

IDENTIFIKASI PERKEMBANGAN GISIK DI SEKITAR PELABUHAN MANADO DAN SUNGAI TONDANO

(Identification of Beach Development on the Near Manado Port and Tondano River)

Yongky W. Bawangun¹, Rignolda Djamaluddin², Hermanto W. K. Manengkey²

¹Mahasiswa Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Sam Ratulangi, Manado.

²Staf Pengajar Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Sam Ratulangi, Manado.

Coastal areas have been subjected to tourism activities, settlement and various forms of industries. To support any development projects, coastal environment were reclaimed to be land, seaport and coastal protective constructions. Physically, coast consists of several landscapes and one of them is in form of beach. In order to use coastal environment properly and sustainably, there is a need for user to understand any processes that work on the coast. Erosion is of importance problem in the coast, and this can be the reason for settlements and facilities destruction. The existence of *jetty* and new land around the Manado Port has changed the hydrodynamic condition nearby. This change has facilitated the change in the sediment distribution near the mouth of Tondano River at certain level.

Keywords: *beach, sediments, Tondano river*

Wilayah pantai banyak dimanfaatkan untuk kegiatan pariwisata, pemukiman dan bermacam industri. Untuk mendukung berbagai kegiatan pembangunan, lingkungan pantai direklamasi, dikembangkan sebagai pelabuhan dan dibangun berbagai bangunan pelindung pantai untuk melindunginya. Secara fisik, beberapa bentuk lahan dapat ditemukan di wilayah pantai dan salah satunya yang penting adalah gisik. Agar dapat memanfaatkan lahan pantai secara benar dan berkelanjutan, pelaku kegiatan harus memiliki pengetahuan memadai tentang proses yang bekerja pada lahan pantai tersebut. Salah satu masalah yang terjadi di daerah pantai adalah erosi. Erosi pantai dapat menimbulkan kerugian sangat besar dengan rusaknya kawasan pemukiman dan fasilitas-fasilitas yang ada di daerah tersebut. Adanya bangunan pelindung pantai berupa *jetty* dan reklamasi pada sebagian gisik di sekitar Pelabuhan Manado menyebabkan perubahan pada kondisi hidro-oseanografi sekitar lahan. Akibatnya, distribusi sedimen di sekitar muara Sungai Tondano mengalami perubahan pada skala tertentu.

Kata kunci: *gisik, sedimen, sungai Tondano*

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan terbesar di dunia yang secara geografis terletak pada daerah khatulistiwa di antara 94°45'141°01' Bujur Timur dan dari 06°08' Lintang Utara-11°05' Lintang Selatan. Secara spasial, wilayah teritorial Indonesia membentang

dari Barat ke Timur yaitu 5.110 km dan dari Utara ke Selatan yaitu 1.888 km (Dahuri *dkk.*, 2004). Selain itu Indonesia memiliki 17.504 pulau, dimana pulau yang sudah bernama berjumlah 8.651 dan yang belum bernama 8.853 (Kementerian Kelautan dan Perikanan, 2009). Karena itu, kehidupan perekonomian Bangsa Indonesia dahulu kala lebih terpusat pada

wilayah pesisir pantai atau muara sungai. Hal ini dibuktikan oleh fakta dimana hampir 75% kota-kota besar di Indonesia sekarang terletak di daerah pantai, dan dihuni hampir lebih 100 juta jiwa (Pratikto *dkk.*, 1997).

Untuk dapat memanfaatkan dengan baik sumberdaya di suatu kawasan tertentu, diperlukan pemahaman yang baik tentang kawasan bersangkutan. Seperti yang dikemukakan oleh Dahuri *dkk.*, (2004), pengelolaan lingkungan pantai dapat dilakukan secara optimal jika didukung oleh data dan informasi memadai mengenai parameter oseanografi fisik yang berperan penting menjaga keseimbangan lingkungan pantai.

Wilayah pantai telah dimanfaatkan untuk berbagai kepentingan, pemanfaatan sumberdaya dan jasa antara lain sebagai obyek wisata, lahan pemukiman dan industri. Untuk mendukung kebutuhan pembangunan, upaya reklamasi, pembangunan fasilitas pelabuhan dan struktur-struktur pelindung pantai dibangun. Berbagai bentuk lahan dapat ditemukan di daerah pantai, salah satunya adalah gisik yang merupakan lahan hasil sedimentasi ataupun sisa hasil abrasi, dan selama ini telah menjadi sasaran kegiatan transformasi oleh manusia. Gisik juga memiliki beragam fungsi baik secara fisik, ekologis, maupun secara ekonomis. Secara fisik, gisik berperan meredam energi gelombang Pethick (1984). Secara ekologis, gisik menjadi habitat bermacam biota (Nybakken, 1992). Selanjutnya, gisik berperan penting mendukung usaha-usaha ekonomis seperti wisata pantai. Lahan gisik bagian atas juga dimanfaatkan sebagai kawasan pemukiman.

Pemahaman memadai tentang morfologi gisik termasuk sedimen penyusunnya diperlukan untuk menunjang upaya pemanfaatan berkelanjutan sumberdaya ini. Terkait dengan hal tersebut, Sunarto (1991) menyampaikan bahwa ada tiga sumber utama pemasok material pantai, yaitu: hasil erosi tebing, erosi daratan yang masuk melalui sungai, dan erosi dasar

perairan. Hasil-hasil tersebut akan menjadi endapan yang terbawa masuk ke mintakat dekat pantai (*near-shore zone*) dan ke mintakat dasar laut. Endapan inilah yang menjadi material pantai sekarang.

Beberapa tahun belakangan telah terjadi perubahan sekitar muara Sungai Tondano di Teluk Manado seiring dengan adanya reklamasi dan pembangunan *jetty*. Kondisi hidro-oseanografi sekitar lahan sangat mungkin berubah dengan adanya perubahan fisik sekitar lahan. Perubahan yang terjadi diperkirakan telah merubah pola distribusi sedimen pada lahan sekitar Muara Sungai Tondano. Sejauh mana perubahan telah terjadi, diobservasi secara khusus dalam penelitian ini berdasarkan parameter morfometri dan granulometri sedimen. faktor hidro-oseanografi berupa arus, gelombang, dan pasut yang bekerja pada sekitar lahan gisik juga diobservasi dan dianalisis.

METODE PENELITIAN

Contoh sedimen diambil dari dua lokasi berbeda yang sebelumnya telah ditetapkan sebagai profil 1 dan 2. Masing-masing profil dibagi atas tiga bagian, yakni atas, tengah, dan bawah. Sebanyak enam contoh sedimen mewakili kedua profil dicuplik, selanjutnya ditangani di laboratorium dengan melakukan pencucian dan pengeringan. Setelah kering sedimen dipisahkan dengan ayakan yang masing-masing memiliki ukuran mata ayakan 0,05mm, 0,08mm, 0,125mm, 0,2mm, 0,315mm, 0,5mm, 0,8mm, 1,25mm, 2mm, 3,15mm, 5mm, 8mm, 12,5mm, dan 20mm. Sedimen yang tertinggal di masing-masing ayakan ditimbang dan hasilnya digambarkan pada grafik peubah distribusi granulometri.

Hasil penggambaran yang diperoleh digunakan untuk mengungkapkan ukuran pemusatan dan penyebaran partikel sedimen berupa rataan empirik (M_z), pemilahan (δ_i), kemencengan (S_k), dan peruncingan (K_g), dengan melihat besaran-besaran distribusi granulometri sedimen pada grafik tersebut. Besaran yang dihasilkan dari grafik berupa 5,

16, 25, 50, 75, 84 dan 95 diolah berdasarkan model Folk dan Ward dalam Dyer (1986). Formula Pengolahannya adalah sebagai berikut:

a. Rataan Empirik (M_z)

$$M_z = (16 + 50 + 84) / 3$$

b. Penyortiran (σ_1 , sigma satu)

$$\sigma_1 = (84 - 16) / 4 + (95 - 5) / 6,6$$

dengan kriteria :

0,00 < σ_1 m0,35:	Tersortir sangat baik
0,35 < σ_1 m0,50:	Tersortir baik
0,50 < σ_1 m0,71:	Tersortir sangat sedang
0,71 < σ_1 m1,00:	Tersortir sedang
1,00 < σ_1 m2,00:	Tersortir buruk
2,00 < σ_1 m4,00:	Tersortir sangat buruk
$\sigma_1 > 0,35$:	Tersortir buruk sekali

c. Kemencengan Kurva (S_k)

$$S_k = [(16 + 84 - 2 \cdot 50) / 2(84 - 16)] + [(5 + 95 - 2 \cdot 50) / 2(95 - 5)]$$

dengan kriteria :

- 1,00 < S_k m0,30:	Asimetris kuat ke ukuran besar (sangat negatif)
- 0,35 < S_k m0,10:	Asimetris ke ukuran besar (negatif)
- 0,10 < S_k m0,10:	Simetris granulometri
+0,10 < S_k m0,30:	Asimetris ke ukuran kecil (positif)
+1,00 < S_k m1,00:	Asimetris kuat ke ukuran kecil (sangat positif)

d. Peruncingan Kurva (K_g)

$$K_g = (95 - 5) / 2,44 (75 - 25)$$

dengan kriteria :

K_g m0,67	: Sangat platikurtik
0,67 < K_g m0,90	: Platikurtik
0,90 < K_g m1,11	: Mesokurtik
1,11 < K_g m1,50	: Leptokurtik
1,50 < K_g m3,00	: Sangat Leptokurtik
$K_g > 3,00$: Leptokurtik sekali

Morfometri lahan diukur melalui penentuan kemiringan lereng gisik, dengan menggunakan peralatan *profiler*, yaitu dua tonggak papan dihubungkan dengan tali yang panjangnya 50 cm dan diberi busur derajat pada salah satu tonggak tersebut. Pengukuran dilakukan dengan mendirikan kedua tonggak secara lurus pada permukaan lahan kemudian dilihat sudut yang dibentuk oleh tali dengan busur derajat. Sudut yang terbentuk menggambarkan perbedaan ketinggian pada permukaan lahan yang diamati.

Observasi pasut dilakukan secara sederhana menggunakan palem pasut yang ditempatkan dihadapan bangunan pelindung pantai ke arah laut yang

dimanfaatkan untuk mengidentifikasi perubahan muka laut. Pengukuran periode gelombang ditentukan dengan bantuan stopwatch, yaitu dengan cara melihat selang waktu antara dua puncak gelombang berurutan melewati satu titik yang telah ditentukan. Untuk pengukuran arus dilakukan dengan menggunakan alat *Floater Current Meter* pada stasiun pengamatan yang telah ditentukan. Arah pergerakan pelampung dilihat dengan menggunakan kompas yang diidentifikasi sebagai arah pergerakan arus. Data yang diperoleh berupa jarak perpindahan atau jarak tempuh (s), kecepatan arus (V) dalam satuan knot dipehitungkan sebagai (S) dibagi (T) dan dikali 1,94 knot.

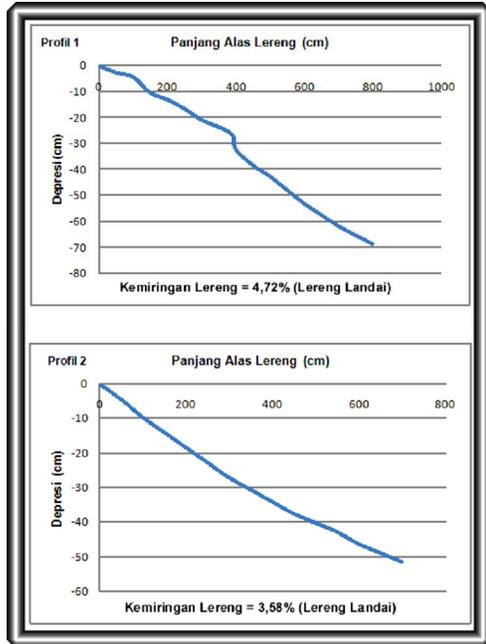
HASIL DAN PEMBAHASAN

Survei telah dilakukan selama dua hari pada tanggal 8-9 Januari 2012. Kegiatan survei ini dilakukan menurut keadaan tunggang air pada saat periode bulan purnama.

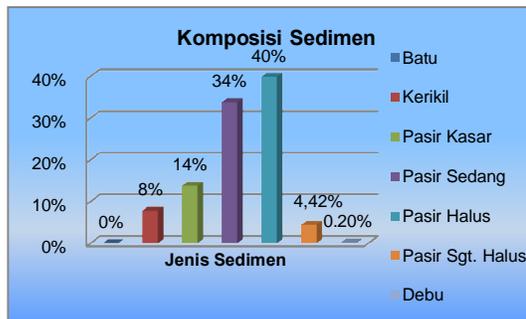
Teridentifikasi di lapangan bahwa sekitar lokasi penelitian terdapat banyak aktivitas. Beberapa aktivitas yang utama yakni: perdagangan tradisional, pusat pelelangan ikan, pelabuhan dan sarana pendukung wisata ke Pulau Bunaken.

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa kemiringan lereng pada lahan gisik terkriteria landai ; dimana profil 1 terukur 4,72% sedangkan profil 2 dalam kisaran 3,58%. Kedua profil ini memiliki panjang lereng 800 cm untuk profil 1 dan 700 cm untuk profil 2. Dalam Gambar 1 ditampilkan kemiringan lereng untuk kedua profil.

Komposisi sedimen di sekitar muara Sungai Tondano ditemukan terbanyak (40%) berupa pasir halus. Lebih rinci, persentase untuk masing-masing material lainnya, yakni pasir sedang 34%, pasir kasar 14%, kerikil 8%, pasir sangat halus 4,42%, dan debu 0,20% seperti ditampilkan pada Gambar 2.



Gambar 1. Kemiringan Lereng pada profil 1 dan 2 lahan gisik sekitar Muara Sungai Tondano.



Gambar 2. Komposisi sedimen.

Secara keseluruhan kisaran nilai rata-rata empirik sedimen yang diperoleh bervariasi mulai dari 1,44 - 0,05, terklasifikasi pasir sedang sampai pasir kasar. Tabel 1 berikut ini merupakan ringkasan hasil analisis dan peubah-peubah distribusi granulometri.

Berdasarkan hasil cuplikan sedimen di sekitar muara Sungai Tondano, profil 1 memiliki penyebaran sedimen mulai dari pasir sedang (PS), pasir kasar (PK), dan pasir kasar (PK). Kemudian, profil 2 penyebaran sedimennya dimulai dari pasir kasar, pasir sedang, dan pasir kasar.

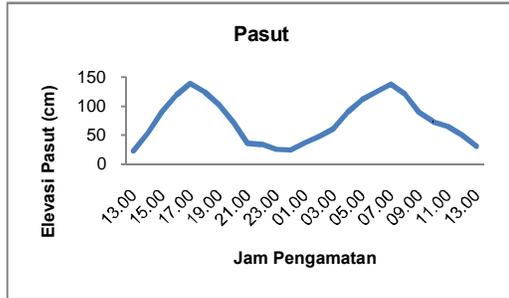
Tabel 1. Hasil Pengolahan Data Distribusi Granulometri Sedimen

Peubah Granulometri Sedimen	Kisaran Nilai	Lelas/Kriteria Terbesar
Rataan Empirik (Mz)	(1,44)-(0,05)	Pasir Sedang dan Pasir Kasar
Penyortiran (σ_1)	(0,63)-(1,72)	Tersortir Buruk
Kemencengan Kurva (Sk)	(-0,28)-(0,05)	Asimetris ke Ukuran Besar
Peruncingan Kurva (Kg)	(0,34)-(1,34)	Leptokurtik

Penyortiran granulometri sedimen pada gisik secara umum adalah tersortir buruk. Pada profil 1 untuk titik 1 (bagian atas) tersortir sedang, selanjutnya pada titik 2 dan 3 (bagian tengah dan bawah) tersortir buruk. Kemudian pada profil 2 untuk titik 1-3 secara keseluruhan tersortir buruk. Sedimen di muara sungai untuk profil 1 yang tersortir sedang hanya pada bagian atas saja, mengindikasikan proses hidro-oseanografi yang bekerja pada lahan gisik tersebut terkadang stabil dan terkadang berfluktuasi. Hal ini dimungkinkan oleh adanya pengaruh massa air yang keluar dan masuk dari sungai. Sedangkan untuk profil 2, sedimen tersortir buruk, dapat disebabkan karena gisik menerima aksi laut yang relatif kuat.

Peubah distribusi granulometri sedimen kemencengan kurva juga memiliki nilai yang bervariasi menurut ruang pencuplikan contoh sedimen. Kriteria kemencengan sedimen lahan gisik di sekitar muara Sungai Tondano terdistribusi bervariasi dimana untuk profil 1 bagian atas terkriteria simetris granulometri, bagian tengah dan bawah terkriteria asimetris ke ukuran besar, untuk profil 2 bagian atas dan tengah terkriteria asimetris ke ukuran besar, sedangkan bagian bawah terkriteria simetris granulometri. Distribusi granulometri yang terkriteria dalam peruncingan sedimen pada setiap profil secara umum terkriteria leptokurtik. Untuk profil 1 pada titik 1 sampai titik 3 terkriteria leptokurtik, sedangkan pada profil 2 titik 1 dan titik 2 terkriteria leptokurtik dan pada titik 3 terkriteria platikurtik.

Berdasarkan hasil pengukuran pasut, tunggang air (*tidal range*) terukur pada palem ukur yaitu 139 cm. Pasang tertinggi terjadi pada jam 17.00 sebesar 139 cm, sedangkan surutnya mencapai 22 cm pada jam 13.00 yang diilustrasikan hasilnya dalam bentuk grafik pada Gambar 3.



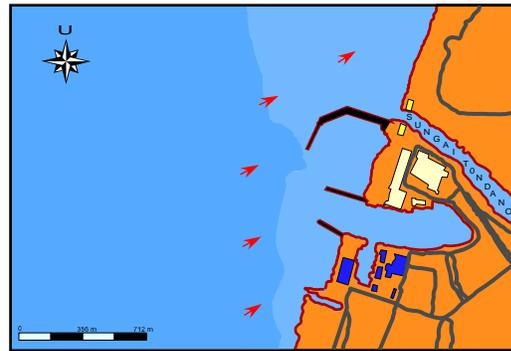
Gambar 3. Grafik Pasut di daerah survei.

Hasil pengamatan pada lokasi penelitian mengindikasikan terjadinya dua kali pasang dan dua kali surut dalam waktu 24 jam atau tipe campuran yang condong ke harian ganda. Pasang terjadi pada jam 17.00 dan 07.00, sedangkan surut terjadi pada jam 24.00 dan jam 11.00. Periode gelombang terbesar (maksimum) adalah 6,15 detik terukur pada pukul 03.00 dan terkecil (minimum) adalah 0,96 detik terjadi pada pukul 15.00. Sedangkan nilai *run up* (dakian gelombang) tertinggi 18 cm terukur pada pukul 15.00 dan yang terendah nilainya 6 cm yang terukur pada pukul 11.00 di stasiun pengamatan.

Berdasarkan hasil pengukuran arus di daerah penelitian, diperoleh arah dan kecepatan arus yang berbeda untuk setiap waktu pengukuran (Gambar 4). Arah arus pada saat pasang terbanyak ke arah Tenggara dengan kecepatan rata-rata 31 knot, sedangkan arah arus pada saat surut terbanyak ke arah Timur Laut dengan kecepatan rata-rata 15 knot. Pengukuran arus ini dilakukan pada 5 titik, pada saat pasang pukul 18.00 dan pada saat surut pukul 11.00.



(a)



(b)

Gambar 4. Arah Arus Pada Saat Pasang (a) dan Arah Arus Pada Saat Surut (b).

Berdasarkan pengukuran arus di perairan sekitar Pelabuhan Manado dan muara Sungai Tondano, kecepatan arus terbesar dari kelima titik pengukuran terjadi pada saat pasang yang berkisar antara 26,79-32,12 knot. Dibandingkan dengan kecepatan arus pada saat surut dari kelima titik pengamatan yang berkisar antara 11,6-17,12 knot. Data kecepatan dan arah arus lebih rinci ditampilkan pada Tabel 2 dan 3. Pendeposisian sedimen pada suatu lahan pantai mengindikasikan dapat terjadinya perubahan kenampakan lahan pantai berupa kemiringan lereng maupun komposisi sedimen yang menghampirinya.

Tabel 2. Arah dan kecepatan Arus Pada Saat Pasang

TITIK	POSISI GEOGRAFIS		KECEPATAN		ARAH
	LINTANG UTARA	BUJUR TIMUR	cm/det	knot	
1	2	3	4	5	6
1	1°29'47.3"	124°50'15.3"	16,55	32,12	110°
2	1°29'49.9"	124°50'14.5"	19,56	37,96	120°
3	1°29'56.5"	124°50'15.8"	13,81	26,79	80°
4	1°30'2.5"	124°50'17.0"	16,1	31,24	150°
5	1°30'7.9"	124°50'11.9"	14,34	27,82	170°

Tabel 3. Arah dan Kecepatan Arus Pada Saat Surut

TITIK	POSISI GEOGRAFIS		KECEPATAN		ARAH
	LINTANG UTARA	BUJUR TIMUR	cm/det	knot	
1	2	3	4	5	6
1	1°29'47.3"	124°50'15.3"	8,17	15,85	61°
2	1°29'49.9"	124°50'14.5"	7,2	13,97	60°
3	1°29'56.5"	124°50'15.8"	8,82	17,12	62°
4	1°30'2.5"	124°50'17.0"	8,48	16,45	64°
5	1°30'7.9"	124°50'11.9"	5,98	11,6	56°

KESIMPULAN

Perkembangan gisik di sekitar Sungai Tondano, dapat disimpulkan sebagai berikut:

- 1) Faktor hidro-oseanografi dan letak muara sungai yang berdekatan dengan profil yang diobservasi menyebabkan kemiringan lereng pada muara Sungai Tondano cenderung landai, dan butiran sedimen berukuran halus cepat ditransportasi oleh agen geomorfik yang bekerja. Adanya bangunan pelindung pantai berupa *jetty* dan reklamasi pada sebagian gisik di sekitar Pelabuhan Manado menyebabkan proses distribusi sedimen yang diperani oleh faktor hidro-oseanografi relatif lebih aktif terjadi di bagian kanan dari muara Sungai Tondano.
- 2) Berdasarkan hasil pengukuran faktor hidro-oseanografi untuk arah dan kecepatan arus pada saat pasang terbanyak ke arah Tenggara dengan kecepatan rata-

rata 31 knot, sedangkan pada saat surut arah arus terbanyak ke arah Timur Laut dengan kecepatan rata-rata 15 knot. Untuk periode gelombang maksimum 6,15 detik dan minimum 0,96 detik, semakin besar periode gelombang maka semakin sedikit frekuensi hempasan gelombang yang menghempas ke pantai.

DAFTAR PUSTAKA

Anonimous, 2010. www.sulut.go.id/dishubkominfo/laut.html. (diunduh 22 November 2010 jam 02:18 PM).

BAKOSURTANAL, 1995. Peta Lingkungan Pantai Indonesia. Skala 1 : 50.000. Lembar LPI 2417-03 Manado. 1 lembaran.

Carter, R.W.G. 1993. Coast and Introduction to Systematic Geomorphology Vol. IV Massachusetts Institute of Technology. 219 hal.

Dahuri, H.R., J. Rais, S.P. Ginting, dan M.J. Sitepu, 2004. Pengelolaan Sumberdaya Wilayah Pesisir dan Lautan Secara Terpadu. PT Pradnya Paramita. Jakarta. 328 halaman.

Dyer, K. R., 1986. Coastal and Estuarine Sediment Dynamics. John Wiley and Sons. Chichester U. K. 342 hal.

Duxbury, A.B., dan A.C. Duxbury, 1993. Fundamentals of Oceanography. Wm. C Brown Publisher. Washington. 291 hal.

Gross, G.M., 1993. Oceanography. Sixth Edition. Prentice-Hall, Inc. New Jersey. 446 halaman.

Hariawang, B.C., 2004. Perubahan Morfometri dan Granulometri Sedimen di Muara Sungai Sario. SKRIPSI Fakultas Perikanan dan

- Ilmu Kelautan, Program Studi Ilmu Kelautan, UNSRAT. Manado. 97 hal.
- Hutabarat, S. dan S.M. Evans, 1986. Pengantar Oseanografi. Universitas Indonesia Press. Jakarta. 159 hal.
- Kaharuddin, 1994. Marine Sediments and Preparation. Program Studi Ilmu dan Teknologi Kelautan, Universitas Hasanuddin. Ujung pandang. 136 hal.
- Kementerian Kelautan dan Perikanan, 2009. Kelautan dan Perikanan dalam Angka 2009. diunduh 28 Desember 2010 jam 10:10PM. 154 hal.
- Nontji, A., 1993. Laut Nusantara. Cetakan Kedua PT Djambatan. Jakarta. 369 halaman
- Nybakken. .W., 1992. Biologi Laut. Suatu Pendekatan Ekologis. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. 549 hal.
- Open University, 1993. Waves, Tides, and Shallow . Water Process. Pergamon Press Inc. 187 hal.
- Pethick. J., 1997. An Introduction to Coastal Geomorphology. Edward Arnold London. 260 hal.
- PPGK, 1996. Survei Tematik Kelautan Terintegrasi Inventarisasi Sumberdaya Geologi dan Geofisika Kelautan di Wilayah MCMA Manado dan Sekitarnya, Sulawesi Utara. Laporan Hasil Penyelidikan. Pusat Pengembangan Geologi Kelautan. Bandung. 112 hal.
- Pratikto, W.A., H.D. Armono, dan Suntoyo, 1997. Perencanaan Fasilitas Pantai dan Luat. BPF . Yogyakarta. 226 hal.
- Selley, R.C., 1998. Applied Sedimentology. Academic Press, Harcourt Brace Javanovich Publishers London. 446 hal.
- Summerfield, M.A., 1991. Global Geomorphology. Longman Science and Technology. New York. 537 hal.
- Sutikno, 1993. Karakteristik Bentuk dan Geologi Pantai di Indonesia. Diklat PU Wil. III Direktorat Jenderal Pengairan Departemen Pe-kerjaan Umum. Yogyakarta. 59 hal.
- Triatmodjo, B., 1999. Teknik Pantai. Beta Offset. Yogyakarta. 397 hal.