PESISIR, PANTAI DAN LAUT

5.1. Pengembangan Perlindungan Alamiah

Pada dasarnya pesisir dan pantai secara alami akan menyediakan cara-cara yang efisien untuk melindungi diri dari gempuran energi gelombang yang datang.

Pada Pantai berpasir, alam menyediakan perlindungan diri dengan terdapatnya hamparan pasir, gundukan pasir (*sand dunes*) dan suplai pasir dari sungai. Hamparan pasir berfungsi sebagai penghancur energi gelombang yang efektif sedangkan gundukan/ bukit pasir berfungsi sebagai cadangan pasir di pantai. Disamping itu, suplai pasir yang berasal dari sungai yang bermuara di sepanjang pantai dapat berfungsi sebagai pemelihara keseimbangan angkutan sedimen di sepanjang pantai (*longshore transport*).

Pada pantai berlumpur, alam menyediakan perlindungan diri dengan adanya tumbuhan pantai (seperti pohon api-api atau bakau) yang dapat tumbuh subur pada tanah jenis ini. Tumbuhan bakau ini dapat mematahkan energi gelombang dan memacu pertumbuhan pantai. Gerakan air yang cukup lambat di antara akar-akar pohon menyebabkan terjadinya proses pengendapan. Disamping itu di antara akar-akar pohon tersebut dapat berfungsi pula sebagai tempat berkembang biaknya ikan-ikan atau binatang pantai lainnya.

Sedangkan pada pantai yang mempunyai terumbu karang, alam menyediakan pemecah gelombang bawah air. Gelombang sebelum sampai di pantai akan pecah di daerah terumbu karang, dengan demikian energi gelombang yang sampai ke daerah pantai sudah relatif kecil. Terumbu karang ini akan selalu tumbuh selama lingkungan di kawasan tersebut tidak rusak akibat pencemaran atau perbuatan manusia seperti pengerukan⁽²⁾.

5.2. Membangun Bangunan Pelindung Pantai

Dalam usaha perlindungan pesisir dan pantai, apabila lindungan alamiahnya tidak ada atau rusak maka usaha perbaikan dan pengembangan lindungan

alamiah harus didahulukan sebelum penerapan /pembangunan lindungan buatan (*artificial*). Apabila perlindungan buatan terpaksa harus dilakukan, maka proses pembangunan perlindungan buatan ini harus tetap mengacu pada prinsip-prinsip alam dari lindungan alamiah

Adapun macam-macam bangunan pelindung pantai terhadap erosi dan gempuran gelombang dapat diuraikan sebagai berikut^(2,3,5,6) :

a. *Revetment* (disebut juga *Slope Protection*)

Merupakan tembok pelindung pantai yang difungsikan untuk melindungi tebing pantai dari gempuran gelombang yang relatif kecil. Konstruksi *revetment* ini dibangun di pantai dan relatif miring dimana penyusunan batuan dan pengikatnya dapat dikelompokkan menjadi *permeable revetment* dan *impermeable revetment*.

b. *Bulkhead*

Merupakan tembok pelindung pantai yang difungsikan untuk menahan longsoran tanah dari gempuran gelombang yang relatif kecil. Konstruksi *bulkhead* ini dibangun di pantai dan relatif tegak atau vertikal.

c. *Sea Wall*

Merupakan tembok pelindung pantai yang difungsikan untuk melindungi pantai dari gempuran gelombang yang cukup besar. Konstruksi *Sea Wall* ini dibangun di pantai dengan struktur dinding bisa vertikal, miring atau cekung. Struktur dinding miring sangat efektif untuk menyerap dan menghancurkan energi gelombang, sedikit mereduksi run-up dan overtopping dan mereduksi terjadinya scour. Sedangkan struktur

dinding cekung sangat efektif untuk mereduksi overtopping gelombang dan sebaliknya untuk struktur dinding tegak. Kelebihan struktur dinding tegak hanya pada sisi cepat dan murah dari segi pengerjaannya saja. Bulkhead dan seawall adalah sama di dalam desain tetapi sedikit berbeda di dalam fungsi yaitu yang satu untuk menahan gempuran gelombang kecil sedangkan yang lain untuk gelombang yang cukup besar. Bulkhead dan seawall dapat dibangun dengan material seperti struktur baja, kayu atau beton, gabion atau rubble-mound.

d. Jetty

Merupakan bangunan pelindung yang digunakan untuk stabilisasi muara sungai dan atau kolam pelabuhan. Konstruksi Jetty ini dibangun hampir tegak lurus pantai dan menyambung dengan pantainya. Bangunan ini biasa digunakan untuk melindungi kolam pelabuhan atau muara sungai dari angkutan sedimen sejajar pantai yang berasal dari luar kolam pelabuhan atau muara sungai.

e. Groin (Krib)

Merupakan bangunan pelindung pantai yang digunakan untuk menahan atau menangkap angkutan sedimen sejajar pantai. Konstruksi groin ini dibangun hampir tegak lurus pantai dan menyambung dengan pantainya. Bangunan ini hanya dapat difungsikan untuk menahan angkutan sedimen sejajar pantai tetapi tidak dapat digunakan untuk menahan angkutan sedimen yang tegak lurus pantai.

f. Breakwater

Merupakan bangunan pelindung pantai yang difungsikan untuk mengurangi besarnya energi gelombang yang sampai di pantai. Konstruksi dari breakwater ini

dibangun di daerah lepas pantai dan dibangun sejajar dengan garis pantai. Untuk pantai yang panjang sistem perindungannya bisa dilakukan dengan membangun beberapa rangkaian breakwater dengan jarak tertentu. Bangunan ini selain dapat mencegah erosi juga dapat difungsikan untuk memperluas daratan.

g. Submerged Artificial Reef

Merupakan bangunan pelindung pantai yang berupa terumbu karang buatan yang difungsikan untuk mengurangi besarnya energi gelombang yang sampai ke pantai. Kelebihan struktur ini bila dibandingkan dengan breakwater konvensional ada pada sisi estetika dan terkesan alami⁽⁷⁾. Hal ini disebabkan karena struktur ini dibangun dengan konsep menyerupai fungsi asli terumbu karang dan berada di dalam air maka selain berfungsi sebagai bangunan pelindung pantai juga secara kasat mata tidak akan merusak pemandangan dan keindahan pantai.

5.3. Penerapan Teknologi Penanggulangan Pencemaran Pantai dan Laut

Adapun teknologi yang digunakan untuk penanggulangan pencemaran laut dan difungsikan untuk pengumpul minyak tumpah yang berada di permukaan laut⁽⁴⁾ dapat diuraikan sebagai berikut:

a. Oil Boom

Peralatan penanggulangan tumpahan minyak ini yang difungsikan sebagai alat pengumpul dan membatasi penyebaran minyak. Peralatan ini terdiri dari sejumlah pelampung di bagian atas dan penyeimbang di bagian bawahnya dan dinding yang berbentuk vertikal. Dinding ini bisa terbuat dari fiber atau plastik dan dihubungkan oleh tali dengan sejumlah pelampung pejal atau berongga

yang berisi udara. Untuk mengumpulkan dan membatasi sebaran minyak maka *oil boom* ditarik oleh kapal. Kapal yang digunakan untuk menarik ini bisa dua buah kapal atau satu kapal.

b. Oil Skimmer

Peralatan penanggulangan tumpahan minyak yang difungsikan sebagai alat pengambil/ penghisap minyak yang masih berada di permukaan laut. Setelah minyak terkumpul oleh *oil boom* maka kemudian *oil skimmer* difungsikan untuk mengisap atau mengambil minyak yang tumpah. Jenis *oil skimmer* ada yang *down feeding skimmer*, *adhesion skimmer* dan *absorption skimmer*. Prinsip kerja *down skimmer* adalah yang paling sederhana dan kasar karena setelah minyak masuk ke basin terus dipompakan ke kapal penampung. Kandungan air dari hasil ini cukup besar. Sedangkan *oil skimmer tipe adhesion skimmer* menggunakan prinsip adhesi terhadap jenis material tertentu. Keuntungan sistem ini adalah yang terbaik dari kualitas minyak yang terambil (karena kandungan airnya paling rendah) akan tetapi kelemahannya kapasitas pengambilannya relatif lebih kecil. Adapun dengan *oil skimmer tipe absorption* akan menggunakan prinsip menyerap material tertentu dan metode ini merupakan metode yang baik dari kualitas minyak yang terambil (karena kandungan airnya cukup rendah) akan tetapi kapasitasnya relatif kecil dan secara prinsip tidak terlalu sensitif terhadap gelombang.

5.4. Pemanfaatan Teknologi Sistem Informasi dan Pemantauan Kondisi Pesisir, Pantai dan Laut

Untuk keperluan pengendalian kerusakan pesisir dan pantai di Indonesia maka beberapa data seperti data potensi sumberdaya pesisir dan pantai, kerusakan pesisir dan pantai, tata guna

lahan, angin, gelombang dan data hidro-oseanografi perlu untuk di inventarisasi dan dilakukan pemantauan. Oleh karena itu pemanfaatan jasa kelautan (misalnya: Seawatch Indonesia yang digabungkan dengan kemampuan sistem lain) yang ada perlu untuk dapat ditingkatkan penggunaan dan kualitasnya. Dengan semakin lengkap informasi kelautan yang tersedia, maka semakin mudah, murah dan akurat antisipasi pencegahan dan penanggulangan yang dapat dilakukan.

Seawatch Indonesia yang merupakan salah satu contoh aplikasi teknologi informasi di bidang pesisir, pantai dan laut dapat digunakan untuk membantu dalam usaha perencanaan, pengelolaan dan pemantauan daerah wisata alam pesisir, pantai dan laut di Indonesia. Dimana didalamnya terdapat buoy sebagai alat pengambil data, Orkan dan Oracle sebagai alat penyimpan dan manajemen data, Seawatch 3D, Nomad, Hirlam, Wam, dan Oilspill/Oilstat sebagai pengolah dan program pemodel data serta Oceanet, Oceaninfo, OceanGis dan SIK sebagai alat pendistribusi data⁽⁹⁾.

6. KESIMPULAN

Dengan mengetahui dan memahami kemungkinan permasalahan yang ada atau akan terjadi di kawasan pesisir, pantai dan laut seperti abrasi, sedimentasi/ akresi, kenaikan muka air laut, pencemaran air laut, rusaknya terumbu karang, hilang/ punahnya biota laut, hilangnya daerah penyangga air, serta potensi terjadinya bencana tsunami dan tumpahan minyak maka pengembangan, pemanfaatan dan pengelolaan potensi pesisir, pantai dan laut, seperti kawasan wisata, harus diperhitungkan dengan matang dan cermat. Dalam rangka mengantisipasi dan menanggulangi permasalahan tersebut, maka langkah-langkah yang bersifat alamiah harus didahulukan sebelum melakukan antisipasi dengan langkah-langkah buatan. Langkah-

langkah alamiah di dalam penanggulangan permasalahan pesisir, pantai dan laut antara lain adalah perlindungan terhadap terumbu karang, hutan bakau, keberadaan hamparan pasir dan gumuk pasir. Sedangkan langkah-langkah buatan yang dimaksud antara lain adalah pembangunan bangunan pelindung seperti (*revetment, bulkhead, sea wall, jetty, groin, breakwater, submerged artificial ree*), pemanfaatan *oil boom oil skimmer* dalam penanggulangan tumpahan minyak dan penerapan teknologi informasi di dalam pengambilan, inventarisasi, dan pengelolaan data sumberdaya pesisir, pantai dan laut.

Agar keberadaan kawasan wisata (alam) pesisir, pantai dan laut dapat membawa keuntungan bagi pengusaha, pemerintah maupun masyarakat di sekitar kawasan, maka setiap kegiatan yang ada di dalamnya harus mengacu pada konsep perencanaan, pembangunan dan pengelolaan yang berwawasan lingkungan. Dimana kepentingan pengembangan dan pengelolaan kawasan wisata (alam) pesisir, pantai dan laut tidak hanya difokuskan pada keuntungan material belaka tetapi harus pula memperhatikan kepentingan lingkungan dan sosial masyarakat di sekitarnya. Dalam kasus perlindungan kawasan wisata (alam) pesisir dan pantai dari pengaruh abrasi dan erosi, maka setiap usaha pembuatan bangunan pelindung pesisir dan pantai harus selalu memperhatikan kepentingan lingkungan dan sosial masyarakat yang ada di sekitarnya. Demikian pula dalam hal pengelolaan sampah, limbah cair dan aktivitas lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

1. CIDA, 1992, *Coastal Zone – Planning and Management, Technical Report No. 3*, North Sulawesi Water Resources Institutional Development Project.
2. Irawati, N. dan Asvaliantina, V., 2001, *Abrasi pantai di Indonesia dan alternatif penanggulangannya*, Proceeding Seminar teknologi Untuk Negeri, BPPT, Jakarta
3. Nielsen, F.G., 1997, *Lecture Notes in Marine Operations*, Department of Marine Hydrodynamics Faculty of Marine Technology – NTNU, Norway
4. Pratikto, W. A. , Armono, H. D. dan Suntoyo, 1996, *Perencanaan Fasilitas Pantai dan Laut*, BPFE, Yogyakarta
5. Prasetya, G. S., 2000, *Teknologi Pengendalian Kerusakan dan Pemulihan Kualitas Lingkungan Laut dan Pantai*, Pelatihan Pengelolaan Kawasan Wisata Alam Laut dan Pantai Berwawasan Lingkungan, BPPT, Jakarta
6. Sugandhy, Aca, 1993, *Pendekatan Ekosistem Dalam Perencanaan dan Pengelolaan Daerah Pesisir dan Pantai*, Proceeding Seminar Teknik Pantai 1993, LPTP – BPPT, Jakarta.
7. Yuwono, Nur, 1993, *Peranan Teknik Pantai Dalam Menunjang Program Pengelolaan Daerah Pantai di Indonesia*, Proceeding Seminar Teknik Pantai 1993, LPTP – BPPT, Jakarta.
8. . -----, 1984, *Shore Protection Manual*, Volume I, Fourth edition, Second Printing, Department of the Army, U.S. Government Printing Office, Washington D.C.