

SSD
sut
1 9



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

**Interaksi Paket Gelombang pada Persamaan Gelombang
Permukaan**

TAHUN ANGGARAN 2004

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: 064/P4T/DPPM/HPTP, PHP/III/2004
Tanggal 1 Maret 2004**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS DIPONEGORO SEMARANG
OKTOBER, 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 : Universitas 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

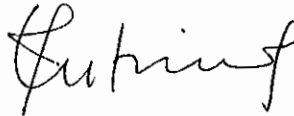
D. Pendanaan dan Jangka Waktu Penelitian

- Jangka Waktu Penelitian yang diusulkan : 2 Tahun
- Biaya total yang diusulkan : Rp. 136.000.000,-
- Biaya yang disetujui tahun II : Rp. 69.000.000,-

Semarang, 10 Oktober 2004
Ketua TPP

Mengetahui,
Dekan Fakultas MIPA
Universitas Diponegoro

Drs. Edy Soewono, MS
NIP. 130 813 586

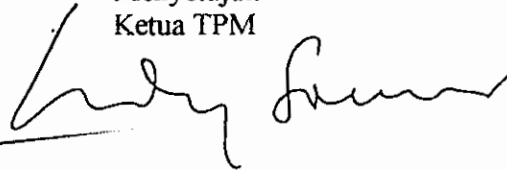


Drs. Sutimin, M.Si
NIP. 131 875 451

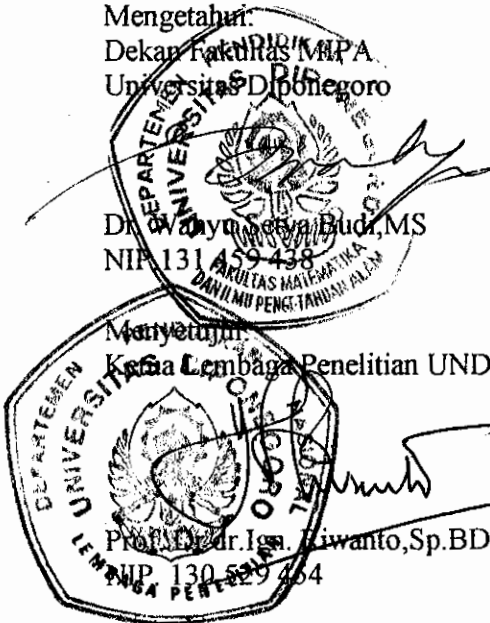
Menyetujui,
Ketua Lembaga Penelitian UNDIP

Prof. Dr. Ica. Kiwanto, Sp.BD
NIP. 130 813 586

Menyetujui:
Ketua TPM



Prof. Dr. Edy Soewono
NIP.130 813 586



UPT-PUSTAK-UNDIP	
No. Daft:	190/KI/MIPA/e
gl.	21/3 08

RINGKASAN

Penelitian ini mengkaji perilaku karakteristik gelombang permukaan diperairan pantai. Topik kajian ini adalah sebagai berikut.

1. Rekonstruksi dan karakterisasi perilaku interaksi dua paket gelombang

Disini menganalisis dan mengidentifikasi parameter yang menentukan profil interaksi amplitudo dua paket gelombang, dimana pada saat terpisah jauh amplitudo individu paket gelombang merambat secara translasi. Penelitian ini merekonstruksi secara analitik fenomena interaksi dua paket gelombang, khususnya pada puncak interaksi. Sebagai persamaan model gelombang permukaan, digunakan persamaan *Improved Korteweg-de Vries (iKdV)*. Model paket gelombang ini didasarkan pada selesaian amplitudonya 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 pada koordinat fisik ditentukan solusi dua soliton persamaan *NLS*.

2. Kajian numerik perilaku karakteristik gelombang permukaan efek kombinasi refraksi-difraksi serta gangguan bangunan disekitar pantai.

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 di atas 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

Here, we investigate the behavior characteristics of the water surface waves. The topics of the investigation is described as follows,

1. Analytical reconstruction and the characteristics of behavior of two wave groups.

We study and identify of parameters determining the amplitude interaction pattern of two wave groups in the physic coordinate, where in separated condition, the profil of the individual amplitudes undergo by translation. As a model equation of the surface wave, here is used *improve KdV* equation white exact dispersion. The solution of two wave groups, based on solution of the amplitude which satisfies the *NLS equation*. The amplitude interaction structure of two wave groups can be viewed as two soliton interaction the NLS equation. 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 solitons solution of NLS equation, than analyze the symmetric interaction profile in the peak of interaction, for special cases in (out of phase and in phase)

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

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 with 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), by giving the initial and boundary conditions.

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 Oktober 2004

Peneliti

DAFTAR LAMPIRAN

ARTIKEL ILMIAH

1. Karakteristik Interaksi pada Gelombang Dua Soliton dari Persamaan Improved KdV

Sutimin

Jurusan Matematika, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. H. Soedarto SH Tembalang, Semarang

E. Soewono

Departmen Matematika, Institut Teknologi Bandung
Ganesha 10, Bandung 40132

2. KAJIAN NUMERIK KARAKTERISTIK GELOMBANG EFEK KOMBINASI REFRAKSI-DIFRAKSI DAN GANGGUAN BANGUNAN 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	8
VI. KESIMPULAN DAN SARAN	9
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.

Pada penelitian ini dikaji interaksi paket gelombang dua-soliton dari persamaan *Improved Korteweg-de Vries (IKdV)*. Fenomena paket gelombang yang diamati disini adalah profil masing masing individu paket gelombang, dimana amplitudo yang termodulasi pada saat yang berjauhan tidak mengalami perubahan bentuk, dan merambat secara translasi. Selama proses menuju ke puncak interaksi, profil amplitudo mengalami distorsi,

Kajian ini dimotivasi oleh eksperimen dan pengamatan yang dilakukan oleh Stansberg¹⁾ melalui pembangkitan paket gelombang bi-kromatik. Paket gelombang ini mendiskripsikan superposisi dua gelombang monokromatik dengan amplitudo sama tetapi ada perbedaan sedikit bilangan gelombangnya. Berdasarkan pengamatan ini, signal yang semula berbentuk paket gelombang bi-kromatik di pembangkit gelombang, kemudian terjadi distorsi dari paket gelombang ini dalam perambatannya. Pada posisi yang cukup jauh dari pembuat gelombang (wave maker), hasil eksperimen menunjukkan adanya "peaking" dan "splitting" dalam perambatannya.

Dari fenomena Stansberg¹⁾ ini, dimunculkan pertanyaan parameter-parameter mana yang mengontrol perubahan profil paket gelombang. Dalam penelitian ini dikaji interaksi paket gelombang yang dimodelkan oleh selesaian paket gelombang dua soliton persamaan *IKdV*. Secara analitik interaksi paket gelombang dari persamaan *IKdV* dengan amplitudonya didasarkan pada persamaan *NLS* telah dikaji oleh van Groesen dkk²⁾ dan Nusantara³⁾ (dengan memperhatikan amplitudo sama, yaitu $q_1 = q_2$), telah ditunjukkan bahwa profil interaksi ini dikarakterisasi oleh rasio antara amplitudo gelombang dan beda frekuensi dari gelombang pembawa.

Pemilihan amplitudo yang berbentuk selesaian 2-soliton dari persamaan *NLS* ini, karena dapat merepresentasikan dengan baik fenomena interaksi dan secara analitis dapat menjelaskan proses interaksi amplitudo dua paket gelombang ini.

Penelitian ini mengkaji secara analitis interaksi paket gelombang tersebut dengan memperhatikan amplitudo gelombang yang berbeda ($q_1 \neq q_2$), dan menkonstruksi kembali secara analitik profil interaksi dua paket gelombang ini, dimana pada saat terpisah jauh amplitudo paket gelombang merambat secara translasi.

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 dalam koordinat fisik, dimana pada saat terpisah jauh individu amplitudo berjalan secara translasi.
- b. Diperolehnya formulasi baru yang menyatakan interaksi amplitudo dua paket gelombang, juga hasil kombinasi difraksi-refraksi dan gangguan bangunan disekitar pantai.
- c. Diperoleh hasil analisis dan simulasinya.

Hasil kajian ini telah dipresentasikan pada seminar nasional yaitu seminar MIPA IV (6-7 Oktober 2004) ITB Bandung, dengan judul “ *Karakteristik Interaksi pada Gelombang Dua Soliton dari Persamaan Improved KdV*”, dan pada seminar nasional himpaunan ahli geofisika Indonesia (HAGI) ke 29 di Yogyakarta (5 – 7 Oktober 2004) dengan judul “ KAJIAN NUMERIK KARAKTERISTIK GELOMBANG EFEK KOMBINASI REFRAKSI-DIFRAKSI DAN GANGGUAN BANGUNAN DISEKITAR PANTAI “. Artikel telah diterbitkan dalam prosiding pada seminar tersebut.

BAB II

TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

1. Tujuan Penelitian :

Tujuan penelitian ini, pertama merekonstruksi secara analitik perilaku interaksi amplitudo paket gelombang yang merupakan penyelesaian khusus dari persamaan $iKdV$, dengan memperhatikan parameter amplitudo yang berbeda. Sedangkan tujuan khusus penelitian ini mengidentifikasi dan mengkarakterisasi parameter-parameter kritis yang menentukan pola interaksi pada puncak interaksi, dimana pada saat terpisah jauh individu amplitudo paket gelombang berjalan secara translasi. Kedua, mengkaji secara numerik karakteristik gelombang pada slope landai di daerah perairan pantai dengan memperhatikan efek kombinasi refraksi dan difraksi serta gangguan bangunan disekitar pantai.

2. Manfaat Penelitian :

Hasil penelitian ini merupakan pengembangan ilmu yang berkaitan dengan fenomena gelombang tak-linear di permukaan air. Dengan mengetahui sifat karakteristik parameter fisis pada paket gelombang maka dapat perilaku karakteristik gelombang tersebut. Hal ini perlu kajian teoritis mengingat biaya untuk melakukan eksperimen di laboratorium memerlukan biaya yang sangat mahal. Disisi lain, hasil penelitian ini akan memberikan informasi mengenai perubahan karakteristik