

KAJIAN TRANSFORMASI GELOMBANG STUDI KASUS PPI CISOLOK DENGAN MODEL CG WAVE

Oleh : Novi Andhi Setyo Purwono

Abstract

To support the solving of hydrodynamics coastal, estuari or port teritorial problem especially wave propagation, the mathematical model represent one of the solution which often used. Simulation model is useful in development and planning at coastal area, so that impact which possible happened can anticipate early . mathematical model which is used in this research is SMS BOSS, CGWAVE. Any data which needed in research is cover layout, bathymetry and occurence waving.

In this research will study about occurence waving in study area with daily wave and plan wave with various incident wave direction. Result of simulation model showing that with daily wave and wave plan from south is highest compared with other incident wave direction. Wave high of daily at port pool is 0.36 until 1.38 m, at port mouth 2.08 m and at territorial water 0.87 until 1.98 m. Wave high of wave plan that happened at port pool is 0.43 - 1.37 m, at port mouth 2.21 m and at territorial water 1.19 - 4.59 m.

Key word: CG WAVE

I. PENDAHULUAN

Pangkalan Pendaratan Ikan (PPI) Cisolok berfungsi sebagai penunjang operasional Pelabuhan Perikanan Nusantara (PPN) Pelabuhan Ratu, di mana pada musim-musim tertentu (musim gelombang besar) kapal-kapal yang tidak dapat tertampung di Pelabuhan Ratu, ditampung di PPI Cisolok untuk menghindari gelombang besar.

Berdasarkan studi pengembangan yang dibuat tahun 1999 dan kaji ulang tahun 2002, pembangunan pemecah gelombang belum selesai, masih perlu diperpanjang sampai kedalaman gelombang pecah atau masih perlu diperpanjang ± 100 m. Di samping itu untuk mencegah masuknya sedimen ke kolam pelabuhan akibat *longshore current* dari arah Timur, telah dibuat groin sepanjang 167 m.

Untuk mendukung studi *review detail desain*, dilakukan simulasi model matematik hidrodinamika perairan di kawasan PPI Cisolok. Simulasi model matematik diperlukan untuk mengetahui kondisi hidrodinamika di daerah studi tentang pola perambatan gelombang yang terjadi. Dengan menggunakan model matematik dapat dihitung beberapa besaran penting yang berguna dalam perencanaan dan pengembangan di masa mendatang, sehingga dampak yang mungkin terjadi dapat diantisipasi sejak dini.

Penyelesaian masalah ini dapat diselesaikan dengan model matematik. Model matematik ini memerlukan perangkat keras dan lunak. Perangkat lunak yang digunakan

dalam kajian ini adalah SMS BOSS dengan model CGWAVE. Dengan perangkat lunak ini dapat digunakan untuk memperkirakan nilai parameter atau kejadian yaitu tinggi gelombang di lokasi yang ingin ditinjau.

II. METODE PENELITIAN

1. Model CG Wave

Kondisi gelombang yang paling penting untuk keperluan studi perencanaan dan evaluasi studi meliputi tinggi gelombang, periode gelombang dan arah gelombang dominan. Untuk memodelkan fenomena tersebut dapat digunakan model numerik yang dapat memodelkan kombinasi refraksi dan difraksi gelombang. Salah satu diantaranya adalah model numerik yang didasarkan pada *mild slope equation (MSE)*.

Dalam studi ini digunakan model gelombang CGWAVE yang dikembangkan oleh *University of Maine* bekerja sama dengan *U.S. Army Corps of Engineers, Waterways Experiment Station*. CGWAVE adalah model prediksi gelombang yang serba guna, model ini dapat digunakan untuk memperkirakan pola gelombang di dalam kolam pelabuhan, daerah pantai terbuka, muara sungai, dan di sekitar bangunan pantai. CGWAVE adalah model finite elemen yang dihubungkan dengan model SMS (*Surface water Modelling System*) untuk mengefisienkan *pre* dan *post processingnya*.

Pada kajian ini digunakan model CGWAVE untuk simulasi pola gelombang di perairan sekitar PPI Cisolok. Persamaan yang digunakan untuk model matematik perambatan gelombang adalah dengan persamaan eliptik dua dimensi *mild-slope*. Yang dikembangkan oleh (Chen & Houston, 1987; Chen, 1990; Xu & Panchang, 1993; Mei, 1983; Berkhoff, 1976; Kostense et al., 1986; Tsay and Liu, 1983). Persamaan tersebut dapat ditulis sebagai berikut :

$$\nabla \left(CC_g \nabla \hat{\eta} \right) + \frac{C_g}{C} \sigma^2 \hat{\eta} = 0 \quad (1)$$

dengan :

$\hat{\eta}$ = fungsi elevasi permukaan gelombang

σ = frekuensi gelombang

$C(x,y)$ = phase kecepatan

$$nC = \frac{\partial \sigma}{\partial k}$$

$$n = \frac{1}{2} \left[1 + \frac{2kd}{\sinh 2kd} \right]$$

$k(x,y)$ = jumlah gelombang ($\frac{2\Pi}{L}$) yang berhubungan dengan kedalaman lokal $d(x,y)$

C_g = kecepatan grup

σ^2 = dispersi linier

σ^2 = $gk \tanh(kd)$

Simulasi model gelombang dilakukan untuk memperoleh informasi mengenai perubahan tinggi gelombang yang terjadi pada daerah perairan di luar pelabuhan, alur masuk pelabuhan, dan kolam pelabuhan. Simulasi gelombang dilakukan pada kondisi elevasi muka air rencana (elevasi pada saat kondisi muka air pasang purnama), yaitu pada elevasi +1.75 m.

2. Data yang Diperlukan

Data pokok yang diperlukan untuk simulasi model gelombang adalah data kedalaman pada perairan PPI Cisolok serta kondisi gelombang (tinggi, periode dan arah) di lepas pantai perairan PPI Cisolok. Data gelombang lepas pantai yang diperlukan berupa informasi gelombang harian dan informasi gelombang rencana kala ulang 25 tahun.

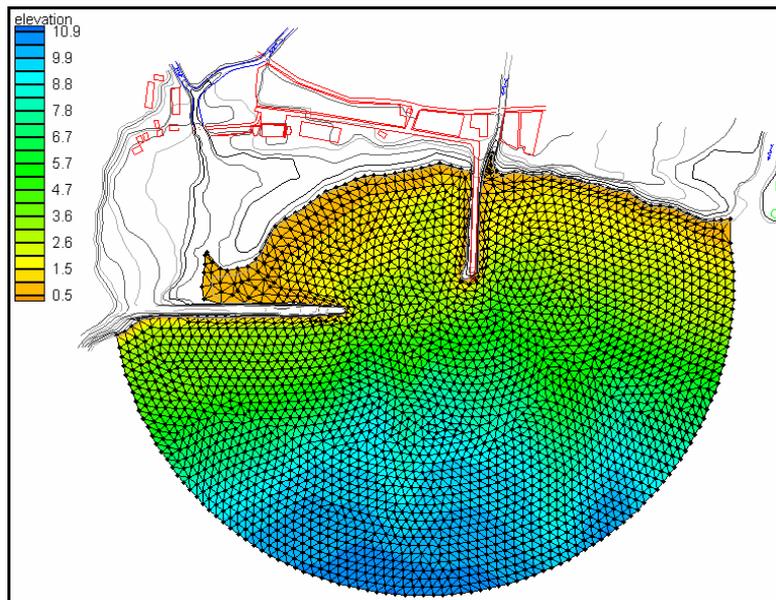
3. Prosedur Simulasi Gelombang

Prosedur dalam simulasi model gelombang dibagi menjadi beberapa tahap sebagai berikut:

- a. Menentukan konsep model.
- b. Pembangunan jaring elemen.
- c. Data masukan
- d. *Running* simulasi model gelombang

4. Domain Model

Domain model dibuat berdasarkan peta lay out kawasan PPI Cisolok. Pada studi ini dibuat domain model sesuai dengan kondisi eksisting yang disimulasikan. Kondisi eksisting, yaitu kondisi PPI Cisolok saat ini sesuai dengan hasil survey lapangan terakhir (Mei 2004), terdapat breakwater di sebelah selatan dan jetty di sebelah timur dengan kondisi mulut pelabuhan masih terbuka ± 100 m. (**Gambar 1**).



Gambar 1. Jaringan elemen untuk kondisi Eksisting

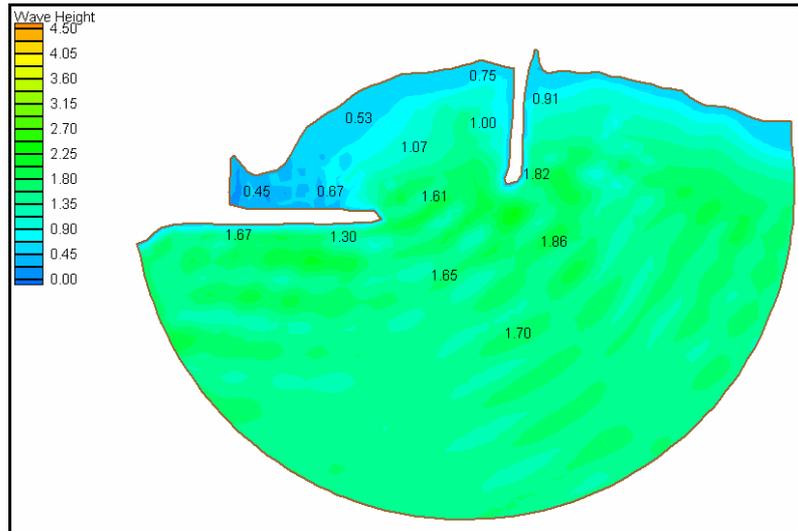
5. Kondisi Batas Simulasi

Kondisi batas yang dipakai dalam simulasi model gelombang adalah sebagai berikut : garis pantai atau batas area perairan (yang ada di dalam elemen) dengan daratan adalah pada pertemuan elevasi pasang rencana tertinggi (+1.75 m) dengan daratan. Model gelombang yang dipakai adalah gelombang harian dengan amplitudo 0.75 m dan gelombang rencana dengan amplitudo 1.75 m, dengan periode gelombang adalah 10 detik dengan arah datang gelombang dari Tenggara dan Selatan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Gelombang Harian (arah gelombang dari Tenggara)

Hasil simulasi gelombang ditunjukkan berupa kontur tinggi gelombang. Hasil simulasi gelombang harian untuk arah gelombang datang dari Tenggara pada kondisi eksisting di sajikan pada Gambar 2.

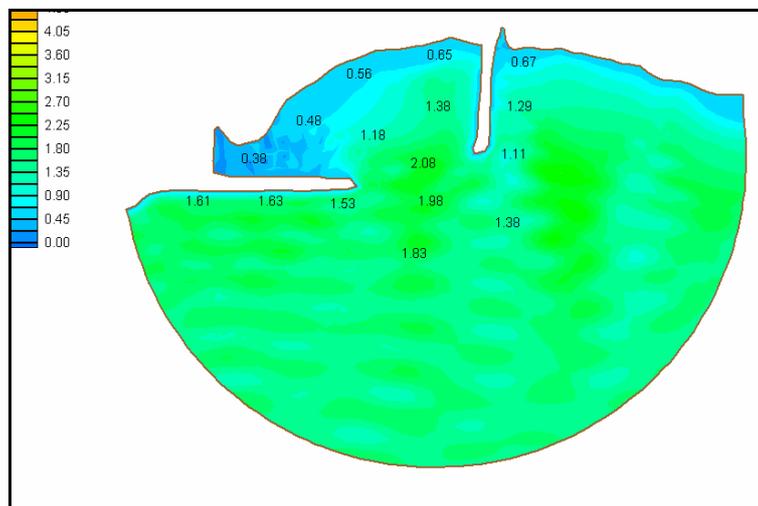


Gambar 2. Kontur tinggi gelombang harian dengan dari arah Tenggara

Berdasarkan hasil simulasi diperoleh informasi tinggi gelombang di daerah sekitar PPI Cisolok seperti ditunjukkan pada gambar di atas. Dari hasil simulasi diperoleh tinggi gelombang yang terjadi di kolam pelabuhan berkisar 0,40m sampai 1,07m, di mulut pelabuhan berkisar 1,61m, dan di perairan terbuka berkisar 0,91m sampai 1,86m

Gelombang Harian (arah gelombang dari Selatan)

Hasil simulasi gelombang harian untuk arah gelombang datang dari Selatan pada kondisi eksisting di sajikan pada Gambar 2.

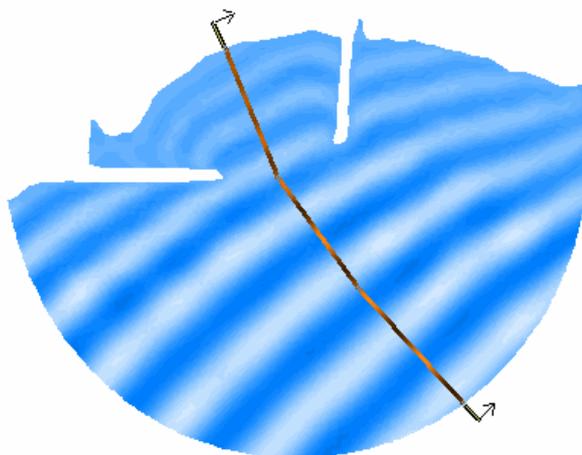


Gambar 2. Kontur tinggi gelombang harian dengan arah dari Selatan

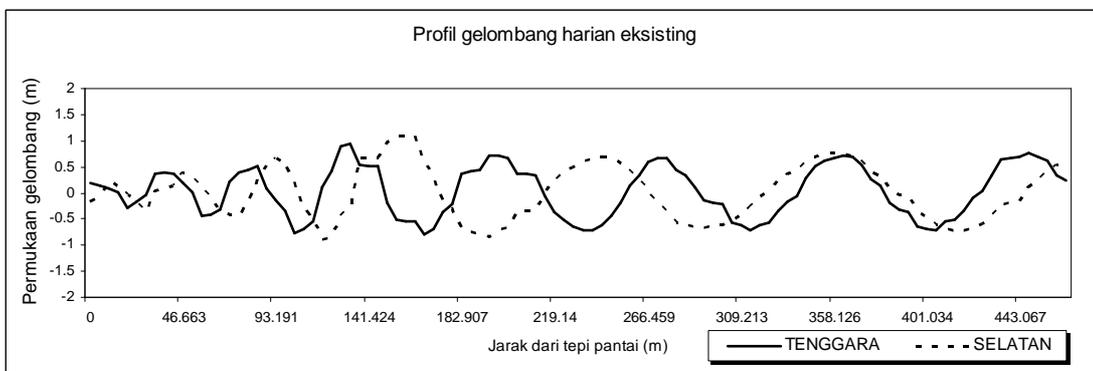
Berdasarkan hasil simulasi diperoleh informasi tinggi gelombang di daerah sekitar PPI Cisolok seperti ditunjukkan pada gambar di atas. Dari hasil simulasi diperoleh tinggi

gelombang yang terjadi di kolam pelabuhan berkisar 0,36m sampai 1,38m, di mulut pelabuhan berkisar 2,08m, dan di perairan terbuka berkisar 0,87m sampai 1,98m

Untuk melihat tingkat peredaman gelombang yang terjadi, maka dibuat profil memanjang transformasi gelombang dari perairan lepas pantai sampai ke dalam kolam pelabuhan. Garis potong profil penjalaran gelombang untuk kondisi eksisting ditunjukkan pada Gambar 3, dan Profil memanjang penjalaran gelombang hasil simulasi dengan arah gelombang datang dari Tenggara dan Selatan ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 3. Garis potong profil penjalaran gelombang (gelombang harian)

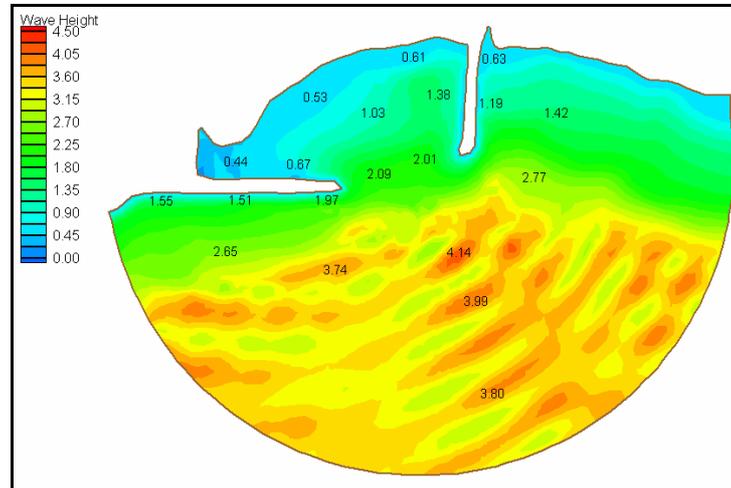


Gambar 4. Profil memanjang penjalaran gelombang harian

Berdasarkan hasil simulasi yang ditunjukkan, dapat diketahui bahwa tinggi gelombang di kolam pelabuhan untuk arah gelombang datang dari Selatan lebih kecil daripada untuk arah gelombang datang dari Tenggara. Hal tersebut disebabkan karena gelombang dari arah selatan sebagian besar dapat dihalangi oleh pemecah gelombang, sedangkan dari arah Tenggara sebagian gelombang datang tidak dapat dihalangi oleh pemecah gelombang, karena mulut pelabuhan terbuka ke arah Timur dan cenderung ke arah Tenggara.

Gelombang Rencana (arah gelombang dari Tenggara)

Hasil simulasi gelombang ditunjukkan berupa kontur tinggi gelombang. Hasil simulasi gelombang rencana untuk arah gelombang datang dari Tenggara pada kondisi eksisting dan kondisi alternatif di sajikan pada Gambar 5.

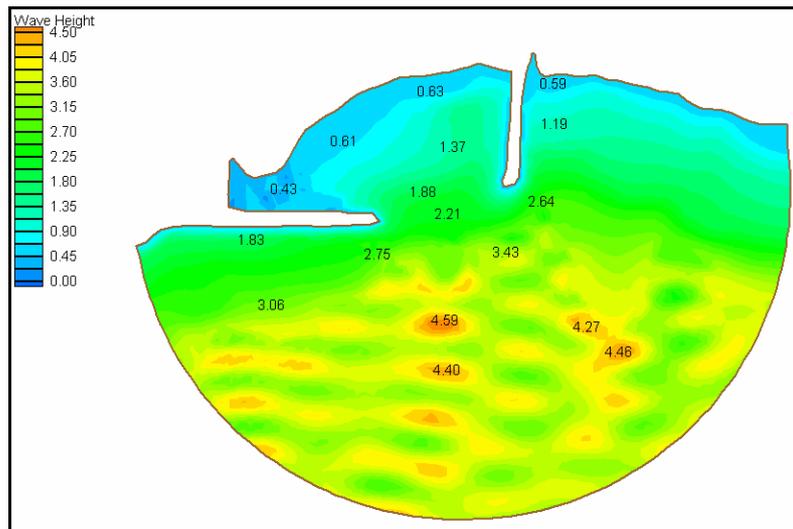


Gambar 5. Kontur tinggi gelombang rencana dengan arah dari Tenggara

Berdasarkan hasil simulasi diperoleh informasi tinggi gelombang di daerah sekitar PPI Cisolok seperti ditunjukkan pada gambar di atas. Dari hasil simulasi diperoleh tinggi gelombang yang terjadi di kolam pelabuhan berkisar 0,44m sampai 1,38m, di mulut pelabuhan berkisar 2,09m, dan di perairan terbuka berkisar 1,19m sampai 4,14m

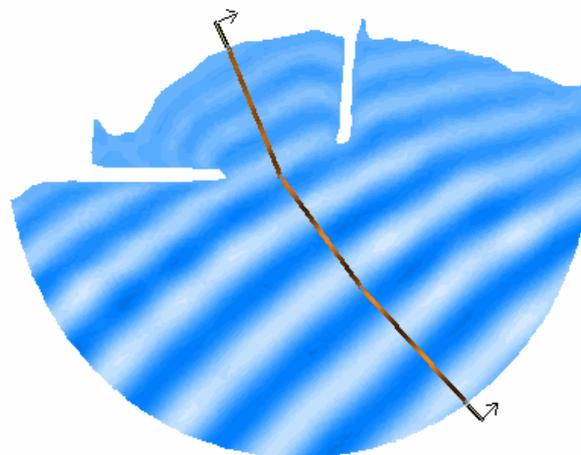
Gelombang Rencana (arah gelombang dari Selatan)

Hasil simulasi gelombang rencana untuk arah gelombang datang dari Selatan pada kondisi eksisting di sajikan pada Gambar 6. Berdasarkan hasil simulasi diperoleh informasi tinggi gelombang di daerah sekitar PPI Cisolok seperti ditunjukkan pada gambar. Dari hasil simulasi diperoleh tinggi gelombang yang terjadi di kolam pelabuhan berkisar 0,43m sampai 1,37m, di mulut pelabuhan berkisar 2,21m, dan di perairan terbuka berkisar 1,19m sampai 4,59m.



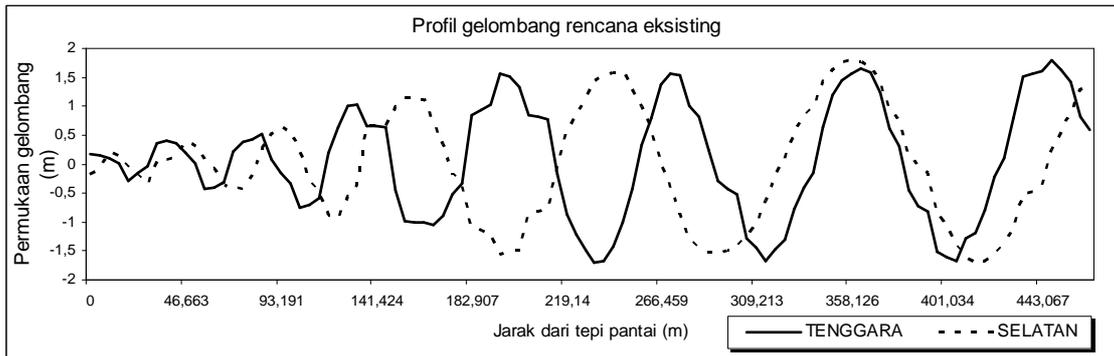
Gambar 6 Kontur tinggi gelombang rencana dengan arah dari Selatan

Untuk melihat tingkat peredaman gelombang yang terjadi, maka dibuat profil memanjang transformasi gelombang dari perairan lepas pantai sampai ke dalam kolam pelabuhan. Garis potong profil penjalaran gelombang untuk kondisi eksisting dan semua kondisi alternatif ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Garis potong profil penjalaran gelombang (gelombang rencana)

Profil memanjang penjalaran gelombang hasil simulasi dengan arah gelombang datang dari Tenggara dan Selatan ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Profil memanjang penjalaran gelombang rencana .

Berdasarkan hasil simulasi yang ditunjukkan pada Tabel 5 dan Tabel 6, dapat diketahui bahwa tinggi gelombang di kolam pelabuhan untuk arah gelombang datang dari Selatan lebih kecil daripada untuk arah gelombang datang dari Tenggara. Hal tersebut disebabkan karena gelombang dari arah selatan sebagian besar dapat dihalangi oleh pemecah gelombang, sedangkan dari arah Tenggara sebagian gelombang datang tidak dapat dihalangi oleh pemecah gelombang, karena mulut pelabuhan terbuka ke arah Timur dan cenderung ke arah Tenggara.

Tabel 5. Hasil Simulasi Tinggi Gelombang Harian
($H_o = 1.5$ m, $T_o = 10$ dtk, arah dari Tenggara dan dari Selatan)

Kondisi	Tinggi Gelombang (m)					
	Kolam		Mulut		Perairan	
	Tenggara	Selatan	Tenggara	Selatan	Tenggara	Selatan
Eksisting	0.40 – 1.07	0.36 – 1.38	1.61	2.08	0.91 – 1.86	0.87 – 1.98

Tabel 6. Hasil Simulasi Tinggi Gelombang Rencana
($H_o = 3.5$ m, $T_o = 10$ dtk, arah dari Tenggara dan dari Selatan)

Kondisi	Elevasi Puncak Gelombang (m)					
	Kolam		Mulut		Perairan	
	Tenggara	Selatan	Tenggara	Selatan	Tenggara	Selatan
Eksisting	0.44 – 1.38	0.43 – 1.37	2.09	2.21	1.19 – 4.14	1.19 – 4.59

Rekapitulasi hasil simulasi gelombang harian untuk arah gelombang dominan dari arah tenggara dan selatan ditunjukkan pada Tabel 7. sedangkan untuk hasil simulasi gelombang rencana ditunjukkan pada Tabel 8.

Tabel 7. Hitungan elevasi puncak Gelombang Harian
($H_o = 3.5$ m, $T_o = 10$ dtk, arah dari Tenggara dan dari Selatan)

Kondisi	Elevasi Puncak Gelombang (m)					
	Kolam		Mulut		Perairan	
	Tenggara	Selatan	Tenggara	Selatan	Tenggara	Selatan
Eksisting	2.285	2.44	2.555	2.79	2.68	2.74

Tabel 8. Hitungan elevasi puncak Gelombang Rencana
($H_o = 3.5$ m, $T_o = 10$ dtk, arah dari Tenggara dan dari Selatan)

Kondisi	Elevasi Puncak Gelombang (m)					
	Kolam		Mulut		Perairan	
	Tenggara	Selatan	Tenggara	Selatan	Tenggara	Selatan
Eksisting	2.44	2.435	2.795	2.855	3.82	4.045

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil simulasi model gelombang menghasilkan beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Gelombang harian yang terjadi di kolam pelabuhan tertinggi adalah berkisar 1,38m dengan arah datang dari Selatan.
2. Gelombang dominan yang terjadi di kawasan PPI Cisolok adalah dari arah Selatan, sehingga untuk mengurangi transformasi gelombang di kolam pelabuhan, perlu dilakukan perpanjangan breakwater ke arah timur.
3. Hasil perhitungan elevasi puncak Gelombang yang terjadi terbesar adalah 2,44m dengan arah gelombang dominan dari arah Selatan.
4. Perlu dilakukan kajian model matematik dengan berbagai kondisi mulut bangunan pemecah gelombang, sehingga diperoleh posisi yang ideal baik dari tinjauan teknik, maupun ekonomisnya.

V. Daftar Rujukan

Coastal Engineering Reseach Center, Department of The Army, *Shore Protection Manual Vol I*, Vicksburg, Mississippi, 1984.

Coastal Engineering Reseach Center, Department of The Army, *Shore Protection Manual Vol II*, Vicksburg, Mississippi, 1984.

Engineering Research and Development Center, US Army of Engineering, *Tutorial Surface Water Modeling System*, August 1998, Washington DC.

Engineering Research and Development Center, US Army of Engineering,

A Coastal Surface Water Wave Model of The Mild Slope Equation, August 1998, Washington DC.

Triatmodjo B, 1999, Teknik Pantai, Beta Offset, Yogyakarta.