



531.4702
SUT
2 e1

Nomor Kontrak : 015/DCRG/URGE/2000

Laporan Akhir Penelitian DCRG

INVESTIGATION OF PERIODIC WAVE PATTERNS IN SHALLOW WATER

Peneliti

1. Drs. Sutimin, M.Si.
2. Drs. Mustafid, M.Eng. Ph.D.
3. Ir. Slamet Hargono, Dipl. Eng.
4. Drs. Kartono, M.Si.

Perguruan Tinggi Asal : Universitas Diponegoro Semarang
Host Institusi : P4M ITB Bandung

DOMESTIC COLLABORATIVE RESEARCH GRANT
PROYEK PENELITIAN UNTUK PENGEMBANGAN PASCASARJANA/URGE
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN TINGGI
DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL

2000/2001

**LEMBAR IDENTITAS DAN PENGESAHAN
LAPORAN HASIL PENELITIAN
PROGRAM DOMESTIC COLLABORATIVE RESEARCH GRANT
PROYEK PENELITIAN UNTUK PENGEMBANGAN
PASCASARJANA/URGE**

A. Judul Penelitian : Investigation of Periodic Wave Patterns In Shallow Water
B. Tim Peneliti :

Nama	Jenis Kelamin	Pangkat/ Gol./NIP	Bidang Keahlian	Fakultas/ Jurusan	Perguruan Tinggi
1. Drs. Sutimin, M.Si	Laki-laki	Penata Muda Tk.I / IIIB / 131875451	Matematika Terapan	MIPA / Matematika	UNDIP Semarang
2. Drs. Mustafid, M.Eng. Ph.D.	Laki-laki	Pembina /IV a/ 130877409	Proses Stokhastik	MIPA / Matematika	UNDIP Semarang
3. Ir. Slamet Hargono, Dipl.Ing	Laki-laki	Penata Tk.I /III d / 130872031	Sipil Hidro	TEKNIK / Teknik Sipil	UNDIP Semarang
4. Drs. Kartono, M.Si	Laki-laki	Penata Muda Tk.I / III B / 131918671	Matematika Terapan	MIPA / Matematika	UNDIP Semarang

**C. Pembimbing / Host Institusi : Dr. Edy Soewono / P4M ITB Bandung
: Dr. Andonowati / P4M ITB Bandung**

D. Pendanaan dan Jangka waktu Penelitian

1. Jangka Waktu Penelitian di Host Institution : 6 bulan
Jangka Waktu Penelitian di Tempat Asal : 3 bulan
Biaya : Rp. 109.760.000,-

Semarang, 20 Januari 2001

Peneliti:

Sutimin

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


Pembimbing dari
Host Institusi

Edy Soewono

Dr. Edy Soewono
NIP. 130 813 586

Mengetahui:
A.P. Dekan Fakultas MIPA UNDIP
Bendahara Dekan I

Drs. Parsaoran Siahaan, MS.
NIP. 131 875 473

Menyetujui:
Ketua Lembaga Penelitian
Universitas Diponegoro

Prof. Dr. Ir. Agn. Riwanto
NIP. 130 535 454

LAPORAN HASIL PENELITIAN
PROGRAM DOMESTIC COLLABORATIVE RESEARCH GRANT
PROYEK PENELITIAN UNTUK PENGEMBANGAN
PASCASARJANA / URGE

PROSES PELAKSANAAN PENELITIAN.

1. Efektifitas magang.

• **Intensitas komunikasi dengan pembimbing.**

Pembimbingan peneliti oleh supervisor berjalan sesuai dengan jadwal yang telah disepakati bersama. Intensitas komunikasi dengan pembimbing secara terjadwal 2 kali pertemuan dalam seminggu dengan kegiatan konsultasi dan presentasi hasil kemajuan penelitian. Secara tak terjadwal bisa melakukan pertemuan untuk mendiskusikan berbagai masalah yang dihadapi pada saat melakukan penelitian.

• **Kecukupan peralatan dan efektifitas penggunaan .**

Peralatan penunjang pelaksanaan penelitian yang berupa perangkat komputer dan program -- program paket komputer cukup memadai dan penggunaannya untuk menyelesaikan problem yang dihadapi baik secara analitik dan numerik cukup efektif.

• **Efektifitas pelaksanaan kerja di laboratorium ..**

Pelaksanaan penelitian dilakukan di laboratorium dibimbing dan dimonitor oleh supervisor dengan memanfaatkan fasilitas yang tersedia baik perangkat komputer dan program -- program komputer sangat efektif untuk menunjang pelaksanaan kerja penelitian ini.

2. Kontribusi magang terhadap kompetensi sebagai peneliti dan akamemisi.

• **Kontribusi magang terhadap kompetensi sebagai peneliti :**

- Meningkatkan pola pikir analitis terhadap suatu masalah yang bersifat open problem.
- Meningkatkan kemampuan untuk memahami suatu fenomena dengan menggunakan konsep, kaedah dan teori matematika yang benar.
- Mendapatkan transfer pengembangan ilmu yang diperoleh dari supervisor untuk mengembangkan diri sebagai peneliti.
- Memperoleh landasan (fondasi) yang kuat untuk menumbuhkan kreatifitas penelitian.

- **Kontribusi magang terhadap kompetensi sebagai akademisi :**

- Memperoleh dasar pengetahuan dan teori yang berhubungan dengan fenomena gelombang di perairan pantai.
- Mendapatkan pengetahuan untuk memecahkan suatu permasalahan yang dihadapi dalam pembelajaran matematika melalui pemodelan matematika .
- Memperoleh peningkatan kemampuan dalam pemrograman -- pemrograman komputer yang berkembang dengan pesat untuk membantu pembelajaran.
- Menanamkan pengertian yang mendasar dan konsep-konsep yang mantap yang dapat digunakan untuk penguasaan dalam proses pembelajaran.
- Memperoleh wawasan yang cukup tentang aplikasi matematika pada bidang rekayasa yang berkaitan dengan hidrodinamik.
- Mendapatkan bekal ilmu pengetahuan dan motivasi untuk studi lanjut.

3. Hambatan – hambatan yang terjadi dalam proses pelaksanaan.

- Keterbatasan literatur yang berkaitan dengan gelombang run up.
- Pelaksanaan penelitian yang berkaitan dengan jenis pemrograman komputer yang dipilih belum disiapkan dari awal.
- Kesulitan mendapatkan informasi di lapangan tentang gelombang run up.

4. Specific lessons learned.

- Personal lessons learned dari proses magang penelitian :
 - Membangkitkan semangat mengkaji berbagai masalah yang berkaitan dengan penelitian dan pengembangan ilmu melalui bimbingan supervisor.
 - Terbinanya hubungan antar peneliti dari berbagai disiplin ilmu (matematika, rekayasa, statistika dan komputer).
 - Meningkatkan kegiatan penelitian ilmiah dalam mengembangkan ilmu.
 - Menanamkan sikap profesional keilmuan sebagai peneliti dan akademisi.
 - Meningkatkan kinerja dalam menjalankan tugas – tugas akademisi.
- Institutional lessons learned dari proses magang penelitian:
 - Meningkatkan kinerja kelompok peneliti di institusi asal.
 - Terciptanya hubungan saling timbal balik antara institusi host sebagai pembimbing dan institusi asal sebagai pelaksana peneliti.
 - Memberi kesempatan meneliti (dalam pengembangan ilmu) kepada kelompok peneliti di institusi asal.

- Menggairahkan dan memotivasi para staf di insitusi asal dalam bidang penelitian melalui penelitian kolaborativ.

Saran – saran kepada Proyek URGE untuk perbaikan palaksanaan penelitian Domestic Collaborative Research Grant selanjutnya:

- Pola pelaksanaan kegiatan penelitian sebaiknya dilakukan di host partner dan institusi asal secara bergantian dalam periode waktu tertentu mengingat pengambilan data tidak selalu dilakukan di institusi host.
- Informasi yang diberikan ke peneliti melalui institusi asal sebaiknya se jelas mungkin tentang administrasi, tugas dan kewajiban sebagai peneliti.
- Pemberitahuan penelitian DCRG sebaiknya diinformasikan tidak mendadak.
- Pencairan dana penelitian seyogyanya diberikan pada awal proses kegiatan.

5. Plan for action (Rencana kerja setelah menyelesaikan penelitian DCRG).

- Strategi untuk mengembangkan “*critical mass*” of researchers di insitusi asal.
- Membentuk kelompok peneliti atau pusat kajian dengan merekrut peneliti – peneliti dari bidang keahlian yang berkaitan dari kelompok – kelompok peneliti yang ada di institusi asal.
- Membina hubungan kerja sama dalam penelitian dengan institusi atau lembaga – lembaga yang terkait.
- Rencana penelitian selanjutnya yang berkaitan :
 - Melanjutkan kajian tentang fenomena gelombang permukaan nonlinier pada perairan dangkal untuk untuk klas 1-D dan 2-D yang bertipe gelombang periodik dan soliton.
 - Melanjutkan kajian tentang fenomena gelombang run up dengan memperhatikan efek – efek nonlinieritas.

Investigation of periodic wave patterns in shallow water

ABSTRACT

Investigation on wave profile in shallow water problem is being done. Analytical and numerical aspect describing the wave evolution are being discussed. The project consists of two subprojects.

In the first project, we deal with an inverse problem related to reconstruction of wave interaction pattern of two-soliton type from given measurement datum. It is shown that inverse problem can be solved if surface waves are modeled by Kadomtsev-Petviashvili (KP) equation. The exact solution of KP equation can be obtained with Hirota method. The absolute estimation error of amplitude of individual soliton based on two position measurement parameter is proven to be smaller than only if the error is computed using only one measurement of position.

The second project deals with the behaviour of wave run up on sloping face with friction effect. The analytical model of wave run up on sloping face with various friction factors based on incident waves is derived. The analytical solution of the model is expressed in terms of complex Bessel function. The prediction of wave run up is derived by the result of analytical solution and analytical statistics based on observation data. Furthermore, numerical approach to investigate wave run up patterns with linear and nonlinear models is presented. Wave run up are generated from incident waves modeled by monochromatic and group waves. Wave run up patterns on sloping face with various friction factors are shown by animation from numerical computation.

RINGKASAN

Pola gelombang pada perairan dangkal (interaksi gelombang dan gelombang run up), pada umumnya secara fisik sangat kompleks (complicated) dan pola ini bergantung pada kondisi fisik alamnya. Penelitian ini mengkaji masalah rekonstruksi pola interaksi gelombang yang didasarkan pada klas gelombang non linier dan juga mengkaji pola gelombang run up yang didasarkan pada persamaan gerak. Secara detail masalah yang dikaji dalam penelitian ini sebagai berikut.

1. Rekonstruksi pola interaksi dua gelombang.

Dalam rekonstruksi interaksi dua gelombang berdasarkan pengukuran parameter dari foto interaksi gelombang bertipe soliton di analisis secara teoritis untuk mendapatkan kembali pola gelombang tersebut, dan estimasi kesalahannya dikaji di sini. Pada penelitian ini parameter pengukuran yang dipilih adalah posisi puncak dan sudut interaksi, jika pengambilan foto pola interaksi dua gelombang dilakukan dua kali dalam satu satuan waktu.

Keakuratan pengukuran parameter ini akan memberi kontribusi pada keakuratan prediksi amplitudo individu gelombang. Analisis estimasi kesalahan amplitudo gelombang dikaji untuk menjelaskan pengaruh kesalahan pengukuran terhadap keakuratan prediksi parameter tinggi individu gelombang.

Model dari persamaan Kadomtsev-Petviashvili (KP) digunakan sebagai model analitik yang menjelaskan interaksi dua gelombang permukaan dua dimensi. Dengan model KP, solusi diperoleh melalui transformasi variabel bergantung (metode Hirota). Rekonstruksi secara analitik untuk mendapatkan parameter amplitudo gelombang dilakukan berdasarkan representasi geometri puncak interaksi dua soliton dari persamaan KP. Analisis secara geometri dilakukan dengan transformasi koordinat bergerak terhadap puncak interaksi dua soliton KP. Solusi eksak amplitudo individu soliton dinyatakan dalam parameter – parameter yang diukur (posisi dan sudut interaksi).

Estimasi kesalahan absolut parameter amplitudo dianalisis berdasarkan pada kesalahan pengukuran. Data pengukuran diperoleh dari data yang berkorespondensi dengan data Peterson. Untuk melakukan perhitungan kesalahan absolut berdasarkan analisis teoritis. Analisis kesalahan absolut ini dikembangkan dengan membatasi harga eksak dari parameter – parameter pengukuran (posisi dan sudut interaksi) untuk menentukan kesalahan absolut globalnya. Harga eksak parameter pengukuran ditentukan berdasarkan batas – batas yang berlaku pada model KP. Perhitungan kesalahan absolut global dilakukan untuk menjelaskan tingkat kesalahan absolut

amplitudo individu soliton. Besarnya kesalahan absolut akan menjelaskan tingkat signifikansi dalam prediksi amplitudo.

Hasil kajian rekonstruksi pola interaksi gelombang diberikan dalam bentuk artikel dengan judul “ *Problem Invers dan Estimasi Kesalahan untuk Dua Soliton dari Persamaan Kadomtsev-Petviashvili* “ (pada Lampiran 1).

2. Analisis data dan prediksi gelombang run up .

Gelombang run up pada daerah miring dengan faktor gesekan dibentuk dari persamaan momentum horizontal dalam arah x dan persamaan kontinuitas yang dilinearakan dengan asumsi bahwa gelombang datang relatif panjang, amplitudo kecil dan tidak pecah pada daerah miring. Solusi analitik dihasilkan melalui persamaan Bessel dalam bentuk kompleks. Prediksi analitik gelombang runup ditentukan berdasarkan harga absolut dari parameter amplitudo yang dihasilkan dari solusi.

Gelombang run up pada daerah miring dengan faktor gesekan dianalisis berdasarkan data observasi. Sampel data gelombang diperoleh dari pantai Klidanglor Batang. Dari data sampel gelombang (tinggi dan periode) ditentukan hubungan tinggi run up dengan tinggi dan periode gelombang dengan memperhatikan pengaruh faktor gesekan. Analisis-Statistik gelombang run up dibentuk dari distribusi Weibull, dan prediksi tinggi gelombang didasarkan pada data observasi. Distribusi kumulatif Weibull didapatkan dengan metode kuadrat terkecil, dan didasarkan pada regresi linier yang dikembangkan oleh Tucher (1991, B. Triatmodjo, 1999). Koefisien – koefisien distribusi Weibull dicari dengan memasukkan parameter bentuk (B. Triatmojo, 1999) dan data observasi.

Hasil kajian statistik untuk prediksi gelombang run up pada daerah miring diberikan dalam bentuk artikel dengan judul “ *The Waves Ru up on a Coastal Impermeable Structures* “ (pada Lampiran 2),

3. Kajian perilaku gelombang run up secara numerik.

Persamaan gerak gelombang run up dinyatakan dalam persamaan diferensial parsial simultan yang dijabarkan dalam kondisi yang berkaitan dengan faktor gesekan pada daerah datar dan daerah miring. Asumsi linieritas diberikan pada model persamaan gerak ini untuk mendapatkan model linier satu dimensi. Model analitik linier ini melibatkan parameter kecepatan horisontal dan elevasi permukaan.

Untuk menginvestigasi perilaku gelombang run up dilakukan pendekatan analisis numerik. Pendekatan numerik dari model linier dilakukan dengan memberikan faktor gesekan tertentu.

Gelombang run up pada daerah kemiringan dibangkitkan dari gelombang datang (monokromatik dan grup gelombang) bertipe periodik. Gelombang datang dikonstruksi melalui komputasi numerik berdasarkan syarat batas yang berlaku pada pola gelombang air dangkal.

Pola gelombang run up dengan efek gesekan pada daerah miring berdasarkan gelombang datang digambarkan melalui animasi. Animasi gelombang run up dilakukan berdasarkan perhitungan numerik. Selanjutnya untuk proses yang sama dikembangkan untuk model gerak ini dengan memasukkan suku non liniernya.

Hasil kajian numerik pola gelombang run up pada daerah miring berdasarkan gelombang datang (grup gelombang) diberikan dalam bentuk artikel (sedang dalam perbaikan) dengan judul “*Kajiaan tentang Perilaku Gelombang Run up pada Kemiringan Bangunan Pantai*” (pada Lampiran 3).

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmatNya, penulis telah dapat menyelesaikan penelitian Program Domestic Collaborative Research Grant proyek URGE dengan judul penelitian “ Investigation of periodic wave patterns in shallow water “.

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 di institusi host. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih 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 Dr. Edy Soewono dan Ibu Dr. Andonowati sebagai Pembimbing.
7. Ketua Jurusan Matematika FMIPA UNDIP Semarang.
8. Teman – teman dari UNIBRAW, USU dan UNRAM atas kerja sama dan bantuannya.

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

Semarang, 20 Januari 2001

Peneliti

DAFTAR ISI

LEMBAR IDENTITAS DAN PENGESAHAN	i
ABSTRAK.....	ii
RINGKASAN.....	iii
PRAKATA	v
DAFTAR ISI.....	vi
I. PENDAHULUAN	1
II. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN.....	1
III. TINJAUAN PUSTAKA.....	2
IV. METODE PENELITIAN	3
V. HASIL DAN PEMBAHASAN	4
VI. KESIMPULAN DAN ALUR PENELITIAN BARU SEBAGAI HASIL PENELITIAN DCRG	6
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

I. PENDAHULUAN.

Kajian mengenai pola gelombang laut diperairan dangkal sangat diperlukan dalam perencanaan dan desain bangunan pantai, misalnya bangunan pemecah gelombang dan pengaman pantai yang dipakai para praktisi.

Kajian pertama dalam penelitian ini tentang rekonstruksi gelombang berdasarkan data pengukuran. Dalam hal ini data pengukuran parameter dapat diambil dari foto interaksi gelombang. Beberapa kajian awal tentang interaksi gelombang secara analitik telah dilakukan oleh Peterson et.al.[9], [10] dan A. Jamaluddin et.al.[1]. Masalah ini dimotivasi hasil foto interaksi dua gelombang di pantai Oregon oleh Toedtemeier [7]. Hammack et.al.[5] telah melakukan eksperimen yang memverifikasi pola interaksi dua soliton KP dalam skala laboratorium. Diasumsikan persamaan KP sebagai model yang akurat untuk masalah interaksi dua gelombang air dangkal tersebut. Pertanyaan yang muncul adalah bagaimana merekonstruksi secara analitik solusi dua soliton tersebut berdasarkan parameter pengukuran dalam hal ini posisi puncak dan sudut interaksinya, dengan mengingat bahwa masing-masing parameter pengukuran membawa kesalahan dengan tingkat kesalahan yang diberikan. Estimasi kesalahan dari solusi ini dianalisis untuk memperoleh signifikansi amplitudo individu gelombang yang diakibatkan oleh kesalahan pengukuran parameter (posisi dan sudut interaksi).

Kajian kedua adalah gelombang run up yang pada daerah permukaan miring dengan memperhatikan faktor gesekan dan sudut kemiringan. Contoh fenomena fisiknya tampak pada gambar (Lampiran). Kajian gelombang run up secara empirik telah banyak dilakukan (misalkan dalam Van der Meer and Stam, 1992) dan secara analitik dan eksperimen oleh Madsen dan White (1976). Kajian gelombang run up di sini difokuskan pada pendekatan analitik dan numerik Hasil yang diperoleh secara analitik dinyatakan dalam fungsi Bessel yang melibatkan parameter kompleks. Berdasarkan data observasi, dianalisis pengaruh gelombang run up. Analisis secara statistika dengan distribusi Weibull digunakan untuk memperoleh prediksi tinggi gelombang run up Hasil pendekatan secara numerik diperoleh perilaku gelombang run up yang gelombang datang (monokromatik), dengan menggunakan data observasi yang didapat dipantai Batang Jawa Tengah (Tabel.1).

II. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN.

Tujuan penelitian ini, pertama merekonstruksi secara analitik interaksi solusi dua soliton berdasarkan data pengukuran dan mengestimasi kesalahannya. Kedua, menginvestigasi pola