



HIMPUNAN
AHLI TEKNIK HIDRAULIK
INDONESIA



Prosiding

PERTEMUAN ILMIAH TAHUNAN (PIT) HATHI XXXI

PADANG, 22 - 24 AGUSTUS 2014

Tema :

“ Pengelolaan Sumber Daya Air Berkelanjutan
Dalam Rangka Mitigasi Bencana”



Prosiding Pertemuan Ilmiah Tahunan (PIT) HATHI XXXI
Padang, 22-24 Agustus 2014

625 halaman, xii, 21 cm x 30 cm
2014

**Himpunan Ahli Teknik Hidraulik Indonesia (HATHI),
Indonesian Association of Hydraulic Engineers**
Sekretariat, Gedung Dit. Jend. SDA Kementerian PU
Lantai 8, Jl. Pattimura 20, Kebayoran Baru
Jakarta 12110 - Indonesia
Telepon/Fax. +62-21 7279 2263
<http://www.hathi-pusat.org>
email: hathi_pusat@yahoo.com

Review & Editor:

Prof. Dr. Ir. Sri Harto, Br., Dip., H., PU-SDA
Prof. Dr. Ir. Nadjadji Anwar, M.Sc., PU-SDA
Dr. Ir. Moch. Amron, M.Sc., PU-SDA
Taufika Ophiyandri, ST., M.Sc., Ph.D.
Doddi Yudianto, ST., M.Sc., Ph.D.

ISBN : 978-979-98805-7-4

SAMBUTAN



Pertemuan Ilmiah Tahunan (PIT) XXXI HATHI dengan tema “Pengelolaan Sumber Daya Air Berkelanjutan Dalam Rangka Mitigasi Bencana” telah terselenggara dengan baik dan dihadiri oleh para ahli dan profesional dari seluruh Indonesia, pada tanggal 22-24 Agustus 2014 di Padang.

Diskusi dan presentasi Pertemuan Ilmiah Tahun ini membahas tentang inovasi teknologi dalam mengatasi inovasi teknologi keairan berkelanjutan, peran serta masyarakat dalam mitigasi bencana, antisipasi dan penanganan pasca bencana, serta pemanfaatan teknologi informasi.

Saya berharap, seluruh presentasi dan diskusi Pertemuan Ilmiah Tahunan ini dapat memberikan kontribusi dalam bentuk konsep, strategi, pembelajaran, dan berbagi pengalaman mengenai Pengelolaan Sumber Daya Air, terutama dalam rangka mitigasi bencana di kemudian hari.

Saya ucapkan terima kasih kepada panitia, para penulis, senior dan semua anggota HATHI atas dukungannya dalam pelaksanaan PIT XXXI HATHI tahun ini. Semoga Allah merahmati kita semua. Aamiin.

Padang, Agustus 2014

A handwritten signature in blue ink. The signature starts with a stylized 'M' and 'U', followed by 'djiadi' and 'sc.'. Below the signature, there are two short horizontal lines.

Ir. Mudjiadi, M.Sc.
Ketua Umum HATHI

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji dan syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, Pengurus HATHI Cabang Jakarta dan Panitia Pelaksana Pertemuan Ilmiah Tahunan (PIT) XXXI HATHI tahun 2014 menyampaikan selamat atas terbitnya Prosiding PIT HATHI ke 31.

Publikasi karya ilmiah ini merupakan hasil kegiatan PIT ke 30 dengan tema: “Pengelolaan Sumber Daya Air Berkelanjutan Dalam Rangka Mitigasi Bencana” yang diselenggarakan di Padang pada tanggal 22-24 Agustus 2014.

Pertemuan Ilmiah Tahunan ini telah menjadi ajang pertemuan, pembahasan, dan penyebarluasan ilmu pengetahuan dan wawasan guna meningkatkan profesionalisme bagi praktisi, akademisi, peneliti dan pengambil keputusan, khususnya anggota HATHI. Disamping menjadi dokumentasi karya ilmiah PIT ke 31, prosiding ini diharapkan juga dapat bermanfaat sebagai referensi dalam pengembangan keilmuan dan profesionalisme di bidang Sumber Daya Air.

Kami merasa bahwa dalam hal penerbitan prosiding ini masih terdapat beberapa ketidak sempurnaan, oleh karena itu, kami menyampaikan permohonan maaf dan mengharapkan masukan yang konstruktif dimana tentunya akan sangat membantu dalam rangka perbaikan penyusunan dan penulisan di kemudian hari.

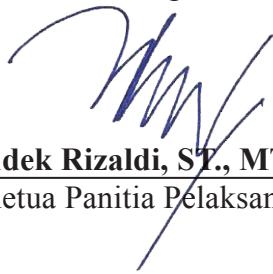
Kami ucapkan selamat bagi para penulis atas karya ilmiahnya yang telah berhasil diterbitkan dalam prosiding ini.

Padang, Agustus 2014



Ali Musri, ME
Ketua Cabang

HATHI Cabang Sumatera Barat



Adek Rizaldi, ST., MT.
Ketua Panitia Pelaksana PIT XXXI

DAFTAR ISI

Sambutan	iii
Kata Pengantar	v
Daftar Isi	vii

SUB TEMA 1

Inovasi Teknologi Keairan Berkelanjutan

1. Studi Hubungan Kedalaman dengan Massa Jenis pada Sedimen Sungai Citanduy	1
– Wati Asriningsih Pranoto	
2. Penanganan Kekeringan Berbasis <i>Disasters Risk Management</i>	7
– Wanny K. Adidarma , Oky Subrata Levina dan Herlina Roseline	
3. Pengaruh Angkutan Sedimen Terhadap Banjir di Batang Lampasi Kota Payakumbuh, Sumatera Barat	18
– Zahrul Umar , Lusi Utama, dan Lili Warti	
4. Kajian <i>Sediment Delivery Ratio</i> di Daerah Tangkapan Waduk Kedung Ombo.....	30
– Dadang Ismu Hardiyanto , Bambang Agus Kironoto, dan Fatchan Nurrochmad	
5. Rencana Aksi dalam Penganggulangan Risiko Bencana Kekeringan di Indonesia.....	42
– Sri Astiti, Sutarja , dan Norken	
6. Inovasi Teknologi Keairan yang Berkelanjutan Pengelolaan Air Hujan Lingkup Rumah Tangga	51
– Susilawati	
7. Pengaruh Geometri Penampang Melintang Saluran terhadap Koefisien Kekasaran Manning untuk Saluran Prismatik Berbahan <i>Polyvinil Chloride</i>	63
– Mas Mera dan Rico Dwi Buana Putra	
8. Pemanfaatan Sungai Jati dan Riam Kako Sebagai Upaya Mengatasi Masalah Air Bersih di Kabupaten Ketapang	69
– Stefanus B. Soeryamassoeka	
9. Studi Pemanfaatan Blok Beton Berpori Sebagai Alternatif Pemecah Gelombang yang Ramah Lingkungan	81
– Tamrin , Saleh Pallu, Herman Parung dan Arsyad Thaha	

10. Pertimbangan Hidrologi Lokasi Embung Sepaku Semoi Guna Pemenuhan Air Baku Kabupaten Penajam Paser Utara Kaltim	93
– SSN. Banjarsanti	
11. Perbandingan Difraksi Gelombang Antara Model Fisik (B/L=0,24) dengan Metoda <i>US Army Corps Of Engineers</i> (SPM) dan Metoda <i>Spiral Cornu</i>	105
– Yati Muliati	
12. Optimasi Aturan Lepasan pada Operasi Waduk Pengga Berdasarkan Status Tampungan	114
– Widandi Soetopo , Dwi Priyantoro, dan Heri Suprijanto	
13. Indeks Kekeringan pada Daerah Aliran Sungai (DAS) Indragiri Menggunakan Teori Run	124
– Bambang Sujatmoko , Manyuk Fauzi, dan Novreta Ersyidarfa	
14. Pemanfaatan Rongga Bekas Tambang Sebagai Pengendali Kualitas Air (Studi Kasus di Rongga Pit Kancil PT. Kaltim Prima Coal)	136
– Agung Febrianto dan Santosa	
15. Distribusi Kecepatan dan Konsentrasi Sedimen Suspensi pada Saluran Menikung (Studi Kasus di Saluran Irigasi Mataram)	148
– Chairul Muharis , Bambang Agus Kironoto, Bambang Yulistiyyanto, dan Istiarto	
16. Aplikasi Metode Clauser dan Distribusi Tegangan Reynolds untuk Menentukan Kecepatan Geser Dasar di Saluran Menikung	157
– Sumiadi , B.A. Kironoto, D. Legono, dan Istiarto	
17. Deteksi Dampak El Nino Terhadap Curah Hujan di DAS Way Sekampung, Provinsi Lampung	168
– Gatot Eko Susilo dan Yudha Mediawan	
18. Integrasi Daerah Aliran Sungai Kecil untuk Memenuhi Kebutuhan Air Menggunakan Saluran Suplesi	177
– Darwizal Daoed , Bambang Istijono, dan Abdul Hakam	
19. Penggunaan Hidrograf Satuan Sintetis ITB 1 dan ITB-2 dengan Faktor Debit Puncak (Kp) Dihitung Secara Eksak	185
– Dantje K. Natakusumah	
20. Pemanfaatan Energi Banjir Bendung Kampili Untuk Pompa Banjir Kota Makassar	198
– Agus Setiawan, Subandi , Parno, Agung Suseno dan Andika Kuswidayawan	
21. Hubungan Antara Limpasan Banjir dengan Kelongsoran Batu Balas Rel Kereta Api	207
– Pranoto Samto Atmojo dan Sri Sangkawati Sachro	

22. Pengaruh Pembangunan <i>Jetty</i> pada Muara Batang Lumpo terhadap Tinggi Banjir di Kenagarian Pasar Baru Bayang, Kabupaten Pesisir Selatan, Sumatera Barat	217
– Syafril Daus , Ade Chandra, Idzurnida Ismail dan Zahrul Umar	
23. Rekayasa Model Alokasi Air Tahunan Wilayah Sungai Lombok (Studi Percontohan DAS Jangkok).....	227
– Anang M. Farriansyah, Andreas Ronny Corsel, dan Galuh Rizqi Novelia	
24. Rancangan Model Debit Puncak Banjir Berdasarkan Faktor Bentuk DAS .	234
– Dandy Achmad Yani , Lily Montarcih Limantara, dan Mohammad Bisri	
25. Rekayasa Lereng <i>Breakwater</i> Sebagai Solusi Mengatasi Kelangkaan Batu Ukuran Besar Lapis Lindung	241
– Muhammad Arsyad Thaha dan Haeruddin C. Maddi	
26. Pemetaan Kerentanan kelongsoran dan Upaya Pengendaliannya, Studi Kasus Sub DAS Konto Hulu.....	248
– Ussy Andawayanti dan Arif Rahmad D.	

SUB TEMA 2

Peran Serta Masyarakat dalam Mitigasi Bencana

27. Memahami Bencana Banjir di Kota Padang dengan <i>Content Analysis</i> Artikel Berita.....	261
– Benny Hidayat	
28. Peran Masyarakat dalam Mitigasi Bencana Banjir – Kekeringan – Tanah Longsor dari Lingkungan Keluarga	270
– Paulus Sianto dan Susilawati	
29. Pengelolaan Tata Air Daerah Rawa Rasau Jaya Secara Partisipatif.....	282
– Henny Herawati , Nasrullah Chatib, Soetarto YM, dan Denah Suswati	
30. Teknologi <i>Jumbo Sand Bag</i> untuk Pengamanan Pantai Berbasis Masyarakat	290
– Eko Yunianto , Iriandi Azwartika, dan Agung Suseno	
31. <i>Roof Top Rain Water Harvesting</i> Sebagai Alternatif Upaya Adaptasi Perubahan Iklim di Wilayah Sungai Brantas.....	299
– Harianto , Didik Ardianto, dan Arief Satria Marsudi	
32. Manajemen Sungai <i>Torrential</i> Partisipasi Masyarakat dalam Mitigasi Bencana	309
– Tiny Mananoma dan Lambertus Tanudjaja	

SUB TEMA 3

Antisipasi dan Penanganan Pasca Bencana

33. Tata Pengelolaan Banjir Pada Daerah Reklamasi Rawa, Studi Kasus di Kawasan Jakabaring, Palembang.....	319
– Ishak Yunus	
34. Pembangunan Pengamanan Pantai untuk Konservasi Pulau Nongsa (Pulau Terluar) Sebagai Salah Satu Titik Pangkal Perbatasan Negara	328
– Lukman Nurzaman dan T. Reinhart P. Simandjuntak	
35. Pengelolaan Terpadu Terhadap Buruknya Kualitas Air Sungai dan Drainase Inlet Kanal Banjir Timur.....	340
– Ratna Hidayat , Reri Hidayat, dan Rebit Rimba Rinjani	
36. Analisis Pengaruh Reklamasi Teluk Jakarta Terhadap Sistem Drainase Bagian Tengah Jakarta	352
– Rommy Martdianto dan Weka Mahardi	
37. Identifikasi Kondisi Drainase Kota Tanjung Pinang Sebagai Upaya Mengatasi Masalah Banjir	361
– Jane Elisabeth Wuysang , Stefanus B. Soeryamassoeaka, dan M. Prima Yudhistira	
38. Potensi Banjir Tahunan di Daerah Aliran Sungai Bengawan Solo Hulu, Kasus Aliran yang Berkontribusi ke Waduk Wonogiri	368
– Rr. Rintis Hadiani , Sigit Jatmiko, dan Agus P. Saido	
39. Karakteristik Butiran Sedimen Pantai Rawan Erosi dan Sedimentasi di Sulawesi Selatan.....	380
– Hasdinar Umar , Sabaruddin Rahman, A.Y. Baeda, dan Sherly Klara	
40. Evaluasi Efektifitas Saluran Drainase Kota Banjarbaru.....	391
– Maya Amalia	
41. Kajian Desain Checkdam Pengarah Aliran untuk Pengendalian Banjir Lahar di S. Togafu, Maluku Utara	400
– Ika Prinadiastari , Dyah Ayu Puspitosari, dan Agus Sumaryono	
42. Pengendalian Banjir Pada Daerah Kipas Aluvial (Studi Kasus Kota Dekai, Kab. Yahukimo - Papua)	412
– Happy Mulya , Supriya Triwiyana, Elifas Bunga, dan Taufan	
43. Pengendalian Banjir Sungai Rongkong Kab. Luwu Utara, Prop. Sulawesi Selatan.....	424
– Supriya Triwiyana , Elifas Bunga, Taufan, dan M. Akil	
44. Penanggulangan Banjir di Kabupaten Lingga dalam Rangka Mitigasi Bencana	435
– Stefanus B Soeryamassoeaka, Kartini , dan Jane E. Wuysang	

45. Pengendalian Debris Sungai Tugurara Pasca Banjir Lahar 10 Januari 2014 Lereng G. Gamalama P. Ternate	442
– Dyah Ayu Puspitosari , Saleh M. Talib, dan Agus Sumaryono	
46. Analisis Penilaian Kinerja Bangunan Pengaman Pantai Terhadap Abrasi di Kota Padang.....	453
– Bambang Istijono , Benny Hidayat, Adek Rizaldi, dan Andri Yosa Sabri	
47. Pengendalian Banjir Secara Terpadu dan Terkoordinasi oleh Perum Jasa Tirta I di Daerah Aliran Sungai (DAS) Kali Brantas	462
– Syamsul Bachri, Vonny C. Setiawati, dan Agung Wicaksono	
48. Studi Potensi Debit Aliran dan Kondisi Wilayah untuk Pengembangan Pembangkit Listrik Skala Kecil.....	471
– Farouk Maricar , Arsyad Thaha, Rita Lopa, Achmad Sumakin, dan Indra Mutiara	

SUB TEMA 4

Pemanfaatan Teknologi Informasi dalam Pengelolaan Sumber Daya Air

49. Kalibrasi dan Validasi Model Hidrologi Hujan-Aliran dengan Menggunakan Data Satelit.....	481
– Sigit Sutikno, Manyuk Fauzi , dan Mutia Mardhotillah	
50. Erosi dan Akrasi Pantai di Belakang Pegar Bercelah	493
– Dede M. Sulaiman , Radiana Triatmadja, dan R. Wahyudi Triweko	
51. Simulasi Numerik Gerakan Partikel Solid di Sekitar Bangunan Akibat Tsunami Menggunakan Single GPU-Dualsphysics.....	502
– Kuswandi , R. Triatmadja, dan Istiarto	
52. Peramalan Banjir Sungai Kota	513
– Suharyanto , Robert J. Kodoatie, dan Fisika Prasetyo P.	
53. Korelasi Spasial Antara Fenomena Penurunan Tanah dan Kawasan Banjir di Wilayah Jakarta	526
– Hasanuddin Z. Abidin , Heri Andreas, Irwan Gumilar	
54. Optimasi Waduk Jatigede Untuk Memenuhi Kebutuhan Air Daerah Irigasi Rentang.....	536
– Suseno Darsono , Airlangga Marjono, Risdiana Ch. Afifah, dan Lilis Suryani	
55. Penerapan <i>Informative Based Early Warning System</i> dalam Pengelolaan Sumber Daya Air di Wilayah Sungai Brantas.....	544
– Raymond Valiant Ruritan, Titik Indahyani, dan Erwando Rachmadi	
56. Pengembangan Peta Zonasi Fisiomorfohidro untuk Evaluasi Kebutuhan Pembangunan Stasiun Klimatologi-Curah Hujan di Pulau Jawa Bagian Barat	553
– Iwan Setiawan , Dede Rohmat, dan Ima Mirayani	

57. Aplikasi Logika Fuzzy Sebagai Input Model Pengembangan Peta Resiko Erosi pada Daerah Aliran Sungai Berbasis <i>Geographic Information System</i>	564
– Imam Suprayogi , Manyuk Fauzi, dan Eko Riyawan	
58. Perbandingan Aplikasi IHACRES dan HEC_HMS untuk Peramalan Banjir di DAS Sampean Baru	576
– Entin Hidayah , Wiwik Yunarni, dan Indarto	
59. Dampak Kenaikan Muka Air Laut Terhadap Kesesuaian Lahan Rawa Pasang Surut Tabunganen Kalimantan Selatan.....	584
– Muhammad Gifariyono dan L. Budi Triadi	
60. Analisis Perubahan Garis Pantai di Pantai Pamarican Kabupaten Serang Provinsi Banten.....	597
– Olga Catherina Pattipawaej dan Yanuar Ariwibowo Linarto	
61. Model Adaptasi dan Mitigasi Sistem Alokasi Air Terhadap Perubahan Iklim Berbasis Program Linier, Studi Kasus DAS Manjuto - Bengkulu	607
– Gusta Gunawan , Reswita, dan Rusdi Efendi	
62. Analisis Laju Abrasi Pantai Pulau Bengkalis dengan Menggunakan Data Satelit	616
– Sigit Sutikno	



HIMPUNAN
AHLI TEKNIK HIDRAULIK
INDONESIA



Prosiding

PERTEMUAN ILMIAH TAHUNAN (PIT) HATHI XXXI

PADANG, 22 - 24 AGUSTUS 2014

Tema :

“ Pengelolaan Sumber Daya Air Berkelanjutan
Dalam Rangka Mitigasi Bencana”

Sub Tema 1

**Inovasi Teknologi Keairan
Berkelanjutan**



PERBANDINGAN DIFRAKSI GELOMBANG ANTARA MODEL FISIK (B/L = 0,24) DENGAN METODA *US ARMY CORPS OF ENGINEERS* (SPM) DAN METODA *SPIRAL CORNU*

Yati Muliati

Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil ITB, Dosen Teknik Sipil Itenas

yati@itenas.ac.id; yatimsn@yahoo.com

Intisari

Tinggi gelombang dalam suatu kolam pelabuhan sangat penting diperkirakan dalam suatu perencanaan pelabuhan. Metoda difraksi gelombang digunakan untuk mendapatkan nilai tinggi gelombang di balik suatu struktur bangunan laut. Penelitian ini merupakan salah satu upaya pencarian metoda difraksi gelombang yang sesuai dengan kenyataan di lapangan. Diawali dengan pengukuran tinggi gelombang dalam model fisik kolam pelabuhan berdasarkan tinggi gelombang, selanjutnya dihitung tinggi gelombang dalam kolam pelabuhan dengan menggunakan nomogram dari 2 metoda, yaitu metoda *US Army Corps of Engineers* dari *Shore Protection Manual* (SPM) dan metoda *Spiral Cornu*. Hasil perhitungan kedua metoda setelah dibandingkan dengan hasil pengukuran model fisik di laboratorium mendapatkan rata-rata penyimpangan sebesar 127,51% dengan metoda SPM dan 28,44% dengan metoda *Spiral Cornu*. Hal ini menunjukkan bahwa untuk sementara ini metoda *Spiral Cornu* lebih mendekati kenyataan di lapangan. Mengingat rasio lebar mulut (B) dan panjang gelombang (L) pada model fisik adalah 0,2435, sedangkan nomogram yang tersedia dari SPM adalah $B/L = 0,5$, maka perlu ada kajian lebih lanjut yang terkait dengan pengujian lapangan.

Kata Kunci: difraksi gelombang, SPM, *Spiral Cornu*

LATAR BELAKANG

Tinggi gelombang dalam kolam pelabuhan perlu dihitung, agar proses bongkar muat barang maupun turun naiknya penumpang atau kendaraan dapat berjalan dengan lancar dan aman. Perhitungan tinggi gelombang di dalam kolam dilakukan dengan menggunakan metoda difraksi gelombang. Difraksi gelombang merupakan pembelokan arah gelombang dan perubahan karakteristik gelombang akibat adanya perubahan kedalaman dan adanya struktur bangunan yang merintangi perambatan gelombang. Beberapa metoda untuk menghitung difraksi gelombang digunakan oleh para perencana pelabuhan. Namun sampai saat ini di Indonesia belum ada referensi yang menunjukkan metoda mana yang paling sesuai untuk digunakan di pelabuhan di Indonesia. Umumnya para perencana langsung menggunakan model numerik atau metoda SPM yang sudah sangat populer. Lain halnya dengan metoda *Spiral Cornu* berupa nomogram yang jarang digunakan.

Melihat kenyataan ini, maka perlu dilakukan upaya pencarian metoda mana yang sesuai dengan hasil pengukuran di laboratorium atau di lapangan, sehingga perencanaan struktur pelabuhan dan fasilitas pelabuhan lainnya dapat lebih tepat, aman, efisien, dan ekonomis.

Penelitian ini adalah lanjutan dari penelitian dengan topik yang sama, namun studi kasus di kolam pelabuhan Tanjung Priok. Perhitungan tinggi gelombang dalam kolam dengan 2 metoda dibandingkan dengan hasil pengukuran di lapangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metoda difraksi dari *US Army Corps of Engineers* memiliki simpangan yang lebih kecil daripada metoda *Spiral Cornu*, tetapi nilai penyimpangan untuk kedua metoda sangat tinggi, yaitu 89,9% dan 97,7%. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengkaji ulang kesesuaian metoda.

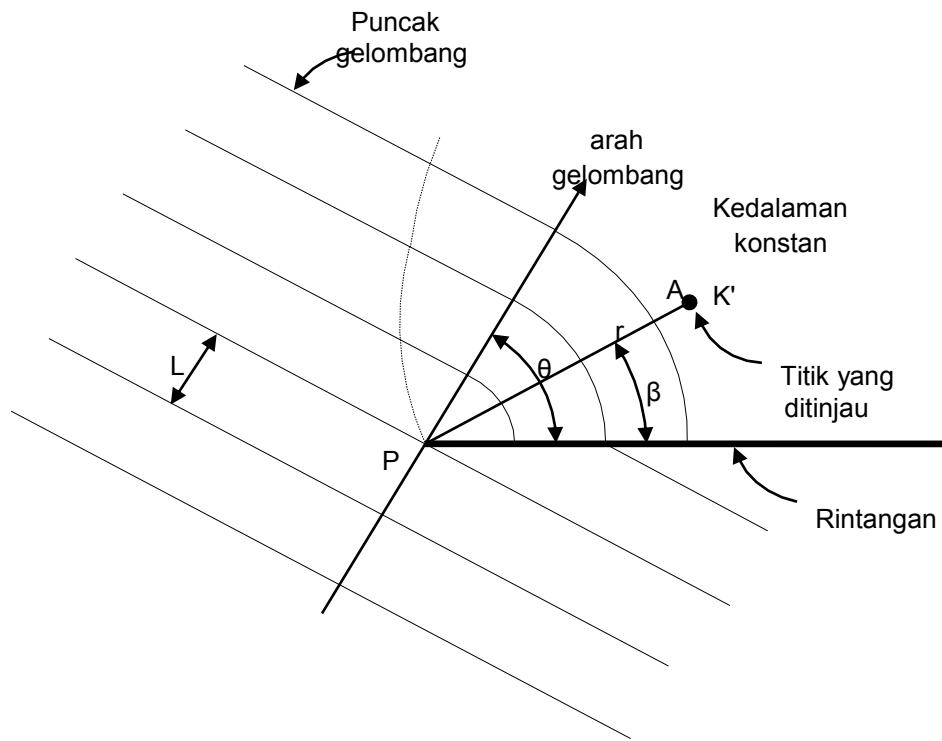
Memperhatikan uraian di atas, maka maksud penelitian ini adalah memberikan informasi tentang metoda yang paling sesuai untuk digunakan dalam penentuan difraksi gelombang. Dan tujuannya adalah untuk memberikan informasi kesesuaian atau sejauh mana penyimpangan yang terjadi antara hasil pengujian model fisik di laboratorium dengan hasil analisis perhitungan.

Difraksi Gelombang

Apabila gelombang datang terhalang oleh suatu rintangan seperti pemecah gelombang atau pulau, maka gelombang tersebut akan membelok di sekitar ujung awal rintangan dan masuk di daerah terlindung di belakangnya. Fenomena ini dikenal dengan difraksi gelombang. Dalam difraksi gelombang ini terjadi transfer energi dalam arah tegak lurus perambatan gelombang menuju daerah terlindung. Apabila tidak terjadi difraksi gelombang, daerah di belakang rintangan akan tenang. Tetapi karena adanya proses difraksi, maka daerah tersebut terpengaruh oleh gelombang datang. Transfer energi ke daerah terlindung menyebabkan terbentuknya gelombang di daerah tersebut, meskipun tidak sebesar gelombang di luar daerah terlindung. Garis puncak gelombang di belakang rintangan mempunyai bentuk busur lingkaran. Dianggap bahwa kedalaman air adalah konstan. Apabila tidak, maka selain difraksi juga terjadi refraksi gelombang. Biasanya tinggi gelombang berkurang di sepanjang puncak gelombang menuju daerah terlindung (Triatmodjo, 1996).

Pada rintangan (pemecah gelombang/*breakwater*) tunggal, tinggi gelombang di suatu tempat di daerah terlindung tergantung pada jarak titik tersebut terhadap ujung rintangan r , sudut antara rintangan dan garis yang menghubungkan titik tersebut dengan ujung rintangan β , dan sudut antara arah perambatan gelombang dan rintangan θ (Gambar 1).

Perbandingan antara tinggi gelombang di titik yang terletak di daerah terlindung (H_A) dan tinggi gelombang datang (H_p) disebut koefisien difraksi K' .



Gambar 1. Difraksi gelombang di belakang rintangan [Triatmodjo, 1996].

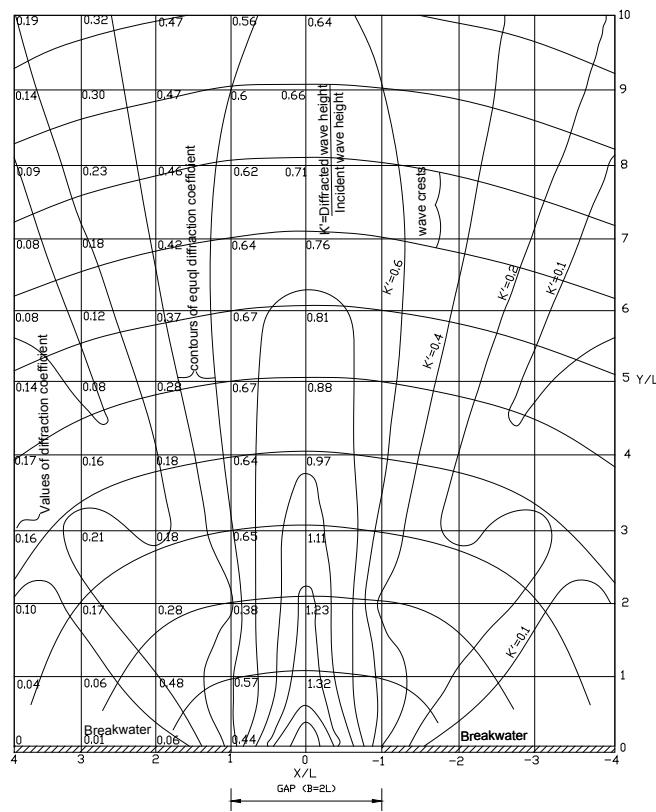
Dimana K' merupakan fungsi dari θ , β , dan r/L , kemudian A adalah titik yang ditinjau di belakang rintangan dan P adalah ujung pemecah gelombang. Nilai K' untuk θ , β , r/L tertentu diberikan dalam tabel oleh Wiegel, dalam Sorensen, 1978.

Apabila terdapat dua pemecah gelombang dengan celah bukaan di antaranya, maka untuk menentukan koefisien difraksi digunakan grafik yang dikembangkan oleh Johnson (1952, 1953; dalam Wiegel, 1964).

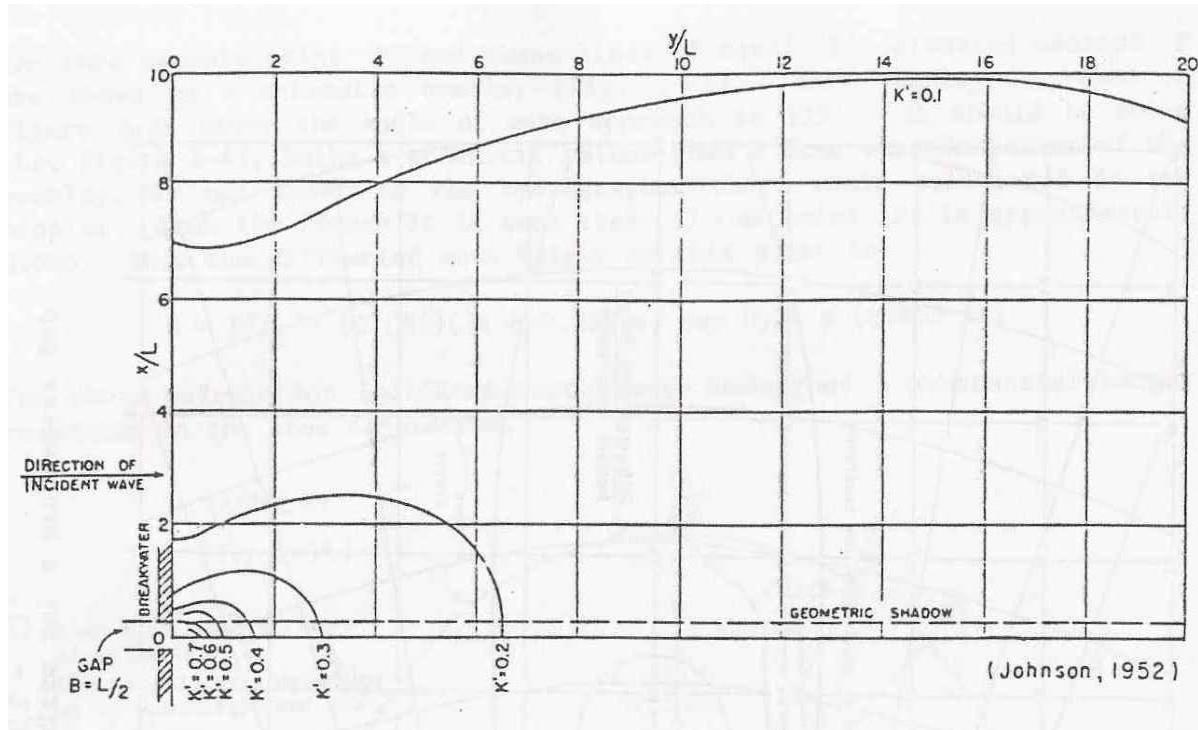
Koefisien difraksi (K') dapat ditentukan dengan beberapa metoda, antara lain metoda *US Army Corps of Engineers* dan metoda *Spiral Cornu*.

Metoda Difraksi *US Army Corps of Engineers*

US Army Corps of Engineers melakukan pengembangan terhadap grafik yang telah dibuat oleh Johnson, sehingga dihasilkan nomogram-nomogram untuk mendapatkan nilai K' berdasarkan arah gelombang datang. Sebagai contoh salah satu nomogram untuk penentuan koefisien difraksi bagi pemecah gelombang/*breakwater* yang memiliki rasio antara lebar celah B dan panjang gelombang L , yaitu $B/L = 2$ dan arah gelombang datang tegak lurus sisi pemecah gelombang ($\theta = 90^\circ$) ditunjukkan pada Gambar 2 serta untuk $B/L = 0,5$ ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 2. Grafik difraksi melalui celah ($B/L = 2$) [SPM volume 1,1984]

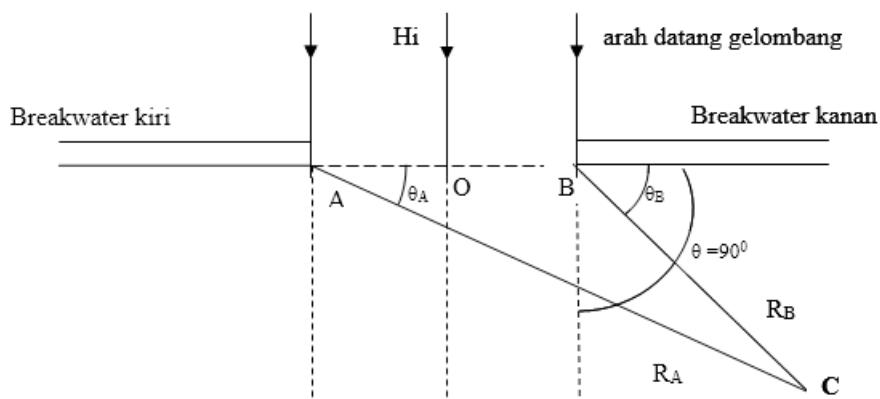


Gambar 3. Diagram Difraksi Melalui Celah ($B/L = 0,5$) dengan Arah Gelombang Datang Tegak Lurus Terhadap *Breakwater*.

Apabila lebar celah sama dengan lima kali panjang gelombang atau lebih, maka difraksi oleh kedua ujung pemecah gelombang tidak saling mempengaruhi. Sehingga teori difraksi untuk pemecah gelombang tunggal dapat digunakan untuk kedua sisi. Dalam grafik-grafik atau nomogram yang diberikan, sumbu absis dan ordinat serta lebar celah dinyatakan dalam besaran tak berdimensi yaitu x/L , y/L , dan B/L .

Metoda Difraksi *Spiral Cornu*

Penentuan koefisien difraksi (K') dengan Metoda Difraksi *Spiral Cornu* juga menggunakan nomogram/diagram, dimana dengan melihat pada Gambar 4, tampak gelombang melewati suatu celah *breakwater* (pemecah gelombang) dengan tinggi gelombang datang H_i dan arah datang gelombang tertentu.



Gambar 4. Skema Parameter dalam metoda *Spiral Cornu*

Keterangan gambar :

R_A dan R_B = garis penghubung titik A dan B ke titik tinjau C

Titik A dan B = ujung *breakwater*/dengan panjang tak hingga (~)

Titik C = titik yang ditinjau

Sudut θ = sudut yang terbentuk antara arah datang gelombang dengan *breakwater*

Sudut θ_A = sudut antara garis R_A dan posisi celah sejajar *breakwater*

Sudut θ_B = sudut antara garis R_B dan *breakwater*

Beberapa parameter perlu ditentukan terlebih dahulu dengan rumus sebagai berikut:

$$\rho_A = \sqrt{\frac{8R_A}{L}} \sin\left(\frac{\theta - \theta_A}{2}\right) \text{ dan } \rho_B = \sqrt{\frac{8R_B}{L}} \sin\left(\frac{\theta - \theta_B}{2}\right) \quad (2)$$

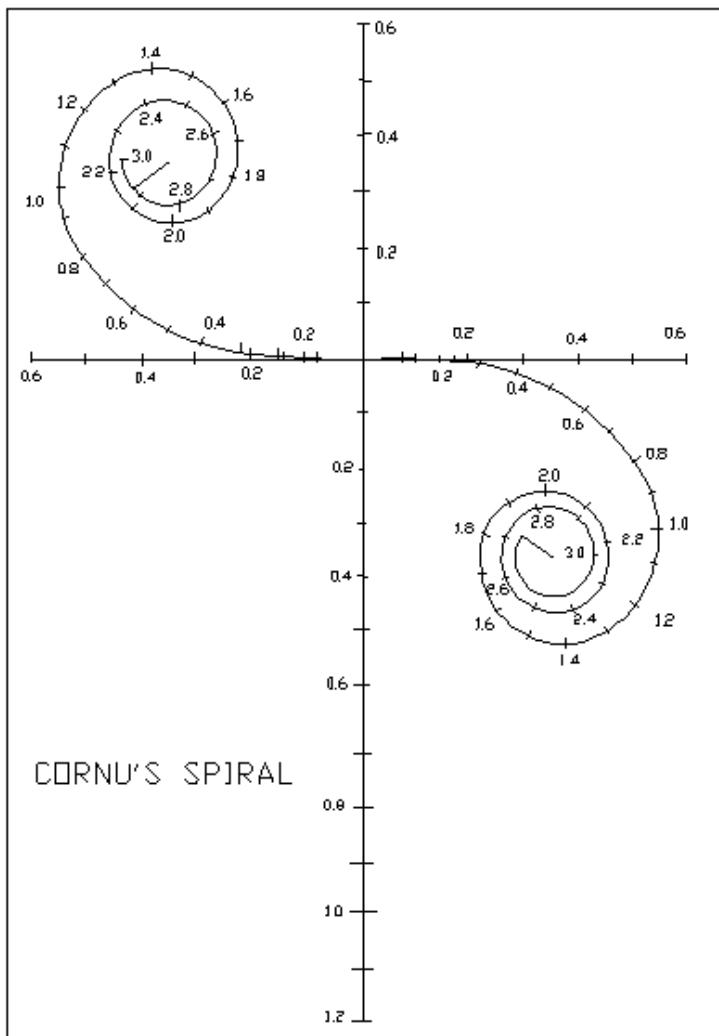
dengan :

L = panjang gelombang (m),

ρ_A dan ρ_B = parameter spiral cornu.

Setelah mendapat nilai ρ_A dan ρ_B , kedua nilai tersebut diplot pada grafik spiral cornu. Jarak antara kedua titik hasil pengeplotan selanjutnya diukur dan diterapkan

pada skala vertikal grafik tersebut, sehingga didapat nilai koefisien difraksi (K'). Grafik spiral cornu ditampilkan pada Gambar 5.



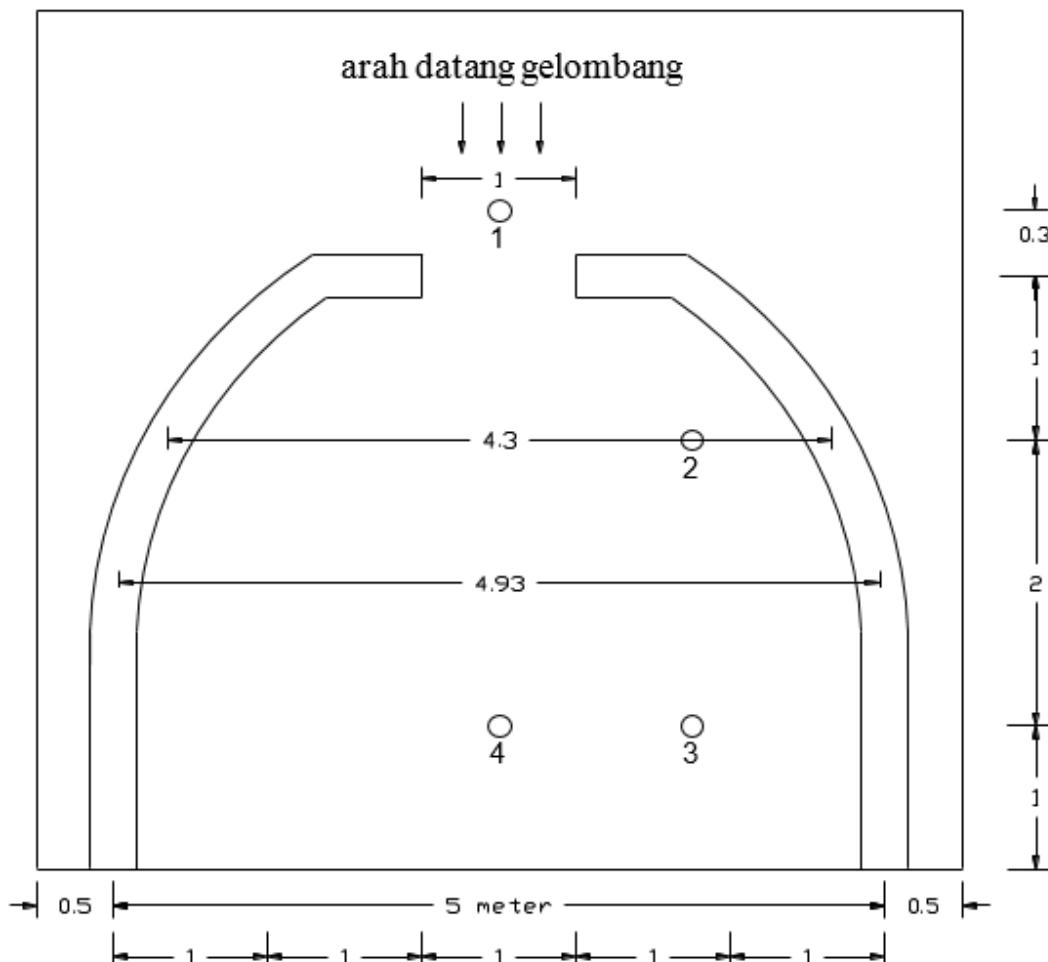
Gambar 5. Grafik *Spiral Cornu*.

METODOLOGI STUDI

Metoda yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi literatur, pengukuran di laboratorium, analisis perhitungan dengan dua metoda, perbandingan hasil pengukuran model fisik dengan hasil perhitungan, dan menganalisis metoda mana yang hasil perhitungannya paling mendekati hasil pengukuran di laboratorium.

Model fisik berupa kolam pelabuhan yang diapit dua buah *breakwater* tegak lurus pantai dan membentuk mulut pada ujungnya. Model fisik menggunakan skala 1:10. Pada model diambil lebar mulut pelabuhan 1 meter dan kedalaman air di mulut pelabuhan (ds) sebesar 45 cm, artinya pada prototip lebar mulut = 10 m dan kedalaman air (ds) = 450 cm. Arah gelombang datang tegak lurus terhadap mulut pelabuhan.

Pengukuran fluktuasi muka air dilakukan untuk 4 titik pada model, yaitu titik 1 sebagai gelombang datang, dan titik 2,3, dan 4 sebagai hasil difraksi gelombang, seperti pada Gambar 5.



Gambar 6. Posisi Titik Pengamatan

HASIL STUDI DAN PEMBAHASAN

Rata-rata tinggi gelombang yang datang dan terukur di mulut model pelabuhan (H_m) sebesar 4,92 cm atau 49,2 cm pada prototip (H_p) dengan rata-rata periode gelombang di model (T_m) adalah 2,099 detik atau 6,64 detik pada prototip (T_p).

Tinggi gelombang dalam kolam hasil pengukuran (skala prototip) serta hasil perhitungan dua metoda dibandingkan, dan dihitung persentase penyimpangan yang terjadi, yang disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan Tinggi Gelombang dan Persentase Penyimpangan

Titik Pengamatan	Tinggi Gelombang Hasil Pengukuran di Laboratorium	Metoda SPM		Metoda <i>Spiral Cornu</i>	
		Hasil Perhitungan	Persentase Penyimpangan	Hasil Perhitungan	Persentase Penyimpangan
2	16,85 cm	26,076 cm	54,75 %	14,76 cm	12,4 %
3	9,89 cm	25,092 cm	153,71 %	12,79 cm	29,32 %
4	10,62 cm	29,028 cm	173,3 %	15,25 cm	43,6 %
Rata-rata Persentase Penyimpangan		127,25%		-	28,44%.

Hasil rata-rata pada Tabel 1 terlihat tinggi gelombang pada titik pengamatan 4 lebih besar daripada di titik 3, hal ini terjadi karena gelombang datang secara langsung mengenai lokasi titik 4, atau dengan kata lain titik 4 tidak terlindungi. Sedangkan pada titik 2, tinggi gelombang besar dikarenakan jaraknya yang dekat terhadap gelombang datang. Efek difraksi secara signifikan tampak pada data di titik 3.

Mengacu pada nilai rata-rata penyimpangan di atas dapat dilihat bahwa persentase penyimpangan yang terjadi jika menggunakan metode difraksi *Spiral Cornu* (28,44%) jauh lebih kecil dibandingkan jika menggunakan metode difraksi dari *US Army Corps of Engineers* (127,25%). Hal ini bertolak-belakang dengan hasil penelitian terdahulu yang menggunakan studi kasus di kolam pelabuhan, dimana justru penyimpangan yang lebih kecil adalah metoda difraksi dari *US Army Corps of Engineers*. Untuk itu perlu kajian ulang terhadap pengukuran di lapangan dengan penggunaan tinggi gelombang datang yang lebih valid.

Selain itu perbedaan hasil ini antara lain dapat disebabkan oleh adanya perbedaan rasio antara lebar mulut dan panjang gelombang (B/L) pada model fisik, yaitu $B/L = 0,2435$, sedangkan nomogram SPM yang digunakan adalah untuk $B/L = 0,5$. Oleh karena itu perlu kajian lebih lanjut atau dilakukan pemodelan fisik ulang, dimana rasio sesuai dengan nomogram yang tersedia dari metoda SPM untuk difraksi gelombang melewati celah *breakwater*, yaitu $B/L = 0,5 ; 1 ; 1,41 ; 1,64 ; 1,78 ; 2 ; 2,50 ; 2,95 ; 3,82 ;$ dan 5.

KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

Kesimpulan

- 1) Proses difraksi terlihat dengan jelas, dimana tinggi gelombang yang datang (49,5 cm) pada pengukuran di laboratorium berkurang menjadi 16,85 cm (titik 2), 10,62 cm (titik 4), dan 9,89 cm (titik 3). Variasi ketiga titik tersebut cukup besar perbedaannya, sementara hasil perhitungan dari kedua metoda masing-masing menampilkan angka yang tidak jauh berbeda.
- 2) Dilihat dari rata-rata penyimpangan yang terjadi, maka hasil perhitungan dengan menggunakan metoda *Spiral Cornu* untuk sementara lebih dapat mewakili hasil pengukuran, bila dibandingkan dengan metoda SPM.

Rekomendasi

Disarankan pemodelan fisik dilakukan untuk rasio B/L yang sesuai dengan nomogram metoda SPM yang tersedia, sehingga pengambilan kesimpulan untuk perbandingan 2 metoda terhadap model fisik dapat lebih berdasar.

Selain itu perhitungan dengan pemodelan numerik berupa software-software yang umum untuk proses refraksi dan difraksi juga dapat dilakukan untuk pengujian kesesuaian metoda, sehingga dapat memberi gambaran yang lebih tepat dalam penggunaan metoda difraksi gelombang di Indonesia.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Sdri. Listya Nirmalasari, S.T. dan Sdr. Taryani yang telah membantu pelaksanaan penelitian ini.

REFERENSI

- Bambang Triatmodjo, 1996, Pelabuhan, halaman 75-77, Beta Offset, Yogyakarta.
- Herbich, J.B., 1999, *Handbook of Coastal Engineering*, Mc. Graw Hill, USA.
- Sorensen, R.M., 1978, *Basic Coastal Engineering*, John Wiley and Sons, New York.
- Coastal Engineering Research Centre,, 1984, *Shore Protection Manual*, US. Army Corps of Engineers, Washington.
- Wiegel, R. L., 1964, *Oceanographical Engineering*, Prentice Hall, Englewoods Cliffs, N.J.
- Yati Muliati, 2009, Perbandingan Perhitungan Difraksi Gelombang Metoda *US Army Corps of Engineers* dan Metoda *Spiral Cornu* (Studi Kasus Kolam Pelabuhan Tanjung Priok, Jakarta, Laporan Penelitian Institut Teknologi Nasional, Bandung.