

ANALISIS TRANSPOR SEDIMEN MENYUSUR PANTAI DENGAN MENGUNAKAN METODE GRAFIS PADA PELABUHAN PERIKANAN TANJUNG ADIKARTA

Irnovia Berliana Pakpahan¹⁾

**¹⁾Staff Pengajar Jurusan Teknik Sipil,
Fakultas Teknik Universitas Sintuwu Maroso**

Abstrak

Pantai Glagah mempunyai beberapa permasalahan yang perlu segera dicari jalan keluarnya salah satunya yaitu gerbang pelabuhan dan alur masuk pelabuhan terjadi pendangkalan (sedimentasi) yang cukup besar. Untuk mengurangi sedimentasi perlu dilakukan analisis transpor sedimen tiap tahun. Berdasarkan hasil penelitian jumlah transpor sedimen (Q) cara grafis diperoleh transpor sedimen (Q) ke arah barat sebesar 1,054,325.12 m³/tahun dan transpor sedimen ke arah timur sebesar 766,696.88 m³/tahun.

Kata kunci : transpor sedimen, metode grafis, analisis

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Secara umum kondisi Glagah adalah serupa dengan pantai selatan Jawa Tengah dan Daerah Istimewa Yogyakarta bagian barat, yaitu pantai berpasir dengan gelombang besar. Gelombang besar dan angin menyebabkan terjadinya gundukan pasir (*sand dunes*) di sepanjang pantai dan angkutan sedimen menyusur pantai (*littoral drift*). Transpor sedimen yang besar dan *sand dunes* menyebabkan tertutupnya muara-muara sungai terutama pada sungai-sungai kecil, termasuk Sungai Serang.

Pantai Glagah berjarak sekitar 10 km sebelah barat kota Wates. Di pantai ini bermuara Sungai Serang, yang mempunyai panjang 33,5 km dan luas daerah pengaliran sungai (DAS) $\pm 235 \text{ km}^2$. Di bagian hulu sungai Serang terdapat Waduk Sermo. Di sepanjang pantai terdapat gunduk pasir (*sand dunes*) dengan lebar sekitar 1 km dan tinggi 2-3 m di atas muka air laut. Gunduk pasir tersebut memisahkan antara daerah daratan dan lautan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Gelombang

Gelombang dapat menimbulkan energi untuk membentuk pantai, menimbulkan arus dan transpor sedimen dalam arah tegak lurus dan menyusur pantai, serta menyebabkan gaya-gaya yang bekerja pada bangunan pantai (Triatmodjo, 1999). Rumus gelombang dinyatakan sebagai berikut :

$$L_0 = \frac{gT^2}{2\pi} = 1,56T^2 \quad (1)$$

$$C_0 = \frac{gT}{2\pi} = 1,56T \quad (2)$$

$$C = \frac{L}{T} \quad (3)$$

dengan :

L_0 = panjang gelombang di laut dalam (m)

C_0 = percepatan rambat gelombang di laut dalam (m/det)

T = periode gelombang (det)

Sedimentasi terjadi akibat adanya gelombang yang datang dan membentuk sudut terhadap garis pantai sehingga mengakibatkan lepasnya sedimen pada suatu daerah pantai dan berpindah sejajar arah pantai tersebut ke daerah pantai lain kemudian mengendap dan terjadilah sedimentasi.

1.2. Rumusan Masalah

Sehubungan dengan hal diatas, maka permasalahan yang dirumuskan dalam penelitian ini yaitu apakah pemecah gelombang barat dan pemecah gelombang timur mampu menampung volume material pasir selama satu musim (musim barat dan musim timur).

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui volume transpor sedimen menyusur pantai (*longshore sediment transport*) jika menggunakan pemecah gelombang yang menjorok ke laut dengan menggunakan metode grafis kemudian dibandingkan dengan metode analisis.

2.2. Refraksi gelombang

Refraksi dan pendangkalan gelombang (*wave shoaling*) akan dapat menentukan tinggi gelombang di suatu tempat berdasarkan karakteristik gelombang datang (Triatmodjo, 1999).

Proses refraksi gelombang adalah sama dengan refraksi cahaya karena cahaya melintasi dua buah media perantara yang berbeda kerapatannya. Dengan kesamaan sifat tersebut, maka pemakaian hukum Snell pada optik dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah refraksi gelombang karena perubahan kedalaman dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\sin \alpha_2 = \frac{C_1}{C_2} \sin \alpha_1 \quad (4)$$

dengan :

α_2 = sudut antara garis puncak gelombang dengan garis kontur dasar laut di titik 2

α_1 = sudut antara garis puncak gelombang dengan garis kontur dasar laut di titik 1

C_2 = cepat rambat gelombang pada kedalaman titik 2 (m/det)

C_1 = cepat rambat gelombang pada kedalaman titik 1 (m/det)

sehingga koefisien refraksi adalah :

$$K_r = \sqrt{\frac{\cos \alpha_0}{\cos \alpha_1}} \quad (5)$$

dengan :

α_0 = sudut antara garis puncak gelombang dengan garis kontur dasar laut

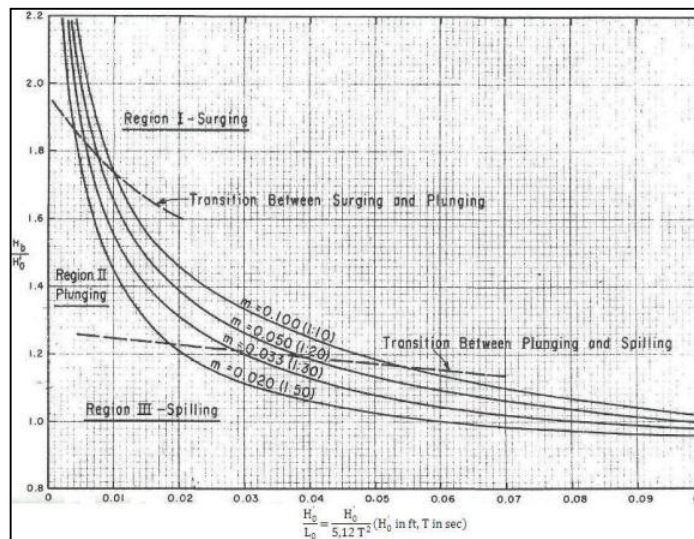
K_r = koefisien refraksi

α_1 = sudut antara garis puncak gelombang dengan garis kontur dasar laut di titik yang ditinjau

2.3. Gelombang Pecah

Gelombang pecah ditunjukkan dalam berbagai bentuk. Secara prinsip tergantung pada tinggi dan periode gelombang yang terjadi serta kelandaian pantai.

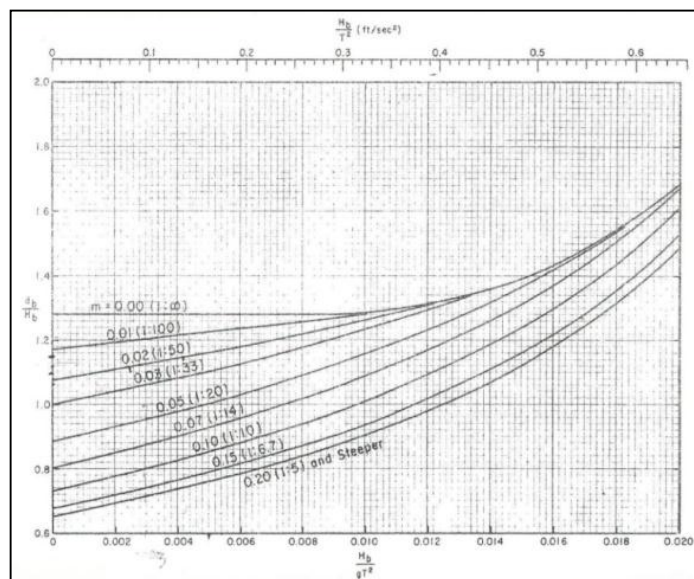
Gelombang dengan tinggi tertentu akan mempunyai kelandaian yang tidak stabil sehingga gelombang tersebut akan runtuh (pecah) pada kedalaman tertentu. Setelah pecah gelombang menjalar ke pantai sehingga energinya habis (Radianta Triatmadja, 1996). Penentuan tinggi gelombang pecah pada Gambar 1 berikut.



GAMBAR 1. Penentuan tinggi gelombang pecah (Sumber : Yuwono, 1982 Teknik Pantai vol. I)

Dari Gambar 1 diatas menunjukkan hubungan antara H_b/H_0 untuk berbagai kemiringan dasar laut.

Penentuan tinggi gelombang pecah pada Gambar 2 berikut.



GAMBAR 2. Grafik penentuan kedalaman gelombang Pecah (Sumber : Yuwono, 1982 Teknik Pantai Vol. I)

Dari Gambar 2 diatas menunjukkan hubungan antara d_b/H_b dan H_b/gT^2 untuk berbagai kemiringan dasar.

1. Pantai relatif horizontal, $H_b/d_b = 0,78$
2. Pantai dengan landai 0,01 $H_b/d_b = 0,83$

3. Pantai dengan landai 0,02 $H_b/d_b = 0,90$
4. Pantai dengan landai 0,03 $H_b/d_b = 1,00$

Adapun hubungan beberapa jenis tinggi gelombang berdasarkan (SPM,1984 dalam Paotonan, 2012) dapat disederhanakan menjadi :

Tabel 1. Tinggi gelombang berdasarkan SPM 1984

m	H_b/H_b	H_b/d_b	H_b
0,00	1,28	0,781	0,781 h_b
0,01	1,24	0,806	0,806 h_b
0,02	1,20	0,833	0,833 h_b
0,03	1,18	0,847	0,847 h_b
0,05	1,15	0,870	0,870 h_b

2.4. Transpor Sedimen

Transpor sedimen pantai adalah gerak sedimen di daerah pantai yang disebabkan oleh gelombang dan arus. Daerah transpor sedimen pantai ini terbentang dari garis pantai sampai tepat di luar daerah gelombang pecah.

Transpor sedimen pantai dibedakan menjadi dua macam (Triatmodjo, 1999), yaitu tranpor menuju dan meninggalkan pantai (*onshore-offshore transport*) yang mempunyai arah rata-rata tegak lurus garis pantai, sedangkan transpor sepanjang pantai (*longshore transport*) mempunyai arah rata-rata sejajar pantai.

Rumus yang paling sederhana untuk menaksir jumlah angkutan sedimen menyusur pantai yaitu

menggunakan rumus (CERC 1984, dalam Yuwono, 1982) :

$$S = p \cdot A \cdot H_0^2 \cdot C_0 \cdot (K_{Rbr})^2 \cdot \sin(\alpha_{br}) \cdot \cos(\alpha_{br})$$

dengan :

S = jumlah transpor sedimen (angkutan pasir) ($m^3/tahun$)

H_0 = tinggi gelombang signifikan di laut dalam, H_s (m)

C_0 = kecepatan rambat gelombang di laut dalam (m/detik)

p = prosentasi kejadian gelombang pada arah dan tinggi gelombang yang ditinjau.

K_{Rbr} = koefisien refraksi di sisi luar *breaker zone*

A = koefisien CERC = $0,44 \cdot 10^6$

α_{br} = sudut datangnya gelombang pada sisi luar *breaker zone*

III. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan data sekunder yang diperoleh dari studi terdahulu yaitu:

1. Data gelombang di laut dalam di sekitar lokasi studi di dapat dari buku U.S Navy Marine Climatic Atlas of the World volume 3 Indian Ocean (1976) yang dilaporkan oleh JICA (1989). Mawar gelombang tersebut dibuat

berdasarkan data gelombang yang dikumpulkan selama 120 tahun. Data tersebut disajikan dalam Tabel 2, dan data kala ulang gelombang signifikan di Proyek Bali (JICA, 1989) dan Tipar (BCOM, 1993) disajikan pada Tabel 3.

TABEL 2. Analisis Data Gelombang berdasarkan Proyek Bali (JICA, 1989)

Tinggi Gelombang	Persentase Kejadian (%)										
H	H_0	T	U	TL	T	TG	S	BD	B	BL	Total
0-1	0.5	6	0.5	2.5	4.29	4.67	3.3	2.54	0.6	0.5	18.9
1-2	1.5	7	0.3	0.8	7.86	9.89	20.27	7.79	4.64	1.43	52.98
2-3	2.5	8			3.66	4.48	7.54	5.07	2.46	0.97	24.18

>3	3.5	10				0.56	1.89	1.5			3.95
			0.8		15.8	19.6	33	16.9	7.7	2.9	100

Sumber : U.S. Navy Marine Climate Atlas of the World (data 120 th)

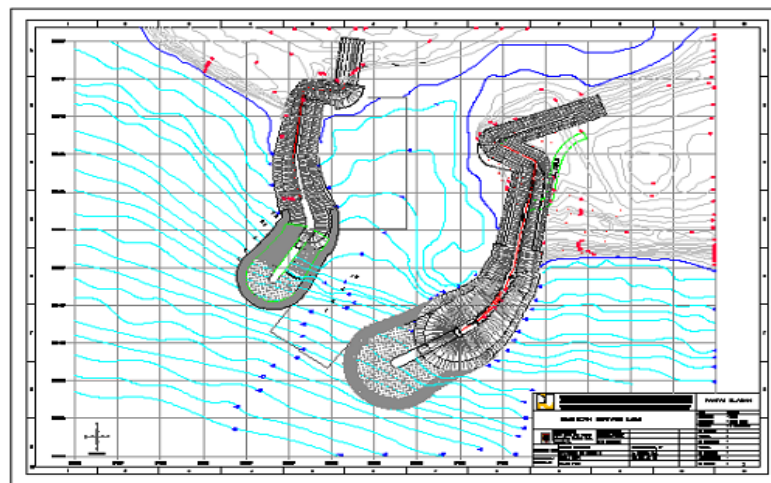
TABEL 3. Kala Ulang Gelombang Signifikan di Proyek Bali (JICA, 1989) dan TIPAR (BCOM, 1993)

Kala Ulang (Tahun)	Pengamatan di Pantai Kuta, Bali (m)	Analisis Statistik Data US Navy, Bali (m)	Pengamatan di Muara Tipar (m)
	H_s (m)	H_s (m)	H_s (m)
1	3.03	-	3.00
5	4.13	2.70	3.80
10	4.53	3.40	4.10
30	5.16	4.50	-
50	5.44	4.95	4.90
100	5.80	5.40	5.30
120	5.89	5.70	-

2. Data topografi dan bathimetri. Data topografi dan bathimetri yang diperoleh adalah data kontur elevasi dasar tanah. Dari peta bathimetri di dapat kemiringan laut di lokasi studi yaitu 1 : 25. Semua pengukuran

diikatkan dengan titik referensi tetap (BM) di lokasi studi.

Adapun data topografi, bathimetri beserta layout pemecah gelombang dapat dilihat pada Gambar 3.



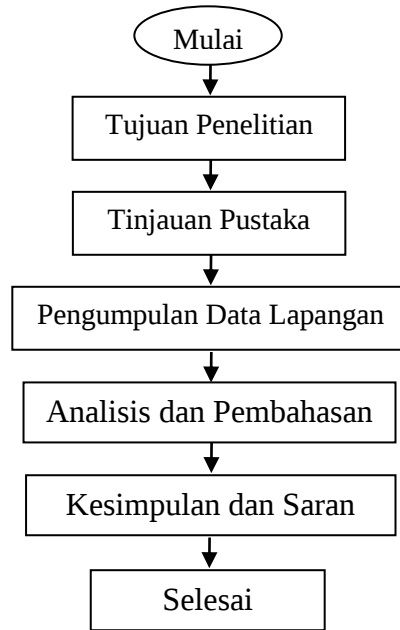
GAMBAR 3. Layout Pemecah Gelombang Glagah (Sumber : Karsa Prawira, 2008)

3. Peninjauan lapangan

Berdasarkan hasil pemetaan bathimetri, terlihat pola sedimentasi yang terjadi di muara Serang yaitu adanya pendangkalan di sisi barat pemecah gelombang timur. Hal ini berarti pemecah gelombang timur tidak cukup panjang untuk menampung jumlah sedimen yang bergerak dari timur ke barat demikian pula transpor sedimen yang bergerak dari barat ke timur pada waktu musim barat. Sedangkan Pemecah gelombang

barat terbuat dari tumpukan batu sehingga porositasnya relatif tinggi. Desakkan sedimen menyusur pantai sedemikian kuat sehingga air yang menyusur pemecah gelombang tertekan untuk masuk kedalam bangunan pemecah gelombang dan mengalir di sela-sela batu.

Dalam penelitian ini, tahapan penelitian mengikuti bagan alir seperti pada Gambar 4 berikut.

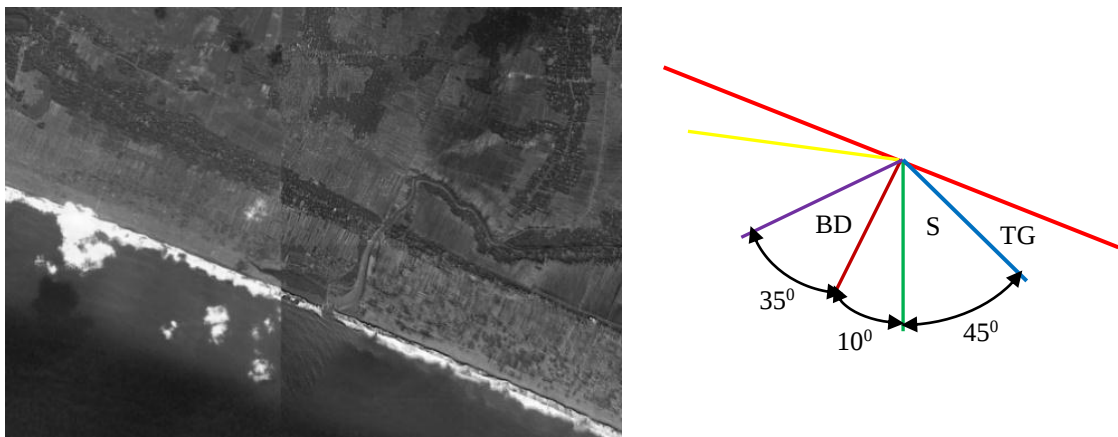


GAMBAR 4. Bagan Alir Penelitian

IV. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Dalam perhitungan transpor sedimen menyusur pantai, diperlukan data tinggi dan periode gelombang, peluang kejadian, data bathimetri dan

arah datang gelombang terhadap garis pantai. Sebagai pendekatan arah datang gelombang terhadap lokasi studi dapat dilihat pada Gambar 5.



GAMBAR 5. Tata letak garis pantai dan arah gelombang

Berdasarkan Gambar 5 diperoleh arah datang gelombang dominan adalah dari arah tenggara, selatan dan barat daya.

Adapun data tinggi dan periode gelombang untuk masing-masing arah yang ditinjau disajikan pada Tabel 4.

TABEL 4. Data Gelombang

Tinggi Gelombang		Periode Gelombang	Persentase Kejadian (%)		
H	H ₀	T	Tenggara	Selatan	Barat Daya
0-1	0.5	6	4.67	3.3	2.54
1-2	1.5	7	9.89	20.27	7.79
2-3	2.5	8	4.48	7.54	5.07
>3	3.5	10	0.56	1.89	1.5
Total			19.6	33	16.9

Untuk perhitungan indeks *breaker zone* dapat dilihat pada Tabel 1. adalah sebagai berikut :
 Dari hasil interpolasi antara kemiringan pantai (m) dan tinggi gelombang pecah (H_b) di dapatkan tinggi gelombang pecah untuk kemiringan pantai 1 : 25 adalah 0.86 d_s .

Hasil perhitungan transpor sedimen menyusur pantai tahunan dengan cara grafis disajikan pada Tabel 5 dan untuk perhitungan transpor sedimen menyusur pantai tahunan cara analisis disajikan pada Tabel 6 adalah sebagai berikut :

TABEL 5. Pergerakan sedimen menyusur pantai tahunan cara grafis

Arah Datang Gelombang	Tinggi Gelombang (m)	Transpor Sedimen 10 m ³ /tahun	Total Transpor Sedimen 10 m ³ /tahun	Arah Gerak Sedimen
Tenggara	0.5	6.221,70		
	1.5	177.142,33		
	2.5	307.769,22		
	3.5	87.554,82		
			578.688,07	Ke Barat
Selatan	0.5	1.728,87		
	1.5	159.823,44		
	2.5	202.310,94		
	3.5	111.883,90		
			475.747,15	Ke Barat
	Total sedimen ke barat		1.054.435,22	Ke Barat
Barat Daya	0.5	3.503,86		
	1.5	133.626,13		
	2.5	368.189,08		
	3.5	261.377,81		
			766.696,88	Ke Timur
	Total sedimen ke timur		766.696,88	Ke Timur
Net Transpor			287.738,34	Ke Barat

Berdasarkan hasil perhitungan transpor sedimen diperoleh debit total sedimen transpor (Q) ke arah barat : (TG + S) = 1.054.435,22 m³/tahun dan

total sedimen transpor (Q) ke arah timur : (BD) = 766.696,88 m³/tahun. Dengan demikian diperoleh $Q_{netto} = 287.738,34$ m³/tahun.

TABEL 6. Pergerakan sedimen menyusur pantai tahunan cara analisis

Arah Datang Gelombang	Tinggi Gelombang (m)	Transpor Sedimen 10 m ³ /tahun	Total Transpor Sedimen 10 m ³ /tahun	Arah Gerak Sedimen
Tenggara	0.5	5.706,22		
	1.5	183.838,56		
	2.5	296.493,87		
	3.5	85.682,65		
			571.721,30	Ke Barat
Selatan	0.5	1.482,51		
	1.5	151.119,45		
	2.5	200.396,45		
	3.5	116.195,64		
			469.194,05	Ke Barat
	Total sedimen ke barat		1.040.915,35	Ke Barat
Barat Daya	0.5	3.135,11		
	1.5	154.800,99		
	2.5	356.753,65		
	3.5	246.786,83		
			761.476,58	Ke Timur
	Total sedimen ke timur		761.476,58	Ke Timur
Net Transpor			279.438,77	Ke Barat

Berdasarkan hasil perhitungan transpor sedimen diperoleh debit total sedimen transpor (Q) ke arah barat : $(TG + S) = 1.040.915,36 \text{ m}^3/\text{tahun}$ dan total sedimen transpor (Q) ke arah timur : $(BD) = 761.476,58 \text{ m}^3/\text{tahun}$. Dengan demikian diperoleh $Q_{\text{netto}} = 279.438,77 \text{ m}^3/\text{tahun}$.

Dari hasil penelitian transpor sedimen cara grafis menunjukkan bahwa total transpor sedimen dengan cara grafis lebih besar dibanding dengan cara analisis sehingga transpor sedimen cara grafis diperkirakan pemecah gelombang barat dan pemecah gelombang timur Pantai Glagah mampu menampung volume material pasir di daerah tersebut.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari analisa data yang dilakukan dalam penelitian ini maka dapat diambil beberapa kesimpulan antara lain :

1. Berdasarkan hasil perhitungan transpor sedimen dengan metode grafis diperoleh transpor sedimen (Q) ke arah barat sebesar $1.054.325,12 \text{ m}^3/\text{tahun}$, transpor sedimen (Q) ke arah timur sebesar $766.696,88 \text{ m}^3/\text{tahun}$ dan Q_{netto} sebesar $287.728,34 \text{ m}^3/\text{tahun}$ ke arah barat

2. Debit total transpor sedimen cara grafis lebih besar dibandingkan dengan cara analisis sehingga diperkirakan pemecah gelombang barat dan pemecah gelombang timur mampu menampung jumlah sedimen yang bergerak dari timur ke barat demikian pula transpor sedimen yang bergerak dari barat ke timur.

5.2. Saran

Penelitian ini dapat dilanjutkan dengan menggunakan metode lain sebagai perbandingan analisis selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

1. CERC, 1984, ***Shore Protection Manual***, US Army Coastal Engineering Research Center, Washington.
2. Karsa Prawira CV., 2008, Pekerjaan Review Desain Pemecah Gelombang Glagah, Kabupaten Kulon Progo Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta.
3. Paotonan C, 2012, ***Pengaruh Struktur Bawah Air Terhadap Profil Pantai Pasir Buatan***, Disertasi Program Doktor Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
4. Triatmodjo B., 1999, ***Teknik Pantai***, Edisi Kedua, Beta Offset, Yogyakarta.
5. Yuwono N., 1982, ***Teknik Pantai Volume I***, Biro Penerbit Keluarga Mahasiswa Teknik Sipil FT UGM
6. Yuwono N., 2004, ***Kumpulan Karya Ilmiah Teknik Pantai dan Pelabuhan***, Pusat Antar Universitas, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.