



**LAPORAN PENELITIAN
HIBAH PENELITIAN KERJASAMA ANTAR PERGURUAN TINGGI
(HIBAH PEKERTI)**

**Interaksi Paket Gelombang pada Persamaan Gelombang
Permukaan** ✓

TAHUN ANGGARAN 2003

Ketua Peneliti:

Drs. Sutimin, M.Si.

**Penelitian ini dibiayai oleh Proyek Peningkatan Penelitian Pendidikan Tinggi
(P4T), Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan
Nasional, sesuai dengan Surat Perjanjian Pelaksanaan Penelitian Kerjasama
Antar Perguruan Tinggi Nomor: 11/P4T/DPPM/PHP/IV/2003
Tanggal 25 April 2003**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS DIPONEGORO SEMARANG
NOPEMBER, 2003**

UPT-PUSTAK-UNDIP

No. Daft: 141/KI/MIPA/e.1...

Tgl. : 10 Maret 2004

**LEMBAR IDENTITAS DAN PENGESAHAN
LAPORAN AKHIR HASIL PENELITIAN HIBAH PEKERTI**

A. Judul Penelitian : Interaksi Paket Gelombang pada Persamaan Gelombang Permukaan

B. Ketua Peneliti

- a. Nama Lengkap dan Gelar : Drs. Sutimin, M.Si
- b. Jenis Kelamin : Laki-laki
- c. Pangkat/Golongan/ NIP : Penata / III c / 131 875 451
- d. Bidang Keahlian : Matematika Terapan
- e. Fakultas / Jurusan : MIPA / Matematika
- f. Perguruan Tinggi : Diponegoro Semarang

C. Tim Peneliti

Nama	Bidang Keahlian	Fakultas / Jurusan	Perguruan Tinggi
1. Drs. Sutimin, M.Si	Matematika Terapan	MIPA Matematika	UNDIP Semarang
2. Drs. Rahmat Gernowo, M.Si.	Oseanografi	MIPA Fisika	UNDIP Semarang

D. Pendanaan dan Jangka Waktu Penelitian

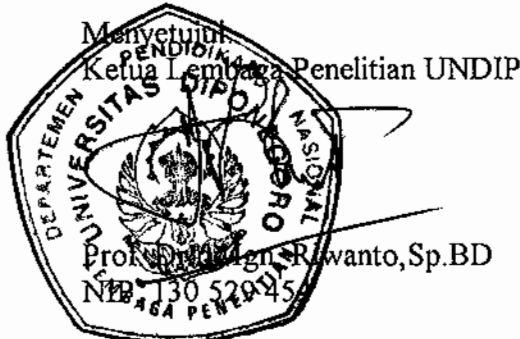
- Jangka Waktu Penelitian yang diusulkan : 2 Tahun
- Biaya total yang diusulkan : Rp. 136.000.000,-
- Biaya yang disetujui tahun I : Rp. 61.000.000,-

Semarang, 9 Nopember 2003
Ketua TPP



Drs. Sutimin, M.Si
NIP. 131 875 451

Menyetujui:
Ketua TPM



Prof. Dr. Edy Soewono
NIP.130 813 586

RINGKASAN

Struktur gelombang dalam gelombang dialam adalah fenomena yang sangat rumit diamati dan ini banyak tergantung pada kondisi fisis yang mengatur gerak dan struktur gelombang tersebut. Terdapat beberapa perilaku fisis yang mempengaruhi struktur gelombang, yaitu sifat dispersi, disipasi, ketaklinieran, difraksi, refraksi, shoaling serta kondisi topografi dasar perairan pantai. Penelitian ini mengkaji masalah interaksi dua paket gelombang yang didasarkan pada persamaan model $iKdV$, dan mengkaji perubahan struktur gelombang berdasarkan kombinasi persamaan gelombang refraksi, difraksi dan gelombang pecah untuk topografi dengan kemiringan landai. Secara detail topik kajian dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Rekonstruksi analitik perilaku dua paket gelombang

Dalam kajian ini, dianalisis dan diidentifikasi parameter – parameter yang menentukan profil interaksi amplitudo dua paket gelombang. Penelitian ini dimaksud untuk merekonstruksi secara analitik fenomena interaksi paket gelombang tak linier. Lebih jauh telaah ini akan diperluas mencakup interaksi dua paket gelombang dengan amplitudo yang berbeda, serta pengamatan profil interaksi simetris pada puncak interaksi. Di sini, persamaan model gelombang permukaan yang merambat dalam satu arah dimodelkan oleh persamaan dispersive taklinier *Improved Korteweg-de Vries* ($iKdV$).

Solusi model paket gelombang diperoleh melalui ekspansi orde kedua terhadap persamaan $iKdV$. Selanjutnya diturunkan suatu persamaan amplitudo paket gelombang yang memenuhi persamaan Nonlinear Shrodinger (NLS). Struktur interaksi amplitudo paket gelombang ini, dapat dipandang sebagai interaksi dua soliton persamaan NLS. Dengan demikian karakterisasi dan identifikasi parameter – parameter interaksi amplitudo dua paket gelombang ditentukan oleh parameter – parameter solusi dua soliton persamaan NLS. Di sini di analisis perilaku interaksi amplitudo dua paket gelombang berdasarkan moving frame pada solusi dua soliton NLS yaitu dalam bidang (ξ, τ) . Selanjutnya dianalisis profil interaksi amplitudo yang simetris untuk kasus out of phase dan in phase.

2. Kajian numerik perilaku karakteristik gelombang permukaan kombinasi refraksi-difraksi.

Persamaan gelombang kombinasi refraksi-difraksi pada topografi pantai slope landai, dibangun dari persamaan gerak arah x dan y serta persamaan kontinuitas. Persamaan ini dibangun oleh Berkhoff (1972), dan kemudian dikembangkan oleh Watanabe dan Maruyama (1986).

Model gelombang kombinasi diatas dijabarkan terhadap komponen-komponen kecepatan arah x dan y dan penurunannya berdasarkan pada variabel-variabel: kecepatan fase, elevasi permukaan air, faktor disipasi karena gelombang pecah di *surf zone* yang dinyatakan dalam faktor disipasi energi. Solusi dan perhitungan analitik persamaan gelombang pada daerah slope landai yang bergantung waktu tidak representatif untuk medan gelombang disekitar struktur perairan pantai. Untuk ini kajian secara numerik perlu dilakukan untuk menyelesaikan dan menganalisis persamaan ini dengan metode beda hingga.

Di sini, diskritisasi persamaan dibangun berdasarkan sel-sel (grids); diperoleh dengan membagi daerah studi menjadi sel-sel ruang yang sisi-sisinya masing-masing dalam arah sumbu x dan y , dimana sumbu x arahnya dari laut dalam menuju garis pantai dan sumbu y sejajar dengan garis pantai. Proses iterasi ditentukan dalam parameter waktu (Δt), dengan memberikan syarat batas dan awal.

SUMMARY

The wave structure in the physical phenomenon is complicated to be investigated. The structure depends on the physical conditions. There are some physical behavior, which determine this structure, i.e. dispersive, dissipative, nonlinearity, diffraction, refraction, shoaling and the bottom topography on shore. In this research we study two main projects concerning to the water surface waves. The first project we deal with an analytical investigation to reconstruct group wave interaction based on iKdV model equations. The second project deal with numerical investigation of the characteristic behavior of the surface wave based on combination of the equation of refraction-diffraction and dissipation because of the mild sloping bottom. In detail the projects describe as follow.

1. Analytical reconstruction of behavior of two wave groups.

Here, we analyze and identify parameters which determine the amplitude interaction pattern of two wave groups. As model equations of the surface wave, is modeled by improve KdV equation white exact dispersion. The wave group amplitude solution is obtained by the seconds order expansion respect to iKdV equation. The primary amplitude of two wave groups, which is derived from this iKdV equation, satisfies the NLS equation. The amplitude interaction structure of two wave groups can be viewed as two soliton interaction the NLS equation. Thus the characterization and identification of parameters of two wave groups amplitude interaction is characterized by parameters of two soliton solution. Here, we analyze behavior of the amplitude interaction of two soliton solution of NLS equation, than analyze the symmetric interaction profile for special cases (out phase and in phase)

2. Numerical investigation of the characteristic behavior of surface wave based on the refraction-diffraction combination.

The surface wave equation model of the refraction-diffraction combination on the mild sloping bottom on shore, is governed of the moving equation in x and y directions, and the continuity equation. This equation is derived by Berchoff (1972) and then developed by Watanabe and Maruyama (1986).

This combination wave model is described respect to the velocity component in x and y directions, and this derivation based on the variables; the phase velocity, the water surface elevation and dissipation factor because of the point break wave in surf zone which is represented in the energy dissipation factor. The solution and analytical computation of the time dependent wave equation on the mild sloping bottom is not representative for wave field near the coastal structure. So we use the numerical approach to handle this analysis by using the finite difference methods.

By the finite difference methods, we discrete the wave equation based on grids, which is done by dividing the study zone in to the space grids on x and y directions, where x axis direction tend to on shore and y axis direction tend to the line on shore. The iteration process is determined by the time parameter (Δt).

PRAKATA

Dengan mengucapkan puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmatNya, penulis telah dapat menyelesaikan penelitian Hibah Pekerti dengan judul “ Interaksi Paket Gelombang pada Persamaan Gelombang Permukaan ”

Penelitian ini dilakukan bersama-sama dengan bimbingan host partner P4M ITB. Penulis menyadari sepenuhnya atas terselenggaranya dan keberhasilan penelitian ini berkat dukungan semua pihak baik di Institusi asal dan Institusi host. Untuk itu penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Rektor Universitas Diponegoro Semarang, Bapak Prof. Ir. Eko Budiharjo, M.Sc.
2. Ketua Lembaga Penelitian Universitas Diponegoro Semarang.
3. Ketua Lembaga Penelitian Institut Teknologi Bandung.
4. Dekan Fakultas MIPA Universitas Diponegoro Semarang.
5. Ketua P4M ITB Bandung.
6. Bapak Prof. Dr. Edy Soewono dan Bapak Dr. Safwan Hadi sebagai Pembimbing.
7. Ketua Jurusan Matematika FMIPA UNDIP Semarang.
8. Ketua Jurusan Fisika FMIPA UNDIP Semarang
9. Dan semua pihak yang tak bisa disebut satu persatu

Penulis menyadari bahwa hasil penelitian ini belum sempurna dari harapan, oleh karena itu kritik dan saran dari semua pihak sangat diharapkan.

Semarang, 10 Nopember 2003

Peneliti

DAFTAR LAMPIRAN

ARTIKEL ILMIAH

1. Characteristic of two wave group interactions in an improved KdV equation

Sutimin

Department of Mathematics, Diponegoro University

Jl. Prof. H. Soedarto SH Tembalang, Semarang

E. Soewono

Department of Mathematics, Institut Teknologi Bandung

Research Group for Industrial & Applied Mathematics, ITB

Ganesha 10, Bandung 40132

2. KAJIAN NUMERIK KARAKTERISTIK GELOMBANG KOMBINASI REFRAKSI-DIFRAKSI DISEKITAR PANTAI

Rahmat Gernowo *) , Safwan Hadi **)

**) Jurusan Fisika Universitas Diponegoro Semarang*

***).Jurusan Oseanografi Institut Teknologi Bandung*

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR IDENTITAS DAN PENGESAHAN	ii
RINGKASAN DAN SUMMARY	iii
PRAKATA	v
DAFTAR LAMPIRAN	vi
DAFTAR ISI	vii
I. PENDAHULUAN	1
II. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN TAHUN KE I	3
III. TINJAUAN PUSTAKA	4
IV. METODE PENELITIAN	5
V. HASIL DAN PEMBAHASAN	7
VI. KESIMPULAN DAN SARAN	9
VII. RENCANA PENELITIAN TAHAP SELANJUTNYA	10
DAFTAR PUSTAKA	

BAB I PENDAHULUAN

Di dalam penelitian ini dikaji beberapa fenomena gelombang permukaan yang terjadi pada perairan pantai. Fenomena yang dikaji di sini berkaitan dengan masalah interferensi yang berbentuk paket gelombang. Selain itu juga di kaji masalah deformasi gelombang terhadap perubahan topografi dasar pantai.

Kajian yang pertama ini dimotivasi oleh hasil eksperimen Laboratorium Hidrodinamika Indonesia (LHI) tentang simulasi gelombang dengan spectrum energi yang diambil dari lautan Indonesia. Dalam kajian tersebut gelombang permukaan dapat dimodelkan oleh paket gelombang yang terkonsentrasi pada bilangan gelombang tertentu. Lebih lanjut Stanberg (1997, [1]) telah melakukan eksperimen dan pengamatan evolusi paket gelombang bi-kromatik (bi-chromatic wave group) yang dibangkitkan pada towing tank. Pada pengamatan ini ditemukan perubahan bentuk paket gelombang yang mula – mula bi-kromatik ini. Pada posisi yang cukup jauh dari pembuat gelombang (wave maker), hasil eksperimen menunjukkan adanya “peaking “ dan “splitting” dalam perambatannya.

Dari fenomena Stanberg ini, dalam penelitian dilakukan kajian melalui interaksi dua paket gelombang. Di sini mengamati perilaku soliton yang mendiskripsikan amplitudo dari paket gelombang. Kajian pertama ini dimaksudkan untuk merekonstruksi dan mengidentifikasi secara analitik perilaku interaksi paket gelombang 2-soliton. Lebih jauh, telaah ini, akan diperumum mencakup interaksi dua paket gelombang dengan amplitudo yang berbeda, serta penganmatan interaksi yang melebihi panjang towing tank pada laboratorium hidrodinamika.

Selain itu kajian mengenai pola gelombang laut diperairan pantai sangat diperlukan, sejalan dengan berkembangnya aktivitas daerah pantai dalam hal reklamasi pantai, dewasa ini telah dilakukan secara besar-besaran. Hal tersebut akan sangat berpengaruh terhadap perubahan-perubahan kondisi sekitar pantai baik langsung maupun tidak langsung serta baik yang menguntungkan maupun yang tidak menguntungkan bagi kehidupan pantai. Beberapa hal yang terjadi, dengan adanya reklamasi pantai antara lain; terjadinya abrasi dan sedimentasi, pencemaran laut dan lain-lain.

Untuk menghindari terjadinya hal tersebut diatas, reklamasi pantai dituntut perlu adanya perencanaan dan pengaturan yang disesuaikan dengan karakteristik daerah pantai tersebut dengan tujuan untuk menekan sekecil mungkin perubahan-perubahan yang merugikan tersebut. Kajian yang dilakukan dalam penelitian ini adalah bagaimana perlakuan yang tepat sebelum dilaksanakannya suatu reklamasi pantai, hal ini dilakukan dengan mengamati dan mencoba memprediksi perlakuan gelombang sebelum dan sesudah dilakukan reklamasi pantai tersebut. Berdasarkan hal tersebut telah dilakukan suatu penelitian mengenai perhitungan pola karakteristik gelombang dengan suatu pemodelan kondisi serta perhitungan karakteristik daerah pantai yang akan sangat berguna, sebagai tahap awal dasar pengambilan kebijakan dilakukannya reklamasi daerah pantai. Penelitian ini merupakan penelitian yang bersifat pengembangan teori baru, dalam pelaksanaannya dilakukan secara literatur dengan mengacu pada teori- teori baru yang terkait. Di sini, dikembangkan model analitis fenomena inetraksi tak linier dan model numerik gelombang permukaan sekitar pantai, dengan memperhatikan parameter-parameter pengukuran gelombang. Selama penelitian berlangsung, dilakukan dalam laboratorium komputasi P4M ITB dan laboratorium matematika terapan FMIPA UNDIP.

Hasil yang diharapkan pada penelitian ini berupa deskripsi analitis dan simulasi dari interaksi paket gelombang bi-soliton untuk gelombang permukaan yang dimodelkan oleh persamaan iKdV. Lebih lanjut hasil yang diharapkan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Teridentifikasi parameter kritis yang menentukan proses interaksi, terutama pada puncak interaksi.
- b. Diperolehnya formulasi baru yang menyatakan interaksi dua soliton dan hasil kombinasi difraksi-refraksi.
- c. Diperoleh hasil analisis dan simulasinya.

Hasil kajian ini telah dipresentasikan pada seminar internasional pada International Conference on Mathematics and Its Applications (July 14 – 17, 2003), GMU Yogyakarta, dengan judul “ Characteristic of Two-Wave Group Interactions in an Improved Korteweg-de Vries Equation”, Dan pada seminar nasional matematika dan statistika di ITS (11 Oktober 2003) dengan judul “ KAJIAN NUMERIK KARAKTERISTIK GELOMBANG KOMBINASI REFRAKSI-DIFRAKSI DISEKITAR PANTAI “. Dan artikel akan diterbitkan dalam prosiding tersebut.