

14.622/H/02

TUGAS AKHIR

ANALISA STRUKTUR TERUMBU KARANG BUATAN (Artificial Coral Reefs) SEBAGAI SUBMERGED BREAKWATER PADA PANTAI PASIR PUTIH SITUBONDO



RSKE
627.24
Per
2-1
2001

Oleh :

NAWANG SRI PERTIWI
NRP. 4396 100 007

JURUSAN TEKNIK KELAUTAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA

2001

PERPUSTAKAAN

I T S

Tgl. Terima	31-12-2001
Terima Dari	H
No. Agenda Prp.	21-4765

**ANALISA STRUKTUR TERUMBU KARANG BUATAN
(Artificial Coral Reefs)
SEBAGAI SUBMERGED BREAKWATER
PADA PANTAI PASIR PUTIH SITUBONDO**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan
Untuk Menyelesaikan Studi
Program Sarjana Teknik
Pada
Jurusan Teknik Kelautan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya**

Mengetahui / Menyetujui,

Dosen Pembimbing II


Kriyo Sambodo, ST
NIP. 132 231 071

Dosen Pembimbing I


Dr.Ir. Wahyudi, MSc
NIP. 131 842 502

**S U R A B A Y A
2000**



LEMBAR KONSULTASI TUGAS AKHIR

NAMA MHS : NAWANG SRI PERTIWI
NRP : 4396 100 007
DOSEN PEMBIMBING : Dr. Ir. WAHYUDI, MSc
NIP : 131 842 502
TUGAS DIMULAI :
TUGAS DISELESAIKAN: Agustus 2001
JUDUL TUGAS AKHIR: ANALISA STRUKTUR TERUMBU KARANG BUATAN (ARTIFICIAL CORAL REEFS) SEBAGAI SUBMERGED BREAKWATER PADA PANTAI PASIR PUTIH SITUBONDO

Tanggal	Konsultasi Mengenai	TTD Dosen
8 / 4 / 01	Revisi Bab I, II, III	W
8 / 5 / 01	Bab IV	W
15 / 5 / 01	Bab V	W
20 / 6 / 01	Bab VI	W
20 / 07 / 01	Revisi Bab VII, VIII	W
31 / 07 / 01	Revisi	W
6 / 08 / 01	Revisi	W

CAT: Lembar konsulasi ini harus ditunjukkan pada saat ujian Tugas Akhir



LEMBAR KONSULTASI TUGAS AKHIR

NAMA MHS : NAWANG SRI PERTIWI
NRP : 4396 100 007
DOSEN PEMBIMBING : Kriyo Sambodo, ST
NIP : 132 231 071
TUGAS DIMULAI :
TUGAS DISELESAIKAN: Agustus 2001
JUDUL TUGAS AKHIR : ANALISA STRUKTUR TERUMBU KARANG BUATAN (ARTIFICIAL CORAL REEFS) SEBAGAI SUBMERGED BREAKWATER
PADA PANTAI PASIR PUTIH SITUBONDO

Tanggal	Konsultasi Mengenai	TTD Dosen
15 / 04	C. BAB I B. BAB II III. BAB III	elut
17 / 05 /	Bab IV	elut
25 / 05 /	Bab V	elut
4 / 06 / 01	Bab VI	elut
10 / 07	Revisi Bab 5, 6	elut
28 / 07 / 01	Revisi	elut
04 / 08 /	Revisi	elut

CAT: Lembar konsulasi ini harus ditunjukkan pada saat ujian Tugas Akhir

ABSTRAK

Pantai yang diperuntukan untuk tujuan wisata pada umumnya menggunakan bangunan pelindung pantai berambang rendah (*submerged breakwater*). Dalam hal ini dapat menggunakan terumbu karang buatan (*Artificial Coral Reef*) yang tidak hanya berfungsi untuk proses perbaikan karang yang telah rusak dan tujuan ekonomis lainnya, tetapi dapat juga sebagai pereduksi gelombang sehingga dapat mengurangi proses kerusakan akibat gaya gelombang. Penempatan unit-unit terumbu karang buatan beberapa waktu lalu di Pantai Pasir Putih Situbondo hampir semuanya memenuhi syarat kestabilan yaitu berat benda yang sesuai dengan syarat kesetimbangan (*sesuai rumus*) harus lebih kecil bila dibandingkan dengan berat benda aslinya (W'), sehingga diharapkan terumbu-terumbu tersebut tidak berpindah tempat. Tetapi bila dilihat dari kemampuan mereduksi gelombang ternyata tidak mempunyai pengaruh yang significant. Hal ini dikarenakan terumbu yang terpasang mempunyai rata-rata tinggi 0.85 meter maka gelombang yang menjalar diatasnya juga tidak banyak mengalami perubahan karakteristik jika dibandingkan tidak ada terumbu buatan. Penyebabnya karena semakin tinggi air di atas puncak semakin besar gelombang yang dilewatkan karena energi tertahan semakin kecil. Bila dengan jumlah unit-unit yang **sama** pada pemasangan sebelumnya diusahakan dapat **mereduksi tinggi gelombang yang cukup signifikan** tetapi **tetap memperhatikan nilai kestabilan**, salah satu cara yang dapat dilakukan adalah dengan merubah tinggi terumbu. Dari rata-rata tinggi terumbu yang direncanakan yaitu 3 meter, 2 meter dan 1.5 meter maka direkomendasikan rata-rata tinggi terumbu buatan 3 meter yang mempunyai kemampuan untuk mengurangi tinggi gelombang paling besar yaitu 75.17%.

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr. Wb

Puji syukur alhamdullilah kami panjatkan kepada Allah SWT, Yang Maha Pengasih dan Penyayang, atas segala Rahmat dan Hidayah-Nya telah membimbing, memberi cahaya dan petunjuk, memberi kekuatan lahir dan batin, kekuatan berfikir, sehingga Penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul ***Analisa Struktur Terumbu Karang Buatan Sebagai Submerged Breakwater Pada Pantai Pasir Puth Situbondo.***

Tugas Akhir ini dikerjakan guna memenuhi salah satu persyaratan dalam menyelesaikan studi kesarjanaan srata 1 (S-1) di Jurusan Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS-Surabaya).

Dengan segala keterbatasan yang ada, Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna. Untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran guna mencapai kesempurnaan dan kebaikannya. Dan akhir kata semoga karya ini berguna bagi yang membutuhkan.

Surabaya, Agustus 2001

Penulis,

Nawang Sri Pertiwi

UCAPAN TERIMAKASIH

Dengan selesainya penulisan Tugas Akhir ini, penulis ingin menyampaikan rasa terima-kasih yang setulus-tulusnya kepada semua pihak yang telah membantu dan berperan baik secara langsung maupun tidak langsung, kepada :

1. *Bapak dan Ibu* atas segala do'a, pengorbanan dan kasih sayang yang telah diberikan.
2. Orang-orang Bratang dan Rungkut yang banyak ikut membantu. *Iis, Lita, Winda*, trimakasih yach komputernya boleh dibawa pulang. *Mbak Mei, Mas Budi, Mbah*, tuntunan do'anya manjur lho. *Ita*, suwun diewangi bolak-balik photocopy. *Mas Dayun, Mas Adjie*, dan saudara-saudaraku yang lain, trima kasih atas dukungannya.
3. Dr.Ir.*Wahyudi*, MSc sebagai Dosen Pembimbing I sekaligus Sekretaris Jurusan dan *Kriyo Sambodo*, ST sebagai Dosen Pembimbing II, terima kasih telah memberi dorongan dan semangat.
4. Ketua Jurusan Teknik Kelautan yaitu Dr.Ir. *Paulus Indiyono*, MSc
5. Bapak *Tarigan* yang memberikan ide awal dan Pak *Daniel* yang juga memberikan masukan judul yang lain tapi maaf.. nggak jadi dipakai.
6. *Mas Lukman*, selama 4 tahun ini sudah banyak membantu aku untuk bisa berubah, dan trima kasih mau berkorban segalanya.
7. Buat temen-temen angkatan' 96, *Hafidz* trims pinjaman komputernya... lumayan bisa ngirit waktu, *Rumanto*...sorry TA yang kemarin terpaksa ganti judul, nggak nyesel ngajari khan ?? *Heni + Ali* (ternyata kita ke Yojya kemarin ngaak sia-sia), *Cerci, Meisi, Rizal + Iis* (trima kasih bantuan laporan KP-nya), *Ristia* (nggak belajar motor lagi...), *Trisna, Inoz, Murman, Yogi, Uton* dan yang temen-temen angkatan lainnya cepet lulus yach!!
8. Juga adik-adik angkatan bawah, *Nurin, Wiwin* (suwun KP-ne dibarengi)
9. *Giri* dan Siklus terutama *Mas Itenk*, trima kasih printernya.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR	iv
UCAPAN TERIMA KASIH	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR NOTASI	ix
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	I-1
1.2. Perumusan Masalah	I-4
1.3. Tujuan	I-4
1.3. Manfaat	I-4
1.4. Batasan Masalah	I-5
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	
2.1. Tinjauan Pustaka	II-1
2.2. Landasan Teori	II-5
2.2.1. Karakteristik Gelombang Laut	II-5
2.2.2. Klasifikasi Gelombang	II-6
2.2.3. Energi Dan Tenaga Gelombang	II-7
2.2.4. Terumbu Sebagai Peredam Energi gelombang	II-10
2.2.5. Pemecah Gelombang Ambang Rendah	II-14
2.2.6. Transformasi Gelombang	II-18
2.2.6.1. Refleksi Gelombang	II-19
2.2.6.2. Pendangkalan Gelombang	II-22
2.2.6.3. Gelombang Pecah	II-24
2.2.6.4. Transmisi Gelombang	II-26
2.2.6.5. Defraksi Gelombang	II-31

2.2.7. Artificial coral Reef	II-32
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN	
3.1. Peninjauan Lapangan	III-2
3.2. Pengumpulan Data	III-2
3.3. Peramalan Gelombang	III-3
3.4. Analisa-Analisa	III-3
BAB IV. ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN	
4.1. Kondisi Umum	IV-1
4.1.1. Keadaan Lingkungan	IV-1
4.1.2. Kondisi Pantai Pasir Putih dan Terumbu Karang	IV-2
4.2. Analisa Kondisi Oseanografi	IV-4
4.2.1. Data pasang Surut	IV-4
4.2.2. Data arus	IV-9
4.2.3. Data Angin	IV-11
4.3. Pembangkitan gelombang	IV-13
4.3.1. Peramalan gelombang di laut dalam	IV-15
4.3.2. Pembangkitan gelombang dari arah angin Barat	IV-19
4.3.3. Pembangkitan gelombang dari arah angin Barat Laut	IV-21
4.3.4. Pembangkitan gelombang dari arah angin Utara	IV-22
4.3.5. Pembangkitan gelombang dari arah angin Timur Laut	IV-24
4.4. Klasifikasi Gelombang Menurut Kedalaman Relatif	IV-25
4.5. Transformasi Gelombang yang Menuju Pantai	IV-27
4.6. Analisa Perhitungan Perubahan Garis Pantai	IV-28
BAB V. ANALISA STRUKTUR TERUMBU BUATAN (ARTIFICIAL CORAL REEFS)	
5.1. Pemilihan Material Penyusun	V-1

5.2. Perhitungan Dimensi dan Stabilitas Terumbu Buatan	V-3
5.3. Transformasi Gelombang	V-7
5.4. Perubahan Energi Gelombang	V-8

BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan	VI-1
6.2. Saran	VI-2

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Peta Lokasi	I-6
Gambar 2.1. Sket difinisi gelombang.	II-5
Gambar 2.2. Penurunan energi gelombang	II-7
Gambar 2.3. Pemecah gelombang terumbu stabil dinamis	II-15
Gambar 2.4. Pemecah gelombang terumbu statis dengan puncak di atas SWL	II-16
Gambar 2.5. Submerged breakwater	II-18
Gambar 2.6. Gelombang berdiri sempurna	II-20
Gambar 2.7. Gelombang berdiri tidak sempurna	II-20
Gambar 2.8. Perbandingan besarnya koefisien refleksi	II-22
Gambar 2.9. Defraksi	II-32
Gambar 3.1. Diagram alir metodologi penelitian	III-1
Gambar 4.1. Tipe pasang surut	IV-5
Gambar 4.2. Palem rambu ukur.	IV-7
Gambar 4.3. Koreksi terhadap perbedaan temperatur di atas daratan dan laut	IV-16
Gambar 4.4. Koreksi terhadap pencatatan kecepatan angin di darat	IV-16
Gambar 4.5. Grafik hubungan antara Hs, Ts, U, Ua dan fetch efektif	IV-18
Gambar 4.7. Pembagian garis pantai dalam beberapa pias	IV-30
Gambar 4.8. Hubungan antara α_0 , α_b , α_l	IV-30
Gambar 4.9. Model Perubahan Garis Pantai Selama 1 tahun	IV-33
Gambar 4.10. Jumlah sedimen transpor dari pantai	IV-33
Gambar 5.1. Gaya-gaya yang bekerja pada struktur	V-4
Gambar 5.2. Hubungan antara Kedalaman dan tinggi gelombang	V-8

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Perbandingan Antara Terumbu Karang dan Terumbu karang Buatan	II-35
Tabel 4.1. Komponen pasang-surut	IV-1
Tabel 4.3. Prosentase kejadian angin tahun 1980 – 1999	IV-12
Tabel 4.4. Perhitungan panjang fetch efektif dari arah angin Barat	IV-20
Tabel 4.5. Perhitungan fetch efektif dari arah angin Barat Laut	IV-21
Tabel 4.6. Perhitungan fetch efektif dari arah angin Utara	IV-23
Tabel 4.7. Perhitungan fetch efektif dari arah angin Timur Laut	IV-24
Tabel 4.8. Pembangkitan gelombang karena angin	IV-25
Tabel 4.9. Klasifikasi gelombang menurut kedalaman relatif	IV-25
Tabel 5.1. Keunggulan dan Kelebihan beberapa material	V-3
Tabel 5.2. Material yang dipakai	V-5

DAFTAR NOTASI

L	= panjang gelombang
d	= kedalaman air
H	= tinggi gelombang pada titik yang ditinjau
H_o	= tinggi gelombang di laut dalam
H_s	= tinggi gelombang signifikan
T_s	= periode gelombang signifikan
α_o	= sudut gelombang datang
K_s	= koefisien shoaling
C	= celerity gelombang
K_r	= koefisien koreksi
K_t	= koefisien transmisi
H_b	= tinggi gelombang pecah
d_b	= kedalaman gelombang pecah
m	= kemiringan dasar laut
g	= percepatan gravitasi
T	= periode gelombang
Y	= jarak antara garis pantai awal dengan garis referensi
Q_s	= transport sedimen sepanjang pantai
X	= absis searah pantai
U_{10}	= kecepatan angin pada ketinggian 10 m
U_z	= kecepatan angin pada ketinggian Z m
Z	= ketinggian pengukuran
R_T	= koreksi akibat adanya perbedaan temperatur udara dan air
R_L	= koreksi terhadap pencatatan angin di darat
F	= bilangan Formzahl
W	= berat benda
α	= sudut kemiringan lereng
ρ_w	= berat jenis air laut
Fr	= gaya gesekan

BAB I
PENDAHULUAN



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. LATAR BELAKANG

Daerah pantai merupakan daerah yang sangat spesifik karena daerah ini masih terpengaruh oleh aktifitas darat maupun laut. Sebagai batas antara daratan dan lautan, pantai tergolong daerah yang secara alamiah dalam keadaan seimbang dinamis yaitu keseimbangan yang ada pada pantai tidak pernah tetap. Proses dinamis ini akibat dari kombinasi berbagai gaya yang bekerja, antara lain gelombang, gerakan sedimen, angin, dan sebagainya.

Pantai dikatakan seimbang bila mempunyai anggaran sedimen yang seimbang. Artinya bila keadaan berjalan sebaliknya, maka akan terjadi pengambilan sedimen dari daerah sekitarnya dalam bentuk gerusan atau pengendapan sedimen di daerah tersebut. Oleh karena itu setiap usaha untuk memanfaatkan pantai sebagai sumber daya alamiah untuk suatu tujuan tata guna tertentu akan dihadapkan baik langsung maupun tak langsung dengan permasalahan menjaga keseimbangan tersebut.

Seringkali tidak dapat dihindarkan untuk mengubah tata pantai bagi kepentingan manusia. Kegiatan manusia telah banyak beranjak ke arah pantai seperti reklamasi untuk daerah pemukiman, daerah wisata, pembuatan tambak, dan lain-lain. Untuk mengatasi kerusakan pantai



akibat kegiatan-kegiatan tersebut, maka perlu studi kelakuan pantai terhadap pengaruh lingkungan sehingga dapat ditentukan system pengaman pantai yang paling efisien.

Untuk pantai yang berpotensi sebagai daerah wisata maka diperlukan adanya daerah pantai yang stabil (tidak tererosi) dan gelombang yang tidak terlalu besar. Untuk mengurangi energi gelombang di daerah yang dilindungi, pemecah gelombang merupakan salah satu alternatif yang bisa digunakan (Nizam, 1988). Tetapi konstruksi pelindung pantai seperti pemecah gelombang dengan bangunan yang menonjol di atas air dapat mengurangi keindahan pantai.

Oleh karena itu telah dipikirkan untuk merencanakan suatu konstruksi pemecah gelombang ambang rendah (*submerged breakwater*) yang merupakan tipe pemecah gelombang bawah air dengan puncak lebar. Konstruksi ini menirukan fungsi terumbu karang dalam meredam energi gelombang yang menuju ke pantai. Sehingga sekarang telah ada pemanfaatan terumbu karang buatan sebagai pengganti *submerged breakwater*, yang tidak hanya berfungsi sebagai pereduksi gelombang tetapi juga untuk proses perbaikan terumbu karang yang rusak..

Pasir putih merupakan daerah wisata yang memiliki pantai berpasir putih terletak di sebelah utara jalan raya yang menghubungkan Surabaya - Situbondo - Banyuwangi. Di lokasi Pasir Putih, terdapat empat (4) titik ekosistem terumbu karang yang dianggap cukup besar, yaitu: Batu Lawang, Teluk Pelita, Karang Mayit dan Kembang Sambi.



Namun karena berbagai faktor maka keberadaan terumbu karang tersebut telah banyak mengalami perubahan (LIPI dan Primus, 1996). Beberapa waktu yang lalu Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya (ITS) yang bekerja sama dengan pihak yang terkait telah melakukan pemasangan terumbu buatan di koordinat: S: $7^{\circ}43,288$; E $113^{\circ}48,070$, persis di sebelah utara restoran Papin, di sebelah timur lokasi terumbu karang Batu Lawang. Tujuan utama penempatan terumbu buatan tersebut adalah :

- a. Untuk mempercepat proses restorasi dan rehabilitasi pada terumbu karang yang rusak.
- b. Untuk meningkatkan aktivitas koloni (sponges, corals, anemones, algae, dan jenis-jenis invertebrata yang lain) di sekitar coral reefs.
- c. Untuk meningkatkan produksi dan keanekaragaman jumlah jenis ikan.
- d. Menyiapkan pantai dan laut agar dapat digunakan sebagai pusat rekreasi; snorkeling, diving, dan memancing.
- e. Mensosialisasikan pantai dan laut sebagai pusat rekreasi yang terjangkau.
- f. Memfasilitasi rakyat agar memiliki kesadaran dan kecintaan terhadap laut.
- g. Mengetahui jenis artificial coral reefs yang cocok untuk perairan Indonesia, untuk berbagai keperluan.

Dalam Tugas Akhir ini, penulis akan mencoba melakukan analisa terhadap struktur terumbu buatan yang telah dipasang di Pantai Pasir Putih Situbondo tersebut dikaitkan dengan aspek hidrodinamis tetapi



tidak meninjau hal-hal yang bersifat ekologis yaitu dalam hal ini pengaruh terumbu buatan dengan sumber daya hayati.

1.2. PERUMUSAN MASALAH

Perumusan masalah yang membutuhkan penyelesaian ini berkaitan dengan :

- a. Bagaimanakah kestabilan terumbu karang buatan yang telah dipasang (*artificial coral reef*) tersebut ditinjau dari gaya-gaya hidrodinamis yang bekerja.
- b. Pengaruh apakah yang ditimbulkan oleh terumbu karang buatan tersebut sebagai *submerged breakwater*.

1.2. TUJUAN

Pengerjaan tugas akhir ini diharapkan dapat mencapai beberapa tujuan antara lain:

- a. Dapat mengetahui nilai kestabilan dari terumbu buatan yang telah terpasang .
- b. Mengetahui pengaruh penempatan terumbu buatan terhadap pantai ditinjau dari aspek hidrodinamis.

1.3. MANFAAT

Manfaat yang dapat dipetik dari penulisan ini yaitu :

- a. Dengan mengetahui nilai kestabilan dari terumbu buatan tersebut maka diharapkan pada pembuatan selanjutnya dapat direncanakan suatu terumbu yang lebih stabil dari sebelumnya.



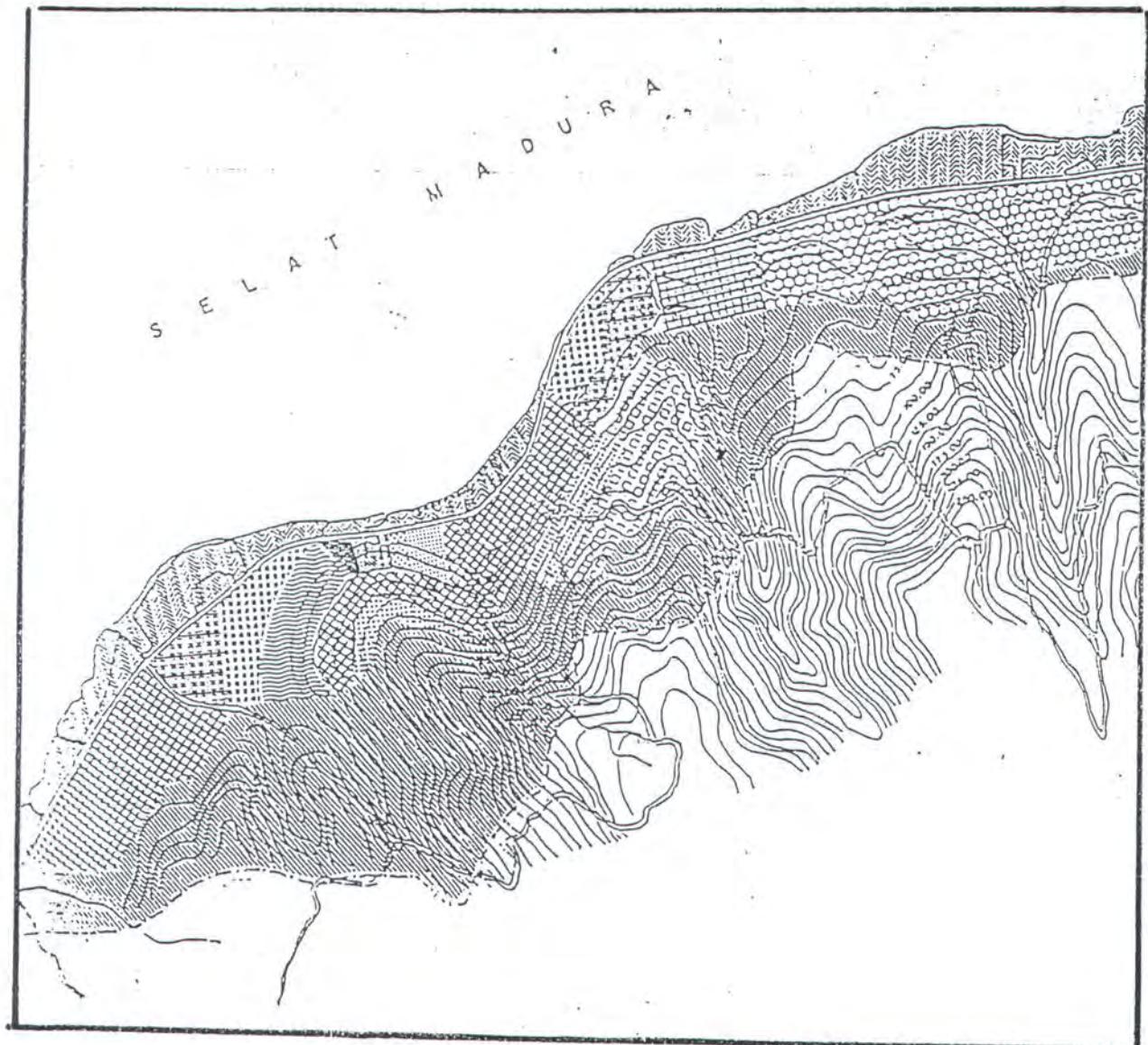
- b. Dari pengaruh yang ditimbulkan tersebut sekiranya dapat dijadikan bahan pertimbangan bagi pihak-pihak yang ingin mengembangkan pantai ini sebagai daerah wisata.

1.5. BATASAN MASALAH

Pembatasan masalah bertujuan untuk memudahkan penyelesaian tugas akhir ini tanpa mengurangi bobot penelitian yang dilakukan.

Batasan masalah tersebut adalah :

- a. Tidak menggunakan penurunan rumus dalam perhitungannya.
- b. Dampak terumbu buatan hanya dilihat berdasarkan fungsi hidrodinamisnya dan tidak melihat kepada fungsi ekologis (sumber daya hayati).
- c. Dasar laut dianggap lurus dan pararel.
- d. Data yang digunakan adalah data sekunder.
- e. Dalam menganalisa nilai kestabilan terumbu buatan, dianggap struktur dipasang sempurna di dalam laut.
- f. Rangkaian dalam satu unit terdiri dari material yang sama.



Gambar 1.1. Peta Lokasi Penempatan Terumbu Buatan (ITS, 2000)

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1. TINJAUAN PUSTAKA

Pada pantai berpasir di daerah tropis yang memenuhi syarat sebagai pembentukan karang, perlindungan pantai terjadi secara alami dengan tumbuhnya terumbu karang di depan garis pantai. Terumbu tersebut berfungsi memecahkan energi gelombang yang merusak pantai melalui proses gelombang pecah. Selain itu adanya bukit pasir (*sand dunes*) yang merupakan cadangan pasir dan berfungsi sebagai tembok laut pada pantai berpasir (Trisna , 2000)

Pada kondisi pantai berlumpur, perlindungan pantai dengan tersedianya tumbuhan-tumbuhan pantai seperti pohon bakau, pohon api-api atau pohon nipah. Tumbuhan pantai ini akan memecahkan energi gelombang dan memacu pertumbuhan pantai. Gerakan air yang lambat diantara akar-akar pohon tersebut dapat mendukung proses pengendapan dan merupakan tempat yang baik untuk berkembangbiaknya kehidupan laut (Cahyono, 1999)

Apabila perlindungan pantai secara alamiah sudah tidak ada lagi, atau sudah tidak efektif, dapat dibuat perlindungan pantai secara buatan. Terdapat lima pendekatan dalam merencanakan perlindungan pantai buatan (Yuwono, 1993), yaitu dengan :



1. Mengurangi laju angkutan sedimen sejajar pantai (misalnya bangunan groin) sehingga didapat keseimbangan antara suplay dan kebutuhan.
2. Mengurangi energi gelombang yang mengenai pantai, misalkan dengan bangunan pemecah gelombang
3. Memperkuat tebing pantai sehingga tahan terhadap gempuran gelombang, misalnya bangunan *revetment*
4. Menambah suplai sediment ke pantai
5. Melakukan penghijauan daerah pantai.

Terumbu karang buatan (*artificial coral reef*) dapat digunakan sebagai salah satu alternatif bangunan pelindung pantai terhadap erosi dengan mempertimbangkan wawasan lingkungan. Terumbu buatan ini merupakan bangunan pemecah gelombang bawah air dengan puncak lebar yang diharapkan dapat berfungsi seperti terumbu karang dalam meredam energi gelombang. Bangunan phisik yang menyerupai konstruksi terumbu karang buatan adalah pemecah gelombang bawah air (*submerged breakwater*).

Sebagai teknologi yang baru, penelitian penelitian mengenai terumbu buatan belum banyak dilakukan. DPMA (1978), penelitian yang dihasilkan menunjukkan bahwa terumbu karang dapat meredam energi gelombang yang menuju pantai menjadi lebih kecil. Nizam (1987), melakukan penelitian pemecah gelombang bawah air berpori dengan menggunakan model skala kecil yang fungsinya sama dengan terumbu karang dalam meredam energi gelombang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengurangan energi tinggi gelombang oleh



pemecah gelombang bawah air merupakan fungsi dari lebar puncak dan periode tinggi gelombang datang.

JICA (1989), melakukan pengukuran tinggi gelombang diatas daratan terumbu karang untuk keperluan konservasi pantai di Bali dan didapatkan bahwa tinggi gelombang di atas daratan terumbu karang lebih kecil daripada gelombang datang. Gourlay (1993), melakukan percobaan di laboratorium untuk mengukur transformasi gelombang yang melewati terumbu karang, dengan data-data lapangan pulau Hayman (termasuk dalam grup kepulauan Whisunday, sebelah Utara Queensland). Sila Dharma (1994), mengadakan penelitian terumbu buatan dengan model dua dimensi pada kedalaman air transisi ($0,053 \leq h/L \leq 0,292$).

Van der Meer (1994), menyebutkan beberapa penelitian tentang pemecah gelombang ambang rendah yang pernah dilakukan, yaitu :

- a. Seelig (1980), mengukur transmisi gelombang pada sejumlah besar potongan=potongan melintang struktur pemecah gelombang ambang rendah dengan gelombang periodik dan gelombang acak.
- b. Powel dan Allop (1985), meneliti unjuk kerja dari pemecah gelombang ambang rendah untuk struktur di atas SWL, termasuk transimisi gelombangnya.
- c. Daemrich dan Kahle (1985), penelitian mereka tentang transmisi gelombang pada struktur pemecah gelombang ambang rendah
- d. Giver dan Sorensen (1986), melakukan pengujian tentang stabilitas pemecah gelombang bawah air (*submerged breakwater*) dengan gelombang periodik.



- e. Ahrens (1987), melakukan penelitian tentang stabilitas struktur dan transmisi gelombang pada pemecah gelombang tipe terumbu (*reef-type breakwater*).
- f. Daemen (1991), meneliti transmisi gelombang pada pemecah gelombang ambang rendah statis (*statically stable structure*) dengan puncak struktur sekitas *SWL*.

Mundra (1995), mengkaji stabilitas statis terumbu buatan yang dititikberatkan pada pengamatan zonasi daerah kerusakan untuk mendapatkan koefien kerusakan struktur. Ternyata zona yang paling kritis adalah zona peralihan antara sisi miring dan datar, karena zona ini amat terpengaruh oleh *run-up* dan *run-down* gelombang yang menyerang struktur. Parmantoro (1997), mengkaji perubahan garis pantai akibat adanya penambahan terumbu yang sejajar pantai. Penelitian menunjukkan bahwa penempatan terumbu sejajar pantai mengakibatkan gelombang mengalami difraksi sehingga model garis pantai yang semula lurus berubah menjadi berbentuk seperti pola difraksi gelombang. Pengamatan secara visual menunjukkan perubahan morfologi yang mencolok terjadi di tempat gelombang pecah karena terjadi pelepasan energi yang cukup besar.

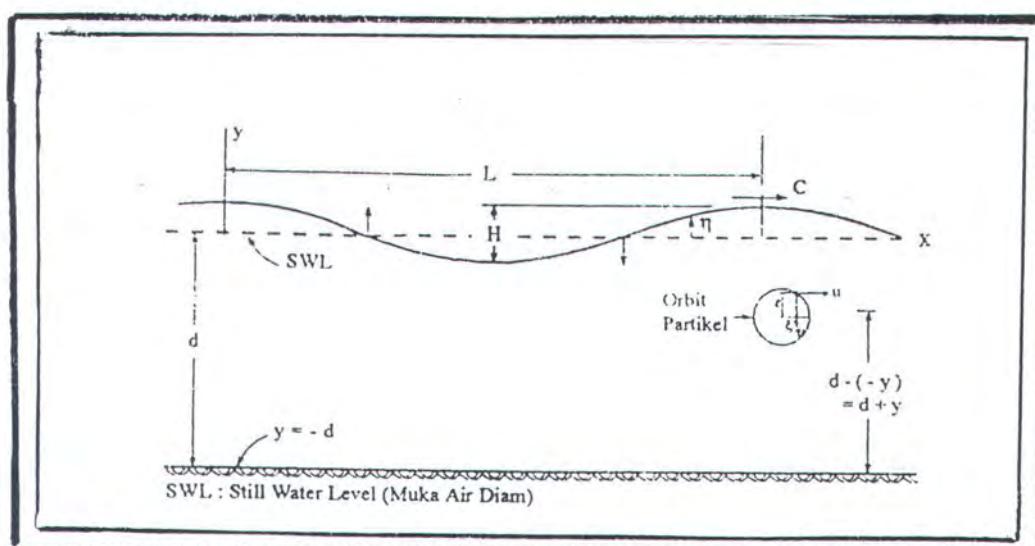


2.2. LANDASAN TEORI

2.2.1. KARATERISTIK GELOMBANG LAUT

Pada umumnya bentuk gelombang di alam adalah sangat kompleks dan sulit digambarkan secara matematis karena ketidaklinieran tiga dimensi dan mempunyai bentuk random. Beberapa teori hanya menggambarkan bentuk gelombang yang sederhana dan merupakan pendekatan gelombang di alam. Ada beberapa teori dengan beberapa derajat kekompleksan dan ketelitian untuk menggambarkan gelombang di alam, diantaranya adalah *Theory Airy*, *Stokes*, dll.

Teori yang paling sederhana adalah teori gelombang *Airy* atau gelombang linier atau disebut juga teori gelombang amplitude kecil. Selain sederhana dan mudah dipahami teori ini memberikan model persamaan penting dalam menentukan properti gelombang pada permukaan.



Gambar 2.1. Sket definisi gelombang (Triatmojo, 1999)



Gambar diatas menunjukan suatu gelombang yang berada pada sistem koordinat $x-y$. Gelombang menjalar pada arah sumbu x .

Beberapa notasi yang digunakan adalah :

- d = kedalaman laut.
- $\eta(x,t)$ = fluktuasi muka air terhadap muka air diam
- a = amplitudo gelombang
- H = tinggi gelombang = $2a$
- T = periode gelombang
- C = kecepatan rambat gelombang = L/T
- k = angka gelombang = $2\pi/L$
- σ = frekuensi gelombang = $2\pi/T$

2.2.2. KLASIFIKASI GELOMBANG

Berdasarkan kedalaman relatif, yaitu berbandingan antara kedalaman air dan panjang gelombang (d/L), gelombang diklasifikasikan menjadi tiga macam (Pratikto, 1997):

- Gelombang di laut dangkal jika $d/L \leq 1/20$
- Gelombang di laut transisi jika $1/20 \leq d/L \leq 1/2$
- Gelombang di laut dalam jika $d/L \geq 1/2$

Klasifikasi gelombang menurut kedalaman relatif ini dilakukan untuk menyerderhanakan rumus-rumus gelombang. Penyederhanaan ini dijelaskan dengan menggunakan Gambar 2.1. yang menunjukkan berbagai parameter sebagai fungsi kedalaman relatif. Untuk mempermudah hitungan panjang gelombang pada setiap kedalaman,

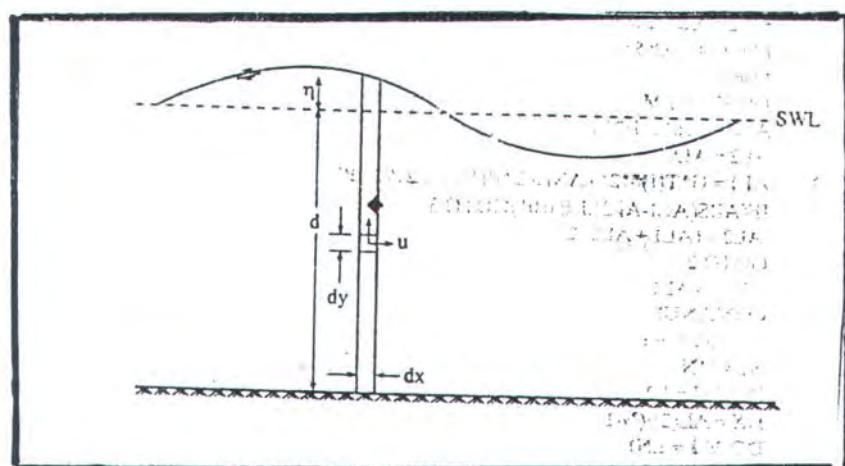


maka apabila panjang gelombang di laut dalam diketahui maka dapat digunakan tabel C-1, SPM 1984, fungsi d/L untuk pertambahan nilai d/Lo (Lampiran II).

Untuk laut dalam gerakan gelombang yang terjadi di bagian atas permukaan (*upper ocean*) praktis tidak mengimbas ke bagian bawah dekat permukaan dasar laut. Karena pada laut dalam gerakan vertikal dari dasar laut ke permukaan jauh. Sehingga dalam pembentukan gelombang laut dalam tidak dipengaruhi oleh kontur dasar laut. Sedangkan untuk laut dangkal pergesekan antara gerakan air dan dasar laut diperhitungkan, karena gesekan ini mempengaruhi tinggi gelombang yang terbentuk.

2.2.3. ENERGI DAN TENAGA GELOMBANG

Energi total gelombang adalah jumlah energi kinetik dan energi potensial (CERC, 1984 ; Sorensen, 1978). *Energi kinetik* adalah energi yang disebabkan oleh kecepatan partikel air karena adanya gerak gelombang.



Gambar 2.2. Penurunan energi gelombang (Triatmojo, 1999)



Besarnya energi kinetik satu panjang gelombang/satuan lebar adalah :

$$dE_k = \frac{1}{2} dmV = \frac{1}{2} \rho dx dy (u^2 + v^2) \quad (2.1)$$

Maka energi kinetik total

$$E_k = \int_0^L \int_{-d}^0 \frac{1}{2} \rho dx dy (u^2 + v^2) \quad (2.2)$$

Dimana berdasarkan teori gelombang amplitudo kecil disebutkan bahwa

;

$$u = \left(\frac{\pi H}{T} \right) \left(\frac{\cosh k(d+y)}{\sinh kh} \right) \cos(kx - \sigma t) \quad (2.3)$$

$$v = \left(\frac{\pi H}{T} \right) \left(\frac{\sinh k(d+y)}{\sinh kh} \right) \sin(kx - \sigma t) \quad (2.4)$$

Sehingga didapatkan :

$$E_k = \frac{\rho}{2} \int_0^L \int_{-d}^0 \left[\frac{\pi H}{T} \frac{\cosh k(d+y)}{\sinh kh} \cos(kx - \sigma t) \right]^2 + \left[\frac{\pi H}{T} \frac{\sinh k(d+y)}{\sinh kh} \sin(kx - \sigma t) \right]^2 dy dx \quad (2.5)$$

Energi potensial adalah energi yang dihasilkan oleh perpindahan muka air karena adanya gelombang. Dengan menggunakan dasar laut sebagai bidang referensi, energi potensial yang diditimbulkan oleh satu panjang gelombang tiap satu satuan lebar puncak gelombang E_p adalah

$$E_p = \int_0^L \rho g (d + \eta) \left(\frac{d + \eta}{2} \right) dx - \rho g L d \left(\frac{d}{2} \right) \quad (2.6)$$



Dimana $\eta = \frac{H}{2} \cos(kx - \sigma t)$ (2.7)

Akhirnya akan didapatkan

$$E_p = \frac{\rho g H^2 L}{16} \quad (2.8)$$

Dan **energi total** tiap satu satuan lebar adalah

$$E_t = E_p + E_k$$

$$= \frac{1}{16} + \rho g H^2 L + \frac{1}{16} \rho g H^2 L = \frac{1}{8} \rho g H^2 L \quad (2.9)$$

Energi gelombang adalah berubah dari satu titik ke titik yang lain sepanjang satu panjang gelombang, sehingga energi rerata satu satuan luas adalah :

$$E = \frac{1}{8} \rho g H^2 \quad (2.10)$$

dengan E = energi gelombang per satuan luas (joule/m²)

g = percepatan gravitasi (m/dt²)

TENAGA GELOMBANG

Tenaga gelombang atau yang disebut sebagai fluks energi gelombang adalah energi gelombang tiap satu satuan waktu yang menjalar dalam arah penjalaran gelombang. Fluks energi gelombang dapat ditulis sebagai hasil kali dari gaya yang bekerja pada bidang vertikal yang tegak lurus penjalaran gelombang dengan kecepatan



partikel melintasi bidang tersebut. Rata-rata fluks energi tiap satu satuan lebar adalah :

$$F = ECg \quad (2.11)$$

Dimana :

$$Cg = \frac{1}{2} \frac{L}{T} \left(1 + \frac{\frac{4\pi d}{L}}{\operatorname{Sinh} \frac{4\pi d}{L}} \right) = nC \quad (2.12)$$

$$n = \frac{1}{2} \left(1 + \frac{2kd}{\operatorname{Sinh} 2kd} \right) \quad (2.13)$$

Harga n bertambah dari 0,5 di laut dalam sampai 1,0 di laut dangkal. Nilai cepat rambat gelombang berbeda antara kondisi laut dalam dan laut dangkal, karena dipengaruhi oleh kedalaman air.

Pada laut dalam nilai cepat rambat gelombang adalah :

$$Cg = \frac{gT}{2\pi} = 1,56T \quad (2.14)$$

sedangkan pada laut dangkal, nilai cepat rambat gelombangnya adalah :

$$C = \frac{L}{T} \approx \sqrt{gd} \quad (2.15)$$

2.2.4. TERUMBU SEBAGAI PEREDAM ENERGI GELOMBANG

Gelombang yang mencapai pantai, akan menghancurkan energinya di pantai. Besarnya energi yang dihancurkan tergantung dari tinggi gelombang yang sampai di pantai seperti terlihat pada persamaan $E = 1/8 \rho g H^2$. Energi gelombang yang sampai di pantai apabila tidak ada yang menghalangi dapat menyebabkan kerusakan pantai.



Besarnya energi gelombang yang mencapai pantai dapat dikurangi dengan mengurangi tinggi gelombang. Tinggi gelombang dapat dikurangi dengan suatu konstruksi yang melintang arah gelombang yang berfungsi untuk mengurangi tinggi gelombang yang melewatinya dengan cara memecahkan atau memantulkan gelombang datang (CERC, 1984). Pada pantai berpasir yang cocok untuk pertumbuhan karang, perlindungan pantai terjadi secara alami dengan tumbuhnya terumbu karang yang berfungsi merdam energi gelombang yang merusak pantai seperti halnya konstruksi melintang arah gelombang di atas

Kehilangan energi biasanya didefinisikan sebagai jumlah kerja oleh fluida (air) per satu satuan luas per detik. Pada aliran osilasi kehilangan energi dinyatakan sebagai laju rata-rata kehilangan energi dalam satu siklus gelombang. Laju rata-rata kehilangan energi dapat dinyatakan dengan persamaan :

$$\bar{D} = \frac{1}{T} \int D dt$$

$$\bar{D} = \frac{\rho g^2 H^2 K k \tanh(kd)}{8 \nu \cosh^2(kd)} \quad (2.16)$$

dimana : D = laju rata kehilangan energi

D = laju kehilangan energi

T = periode gelombang

Kehilangan energi sebanding dengan laju perubahan fluks energi

$$\bar{D} = - \frac{d(E.Cg)}{dx} \quad (2.17)$$



dimana E = energi gelombang rata-rata per satu satuan luas yang sebanding dengan $1/8 \rho g H^2$ dan C_g adalah cepat rambat gelombang grup.

Persamaan diatas juga dapat ditulis sebagai berikut :

$$\bar{D} = \frac{\rho g}{8} \frac{H \pi}{k} \left(1 + \frac{2kd}{\text{Sinh}(2kd)} \right) \frac{dH}{dx} \quad (2.18).$$

Ada beberapa mekanisme kehilangan energi. Mekanisme yang terpenting adalah gelombang pecah dan pengaruh dasar (*bed friction*) dan porositas (*bed porosity*)

I. **Gelombang pecah**

Gelombang pecah dipengaruhi oleh kemiringan , yaitu perbandingan antara tinggi dan panjang gelombang. Di laut dalam kemiringan gelombang maksimum di mana gelombang mulai tidak stabil diberikan oleh bentuk berikut :

$$H_0 / L_0 = 1/7 = 0,142.$$

Pada kemiringan tersebut kecepatan partikel di puncak gelombang sama dengan kecepatan rambat gelombang. Kemiringan yang lebih tajam dari batas maksimum tersebut menyebabkan kecepatan partikel di puncak gelombang lebih besar dari kecepatan rambat gelombang, sehingga terjadi ketidakstabilan dan gelombang pecah.

Kehilangan energi gelombang tersebut dapat ditulis sebagai berikut (dally, 1984):



$$\overline{D} = \frac{KCg}{d} \left(1 - \frac{Hs^2}{H^2} \right) \quad (2.19)$$

dengan notasi : s = menunjukkan kondisi stabil

$$K = H_b / h_b$$

II. Gesekan Dasar (*bottom Friction*)

Pengaruh gesekan dasar pada aliran osilasi dapat dibedakan menjadi dua, tergantung aliran laminer atau turbulen. Jika kedalaman air besar atau amplitude gelombang relatif kecil, kondisi aliran di dekat dasar adalah laminer. Dengan berkurangnya kedalaman atau bertambahnya tinggi gelombang, kecepatan pada dasar menjadi turbulen.

Pada daerah pantai lebih sering terjadi kondisi aliran turbulen. Laju kehilangan energi akibat gesekan dasar dapat diperoleh dari hubungan :

$$\overline{D} = \frac{4}{3} f \rho \frac{\pi^2 H^3}{T^4 \operatorname{Sinh}(kd)} \quad (2.20)$$

dengan f addalah koefisien gesekan

III. Porositas Dasar (*Bed Porosity*)

Pada dasar yang permiable seperti pada pantai pasir atau koral, air akan meresap masuk dan keluar dari dasar tersebut, sehingga aliran air akan kehinginan energi.

Menurut Sleath , Dean, Dalrymple (1994), laju kehinginan energi persatuan luas akibat pengaruh porositas dasar dirumuskan dengan :



$$\bar{D} = \frac{\rho g^2 H^2 K k \tanh(kd)}{8v \cosh^2(kd)} \quad (2.21)$$

dengan K adalah permeabilitas dasar dan d adalah kedalaman dasar permeable.

2.2.5. PEMECAH GELOMBANG AMBANG RENDAH

Pemecah gelombang ambang rendah adalah pemecah gelombang dengan mercu berada di sekitar *SWL* atau dibawah muka air, sehingga akan selalu mengalami *overtopping* dan transmisi gelombang. Gaya gelombang yang menimpa lereng sisi luar menjadi rendah karena sebagian energi gelombang melimpas di atas struktur.

Untuk struktur pemecah gelombang ambang rendah, lapisan pelindung pada paras dalam harus cukup stabil terhadap gaya gelombang yang melimpas melewati ambang. Berhubung gaya gelombang yang melimpas ini dapat melebihi gaya gelombang yang tidak melimpas maka unit lapis pelindung yang digunakan harus lebih berat. Kadang-kadang diperkenankan terjadinya perubahan bentuk pada struktur pemecah gelombang tetapi masih memenuhi kriteria stabil dinamis. Dan lapis lindung pada bagian depan dapat lebih ringan daripada struktur *non overtopping* karena energi di bagian depan lebih kecil.

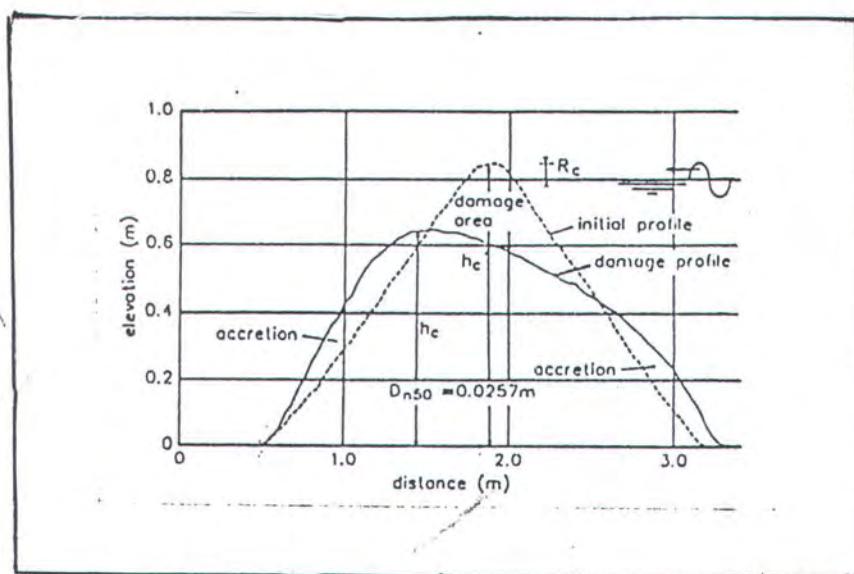
Terdapat tiga jenis pemecah gelombang ambang rendah yaitu (Van der Meer, 1994):



(a) **Pemecah Gelombang Terumbu Stabil Dinamis (*dynamically stable reef breakwater*)**.

Berupa tumpukan batu yang mempunyai ukuran yang homogen.

Struktur ini diperkenankan untuk berubah bentuk.



Gambar 2.3 Pemecah Gelombang Terumbu Stabil Dinamis (Van der Meer, 1994)

Tinggi ambang *breakwater* setelah terjadi deformasi adalah h_c

$$h_c = \frac{KA}{f \exp(\gamma N_d)}$$

dimana A = luas permukaan *breakwater*

$$N_d = K_{d,1}/(S_b)^{1/3}$$

$$S_b = H_s / L$$

L = panjang gelombang



$$a = -0.028 + -0.045C + 0.034 H_0 / h \cdot 6 \cdot 10^{-9} B$$

$$C = A / H_0$$

$$B = \Lambda / D$$

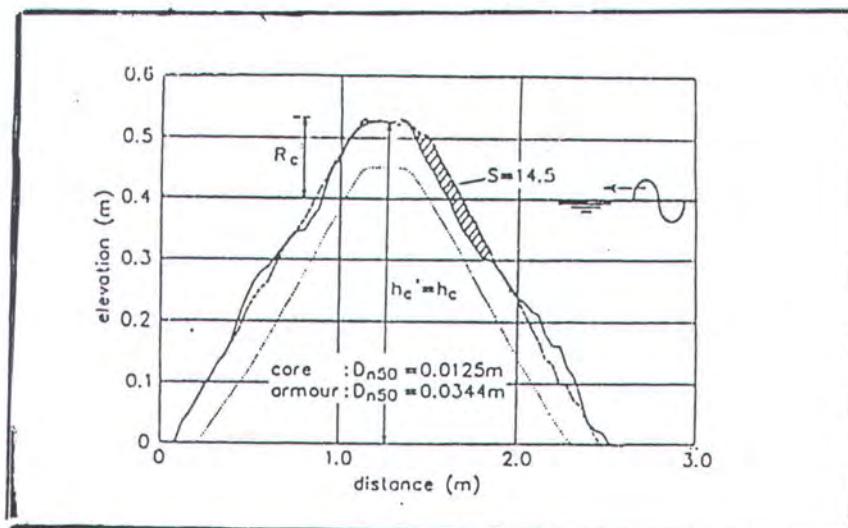
Harga h_a tidak bisa melebihi harga h_0 . Oleh karena itu $h_a = h_0$.

Bila diperoleh $h_a > h_0$.

(b) **Pemecah Gelombang Terumbu Stabil Statis dengan Puncak Di Atas SWL (statically stable low-crested structure), $R_c > 0$**

Struktur ini lebih stabil daripada struktur *non overtopping*.

Dimensi batu yang digunakan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan untuk struktur *non overtopping*.



Gambar 2.4. Pemecah gelombang stabil statis dengan puncak di atas SWL
(Van der Meer, 1994)



Untuk plunging $K_L = 6.2P^{0.18}(S/\sqrt{N})^{0.2}\zeta^{0.5}$

Untuk surging $K_L = 1.0P^{0.13}(S/\sqrt{N})^{0.2}\sqrt{\operatorname{ctg} \alpha}\zeta^P$

Dimana:

P = faktor permeabilitas

P=0.1 untuk *permeable core* dan P=0.6 untuk *breakwater*
yang homogen

S = tingkat kerusakan

S=2-3 untuk kerusakan 0-5% dan 15-20 untuk 'S shape
breakwater'

N = jumlah gelombang

$\zeta = \tan \alpha / S_0$

$S_0 = 2\pi H / gT^2$

Tetapi diameter D_{50} ($=W_{50} / \gamma r^{1/3}$) yang diperoleh harus dikalikan dengan faktor $\beta = 1.25-4.8R$, yang mempunyai harga minimum 1.0

Dimana $R = R_c H^{1.5} / T^4 G$

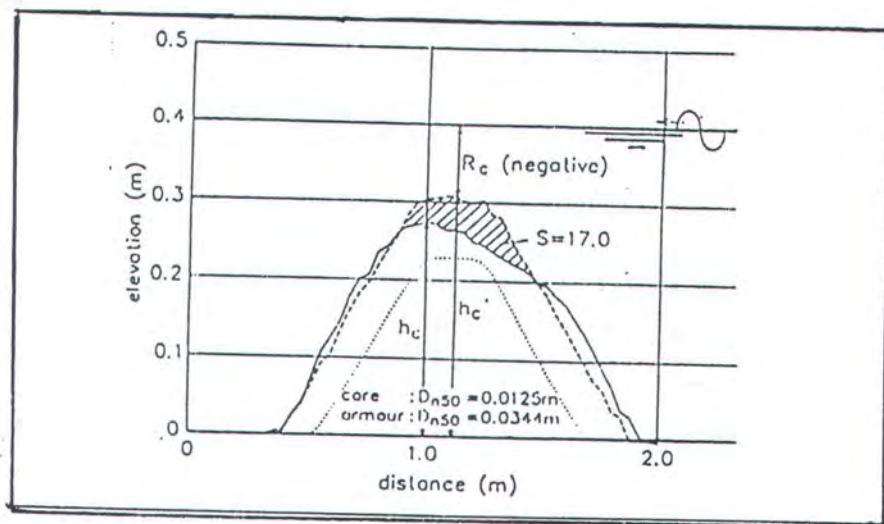
Untuk transisi dari *plunging* ke *surging* digunakan harga $\zeta = [6.2P^{0.31}\sqrt{\tan \alpha}]^{1/(P+0.5)}$. Ini hanya digunakan bila $\operatorname{ctg} \alpha < 4$, di luar
harga ini cukup dengan menggunakan persamaan untuk kondisi
plunging



(c) **Pemecah Gelombang Ambang Rendah Terendam Stabil Statis**

(*statically stable submerged breakwater*), $R_c < 0$

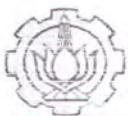
Sudut lereng struktur memberikan pengaruh yang besar pada struktur *non overtopping*, sedangkan pada struktur terendam serangan gelombang terkonsentrasi pada paras struktur dan sedikit pada lereng.



Gambar 2.5 Submerged Breakwater

2.2.6. TRANSFORMASI GELOMBANG

Transformasi gelombang adalah perubahan bentuk gelombang karena berubahnya kondisi batas di mana gelombang menjalar. Gelombang yang menjalar di atas terumbu buatan sebagian energi gelombang akan dipantulkan, sebagian akan diteruskan/ditransmisikan



dan sisanya akan dihancurkan (*disipasi*) lewat pecahnya gelombang, kekentalan fluida, gesekan dasar, dan lain-lain. Pembagian besarnya energi tersebut tergantung dari karakteristik gelombang datang (periode, tinggi, kedalaman air), tipe bangunan (permukaan halus/kasar, *non overtopping* / *overtopping*) dan geometri bangunan (kemiringan, elevasi, lebar puncak bangunan).

2.2.6.1. REFLEKSI GELOMBANG

Refleksi gelombang adalah proses pemantulan gelombang sebelum gelombang tersebut pecah (*wave breaking*). Refleksi gelombang terjadi pada bagian depan struktur terumbu buatan, karena pantulan dari sisi miring struktur.

Parameter refleksi gelombang adalah suatu koefisien refleksi (X) yang merupakan berbandingan antara tinggi gelombang terefleksi (H_r) dan tinggi gelombang datang (H_i), atau akar dari total energi gelombang refleksi (E_r) dan energi gelombang datang (E_i)

$$X = \frac{H_r}{H_i} = \sqrt{\frac{E_r}{E_i}} \quad (2.22)$$

Koefisien refleksi gelombang bervariasi dari 1 untuk refleksi sempurna sampai 0 untuk tidak ada refleksi.

Gelombang di depan vertikal yang direfleksikan dengan sempurna arah tegak lurus penghalang, dapat ditentukan dari superposisi dua gelombang yang mempunyai angka gelombang, periode dan amplitudo yang sama tapi berlawanan arah. Pada gelombang amplitudo kecil, elevasi muka air di atas muka air diam dapat dituliskan :



$$\eta_1 = a \cos(kx - \sigma t) \quad (2.23)$$

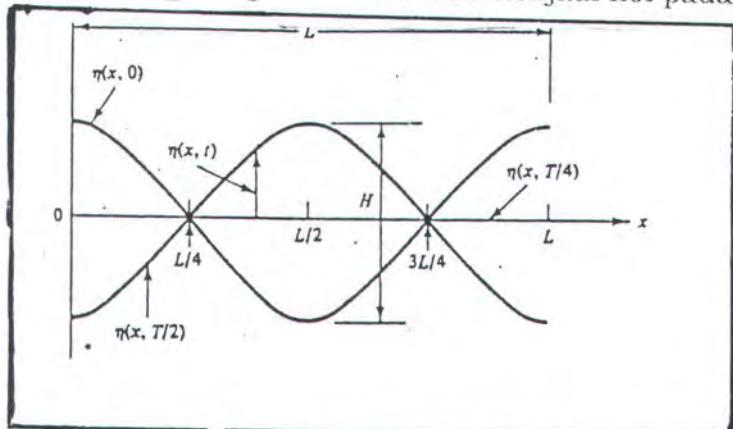
dan gelombang refleksi

$$\eta_2 = a \cos(kx + \sigma t) \quad (2.24)$$

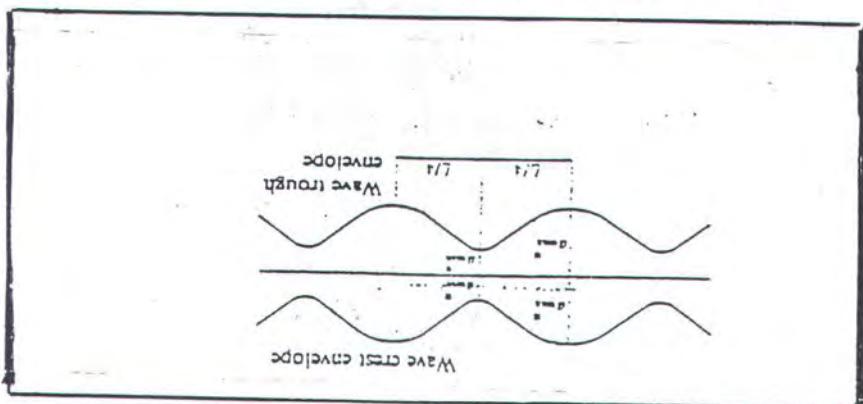
Elevasi muka air diam diberikan oleh persamaan :

$$\eta = \eta_1 + \eta_2 \quad (2.25)$$

Persamaan tersebut menunjukkan fluktuasi muka air untuk gelombang berdiri (*klapotis*) periodik terhadap waktu dan ruang. Pada saat $kx = n\pi$ dengan $n=(0,1,2,\dots)$ amplitudo muka air akan menjadi maksimum dan di lokasi tersebut disebut *antinodes*. Kecepatan partikel air arah horizontal akan maksimum pada *nodes* dan menjadi nol pada *antinodes*.



Gambar 2.6 Gelombang berdiri sempurna (Horigawa, 1978)



Gambar 2.7 Gelombang berdiri tidak sempurna (Horigawa, 1978)



Apabila dua buah gelombang dengan periode sama tetapi berlawanan arah masing-masing dengan amplitude a_1 dan a_2 , dengan $a_1 > a_2$, maka gabungan dari profil gelombang tersebut diberikan oleh persamaan :

$$\begin{aligned}\eta &= a_1 \cos(kx - \sigma t) + a_2 \cos(kx + \sigma t) \\ &= (a_1 + a_2) \cos kx \cos \sigma t + (a_1 - a_2) \sin kx \sin \sigma t\end{aligned}\quad (2.26)$$

Persamaan di atas adalah persamaan elevasi muka air untuk gelombang tidak sempurna

Amplitude *node* dan *anti node* didefinisikan sebagai a_{maks} dan a_{min} yang diberikan oleh persamaan :

$$\begin{aligned}a_{maks} &= a_1 + a_2 \\ a_{min} &= a_1 - a_2\end{aligned}\quad (2.27)$$

Penyelesaian dari persamaan di atas :

$$a_1 = \frac{1}{2} (a_{maks} + a_{min})$$

$$a_2 = \frac{1}{2} (a_{maks} - a_{min})$$

Sehingga besarnya koefisien refleksi

$$X = \frac{a_2}{a_1} = \frac{a_{maks} - a_{min}}{a_{maks} + a_{min}} \quad \text{atau} \quad X = \frac{H_{maks} - H_{min}}{H_{maks} + H_{min}} \quad (2.28)$$

Battjes (1974), megusulkan suatu rumus refleksi untuk bidang miring tidak lulus air (*impermiable*) yang halus sebagai berikut :

$$X = 0,1\xi^2 \quad (2.29)$$

dengan ξ adalah parameter *surf* yang besarnya

$$\xi_0 = \frac{\tan \theta}{\left(\frac{H_o}{L_o} \right)} \cdot 0,5 \quad (2.30)$$



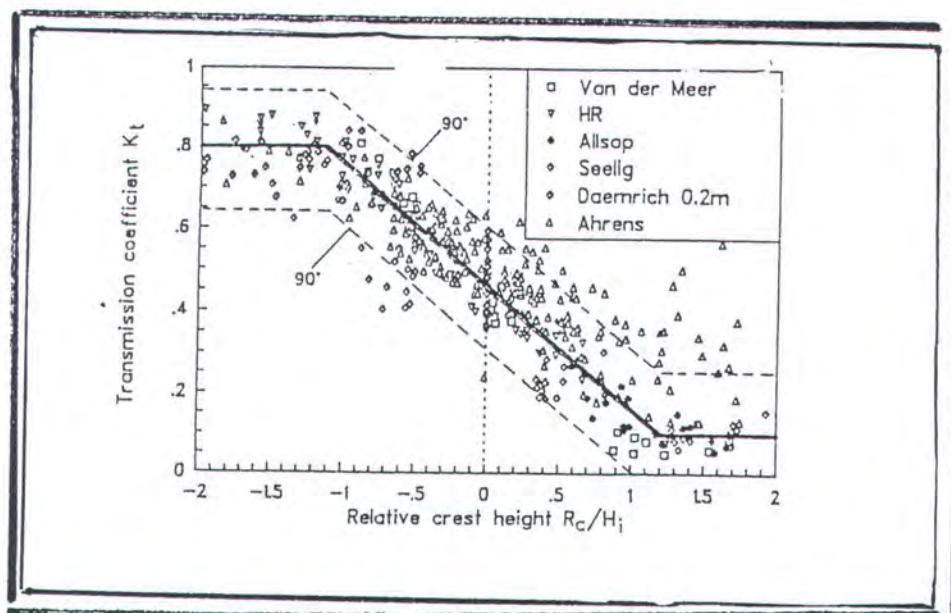
dengan 0 kemiringan dasar dan H_0 (tinggi gelombang di air dalam) serta L_0 (panjang gelombang di air dalam)

Seelig dan Ahrens (1981) memberikan rumus :

$$X = a\xi^2(b + \xi^2\rho) \quad (2.31)$$

dengan $a=1.0$; $b= 5.5$ untuk lereng halus

$a=0.6$; $b= 6.6$ untuk lereng kasar



Gambar 2.8. Perbandingan besarnya koefisien refleksi (CIRIA-CUR, 1991)

2.2.6.2. PENDANGKALAN GELOMBANG

Pendangkalan gelombang atau *wave shoaling* yaitu proses pendangkalan dimana gelombang menuju perairan dangkal sehingga karakteristik gelombang akan mengalami perubahan, yaitu tinggi gelombang, panjang gelombang, kecepatan gelombang. Berkurangnya



kedalaman air menyebabkan kenaikan tinggi gelombang. Apabila gelombang mencapai tinggi maksimum dan melampaui batas kondisi stabil, maka gelombang akan pecah.

Perubahan tersebut dianalisa dengan asumsi energi gelombang konstan dan kehilangan energi yang terjadi diabaikan. Energi fluks per unit lebar crest untuk laut dalam dinyatakan dengan persamaan berikut :

$$P_0 = \frac{1}{2} E_0 C_0 \quad (2.32)$$

Dan untuk laut dangkal :

$$P = EC_g = nEC \quad (2.33)$$

Dengan asumsi energi konstan, maka $P_0 = P$, sehingga

$$\frac{1}{2} E_0 C_0 = nEC \quad (2.34)$$

dimana :

$$E_0 = g \frac{H_0^2}{8}$$

$$E = g \frac{H^2}{8}$$

$$\frac{1}{2} \left[C_0 g \frac{H_0^2}{8} \right] = nC_g \frac{H^2}{8}$$

$$\left(\frac{H}{H_0} \right) = \frac{C_0}{2nC}$$

Sehingga

$$\frac{H}{H_0} = \sqrt{\frac{C_0}{2nC}} \quad (2.35)$$



dimana:

$$n = \frac{1}{2} \left[1 + \frac{4\pi d/L}{\sin(4\pi d/L)} \right]$$

$$\frac{C}{C_0} = \tanh\left(\frac{2\pi d}{L}\right)$$

Maka besarnya koefisien shoaling diperoleh dari :

$$Ksh = \sqrt{\frac{1}{\tan\left(\frac{2\pi d}{L}\right) \left[1 + \frac{4\pi d}{\sin(4\pi d/L)} \right]}} \quad (2.36)$$

dimana:

H/H_0 = koefisien shoaling

d = kedalaman air

L = panjang gelombang

H = tinggi gelombang di titik yang ditinjau

H_0 = tinggi gelombang di laut dalam

Ksh = koefisien shoaling

C = kecepatan gelombang

g = percepatan gravitasi bumi

2.2.6.3. GELOMBANG PECAH

Pada saat terjadi gelombang pecah, panjang gelombang akan berkurang sementara tinggi gelombang akan bertambah tinggi pada saat gelombang akan menuju perairan dangkal, sedangkan kemiringan gelombang akan bertambah besar yang pada akhirnya gelombang akan



pecah pada kedalaman tertentu (sorensen, 1978). Gelombang pecah dibedakan menjadi *spilling*, *plunging* atau *surging*. *Spilling* terjadi apabila gelombang dengan kemiringan kecil menuju pada pantai yang sangat datar (kemiringan kecil). *Plunging* terjadi apabila kemiringan gelombang dan dasar laut besar, sehingga gelombang akan pecah dengan puncak memutar dan massa air pada puncak gelombang akan terjun ke depan. *Surging* terjadi pada pantai dengan kemiringan yang sangat besar seperti yang terjadi pada pantai berkarang.

Pecahnya gelombang menyebabkan kehilangan energi gelombang secara cepat, sehingga energi gelombang menjadi jauh lebih kecil dibanding sebelum terjadi gelombang pecah. Kehilangan energi gelombang juga disebabkan oleh pengaruh gesekan dasar dari mercu terumbu buatan tersebut yang cukup lebar.

Tinggi gelombang pecah dapat dihitung dengan rumus hasil percobaan Munk SPM (1984), sebagai berikut :

$$\frac{H_b}{H_0} = \frac{1}{3.3 \left(\frac{H_0}{L_0} \right)^{1/3}} \quad (2.37)$$

Kedalaman air dimana terjadi gelombang pecah dihitung dengan rumus :

$$d_b = \frac{H_b}{b - \left(\frac{a H_b}{g T^2} \right)} \quad (2.38)$$

Apabila :

$$a = 43.75(1 - e^{-19m})$$

$$b = 1.56 / (1 + e^{-19.5m})$$



Dimana : H_b =tinggi gelombang pecah (m)

H_0' =tinggi gelombang di laut dalam (m)

L_0 = panjang gelombang di laut dalam (m)

d_b = kedalaman air dimana gelombang pecah (m)

m = kemiringan dasar laut

2.2.6.4. TRANSMISI GELOMBANG

Setelah mengalami proses gelombang pecah, gelombang akan mengalami transmisi gelombang, yaitu penerusan gelombang oleh bangunan pantai. Parameter transmisi gelombang K_t yang besarnya

$$K_t = \frac{H_t}{H_i} = \sqrt{\frac{E_t}{E_i}} \quad (2.39)$$

dimana

H_t = tinggi gelombang datang (m)

H_i = tinggi gelombang transmisi (m)

E_t = energi gelombang transmisi (joule/m²)

E_i = energi gelombang datang (joule/m²)

Pada bangunan non-overtopping, transmisi gelombang diakibatkan oleh hembusan volume air yang melimpas di atas mercu bangunan (debit *overtopping*). Sedangkan pada bangunan overtopping, transmisi gelombang merupakan gabungan dari kontribusi *overtopping* dan perembesan air melalui bangunan. Pada struktur bangunan di bawah permukaan air, parameter yang penting untuk menentukan



besarnya transmisi gelombang adalah berbandingan antara elevasi puncak bangunan terhadap muka air diam dengan kedalaman air. Gelombang panjang akan menghasilkan gelombang transmisi yang lebih besar dibandingkan gelombang pendek. Selain itu transmisi gelombang juga dipengaruhi oleh *wave steepness* (Massie, 1986).

Metode untuk memprediksi besarnya koefisien transmisi diberikan oleh Van der Meer (1990) dari hasil model tes oleh Seelig (1980), Allsop dan Powel (1985), Daemrich dan Kahle (1985), Ahrens (1987) dan Van der Meer (1990) dalam bentuk grafik seperti pada Gambar 2.9. Grafik tersebut adalah hubungan antara koefisien Transmisi (K_t) dengan jarak antara muka air dengan mercu relatif.

Penelitian mengenai koefisien transmisi dari gelombang yang melintas di bawah plat penghalang tegak kedap air mengamsusikan behwa besarnya daya yang diteruskan dari dasar laut hingga dasar penghalang tersebut (Wiegel, 1964). Sehingga perbandingan gelombang datang dengan gelombang yang diteruskan sebanding dengan akar daya gelombang per satuan lebar puncak gelombang yang diteruskan lewat bawah plat dengan daya gelombang bila tidak ada plat :

$$\frac{H_t}{H_i} = \sqrt{\frac{P_t}{P_i}} = \sqrt{\frac{\frac{4\pi(y+h)/L}{\sinh 4\pi h/L} + \frac{\sinh 4\pi(y+h)/L}{\sinh 4\pi h/L}}{1 + \frac{4\pi h/L}{\sin 4\pi h/L}}} \quad (2.40)$$

dengan

P_t = daya gelombang yang diteruskan (joule/dt/m)

P_i = daya gelombang datang (joule/dt/m)

h = tinggi air (m)



L =panjang gelombang (m)

Terumbu buatan dapat dianggap sebagai penghalang tegak dari dasar, sehingga dengan cara yang sama didapat (Wiget, 1964):

$$\frac{H_t}{H_i} = \sqrt{1 - \frac{\frac{4\pi(y+h)/L + \sinh 4\pi(y+h)/L}{\sinh 4\pi h/L}}{1 + \frac{4\pi h/L}{\sin 4\pi h/L}}} \quad (2.41)$$

Bila tinggi mercu pemecah gelombang terletak pada $-d$ di bawah air, maka diperoleh:

$$\frac{H_t}{H_i} = \sqrt{1 - \frac{\frac{4\pi(h-d)/L + \sinh 4\pi(h-d)/L}{\sinh 4\pi h/L}}{1 + \frac{4\pi h/L}{\sin 4\pi h/L}}} \quad (2.42)$$

Secara teoritis , besarnya koefisien transimisi dan refleksi yang melalui bangunan segi empat, tidak lulus air dan halus dapat ditentukan dengan asumsi tidak terjadi kehilangan tenaga selama penjalannya (Dean dan Dalry, 1984).

Berdasarkan konversi energi, keseimbangan energi fluks rata-rata adalah

$$nE_iC_iB = n_rE_rC_rB + n_tE_tC_tB \quad (2.43)$$

dengan subskrip I , r , t menunjukkan gelombang datang, refleksi dan transmisim dan n diberikan oleh persamaan :

$$n = \frac{1}{2} \left[1 + \frac{2kh}{\sinh 2kh} \right] \quad (2.44)$$



Berdasarkan persamaan energi gelombang $E=1/8\rho gH^2$ maka persamaan (2.25) menjadi

$$a_i^2 - a_r^2 = \frac{n_1 L_1}{n_2 L_2} a_t^2 = \frac{n_1 L_1}{n_2 L_2} a_t^2 \quad (2.45)$$

Untuk menyelidiki hubungan pada kondisi selanjutnya pada $x=0$ harus dipenuhi

$$\eta_i + \eta_r = \eta_t \quad (2.46)$$

Diamsusikan bentuk gelombang sebagai berikut :

$$\eta_i = \frac{H_i}{2} \cos(k_i x - \sigma_i t + \delta_i) + \frac{H_r}{2} \cos(k_i x + \sigma_i t + \delta_r) \quad (2.47)$$

$$\eta_r = \eta_t = \frac{H_t}{2} \cos(k_t x - \sigma_t t + \delta_t) \quad (2.48)$$

Gelombang refleksi mempunyai arah yang berlawanan dengan gelombang datang, sehingga harga σt yang merupakan fungsi gelombang mempunyai tanda berlawanan. Frekuensi angular (σ) yang mempunyai harga yang sama, sedangkan angka gelombang (k) mempunyai harga berbeda sesuai dengan kedalaman. Dengan memasukkan harga η_i , η_r , dan η_t kedalam persamaan (2.28) dan $\delta_i=0$, akan diperoleh :

$$\cos \sigma_i \left(\frac{H_i}{2} + \frac{H_r}{2} \cos \delta_r - \frac{H_t}{2} \cos \delta_t \right) = \sin \delta_t \left(\frac{H_r}{2} \sin \delta_r - \frac{H_t}{2} \sin \delta_t \right) \quad (2.49)$$

Persamaan diatas dapat diselesaikan apabila koefisien dalam kurung sama dengan nol, sehingga akan diperoleh 2 persamaan

$$\frac{H_i}{2} + \frac{H_r}{2} \cos \delta_r = \frac{H_t}{2} \cos \delta_t \quad (2.50)$$



$$\text{dan } \frac{H_r}{2} \sin \delta_r = -\frac{H_t}{2} \sin \delta_t \quad (2.51)$$

Diamsusikan gelombang transmisi mempunyai fase yang sama dengan gelombang datang sehingga $\delta t = \delta i = 0$ dan $\delta r = \pi$. Persamaan 2.51 dapat dituliskan :

$$\frac{H_t}{2} + \frac{H_r}{2} = \frac{H_t}{2} \quad (2.52)$$

Persamaan 2.51 dikombinasikan dengan persamaan 2.52 diperoleh besarnya koefisien refleksi

$$K_r = \frac{H_r}{H_t} = \frac{n_1 L_1 - n_2 L_2}{n_1 L_1 + n_2 L_2} \quad (2.53)$$

dan koefisien transmisi

$$K_t = \frac{H_t}{H_i} = 1 + Kr = \frac{2n_1 L_1}{n_1 L_1 + n_2 L_2} \quad (2.54)$$

Untuk gelombang pada air dangkal $n_1 = n_2 = 1$, sehingga persamaan 2.54 dan 2.55 menjadi

$$K_t = \frac{H_t}{H_i} = 1 + Kr = \frac{2n_1 L_1}{n_1 L_1 + n_2 L_2} \quad (2.55)$$

$$\text{dan } K_r = \frac{2C_1 C_2 - C_1^2 - C_2^2}{(C_1 + C_2)^2} \quad (2.56)$$

Apabila tidak terjadi kehilangan energi selama penjalarannya, besarnya daya total sebelum dan sesudah gelombang melintasi penghalang adalah sama, sehingga dapat dituliskan

$$P_1 = P_2 \quad (2.57)$$



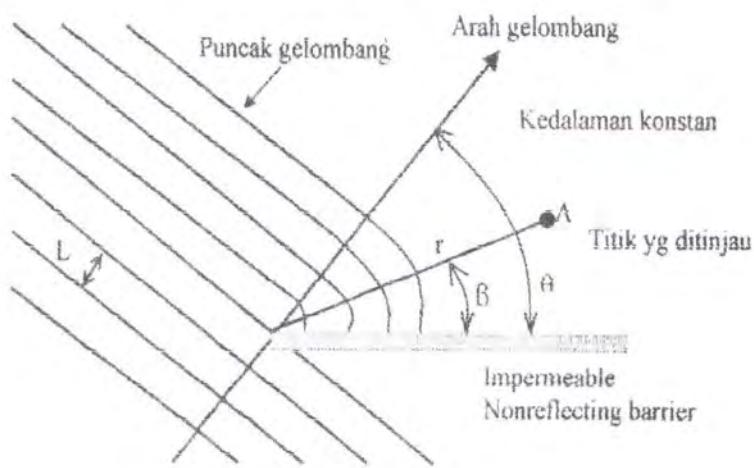
atau $H_i^2 = H_r^2 + H_t^2$ (2.58)

Sehingga didapat: $K_r^2 + K_t^2 = 1$

Tinggi air di atas penghalang lebih kecil dibanding dengan tinggi air di depan penghalang. Hal ini menyebabkan terjadinya kehilangan energi karena gesekan dan turbulensi. Oleh karena itu koefisien transmisi di atas penghalang akan lebih kecil dibanding dengan koefisien transmisi yang terjadi tanpa kehilangan energi/tenaga, sehingga $H_i^2 = H_r^2 + H_t^2 + H_e^2$ atau $K_r^2 + K_t^2 = 1 - K_e^2$, dengan K_e adalah faktor peredam akibat gesekan dan turbulensi selama proses transmisi.

2.2.6.5. DEFRAKSI GELOMBANG

Jika rambatan yang gelombang datang terhadang oleh suatu bangunan laut seperti pemecah gelombang atau pulau, maka gelombang tersebut akan membelok disekitar ujung rintangan dan masuk di daerah terlindung dibelakangnya (Gambar 2.9)



Gambar 2.9. Difraksi gelombang di belakang rintangan (Triatmojo, 1999)



Kejadian ini disebut sebagai difraksi gelombang. Difraksi ini mengakibatkan terjadi transfer energi gelombang sepanjang garis puncak gelombang dalam arah tegak lurus penjalaran gelombang menuju daerah terlindung. Transfer energi ke daerah terlindung akan menyebabkan terbentuknya gelombang pada daerah itu, meskipun tidak sebesar gelombang pada daerah diluar daerah terlindung.

Garis puncak gelombang di belakang rintangan mempunyai bentuk busur lingkaran. Dianggap bahwa kedalaman air adalah konstan, sehingga besarnya difraksi gelombang adalah perbandingan antara tinggi gelombang disuatu titik di daerah tersebut dan tinggi gelombang dating disebut dengan *koefisien difraksi* (Kd). Koefisien difraksi ini dipengaruhi oleh jarak titik pada tempat yang terlindung terhadap ujung rintangan ($=r$), sudut antara arah rintangan dan garis yang menghubungkan titik tersebut dengan ujung rintangan (β), dan sudut antara penjalaran gelombang dan rintangan (ϕ). Selanjutnya koefisien difraksi dapat diperolah dengan menggunakan tabel yang diberikan oleh Sorensen.

2.2.7. TERUMBU KARANG BUATAN (*Artificial Coral Reefs*)

Menurut Haris (1997), terumbu karang buatan (*artificial coral reef*) adalah struktur buatan manusia yang menjadi tempat singgah dan habitat, sumber makanan, dan daerah untuk berkembang biak binatang laut, juga digunakan untuk perlindungan garis pantai atau pemecah gelombang.



Penempatan *artificial coral reef* sudah lama dilakukan. Di Jepang dan di Amerika pada akhir tahun 1700-an dan tahun 1800-an, program pembuatan ACR dilakukan dengan menempatkan pohon-pohonan dan ranting-ranting, batu-batuan, serta bangkai kapal untuk meningkatkan populasi ikan. Di Indonesia, *artificial reef* mulai disadari peranan dan kehadirannya oleh masyarakat luas sejak tahun 1980-an, pada saat bangkai-bangkai becak yang berasal dari kota Jakarta dibuang ke laut.

Pembuatan ACR tergolong mudah. Yang perlu dilakukan adalah menempatkan media atau material tambahan ke lokasi yang dikehendaki. Material yang dibutuhkan pun bervariasi, mulai dari logam, beton, karet dan plastik. Di Jepang dan di Amerika pada akhir tahun 1700-an dan tahun 1800-an, program pembuatan ACR dilakukan dengan menempatkan pohon-pohonan dan ranting-ranting, batu-batuan, serta bangkai kapal untuk meningkatkan populasi ikan.

Kriteria lokasi yang ideal untuk ditempati *artificial coral reef* adalah sebagai berikut:

- dasar laut berpasir di sekitar terumbu karang yang sudah rusak,
- tempat yang mempunyai gelombang laut tidak menguntungkan,
- kedalaman 3 - 15 meter; terjangkau sinar matahari,
- suhu antara 25° - 30°C,
- tidak mengganggu alur pelayaran
- tempat yang produktivitas ikannya rendah.



Sedangkan material yang dapat digunakan untuk membentuk *artificial coral reef* yang didasarkan pada daya tahan, harga bahan, biaya penanganan, bentuk celah dan permukaan antara lain meliputi:

- logam; bangkai kapal, bangkai mobil, becak, dan drum-drum bekas.
- beton; bekas puing-puing bangunan, atau material beton yang sudah tidak terpakai lagi, pot-pot ACR (*reef ball*) yang dirancang khusus.
- karet; ban-ban bekas yang dirangkai dan diberi pemberat.
- batu kapur (CaCO_3).

Pertimbangan pemilihan bahan didasarkan pada:

- ✓ jenis material yang ramah lingkungan, dan terbebas dari zat-zat yang dapat mencemari lingkungan, serta tahan terhadap kondisi laut,
- ✓ bobot material yang memenuhi syarat kesetimbangan sehingga bila ditempatkan di dasar laut tidak hanyut terbawa arus atau gelombang,
- ✓ bentuk yang menyerupai - atau setidaknya dibuat menyerupai - terumbu karang yang asli, mempunyai nilai keindahan,
- ✓ detail-detail struktur yang tidak membahayakan - baik bagi para pelaksananya pada saat persiapan dan instalasi, maupun untuk ikan-ikan atau biota-biota laut lain yang akan membangun ekosistem di dalamnya. Hindari material kaca - karena beresiko pecah pada saat diinstalasi. Juga hindari bagian-bagian struktur



yang tajam, seperti yang sering terdapat pada material logam setelah dipotong.

Tabel 2.1. Perbandingan Antara Terumbu Karang Asi dan Terumbu Karang Buatan (ITS, 2001)

Terumbu Karang	Terumbu Karang Buatan
Struktur alami yang tergantung pada faktor lingkungan tertentu. Misalnya cahaya, salinitas, suhu dan lain-lain.	Buatan manusia
Bentuk, ukuran dan lokasi tergantung pada lingkungan	Bentuk, ukuran dan lokasi tidak tergantung pada lingkungan
Bahan dasar CaCO_3	Bahan dasar lebih dari satu
Pertumbuhan lambat, rata-rata 2-3 mm/thn dan tidak ada biaya untuk pertumbuhannya sehingga memakan waktu lama	Pertumbuhannya cepat (2-15 cm/thn) hingga dapat mencapai 12 cm.thn serta membutuhkan biaya yang tidak sedikit tetapi waktu yang dibutuhkan relatif cepat
Daya tahan tak hingga	Umur tergantung dari bahan yang dipakai
Produktifitas primer tinggi	Produktifitas tergantung pada fotosintesis biota yang tumbuh pada bahan dasar
Lubang dan celah secara alami menyediakan ruangan untuk biota laut	Penyedian ruangan merupakan fungsi kunci keberhasilan terumbu buatan
Biota laut yang hadir tergantung pada kondisi lingkungan	Lebih tergantung pada lingkungan dan bahan dasar

BAB III

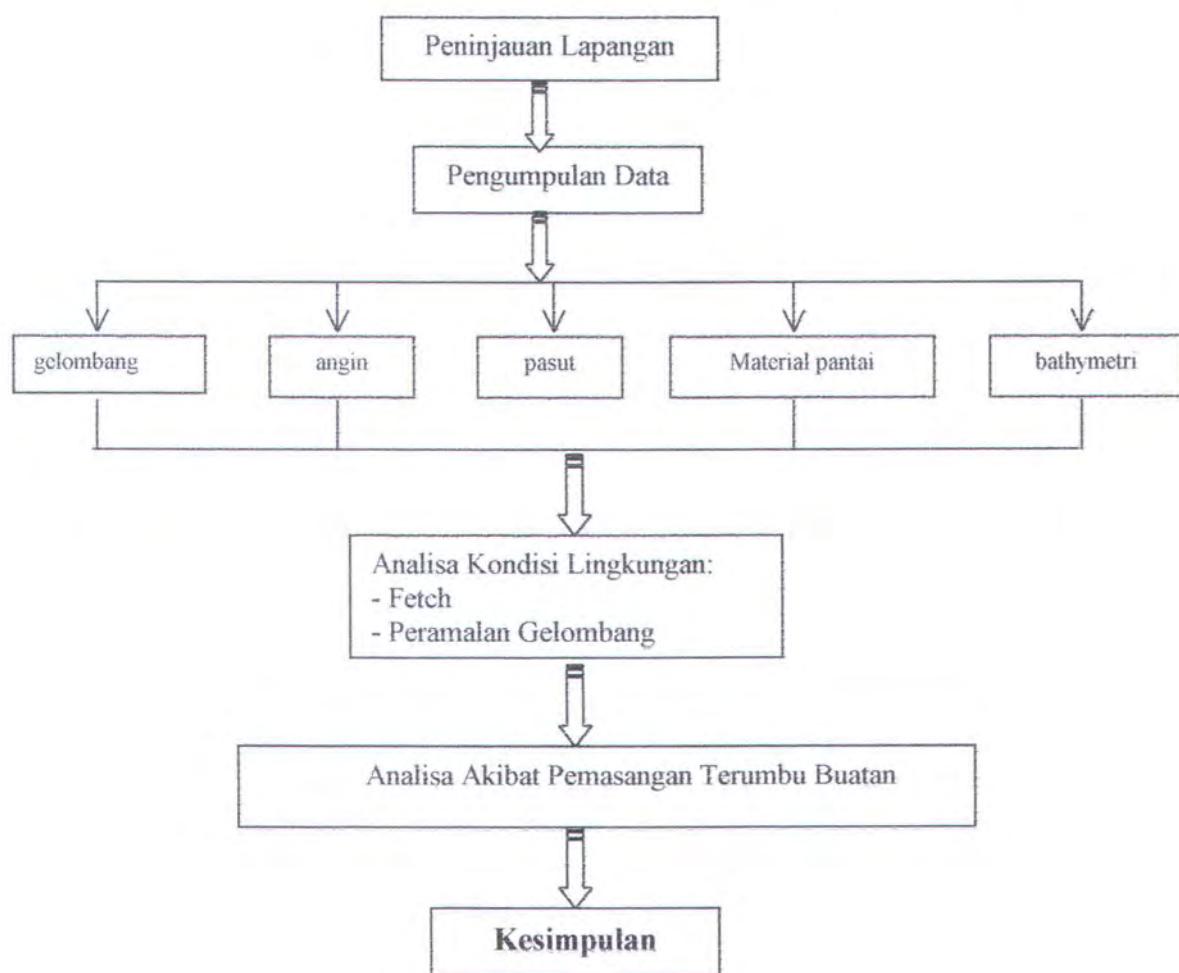
METODOLOGI PENELITIAN



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Supaya tujuan dan sasaran yang telah disebutkan sebelumnya dapat tercapai, maka harus melalui beberapa tahapan-tahapan tertentu. Tahapan tersebut dapat dijelaskan dalam diagram alir dibawah ini:



Gambar 3.1. Diagram Alir Metodologi Penelitian



Supaya lebih terinci bagan alir tersebut dapat dijelaskan yaitu sebagai berikut :

3.1. PENINJAUAN LAPANGAN

Peninjauan lapangan dimaksudkan untuk mendapatkan gambaran situasi dari daerah yang ditinjau. Pada saat peninjauan lapangan dilakukan beberapa hal yaitu antara lain :

1. Pengamatan secara visual daerah yang dimaksudkan dalam penulisan tugas akhir ini.
2. Bila mungkin mengambil data-data atau jenis hasil pengamatan dan pengukuran yang dapat dan mungkin untuk dianalisa.

3.2. PENGUMPULAN DATA

Data-data yang diperlukan dapat diperoleh dari berbagai sumber-sumber yang terkait. Adapun data-data sekunder yang diperlukan dalam penulisan tugas akhir ini meliputi :

- a. Data gelombang
- b. Data angin
- c. Data arus
- d. Data pasang-surut
- e. Data bathymetri



3.3. PERAMALAN GELOMBANG

Data gelombang yang cukup lengkap dalam jangka waktu yang panjang (kurang lebih 10 tahun) tidak dapat diperoleh, maka parameter gelombang yaitu tinggi, periode dan arahnya, dilakukan dengan melakukan peramalan gelombang yang didasarkan pada data angin yang diuraikan pada bab berikutnya.

3.4. ANALISA – ANALISA

Analisa merupakan suatu rangkaian pekerjaan dari data-data yang sudah diperoleh. Analisa-analisa tersebut meliputi :

1. Analisa transformasi gelombang *sebelum* terpasang terumbu buatan meliputi analisa refraksi, pendangkalan, dan gelombang pecah.
2. Analisa stabilitas terumbu buatan yang telah terpasang .
3. Analisa transformasi gelombang *setelah* terpasang terumbu buatan.
4. Analisa akibat pemasangan terumbu buatan.

BAB IV

ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN



BAB IV

ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

4.1. KONDISI UMUM

4.1.1. KEADAAN LINGKUNGAN

Kondisi Pantai Situbondo (Pantai Pasir-Putih) memiliki keadaan lingkungan yang berbeda dengan kondisi pantai lainnya. Secara lebih rinci keadaan pantai Situbondo adalah sebagai berikut :

a. Letak Geografis

Pantai Pasir-Putih berada di daerah kecamatan Bungatan. Berada pada kedudukan disebelah barat Ibukota Kabupaten Situbondo dengan posisi $113^{\circ}30' - 114^{\circ}42'$ bujur timur dan $7^{\circ}35' - 7^{\circ}44'$ lintang selatan. Bungatan. Kecamatan Bungatan terdiri dari 7 desa dengan luas seluruhnya 640,70 Ha.

Adapun batas-batasnya adalah :

- Sebelah Utara :Selat Madura
- Sebelah Barat :Kecamatan Mlandingan, Kab. Situbondo
- Sebelah Selatan:Kecamatan Mlandingan, ab.Bondowoso
- Sebelah Timur :Kecamatan Kendit

b. Iklim

Wilayah kecamatan Bungatan termasuk daerah dengan iklim tropis yang terdiri dari 2 musim, yaitu musim penghujan (september-April/Mei) danmusim kemarau (juni-Oktober). Menurut tipe iklim



Schmidt dan Ferguson, terletak pada tipe AWA (menurut kriteria iklim Koppen) dan tipe curah hujannya termasuk tipe D, E dan F dengan perbandingan rata-rata jumlah bulan kering dan bulan basah antara 27,68 - 72,12 %.

c. Kecepatan Angin

Arah angin di bawah pengaruh angin musim Timur Tenggara pada bulan April – September dan angin barat laut pada bulan Nopember – Maret.

d. Topografi

Kecamatan Bungatan berada pada ketinggian ± 3 M dengan kemiringan lereng yang bervariasi untuk itu perlu dipertimbangkan dalam perencanaan tata ruang yang akan diterapkan, baik dipandang dari segi potensi, kendala lingkungan maupun dari segi dampak lingkungan yang berkaitan dengan perubahannya. Disamping itu topografi berpengaruh besar dalam menentukan jenis dan arah penempatan aktifitas yang akan dikembangkan pada suatu daerah.

e. Morfologi

Morfologi kecamatan Bungatan secara garis besar terbagi menjadi tiga, yaitu Bentuk Landai, dataran dan pegunungan.

4.1.2. KONDISI PANTAI PASIR PUTIH DAN TERUMBU KARANG

Pantai Pasir Putih Kab. Situbondo-Jawa Timur merupakan salah satu lokasi wisata bahari yang terletak di pantai utara pulau jawa yang



kira-kira terletak 30 km dari pusat kota kab. Situbondo dengan posisi lintang dan bujur tanjung pasir putih adalah 49.3 LS dan 42.4 BT.

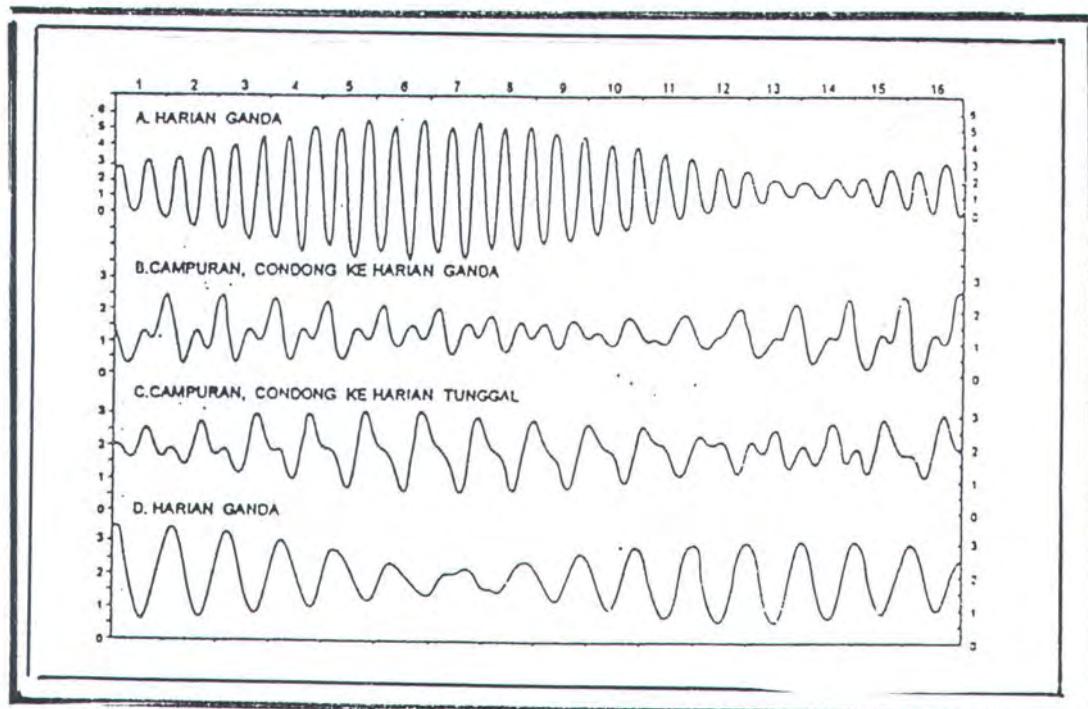
Kondisi fisik Pantai Pasir -Putih dapat diuraikan sebagai berikut : Ketinggian : 0-500 m, kemiringan lereng 0->40 %, pola aliran sungai subdendritik, morfologi: pedataran aktif pasang surut, pematang pantai, belakang rawa, tanggul alam, kaki lereng sampai perbukitan. Penggunaan lahan kawasan wisata, hutan lindung, sawah, ladang, pemukiman dan pelabuhan nelayan. Sarana jalan negara dan jalan lainnya. Kedalaman laut : 0-52 m. arus sejajar pantai barat daya-timur, pola regional B. Timur laut, T. barat laut. Karakteristik pantai : berpasir, berbakau, terumbu karang, bangunan penghalang pantai (seawall). Resistensi tinggi-rendah. Batuan dasar : breksi vulkanik, batu pasir tufaan, lava dan endapan aluvium. Tetumbuhan : tanaman keras, padi, palawija, bakau, ketapang, alang-alang. Bahaya geologi : retakan batuan, abrasi. Bahan galian : material konstruksi, mineral konstruksi, mineral magnetit. Sedimen permukaan dasar laut ; lanau. Ketebalan sedimen kuarter : 0-75 m,

Di lokasi Pasir Putih, terdapat empat (4) titik ekosistem terumbu karang yang dianggap cukup besar, yaitu: Batu Lawang, Teluk Pelita, Karang Mayit dan Kembang Sambi. Lokasi yang ditentukan sebagai titik penempatan terumbu karang buatan memiliki koordinat: S: $7^{\circ}43,288$; E $113^{\circ}48,070$, persis di sebelah utara restoran Papin, di sebelah timur lokasi terumbu karang Batu Lawang.



terjadi bila poros perputaran bumi tidak tegak lurus terhadap garis yang menghubungkan pusat bumi dan bulan

Pengamatan fluktuasi muka air laut ini dilakukan untuk menentukan konstanta-konstanta pasang surut. Dan kemudian digunakan untuk mengalisa muka air laut rata-rata (MSL), muka air rendah (LWS) dan muka air tinggi (HWL).



Gambar 4.1. Tipe Pasang Surut (Triatmojo, 1996)

Tipe pasut suatu perairan dapat ditentukan dengan menghitung nisbah antara amplitudo (tinggi gelombang) unsur-unsur pasut tunggal utama dengan amplitudo unsur-unsur pasut ganda utamanya. Indeks ini dikenal sebagai bilangan Formzahl (F) yang mempunyai rumus sebagai berikut :



$$F = \frac{O_1 + K_1}{M_2 + S_2} \quad (4.1)$$

Dimana :

F = bilangan Formzahl

O₁ = unsur pasut tunggal utama yang disebabkan oleh gaya tarik
bulan

K₁ = unsur pasut tunggal yang disebabkan oleh gaya tarik matahari

M₂ = unsur pasut ganda utama yang disebabkan oleh gaya tarik bulan

S₂ = unsur pasut ganda utama yang disebabkan oleh gaya tarik
matahari

Untuk pantai Situbondo data pasut didapatkan dari wilayah yang terdekat dengan Situbondo yaitu data Pelabuhan Probolinggo yang beracuan pada Stasiun pengamatan Karang Kleta (Dishidros AL, 1999).

Komponen pasang surut utama dari hasil pengukuran dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 4.1. Komponen Pasang Surut

Simbol	Nama Komponen	Amplitude (cm)
K ₁	Lunar Solar Diurnal	45
O ₁	Principal Lunar Diurnal	27
M ₂	Principal Lunar	59
S ₂	Principal Solar	29

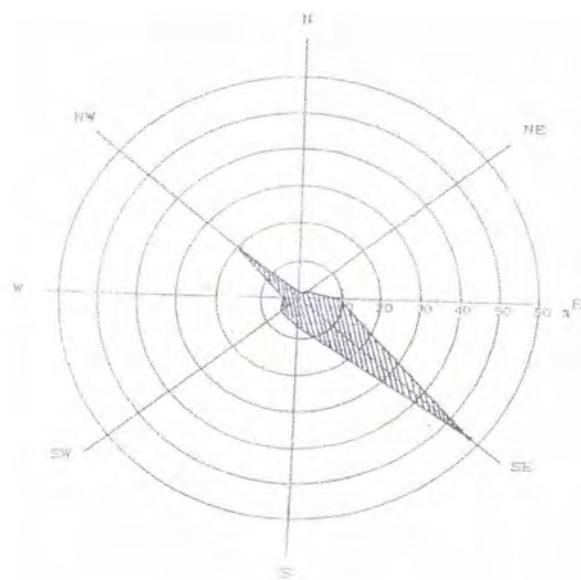
Dari tabel diatas maka:

$$F = \frac{O_1 + K_1}{M_2 + S_2} = 0.81$$



sehingga dapat ditentukan tipe pasang surut yang terjadi di lokasi adalah pasang surut tipe campuran dengan tipe ganda yang menonjol (*mixed, mainly semi diurnal*). Tipe pasut semacam ini memiliki pasut dalam satu hari terejadi dua kali pasang dan dua kali surut, tetapi kadang-kadang untuk sementara waktu terjadi satu kali pasang dan satu kali surut dengan tinggi dan periode yang berbeda.

Pusat Penelitian Geologi Laut(PPGL) juga pernah melakukan pengamatan yang stasiunnya ditempatkan di lokasi Taman Wisata Pasir Putih. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan Palem(rambu ukur) yang dipasang di dermaga secara permanen untuk mengetahui perubahan elevasi permukaan air laut secara vertikal pada saat pasang naik maupun pasang surut. Lokasi tersebut dipilih karena tempatnya strategis dan dianggap stabil karena tiak terlalu dipengaruhi gelombang laut.



Gambar 4.2. Palem rambu ukur (PPGL, 1994)



Periode pengamatan pasang surutnya menggunakan jangka pendek (15 hari) secara terus menerus, mulai tanggal 10 s/d 24 Nopember 1993. Pencatatan perubahan tinggi muka air laut dilakukan dengan interval waktu 30 menit selama 15 hari, dengan maksud agar ketelitian pengukuran dapat dipertahankan.

Dari hasil pengamatan didapatkan ketinggian air berdasarkan pasut maka dapat diprediksi:

- Mean High Water Level (*MHWL*) = 248.2 cm
- Mean Low Water Level (*MLWL*) = 180.4 cm
- Mean Sea Level (*MSL*) = 208.6 cm
- Highest High Water Level (*HHWL*) = 259.5 cm
- Lowest Low Water Level (*LLWL*) = 60.3 cm

maka harga pasangsurut tertinggi (*highest tidal range*) adalah 108.3 cm

Sedangkan Pengamatan pasut secara langsung oleh Pusat Penelitian Dan Pengembangan Geologi Laut(PPGL) pada tahun 1994 di satu stasiun di lokasi Pelabuhan Jangkar pada koordinat $07^{\circ}43'06''$ LS dan $114^{\circ}12'34''$. Pengukuran dilakukan dengan palem (rambu ukur) yang dipasang di dermaga pelabuhan secara permanen untuk mengetahui perubahan elevasi permukaan air laut secara vertikal pada saat pasang naik dan pasang surut. Lokasi tersebut dipilih karena tempatnya strategis, dianggap stabil karena tidak terlalu dipengaruhi gelombang laut yang dapat mempengaruhi ketelitian pembacaan skala dan anggapan bahwa lokasi ini cukup mewakili pasut daerah penyelidikan.

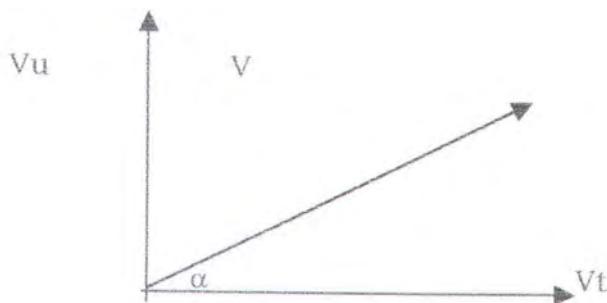


Pengamatan dilakukan dengan periode pendek (15 hari) terus menerus, pada tanggal 10-24 juli 1994, dengan pencatatan interval 30 menit didapat :

- Tinggi air maksimum (HHWL) = 254 cm
- Tinggi air minimum (LLWL) = 55 cm

4.2.2. DATA ARUS

Analisa arus dilakukan untuk mendapatkan pengaruh arus terhadap sedimen transport. Dalam analisa yang dilakukan Dean (1983)disebutkan jika kecepatan arus yang terjadi mempunyai kecepatan diatas 0.15 m/dt, maka harus diperhitungkan. Apabila terjadi gelombang dan arus yang besar dan bersamaan, maka kapasitas *sedimen transport* akan menjadi besar pula. Arus laut juga dipengaruhi oleh kecepatan angin yang berpengaruh terhadap pembentukan gelombang. Semakin tinggi gelombang semakin besar arusnya, sehingga sangat berpengaruh terhadap pengikisan pantai. Untuk memperoleh arus pasang surut murni dan arus tetap dilakukan analisa lebih lanjut terhadap data arus umum. Data arus dipisahkan ke dalam komponen Timur dan Utara.



Gambar 4.3. Komponen Arah Arus (PPGL, 1994)

Arus tetap merupakan harga rata-rata dari Vu dan Vt

$$\overline{Vu} = \frac{Vu_1 + Vu_2 + Vu_3 + \dots + Vu_n}{n} \quad (4.2)$$

$$\overline{Vt} = \frac{Vt_1 + Vt_2 + Vt_3 + \dots + Vt_n}{n} \quad (4.3)$$

Arus umum mempunyai jumlah dari komponen arus tetap dan arus pasang surut.

$$V_{pu} = Vu - \overline{Vu} \quad (4.4)$$

$$V_{pt} = Vt - \overline{Vt} \quad (4.5)$$

Dengan V_{pu} = komponen arus pasangsurut arah Utara

V_{pt} = komponen arus pasangsurut arah Timur

Untuk dapatkan arah dan kecepatan arus pasangsurut dihitung

$$V_p = \sqrt{(V_{pu})^2 + (V_{pt})^2} \quad (4.6)$$

$$\alpha = \arctan \frac{V_{pt}}{V_{pu}} \quad (4.7)$$



Sehingga dapat disimpulkan bahwa untuk pengukuran arus yang dilakukan oleh PPGL selama 10–20 Juli 1994 pada lokasi $07^{\circ}43'34''\text{LS}$ – $114^{\circ}12'34''\text{BT}$ ada 2 macam posisi kedalaman yaitu :

- a. Pengukuran pada kedalaman 3 m, kecepatan arus pasang maksimum 20.94 m/det arah 41° dan arus surut minimum 1,14 cm/det pada arah 8° .
- b. Pengukuran pada kedalaman 6 m kecepatan arus pasang maksimum 19.19 m/det arah 238° dan arus surut minimum 0,82 cm/det pada arah 67° .
- c. Pengukuran pada kedalaman 9 meter, kecepatan maksimum arus pasang 20.05 cm/det pada arah 246° dan arus surut minimum 0.3 cm/det pada arah 34° .

4.2.3. DATA ANGIN

Data angin diperlukan karena berkaitan dengan pengaruh angin terhadap pembentukan gelombang, akibat hembusan angin yang terjadi secara terus menerus. Oleh karena itu data angin dapat digunakan sebagai acuan dalam memprediksi arah dan tinggi gelombang di lokasi. Kecepatan angin dinyatakan dalam knot ($1 \text{ knot} = 1 \text{ mil/jam} = 1852 \text{ m/jam} = 0.514 \text{ m/dt}$).

Supaya peramalan mendekati kebenaran maka diambil data pengamatan angin untuk 20 tahun mulai 1980 s.d. 1999. Hasil pengukuran angin diperoleh berupa data kecepatan angin dan arah angin, berikut tabel kejadian angin disajikan :

**Tabel 4.3.** Prosentase kejadian angin tahun 1980 – 1999

Arah Angin	Kecepatan angin (Knot)				Jumlah
	0 ~ 10	11 ~ 15	16 ~ 20	21~ 25	
Barat	9.54	0.00	0.52	0.26	10.32
Barat Laut	8.24	0.00	0.00	0.00	8.24
Utara	6.70	0.26	0.26	0.00	7.22
Timur Laut	0.52	0.00	0.26	0.26	1.04
Timur	49.74	0.77	0.52	0.26	51.29
Tenggara	15.98	2.32	2.06	0.77	21.13
Selatan	0.26	0.00	0.26	0.00	0.52
Barat Daya	0.26	0.00	0.00	0.00	0.26
					100.00

Secara ringkas data angin ditunjukkan sebagai berikut :

- Dominan angin bertiup dari arah Timur
- Bila dipisahkan dari bulannya, maka

Januari : dari Barat

Pebruari : dari Barat

Maret : dari Barat Lauut

April : dari Timur

Mei : dari Timur

Juni : dari Timur

Juli : dari Timur

Agustus : dari Tenggara

September : dari Tenggara

Oktober : dari Tenggara

Nopember : dari Timur

Desember : dari Barat



Sedangkan sebagai data pembanding perhitungan didapatkan dari hasil perhitungan angin oleh PPGL. Analisa data angin adalah kompilasi data angin 5 tahun mulai tahun 1989 sampai 1993 stasiun BMG Kalianget. Yang dihitung adalah kecepatan rata-rata, kec. Angin terbesar, arah rata-rata dan arah terbanyak yang dicatat pada ketinggian stasiun pengukur(BMG) pada 5 m diatas permukaan laut.

Data angin tersebut dilakukan pemisahan angin-angin yang kuat-kuat (kecepatan 10 knot) yang dapat membangkitkan gelombang (Sverdrup, Munk, Bretschneider, 1952, Komar, 1974).

Hasil analisanya adalah sebagai berikut arah angin dominan adalah arah tenggara 56,09 %, barat laut 18,9 %, timur 9,28 % dimana yang dapat membangkitkan gelombang adalah arah utara, timur laut dan barat laut.

4.3. PEMBANGKITAN GELOMBANG

Pembangkitan gelombang yang terjadi di laut sangat dipengaruhi oleh angin. Angin yang berhembus di atas permukaan air akan memindahkan energinya ke air. Kecepatan angin akan menimbulkan tegangan pada permukaan laut sehingga permukaan air yang pada awalnya tenang akan terganggu akibat adanya gelombang kecil yang ditimbulkan oleh angin. Jika angin berhembus secara terus-menerus dengan kecepatan yang ditimbulakan semakin besar maka semakin besar pula gelombang yang ditimbulkannya.

Jenis gelombang dibagi menjadi dua, yaitu :



- 1) *Seas* adalah gelombang yang terbentuk di daerah pembangkitan gelombang. Keadaan gelombang ini bentuknya curam atau undakan, panjang gelombangnya berkisar antara 10-20 kali lebih tinggi gelombang.
- 2) *Swell* adalah gelombang yang sudah merambat jauh dari daerah pembangkit gelombang. Mempunyai panjang gelombang berkisar antara 30-500 kali tinggi gelombangnya.

Tinggi dan periode gelombang yang dibangkitkan angin dipengaruhi oleh kecepatan angin (U), lama hembus angin (D), arah angin dan fetch. Kecepatan angin masih dianggap konstan apabila perubahannya tidak lebih dari 5 knot (2.5 m/dt) terhadap kecepatan rata-rata. Daerah dengan fetch yang luasnya tak terbatas (laut bebas) mendapat hembusan angin dengan kecepatan tertentu dan lama hembusan tak terbatas, maka akan menimbulkan tinggi gelombang tertentu. Keadaan itu dinamakan *Fully Develop Sea (FDS)*. Bila gelombang meninggalkan daerah pembangkitan maka profil gelombang akan semakin halus (*smooth*) dan tinggi gelombang rata-rata akan berkurang karena gesekan oleh udara, penyebaran ke arah lateral, turbulensi, penyebaran frekwensi.

Pada daerah yang terbatas karena keadaan sekitarnya, seperti daerah teluk, sungai dan muara sungai, sering dijumpai lebar fetch lebih kecil dari panjangnya, sehingga lebar fetch juga berpengaruh terhadap prediksi gelombang. Data gelombang diperlukan untuk perencanaan pemasangan bangunan pemecah gelombang dan memperkirakan



transport sedimen, juga untuk perhitungan stabilitas bangunan. Untuk peramalan jangka panjang gelombang, data gelombang diambil dari hasil perhitungan gelombang berdasarkan kecepatan angin.

4.3.1. PERAMALAN GELOMBANG DI LAUT DALAM

Metode peramalan gelombang yang akan digunakan dalam penulisan Tugas Akhir ini menggunakan metode yang diberikan “*Shore Protection Manual*” (Coastal Engineering Research Center, US Army Corp of Engineer), edisi 1984. Pengukuran kecepatan angin dihitung pada ketinggian 10 m. Sehingga kecepatan angin harus dikoreksi terhadap ketinggian dengan formula:

$$U_{10} = U_z \left[\frac{10}{Z} \right]^{\frac{1}{7}} \quad \text{Untuk } Z < 20 \text{ m} \quad (4.8)$$

dimana

U_{10} = Kecepatan angin pada ketinggian 10 m

U_z = Kecepatan angin pada ketinggian Z m

Z = Ketinggian pengukuran

Selain itu dilakukan juga koreksi stabilitas terhadap perbedaan temperatur udara dan air dengan menggunakan formulasi sebagai berikut:

$$U = R_T R_L (U_{10})_L \quad (4.9)$$

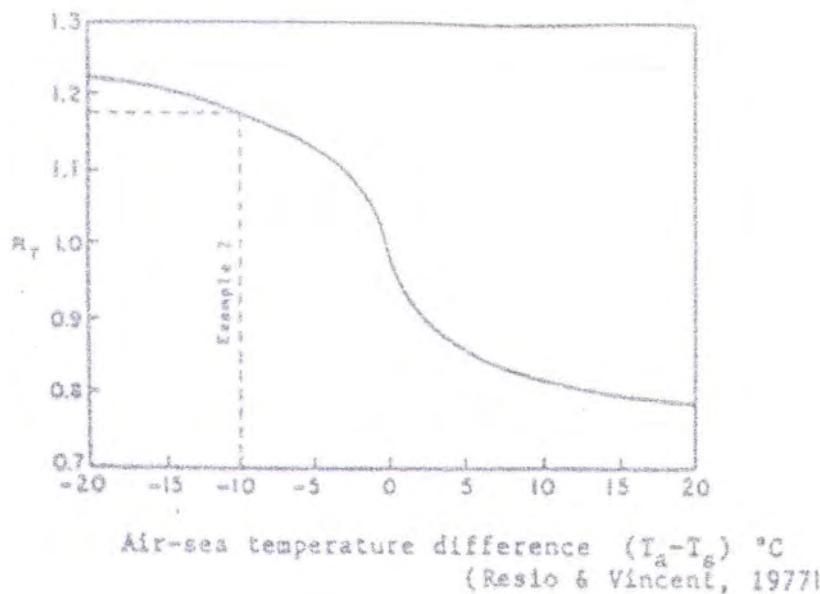
dimana

R_T = Koreksi karena adanya perbedaan temperatur udara dan air

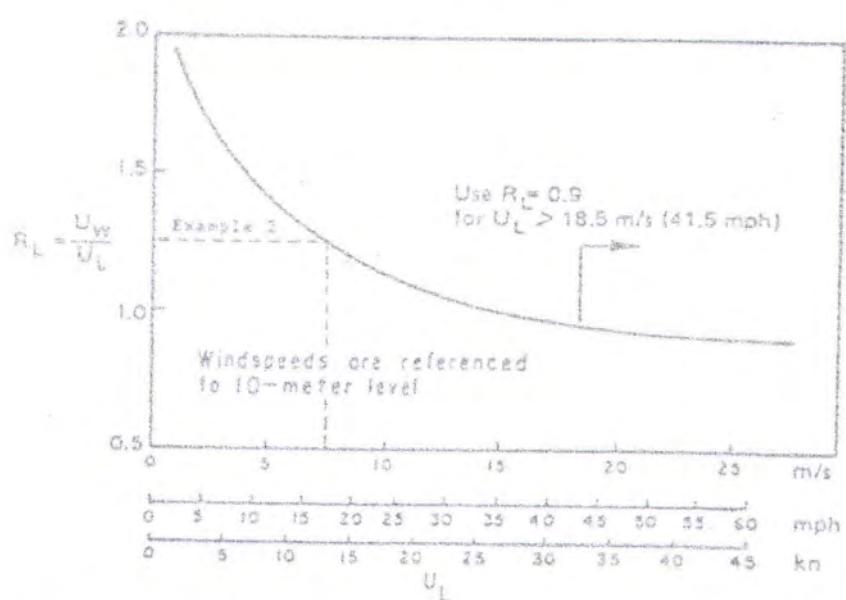
R_L = Koreksi terhadap pencatatan angin yang dilakukan di darat



$(U_{10})_L$ = Kecepatan angin pada ketinggian 10 m di atas tanah



Gambar 4.4. Koreksi terhadap perbedaan temperatur di atas daratan dan laut
(After Rasio, Vincent, 1977b)



Gambar 4.5. Koefisien koreksi terhadap pencatatan kecepatan angin di darat
(triatmojo, 1999)



Biasanya pengukuran angin dilakukan di daratan sedangkan dalam persamaan pembangkitan gelombang data angin yang digunakan adalah data angin di atas permukaan laut. Oleh karena itu perlu transformasi dari data angin di atas daratan yang terdekat dengan daerah studi ke data angin di atas permukaan laut. Hubungan antara angin diatas daratan terdekat dinyatakan dalam grafik dan persamaan berdasarkan SPM Vol.2 (1984)

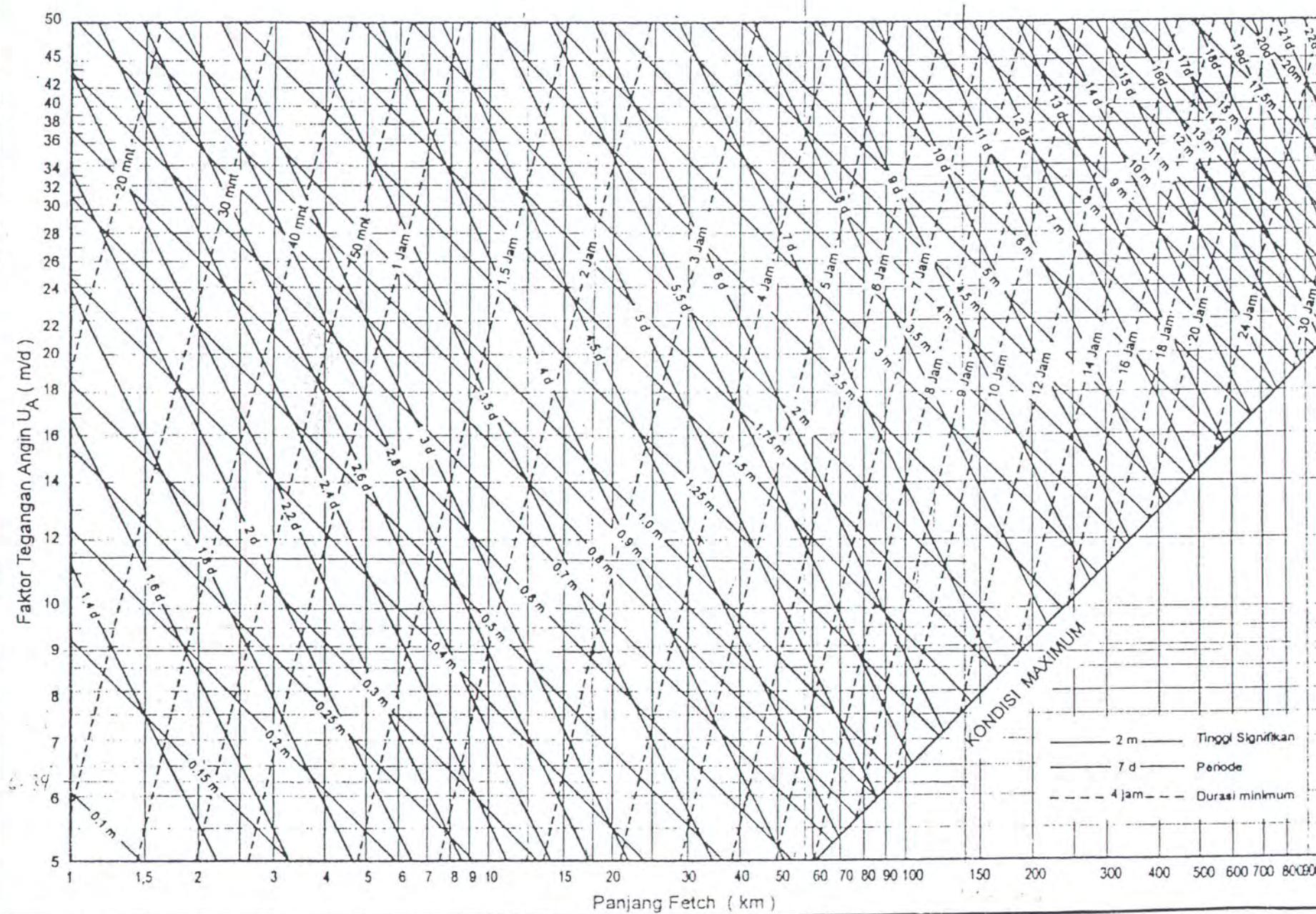
Kecepatan angin harus diubah menjadi *Wind Stress Factor* (U_A), dengan formulasi berikut:

$$U_A = 0.71U^{1.23} \quad (4.10)$$

dimana U = Kecepatan angin (m/dt)

U_A = Wind Stress factor

Gambar 4.6. Grafik Hubungan Antara H_s , T_s , U , U_A dan fetch efektif (SPM, 1984)





Dalam tinjauan pembangkitan gelombang besarnya fetch efektif dapat diformulasi sebagai berikut (Triatmojo, 1999):

$$F_{\text{eff}} = \frac{\sum X_i \cos \alpha_i}{\sum \cos \alpha_i} \quad (4.11)$$

dimana:

F_{eff} = panjang rerata fetch efektif

X_i = panjang segmen fetch yang diukur dari titik observasi
gelombang ke ujung akhir fetch

α_i = deviasi dari kedua sisi dari arah angin, dengan menggunakan pertambahan sebesar 6° sampai sudut sebesar 42° pada kedua sisi dari angin tersebut.

4.3.2. PEMBANGKITAN GELOMBANG DARI ARAH ANGIN BARAT

Dari perhitungan panjang fetch pada Pantai situbondo untuk arah angin dominan Barat didapatkan hasil sebagai berikut:



Tabel 4.4. Perhitungan Panjang Fetch dari Arah Barat

θ	$\cos \theta$	x_i (cm)	x_i (km)	$x_i \cos \theta$
42	0,743	10,500	105,000	78,025
36	0,809	10,600	106,000	85,752
30	0,866	10,700	107,000	92,662
24	0,914	9,400	94,000	85,872
18	0,951	7,200	72,000	68,475
12	0,978	6,000	60,000	58,689
6	0,995	4,800	48,000	47,737
0	1,000	8,100	81,000	81,000
6	0,995	2,400	24,000	23,868
12	0,978	1,000	10,000	9,781
18	0,951	0,800	8,000	7,608
24	0,914	0,600	6,000	5,481
30	0,866	0,230	2,300	1,992
36	0,809	0,450	4,500	3,641
42	0,743	0,640	6,400	4,756
Total	13,511			644,951

Dari tabel di atas didapatkan:

$$Feff = \frac{\sum X_i \cos \alpha}{\sum \cos \alpha} = \frac{644.950}{13.510} = 47736.56m$$

Untuk mendapatkan koefisien kecepatan angin (R_L) digunakan grafik hubungan antara kecepatan angin di laut dan di darat seperti pada gambar 5.3, dimana besarnya kecepatan angin maksimum untuk arah angin dari Barat diperoleh 8,89 m/dt.

Sehingga didapat :

$$R_L = \frac{U_w}{U_L} = 1.2$$

Kecepatan angin di laut (U_w) didapat:

$$U_w = R_L U_L = 1.2 \times 8.89 = 10.666 \text{ m/dt}$$

Faktor tegangan angin (U_A) dihitung dengan persamaan didapat :

$$U_A = 0.71 \times U_w^{1.23} = 0.71 \times 10.666^{1.23} = 13.0537$$



Tinggi gelombang significant (Hs) dan periode signifikan (Ts) didapatkan dengan memasukkan nilai Ua, Feff pada grafik SPM atau dengan memasukkan nilai-nilai tersebut ke dalam formulasi pendekatan grafik SPM, maka didapatkan :

$$Hs = 5.122 \times 10^{-4} Ua F^{0.5} = 1.457$$

$$Ts = 6.23 \times 10^{-2} (Ua F)^{1/3} = 5.08 \text{ detik}$$

4.3.3. PEMBANGKITAN GELOMBANG DARI ARAH ANGIN BARAT

LAUT

Dari perhitungan panjang fetch pada Pantai Par Putih situbondo untuk arah angin dominan Barat Laut didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 4.5. Perhitungan Panjang Fetch dari Arah Barat Laut

θ	$\cos \theta$	$x_i \text{ (cm)}$	$x_i \text{ (km)}$	$x_i \cos \theta$
42	0,743	5,200	52,000	38,641
36	0,809	4,900	49,000	39,640
30	0,866	4,700	47,000	40,702
24	0,914	5,900	59,000	53,898
18	0,951	4,800	48,000	45,650
12	0,978	6,700	67,000	65,536
6	0,995	6,800	68,000	67,627
0	1,000	6,500	65,000	65,000
6	0,995	5,700	57,000	56,688
12	0,978	6,200	62,000	60,645
18	0,951	6,600	66,000	62,769
24	0,914	6,800	68,000	62,120
30	0,866	7,100	71,000	61,486
36	0,809	8,300	83,000	67,145
42	0,743	8,700	87,000	64,649
Total	13,511			852,196



Dari tabel di atas didapatkan:

$$F_{eff} = \frac{\sum X_i \cos \alpha}{\sum \cos \alpha} = \frac{852.196}{13.510} = 63076.01m$$

Untuk mendapatkan koefisien kecepatan angin (R_L) digunakan grafik hubungan antara kecepatan angin di laut dan di darat seperti pada gambar 4.4. dimana besarnya kecepatan angin maksimum untuk arah angin dari Barat diperoleh 9.09 m/dt.

$$\text{Sehingga didapat : } R_L = \frac{U_w}{U_L} = 1.15$$

Kecepatan angin di laut (U_w) didapat:

$$U_w = R_L U_L = 1.15 \times 9.09 = 10.454 \text{ m/dt}$$

Faktor tegangan angin (U_A) dihitung dengan persamaan didapat :

$$U_A = 0.71 \times U_w^{1.23} = 0.71 \times 10.454^{1.23} = 12.735$$

Tinggi gelombang significant (H_s) dan periode signifikan (T_s) didapatkan dengan memasukkan nilai U_A , F_{eff} pada grafik SPM atau dengan memasukkan nilai-nilai tersebut ke dalam formulasi pendekatan grafik SPM, maka didapatkan :

$$H_s = 5.122 \times 10^{-4} U_A F^{0.5} = 1.635 \text{ meter}$$

$$T_s = 6.23 \times 10^{-2} (U_A F)^{1/3} = 5.534 \text{ detik}$$

4.3.4. PEMBANGKITAN GELOMBANG DARI ARAH ANGIN UTARA

Dari perhitungan panjang fetch pada Pantai situbondo untuk arah angin dominan Utara didapatkan hasil sebagai berikut:



Tabel 4 .6. Perhitungan Panjang Fetch dari Arah Utara

θ	$\cos \theta$	x_i (cm)	x_i (km)	$x_i \cos \theta$
42	0,743	5,700	57,000	42,356
30	0,866	9,900	99,000	85,734
24	0,914	10,100	101,000	92,266
18	0,951	6,400	64,000	60,867
12	0,978	5,400	54,000	52,820
6	0,995	5,500	55,000	54,699
0	1,000	5,300	53,000	53,000
6	0,995	6,500	65,000	64,644
12	0,978	6,400	64,000	62,601
18	0,951	6,300	63,000	59,916
24	0,914	5,900	59,000	53,898
30	0,866	5,000	50,000	43,300
36	0,809	5,700	57,000	46,112
42	0,743	5,200	52,000	38,641
Total	13,511			863,438

Dari tabel di atas didapatkan:

$$F_{eff} = \frac{\sum X_i \cos \alpha}{\sum \cos \alpha} = 63908.04 m$$

Untuk mendapatkan koefisien kecepatan angin (R_L) digunakan grafik hubungan antara kecepatan angin di laut dan di darat seperti pada gambar 4.4 , dimana besarnya kecepatan angin maksimum untuk arah angin dari Barat diperoleh 9.5 m/dt. Sehingga didapat :

$$R_L = \frac{U_w}{U_L} = 1.14$$

$$U_w = R_L U_L = 1.83 \text{ m/dt}$$



$$U_A = 0.71 \times U_W^{1.23} = 13.2999$$

Tinggi gelombang significant (Hs) dan periode signifikan (Ts) didapatkan dengan memasukkan nilai Ua, Feff pada grafik SPM atau dengan memasukkan nilai-nilai tersebut ke dalam formulasi pendekatan grafik SPM, didapatkan :

$$Hs = 5.122 \times 10^{-4} U_a F^{0.5} = 1.718 \text{ meter}$$

$$Ts = 6.23 \times 10^{-2} (U_a F)^{1/3} = 5.638 \text{ detik}$$

4.3.5. PEMBANGKITAN GELOMBANG DARI ARAH ANGIN TIMUR LAUT

Dengan cara yang sama maka didapatkan:

Tabel 4.7. Perhitungan Panjang Fetch Efektif dari Timur Laut

θ	$\cos \theta$	$x_i (\text{cm})$	$x_i (\text{km})$	$X_i \cos \theta$
42	0,743	5,300	53,000	39,384
36	0,809	5,700	57,000	46,112
30	0,866	5,800	58,000	50,228
24	0,914	5,900	59,000	53,898
18	0,951	6,000	60,000	57,063
12	0,978	5,400	54,000	52,820
6	0,995	6,800	68,000	67,627
0	1,000	8,700	87,000	87,000
6	0,995	8,300	83,000	82,545
12	0,978	11,500	115,000	112,486
18	0,951	7,500	75,000	71,329
24	0,914	7,300	73,000	66,688
30	0,866	8,500	85,000	73,610
36	0,809	8,800	88,000	71,190
42	0,743	13,400	134,000	99,575
Total	13,511			1031,555



Sehingga didapatkan : $H_s = 2.153 \text{ m}$

$$T_s = 6.255 \text{ det}$$

Dari hasil perhitungan pembangkit gelombang dari semua arah angin di atas dapat dibuat kesimpulan sebagai berikut :

Tabel 4.8. Pembangkitan Gelombang dari Angin

Arah angin	Tinggi gelombang (H_s)	Periode Gelombang (T)
Barat	1,458	5,090
Barat Laut	1,635	5,535
Timur Laut	2,153	6,255
utara	1,719	5,639

4.4. KLASIFIKASI GELOMBANG MENURUT KEDALAMAN RELATIF

Jenis gelombang dapat lebih mudah diklasifikasikan berdasarkan kedalaman relatif d/L yaitu perbandingan antara kedalaman air d dan panjang gelombang L , dimana gelombang dibagi menjadi tiga macam yaitu : (Pratikto, dkk. 1997)

Tabel 4.9. Klasifikasi gelombang menurut kedalaman relatif
(Pratikto, dkk. 1997)

Klasifikasi	d/L	$2\pi d/L$	$\operatorname{Tanh}(2\pi d/L)$
Perairan Dalam	$> 1/25$	$>\pi$	≈ 1
Perairan Transisi	$1/25 \text{ s.d } 1/2$	$1/4 \text{ s.d } \pi$	$\operatorname{Tanh}(2\pi d/L)$
Perairan Dangkal	$< 1/25$	$< 1/4$	$\approx 2\pi d/L$



$L = \sqrt{gdT}$ Di laut dangkal, cepat rambat dan panjang gelombang hanya tergantung pada kedalaman. Untuk kondisi gelombang di laut transisi, yaitu apabila $1/25 < d/L < 1/2$, cepat rambat dan panjang gelombang dihitung dengan menggunakan rumus diatas.

Dengan menggunakan semua bentuk persamaan di atas, maka dapat ditentukan karakteristik gelombang di laut dalam untuk kondisi yang telah ditentukan, yaitu :

$$H_0 = H_s = 2.153 \text{ meter}$$

$$T_0 = T_s = 6.255 \text{ detik}$$

$$\text{Maka, } C_0 = 1.56 \times 6.255 = 9.7578 \text{ m/det}$$

$$L_0 = 1.56 \times 6.255^2 = 61.035 \text{ meter}$$

Jadi, gelombang laut dalam yang akan digunakan dalam perhitungan adalah yang mempunyai karakteristik sebagai berikut :

$$H_0 = 2.153 \text{ meter}$$

$$T_0 = 6.255 \text{ detik}$$

$$C_0 = 9.7578 \text{ m/det}$$

$$L_0 = 61.035 \text{ meter}$$

4.5. TRANSFORMASI GELOMBANG YANG MENUJU PANTAI

Transformasi gelombang yang dianalisa antara lain refraksi, shoaling dan gelombang pecah dengan menggunakan perumusan pada Bab II. Dalam menganalisa shoaling, refraksi dan gelombang pecah maka data-data yang dibutuhkan serta asumsi adalah sebagai berikut :



Apabila hubungan antara cepat rambat gelombang (C) dan panjang gelombang (L) dinyatakan dalam persamaan berikut :

$$C = \frac{gT}{2\pi} \tanh \frac{2\pi d}{L} = \frac{gT}{2\pi} \tanh k$$

$$L = \frac{gT^2}{2\pi} \tanh \frac{2\pi d}{L} = \frac{gT^2}{2\pi} \tanh k$$

dengan $k = \frac{2\pi}{L}$

dimana :

g = percepatan gravitasi (m/dt^2)

d = jarak antara muka air laut dan dasar laut (m)

T = periode gelombang (det)

k = *wave number*

Dari tabel 4.9, apabila kedalaman relatif d/L lebih besar daripada 0.5, maka nilai $\tanh(2\pi d/L) = 1$. Sehingga untuk $g = 9.81 \text{ m}/\text{dt}^2$ didapat

$$C_0 = \frac{gT}{2\pi} = 1.56T$$

$$L_0 = \frac{gT^2}{2\pi} = 1.56T^2$$

Indeks \circ menunjukkan bahwa nilai-nilai tersebut adalah untuk kondisi di laut dalam.

Apabila kedalaman relatif kurang dari $1/25$, nilai $\tanh(2\pi d/L) = 2\pi d/L$, maka persamaan diatas menjadi:

$$C = \sqrt{gd}$$



- ❖ Data gelombang yang digunakan adalah data gelombang signifikan yang didapat dari peramalan gelombang akibat angin (Tabel 4.8) sehingga yang diambil adalah arah angin yang dapat membangkitkan tinggi gelombang dan periode terbesar, yaitu arah angin dari Timur Laut
- ❖ Data kemiringan pada lokasi yang ditinjau adalah harga rata-rata sebesar 0.05
- ❖ Kontur kedalaman laut dianggap lurus dan parallel serta membentuk sudut 15° dari arah Timur Laut.

Hasil selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran D.

4.6. ANALISA PERHITUNGAN PERUBAHAN GARIS PANTAI

Rumus-rumus empiris yang digunakan untuk pemodelan garis pantai didasarkan pada persamaan kontinuitas sedimen (Triadmojo, 1999). Rumus ini digunakan untuk memprediksi daerah yang mengalami erosi dan akresi akibat sedimen transport yang ditimbulkan gelombang sepanjang pantai.

$$\frac{\partial Y}{\partial t} = \frac{i}{d_b} \frac{\partial Q_s}{\partial x} \quad (4.12)$$

dimana :

Y = jarak antara garis pantai referensi

d_b = kedalaman air saat gelombang pecah

t = waktu



x = absis searah panjang pantai

Rumus empiris transpor sedimen sebagai dasar perhitungan berdasar pada CERC yaitu : (US. ARMY, 1984)

$$Q_s = 0.02 \times \rho \times g \times H_b^2 \times C_b / 8 \times \sin \alpha_b \times \cos \alpha_b \quad (4.13)$$

Dimana :

Q_s = angkutan sedimen sepanjang pantai

ρ = massa jenis air laut (1025 kg/m^3)

H_b = tinggi gelombang pecah

C_b = cepat rambat gelombang pecah

α_b = sudut datang gelombang pecah

Gambar di bawah ini (4.6) menyatakan volume sel garis pantai ΔV akibata *litoral drift* dari sel $i+1$. Maka besarnya ΔV dapat dihitung :

$$\Delta V = (Q_{i+1} - Q_i \pm Q_r) \Delta t \quad (4.14)$$

dimana:

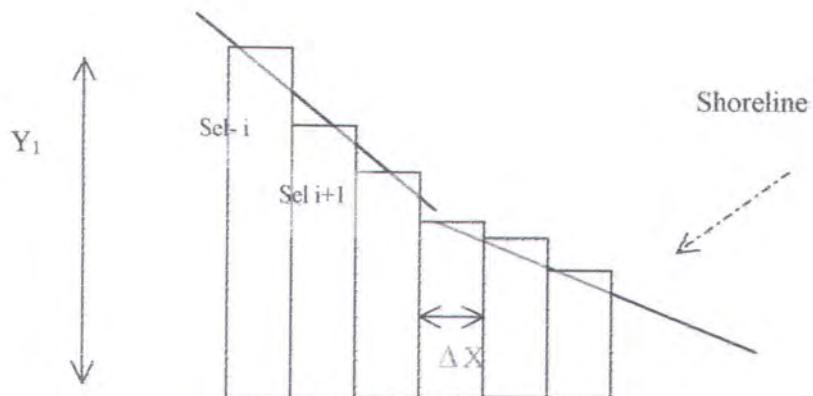
ΔV : volume garis pantai

Q_r : batas keseimbangan litoral drift

Δt : waktu selama perubahan garis pantai

Q_{i+1} : litoral drift sel ke $i+1$

Q_i : litoral drift sel ke I



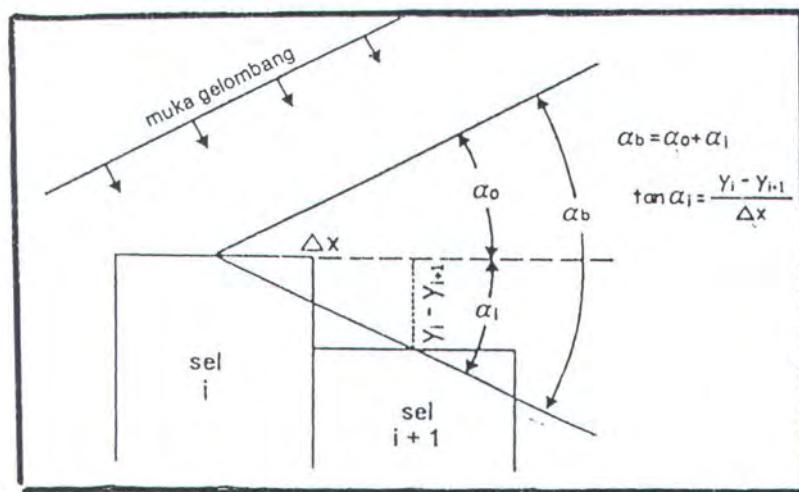
Gambar 4.7. Pembagian Garis Pantai dalam Beberapa Pias

Transport sedimen sejajar pantai tergantung pada sudut datang gelombang pecah (α_b). Sudut datang gelombang pecah akan berubah dari satu sel ke sel yang lainnya karena adanya perubahan garis pantai. Seperti ditunjukkan pada gambar 4.6, sudut (α_i) adalah sudut yang dibentuk oleh garis pantai dengan garis pantai yang sejajar sumbu x , antara sel ke- i dan sel ke $i+1$, seperti dalam persamaan berikut :

$$\tan \alpha_i = \frac{Y_i + Y_{i+1}}{\Delta x} \quad (4.15)$$

Apabila gelombang datang membentuk sudut(α_0) dengan arah sumbu x , maka sudut dating gelombang pecah terhadap garis pantai adalah :

$$\tan \alpha_b = \frac{\tan \alpha_i \pm \tan \alpha_0}{1 + \tan \alpha_i \tan \alpha_0} \quad (4.16)$$



Gambar 4.8. Hubungan Antara α_b , α_0, α_1

Model perubahan garis pantai dilakukan dengan urutan sebagai berikut :

- Menentukan garis pantai awal (Y_1, Y_2, \dots, Y_n)
- Membagi garis pantai menjadi beberapa sel (Δx)
- Menentukan sumber sedimen dan sedimen yang hilang pada seluruh pias
- Menghitung perubahan garis pantai untuk setiap langkah waktu Δt

Dalam menentukan sumber sedimen sungai maka menggunakan persamaan prisma pasang surut dengan rumus sebagai berikut :

$$P = \int_0^{T_{pasang}} Q(t) dt \quad (4.12)$$

dimana : P = prisma pasang surut

T_p = periode air pasang

T_s = periode air surut



$Q(t)$ = debit yang keluar melalui sungai

T = periode pasang surut ($T_p + T_s$)

Sehingga sumber sedimen dari sungai :

$$Q = \frac{CkxPx\pi}{T} \quad (4.13)$$

dimana: Ck = faktor koreksi (0,811 – 0,999)

Q = debit maksimum

Analisa yang digunakan dalam menghitung perubahan garis pantai adalah:

1. Data arah gelombang yang digunakan adalah data arah gelombang yang dominan yaitu arah Timur Laut.
2. Kontur kedalaman dianggap pararel dan membentuk sudut 15° terhadap arah Timur Laut.
3. Panjang, tinggi dan kedalaman yang dipakai adalah data berdasarkan hasil analisa refraksi dan pendangkalan gelombang pada sub Bab 4.4.
4. Kemiringan pantai Pasir Putih 0,05
5. Lokasi Pantai Pasir Putih dibagi menjadi 180 pias dan masing-masing pias (Δx) berjarak 20 meter .

Dari hasil perhitungan perubahan garis pantai (Lampiran 4), maka dapat diramalkna model perubahan garis pantai selama 10 tahun sedangkan Gambar 4.10 merpakan jumlah sedimen transport terhadap garis pantai yang diukur pada kedalaman 8.5 meeter.



Karena kecilnya perubahan yang terjadi selama 1 tahun pertama, sehingga antara garis pantai yang asli dengan perubahan garis pantai setelah 1 tahun sulit dilihat.

Analisa perubahan garis pantai didasarkan pada analisa imbangan sedimen yang masuk dan keluar pada pantai yang ditinjau. Dengan analisa ini dapat diperkirakan daerah pantai yang mengalami eros atau sedimentasi. Imbangan sedimen pantai adalah banyaknya sedimen yang masuk dikurangi sedimen yang keluar. Apabila nilai imbangannya nol berarti pantai dalam keadaan stabil, jika nilainya positif pantai mengalami sedimentasi dan jika nilainya negatif berarti pantai tersebut mengalami eros.

Dari perhitungan tersebut maka daerah yang mengalami eros (kemunduran garis pantai) terbesar terjadi pada pias ke-78 sebesar 2.256 meter dan pias ke-79 sebesar 2.997 meter. Sementara di pias ke-80 terjadi *litoral drift* yang relatif besar yaitu 9.245 m^3 sehingga kemajuan garis pantainya juga relatif besar sebesar 0.1 meter. Hal ini disebabkan karena pada pias sebelumnya (ke-78 dan ke-79) terjadi penggerusan sedimen yang besar dan sedimen tersebut ditumpuk di pias ke-80. Pias yang mengalami kemajuan garis pantai terbesar ada di pias ke-4 sebesar 0.23 meter dan *litpral drifnya* sebesar 12.089 m^3 karena pada pias ini terletak menjorok ke laut sehingga memudahkan untuk menangkap sedimen. Hal ini membuktikan juga bahwa pada pias ke-3 terjadi penggerusan sedimen.

Dari proses imbangan sedimen tersebut nampak bahwa *litoral drift* yang berkurang /tergerus akan berpindah/menumpuk di tempat lain.



Salah satu contohnya ada pada padi pias ke-3 yang terjadi penggerusan sedimen sehingga akan ditumpuk di pias ke-4 dan pias ke-5.

Maka hasil analisa perubahan garis pantai yang telah dilakukan didapatkan hasil sebagia berikut :

1. Kemunduran garis pantai rata-rata/tahun untuk arah gelombang dari Timur Laut adalah sebesar 0.208 meter
2. Kemajuan garis pantai rata-rata/tahun untuk arah gelombang dari Timur Laut adalah sebesar 0.061 meter

BAB V

**ANALISA STRUKTUR
TERUMBU BUATAN
(ARTIFICIAL CORAL REEFS)**



BAB V

ANALISA STRUKTUR TERUMBU KARANG BUATAN

(*Artificial Coral Reefs*)

5.1. PEMILIHAN MATERIAL PENYUSUN

Pembuatan artificial coral reef merupakan suatu usaha untuk meningkatkan sumber perikanan dan sumber hayati lainnya dengan cara membuat ekosistem didasar laut sedemikian rupa sehingga dapat menyediakan tempat untuk berlindung dan berkembang biak, memperbaiki dan melestarikan habitat suatu perairan yang terancam rusak. Di lokasi Pasir Putih, terdapat empat (4) titik ekosistem terumbu karang yang dianggap cukup besar, yaitu: Batu Lawang, Teluk Pelita, Karang Mayit dan Kembang Sambi. Sebelum melakukan pemasangan terumbu buatan perlu dilakukan survey untuk mengetahui kondisi lingkungan tempat terumbu buatan (*artificial coral reef*) akan ditempatkan.

Pertimbangan pemilihan lokasi ditekankan pada:

1. Keberadaan *coral reef* yang sudah mati di sekitar lokasi. Artinya, lokasi yang dipilih memiliki hamparan terumbu karang yang sudah mati atau rusak.
2. Lokasi yang dipilih memiliki dasar laut yang berpasir.
3. Kedalaman kurang lebih 15 meter.
4. Kondisi air jernih, cukup mendapatkan sinar matahari.



5. Tidak mengganggu alur pelayaran.
6. Mudah dijangkau; baik lewat darat maupun lewat laut.

Sehingga lokasi yang ditentukan sebagai titik penempatan terumbu karang buatan memiliki koordinat: S: $7^{\circ}43,288$; E $113^{\circ}48,070$, persis di sebelah utara restoran Papin, di sebelah timur lokasi terumbu karang Batu Lawang (Primus dan LIPI). Dan area yang dianggap representatif sebagai penempatan terumbu buatan ± seluas 5×100 meter , berjarak ± 130 meter dari pantai dan pada kedalaman 8.5 meter.

Sebagai gambaran bahan-bahan yang telah dipakai dalam perancangan terumbu buatan terdiri dari:

- a. Bahan karet , material yang dipakai antara lain:
 - Rangkaian ban bis bekas yang disusun secara vertical
 - Rangkaian ban mobil bekas yang disusun vertikal
 - Rangkaian ban mobil bekas yang disusun horisontal
- b. Bahan logam, material yang dipakai antara lain:
 - rangkaian drum bekas yang disusun vertikal
 - rangkaian drum bekas yang disusun horizontal
 - mobil bekas
- c. Bahan dari beton, material yang dipakai antara lain:
 - tiang pancang
 - batu kapur
 - reefballs

Alasan penggunaan bahan-bahan tersebut didasarkan pada pertimbangan seperti pada Bab II.



Tabel 5.1. Kelebihan dan Keunggulan Beberapa Material Penyusun Terumbu Buatan.

Material	Umur	Harga	Biaya transportasi	Celah dan permukaan
Bangkai mobil	3 - 5 tahun	rendah	tinggi	baik
Tumpukan batu karang	lama	sedang	tinggi	sangat baik
Puing bangunan	lama	rendah	tinggi	baik
Beton bangunan	lama	tinggi	tinggi	sangat baik
Kapal tua	lama	tinggi	sedang	baik
Ban bekas	lama	rendah	rendah	sangat baik
Bekas anjungan minyak	lama	tinggi	tinggi	baik
Fiberglass	20 tahun	tinggi	sedang	baik

5.2. PERHITUNGAN DIMENSI DAN STABILITAS TERUMBU BUATAN

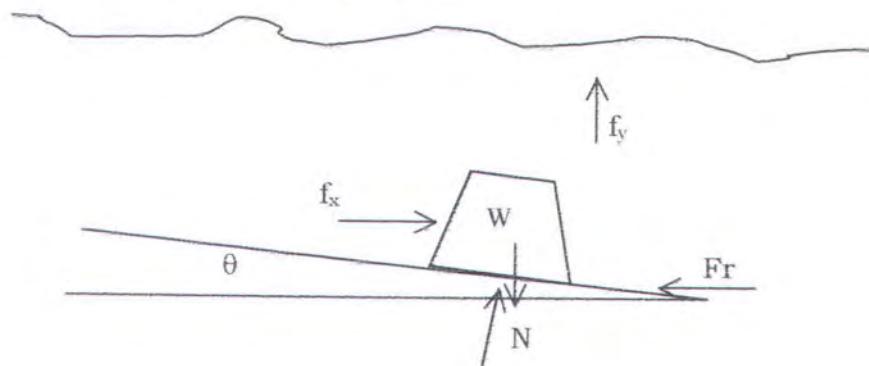
Pelaksanaan pekerjaan terumbu buatan dapat dikatakan sukses apabila memenuhi syarat antara lain yaitu bahan terumbu buatan yang ditenggelamkan tidak terangkat keatas dan tidak bergeser kedudukannya. Bila terjadi hal demikian, bisa dikatakan dalam jangka waktu yang relatif singkat terumbu buatan tidak dapat berfungsi sebagaimana mestinya yaitu menjadi tempat hidup habitat laut.

Menurut Arthur (1966), untuk menentukan berat minimal dapat diperkirakan dari mencari berat keseimbangan yang merupakan faktor-faktor dari gaya horizontal dan gaya vertikal yang mengenai suatu struktur, dapat dirumuskan sebagai berikut :



$$\text{Gaya horizontal} \quad f_x = \frac{\alpha}{l\gamma a' a_i} \quad (5.1)$$

$$\text{Gaya vertikal} \quad f_y = \frac{\beta}{l\gamma a' a_i} \quad (5.2)$$



Gambar 5.1. Gaya-gaya yang bekerja pada struktur

Dimana :

N = gaya normal

Fr = Gaya gesek terhadap seabed = $\mu \times N$ ($\mu = 0.6$)

α = horizontal amplitude (meter)

$$= \frac{H \cosh k(y + d)}{2 \sinh kd}$$

β = vertikal amplitude (meter)

$$= \frac{H \sinh k(y + d)}{2 \sinh kd}$$

a_i = amplitude gelombang datang

γ = berat jenis air laut ($= 1.03 \text{ ton/m}^3$)

a' = tinggi terumbu buatan (meter)

l = panjang terumbu buatan (meter)

y = titik tinjau (tepat di muka garis air = 0 meter)

d = kedalaman air diatas terumbu buatan (meter)



Dari keseimbangan gaya-gaya tersebut maka didapatkan:

$$\text{Total gaya horizontal} \quad F(x) = fx - Fr - W \sin \theta = 0 \quad (5.3)$$

$$\text{Total gaya vertikal} \quad F(y) = fy + N - W \cos \theta = 0 \quad (5.4)$$

Sehingga berat yang memenuhi syarat keseimbangan adalah :

$$W = \frac{f_x + \mu f_y}{\mu \cos \theta + \sin \theta} \quad (5.5)$$

Dikatakan stabil bila berat benda yang sesungguhnya (W') lebih besar dari berat yang dicari dengan syarat kesetimbangan. Sehingga $W' \geq W$

atau $\frac{W'}{W} \geq 1$. Berdasarkan rumus keseimbangan diatas kita dapat

menentukan berat minimum dari struktur terumbu buatan yang telah terpasang sebelumnya (Lampiran E-1) sehingga dapat juga diperkirakan nilai kestabilannya (Lampiran E-2) supaya posisinya tetap stabil didasar laut. Berikut ini adalah tabel hasil perhitungan dimensi dan stabilitas terumbu buatan yang telah dibuat dan dilaksanakan didaerah Pantai Pasir Putih, Situbondo (Tabel 5.2).

Tabel 5.2. Material yang Dipakai

No	Jenis material	Dimensi gabungan (m)			W hitung (W')	W ukur (W)	W/W'
		panjang	lebar	tinggi			
1	Reefball	4,4	3,3	0,5	1,526	1,85	1,2
2	Reefball	3,72	0,62	0,45	2,000	0,46	0,2
3	Reefball	4,9	2,1	0,45	1,518	1,62	1,1
4	Reefball	7,8	0,6	0,55	0,785	1,00	1,3
5	rakitan beton	4	5	0,98	0,882	15,45	17,5
6	tiang pancang	3	0,4	0,4	2,781	4,12	1,5
7	tong vertikal	1,14	5,7	0,87	3,462	4,22	1,2
8	tong horisontal	7,98	1,74	2,2	0,217	4,22	19,5
9	mobil bekas	3,5	3,5	1,4	0,727	1,03	1,4
10	ban bis	0,75	4,85	0,97	4,751	10,30	2,2
11	ban mobil vertikal	1,9	4,8	1,1	1,668	10,30	6,2
12	ban mobil horisontal	8,4	1,2	0,55	0,729	10,30	14,1
13	bongkahan kapur	4,2	2	0,9	0,910	12,36	13,6



Perhitungan dimensi dan stabilitas ini didasarkan pada data yang diperoleh dari lapangan yang berisi dimensi, berat serta rangkaian tiap unit struktur yang digunakan sebagai terumbu buatan. Dalam perhitungan, dipertimbangkan juga berbagai alternatif penyusunan unit-unit terumbu buatan ini berdasarkan arah arus, untuk perhitungan secara lengkap terdapat pada lampiran (Lampiran V-2). Dari hasil perhitungan terhadap berbagai alternatif penyusunan unit terumbu buatan ini, dapat kita tentukan satu alternatif penyusunan unit-unit terumbu buatan didasar laut yang paling efektif jika ditinjau dari dua arah arus yang saling tegak lurus (90°) yaitu pada alternatif 2 dimana unit-unit terumbu buatan dirangkai sejenis sedemikian rupa sehingga nilai kestabilannya memenuhi jika dikenai dua arah arus. Untuk alternatif 1, dimana sebagian besar unit disusun secara pararel nilai kestabilanya sangat tinggi untuk satu arah arus tapi jika arah arus tersebut berubah kearah 90° dari arus pertama maka banyak rangkaian unit yang tidak stabil. Demikian pula untuk alternatif 3 dimana tiap-tiap unit terumbu buatan disusun secara terpisah, banyak unit terumbu yang tidak memenuhi syarat stabilitas. Dari tabel 5.2 dapat kita lihat bahwa *untuk dimensi yang direncanakan*, hampir semua struktur terumbu karang telah memenuhi persyaratan stabilitas ($W'/W \geq 1$). Sehingga tinggi rata-rata terumbu buatan yang terpasang yaitu sebesar 0.835 meter.



5.3. TRANSFORMASI GELOMBANG

Transformasi gelombang yang melalui terumbu buatan akan mengalami proses pendangkalan, proses refraksi, gelombang pecah dan transmisi gelombang. Karena tinggi air diatas terumbu buatan besar (7.66 meter) padahal terumbu tersebut dipasang pada kedalaman 8.5 meter, maka dari perhitungan (Lampiran E-3) tidak nampak perubahan tinggi gelombang yang signifikan akibat pemasangan terumbu tersebut. Sehingga efek terumbu buatan sebagai pereduksi gelombang juga tidak ada.

Untuk itu akan direkomendasikan tinggi terumbu karang yang berpengaruh secara significant terhadap perubahan energi gelombang. Dari jumlah unit-unit yang **sama** dengan pemasangan sebelumnya, maka direncanakan alternatif pemilihan tinggi terumbu karang tersebut adalah 1.5 m, 2 m dan 3 meter. Dari Lampiran E-4 dapat diambil kesimpulan seperti pada tabel 5.3.

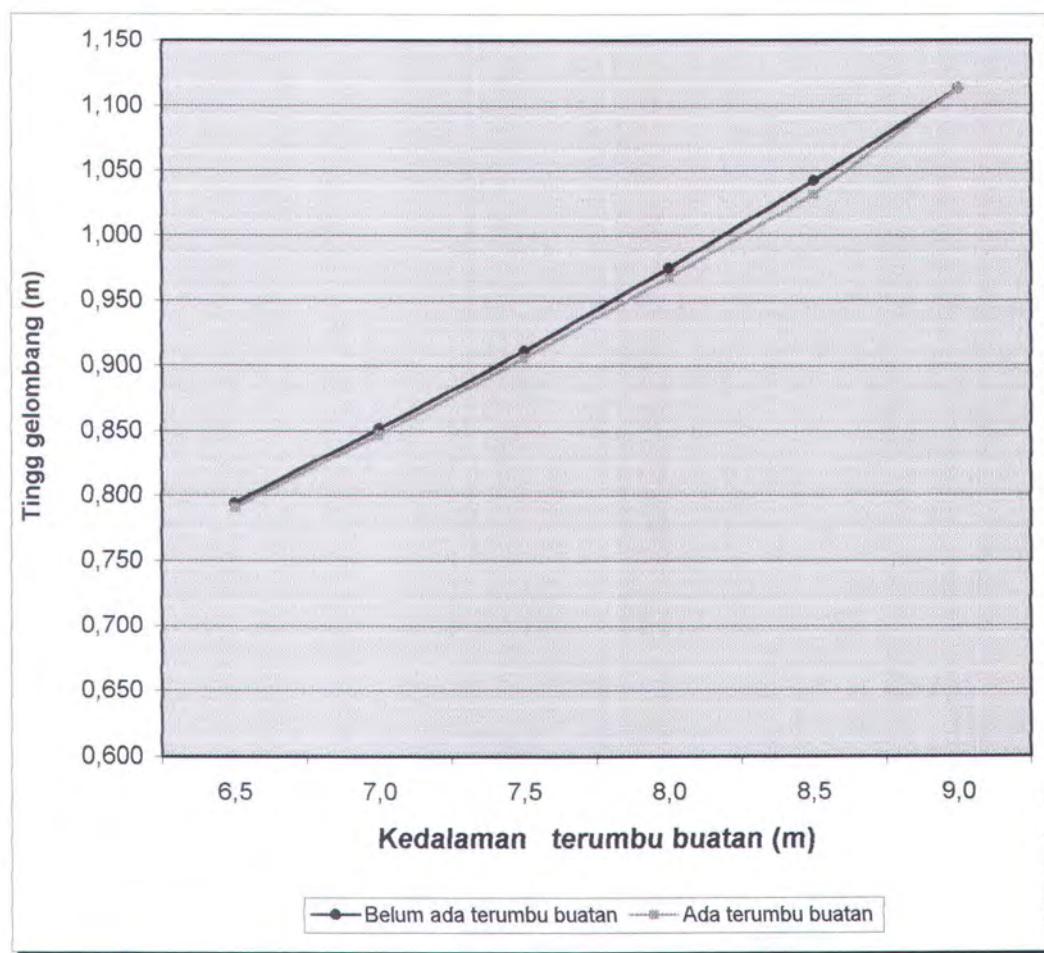
Tabel 5.3. Alternatif Pemilihan Rata-Rata Tinggi Terumbu

Alternatif Tinggi Terumbu	Pengurangan Tinggi Gelombang
1.5 meter	86.14 %
2 meter	86.87 %
3 meter	75.177 %

Sehingga untuk dapat mereduksi tinggi gelombang secara signifikan maka direkomendasikan tinggi rata-rata 3 meter yang berarti juga menunjukan adanya kenaikan transmisi gelombang dengan naiknya tinggi air di atas puncak bangunan. Menurut teori gelombang



Airy, semakin ke bawah kecepatan maupun percepatan partikel air semakin kecil, sehingga semakin tinggi air di atas puncak semakin besar gelombang yang dilewatkan karena energi gelombang tertahan semakin kecil. Hal ini dapat diperjelas dengan Gambar 5.2. yang membuktikan pengaruh kedalaman terhadap tinggi gelombang.



Gambar 5.2. Hubungan Antara Kedalaman dan Tinggi Gelombang Transmisi

Dengan tinggi rata-rata tinggi 3 meter tersebut kemudian diatur bagaimana susunan unit-unit dengan jumlah yang **sama** dengan pemasangan sebelumnya dapat mencapai kestabilan (Lampiran F-2).

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN



BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. KESIMPULAN

Berdasarkan analisa dan pembahasan yang telah dilakukan pada bab-bab sebelumnya maka dapat diambil kesimpulan antara lain sebagai berikut :

1. Secara umum stabilitas terumbu buatan yang telah dipasang cukup baik sesuai dengan data arus yang ada diperairan tempat terumbu buatan itu dipasang.
2. Pada pemasangan terumbu karang buatan sebelumnya yang mempunyai tinggi rata-rata (h) adalah 0.833 meter dan kedalaman air di atas terumbu buatan (d) 7.67 meter, ternyata tidak membawa pengaruh perubahan tinggi gelombang yang signifikan sehingga pengaruh terhadap pola perubahan garis pantai juga sangat kecil (Gambar 4.9). Hal ini disebabkan kedalaman air diatas terumbu buatan banyak berpengaruh terhadap karakteristik gelombang yang menjalar diatasnya.
3. Dengan tetap memperhatikan nilai kestabilan di dasar dan tetap memakai jumlah unit yang sama seperti pada pemasangan sebelumnya, maka dari alternatif rencana tinggi terumbu buatan (1.5, 2 dan 3 meter) maka dapat direkomendasikan tinggi rata-rata



terumbu buatan yang mempunyai pengaruh dalam mereduksi gelombang yaitu setinggi 3 meter. Dengan terumbu setinggi 3 meter tersebut dapat mereduksi gelombang 75.17 %.

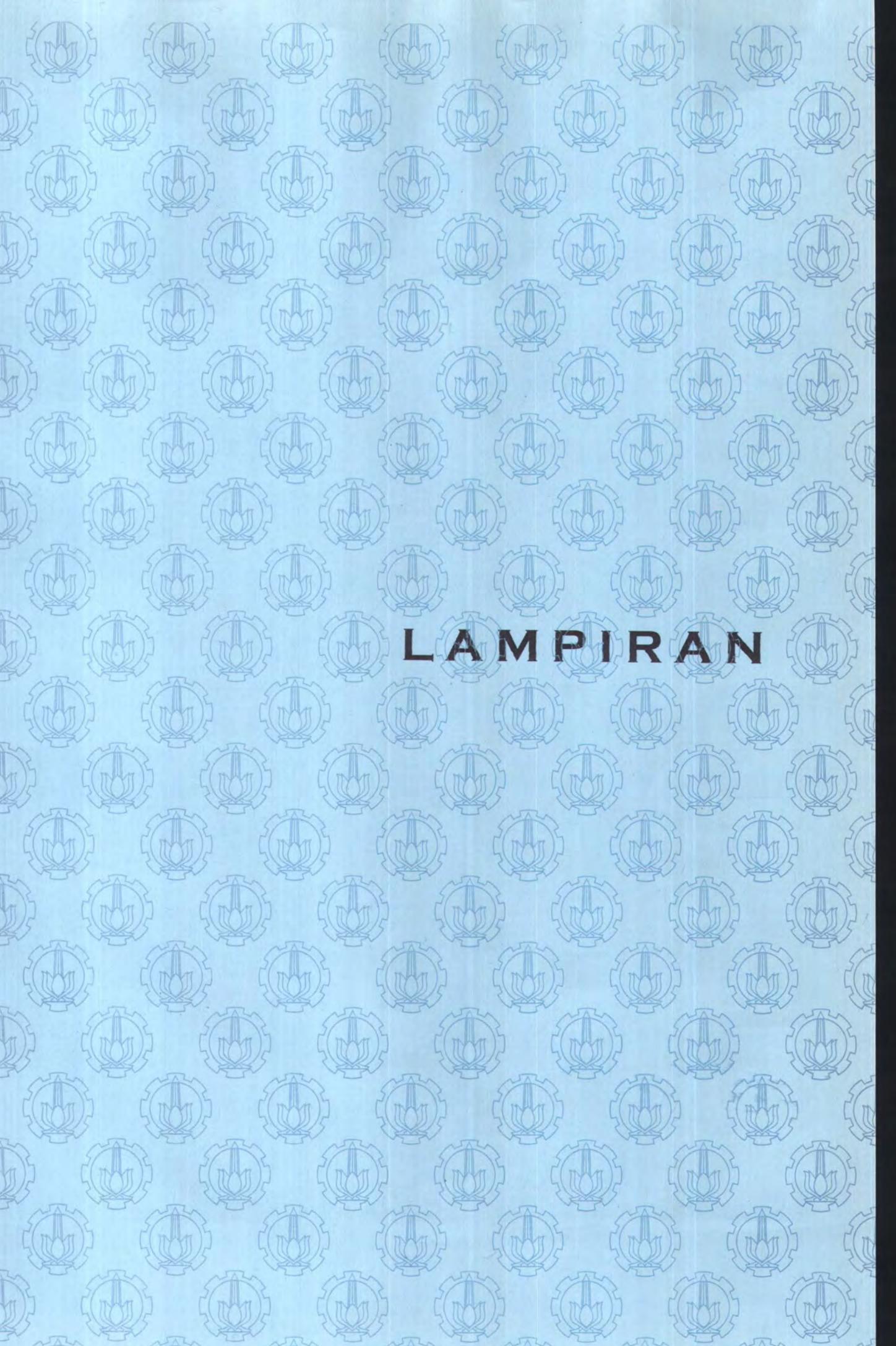
6.2. SARAN

1. Semakin tinggi terumbu buatan maka kemampuan reduksi juga semakin besar, maka untuk merencanakan tinggi terumbu buatan alternatif tidak harus direncanakan dengan jumlah unit yang sama dengan pemasangan sebelumnya. Dengan alasan untuk reduksi gelombang terbesar dapat saja direncanakan setinggi mungkin (tetapi tetap sebagai *submerged breakwater*) tetapi jumlah unit harus ditambah supaya nilai kestabilan terpenuhi.
2. Untuk mendapatkan data yang lebih lengkap tentang pengaruh penempatan terumbu buatan di daerah pasir putih Situbondo, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang pengaruhnya terhadap fungsi ekologis. Maka dari itu perlu ditinjau pula pengaruh material penyusun terumbu buatan terhadap biota laut yang menetap dan berkembang biak.

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

- "**Laporan Penelitian Konservasi**, 1996. Terumbu Karang dan Ekosistemnya di Perairan Jawa Timur), Kerjasama Puslitbang - Oseanologi LIPI dengan Yayasan Primus.
- Arthur, T. 1966. **Estuary and Coastline Hydrodynamics**, Department of Civil Engineering, Cambridge, Massachusetts.
- Baba, M. 1986. Computation of Wave Transmision Over a Shore Protecting Submerged Breakwater, **Ocean Engineering**, Vol.13, No.3, hal 227-237, Pergamon London.
- Cahyono, S.1999. **Studi Perencanaan Ekosistem Mangrove Sebagai Sarana Perlindungan Pantai**, Tugas Akhir, Teknik Kelautan ITS.
- DPMA, 1978. **Fungsi Karang Buatan Sebagai Peredeam Energi Gelombang Laut Yang Menuju ke Pantai Sehubungan Dengan Usaha Pengendalian Pada Pencegahan Erosi Pantai**, Direktorat Jendral Pengairan , DPU.
- Goda, Y.1969. **Reanalysis Laboratory Data on Wave Transmision Over Breakwater**, hal 18, report No 8(3), Port and Harbour Research Inst, Tokyo.
- Haryo D'armono (1999), "**A Review of Artificial Reef**", Thesis to achieve Master degree, in Memorial University, Canada (unpublished).
- Mundra, IW. 1995. **Kajian Stabilitas Statis Terumbu Buatan Sebagai Peredam Energi gelombang**, Thesis S-2, Progam Pasca Sarjana T-Sipil, UGM.
- Nizam, 1988. Suatu Tinjauan Terhadap Pemecah Gelombang Bawah Air, **Seminar Hidrolika dan Hidrologi Wilayah Pantai**, Ilmu Teknik, UGM.
- Pratikto,WA; Armono;Suntoyo, 1997. **Perencanaan Fasilitas Pantai dan Laut**, Yogyakarta.
- Triatmojo, 1999. **Teknik Pantai**, Yogyakarta.
- U.S. Army Corp Engineering. 1984. **Shore Protection Manual**, Vol 2, Missisipi
- Yuwono Nur, 1982. **Dasar-Dasar Perencanaan Bangunan Pantai**, PAU-IT-UGM.



LAMPIRAN

LAMPIRAN A. Fungsi d/L Untuk Pertambahan Nilai d/Lo

Table C-1. Functions of d/L for even increments of d/L_0 (from 0.0001 to 1.00).

d/L	$2\pi d/L$	$\tanh 2\pi d/L$	$\sinh 2\pi d/L$	$\cosh 2\pi d/L$	H/H_0	K	$4\pi d/L$	$\sinh 4\pi d/L$	$\cosh 4\pi d/L$	n	C_G/C_0	M
0	0	0	0	1	∞	1	0	0	1	1	0	∞
.00	.003990	.02507	.02506	.02507	1.0003	4.467	.9997	.05014	.05016	1.001	.9998	.02506
.00	.005643	.03546	.03544	.03547	1.0006	3.757	.9994	.07091	.07097	1.003	.9996	.03543
.00	.006912	.04343	.04340	.04344	1.0009	3.395	.9991	.08686	.08697	1.004	.9994	.04336
.00	.007982	.05015	.05011	.05018	1.0013	3.160	.9987	.1003	.1005	1.005	.9992	.05007
.00	.008925	.05608	.05602	.05611	1.0016	2.989	.9984	.1122	.1124	1.006	.9990	.05596
.00	.009778	.06144	.06136	.06148	1.0019	2.856	.9981	.1229	.1232	1.008	.9988	.06128
.00	.01056	.06637	.06627	.06642	1.0022	2.749	.9978	.1327	.1331	1.009	.9985	.06617
.00	.01129	.07096	.07084	.07102	1.0025	2.659	.9975	.1419	.1424	1.010	.9983	.07072
.00	.01198	.07527	.07513	.07534	1.0028	2.582	.9972	.1505	.1511	1.011	.9981	.07499
.00	.01263	.07935	.07918	.07943	1.0032	2.515	.9969	.1587	.1594	1.013	.9979	.07902
.00	.01325	.08323	.08304	.08333	1.0035	2.456	.9965	.1665	.1672	1.014	.9977	.08285
.00	.01384	.08694	.08672	.08705	1.0038	2.404	.9962	.1739	.1748	1.015	.9975	.08651
.00	.01440	.09050	.09026	.09063	1.0041	2.357	.9959	.1810	.1820	1.016	.9973	.09001
.00	.01495	.09393	.09365	.09407	1.0044	2.314	.9956	.1879	.1890	1.018	.9971	.09338
.00	.01548	.09723	.09693	.09739	1.0047	2.275	.9953	.1945	.1957	1.019	.9969	.09663
.00	.01598	.1004	.1001	.1006	1.0051	2.239	.9949	.2009	.2022	1.020	.9967	.09977
.00	.01648	.1035	.1032	.1037	1.0054	2.205	.9946	.2071	.2086	1.022	.9965	.1028
.00	.01696	.1066	.1062	.1068	1.0057	2.174	.9943	.2131	.2147	1.023	.9962	.1058
.00	.01743	.1095	.1091	.1097	1.0060	2.145	.9940	.2190	.2207	1.024	.9960	.1087
.00	.01788	.1123	.1119	.1125	1.0063	2.119	.9937	.2247	.2266	1.025	.9958	.1114
.00	.01832	.1151	.1146	.1154	1.0066	2.094	.9934	.2303	.2323	1.027	.9956	.1141
.00	.01876	.1178	.1173	.1181	1.0069	2.070	.9931	.2357	.2379	1.028	.9954	.1161
.00	.01918	.1205	.1199	.1208	1.0073	2.047	.9928	.2410	.2433	1.029	.9952	.1193
.00	.01959	.1231	.1225	.1234	1.0076	2.025	.9925	.2462	.2487	1.031	.9950	.1219
.00	.02000	.1257	.1250	.1260	1.0079	2.005	.9922	.2513	.2540	1.032	.9948	.1243
.00	.02040	.1282	.1275	.1285	1.0082	1.986	.9919	.2563	.2592	1.033	.9946	.1268
.00	.02079	.1306	.1299	.1310	1.0085	1.967	.9916	.2612	.2642	1.034	.9944	.1292
.00	.02117	.1330	.1323	.1334	1.0089	1.950	.9912	.2661	.2692	1.036	.9942	.1315
.00	.02155	.1354	.1346	.1358	1.0092	1.933	.9909	.2708	.2741	1.037	.9939	.1338
.00	.02192	.1377	.1369	.1382	1.0095	1.917	.9906	.2755	.2790	1.038	.9937	.1360
.00	.02228	.1400	.1391	.1405	1.0098	1.902	.9903	.2800	.2837	1.040	.9935	.1382
.00	.02264	.1423	.1413	.1427	1.0101	1.887	.9900	.2845	.2884	1.041	.9933	.1404
.00	.02300	.1445	.1435	.1449	1.0104	1.873	.9897	.2890	.2930	1.042	.9931	.1425
.00	.02335	.1467	.1456	.1472	1.0108	1.860	.9893	.2934	.2976	1.043	.9929	.1446
.00	.02369	.1488	.1477	.1494	1.0111	1.847	.9890	.2977	.3021	1.045	.9927	.1466
.00	.02403	.1510	.1498	.1515	1.0114	1.834	.9887	.3020	.3065	1.046	.9925	.1487
.00	.02436	.1531	.1519	.1537	1.0117	1.822	.9884	.3061	.3109	1.047	.9923	.1507
.00	.02469	.1551	.1539	.1558	1.0121	1.810	.9881	.3103	.3153	1.049	.9921	.1527
.00	.02502	.1572	.1559	.1579	1.0124	1.799	.9878	.3144	.3196	1.050	.9919	.1546
.00	.02534	.1592	.1579	.1599	1.0127	1.788	.9875	.3184	.3238	1.051	.9917	.1565
.00	.02566	.1612	.1598	.1619	1.0130	1.777	.9872	.3224	.3280	1.052	.9915	.1584
.00	.02597	.1632	.1617	.1639	1.0133	1.767	.9869	.3263	.3322	1.054	.9912	.1602
.00	.02628	.1651	.1636	.1659	1.0137	1.756	.9865	.3302	.3362	1.055	.9910	.1621
.00	.02659	.1671	.1655	.1678	1.0140	1.746	.9862	.3341	.3403	1.056	.9908	.1640
.00	.02689	.1690	.1674	.1698	1.0143	1.737	.9859	.3380	.3444	1.058	.9906	.1658
.00	.02719	.1708	.1692	.1717	1.0146	1.727	.9856	.3417	.3483	1.059	.9904	.1676
.00	.02749	.1727	.1710	.1736	1.0149	1.718	.9853	.3454	.3523	1.060	.9902	.1693
.00	.02778	.1745	.1728	.1754	1.0153	1.709	.9849	.3491	.3562	1.062	.9900	.1711
.00	.02807	.1764	.1746	.1773	1.0156	1.701	.9846	.3527	.3601	1.063	.9898	.1728
.00	.02836	.1782	.1764	.1791	1.0159	1.692	.9843	.3564	.3640	1.064	.9896	.1746
.00	.02864	.1800	.1781	.1809	1.0162	1.684	.9840	.3599	.3678	1.066	.9894	.1762
.00	.02893	.1818	.1798	.1827	1.0166	1.676	.9837	.3635	.3715	1.067	.9892	.1779
.00	.02921	.1835	.1815	.1845	1.0169	1.669	.9834	.3670	.3753	1.068	.9889	.1795
.00	.02948	.1852	.1832	.1863	1.0172	1.662	.9831	.3705	.3790	1.069	.9887	.1811
.00	.02976	.1870	.1848	.1880	1.0175	1.654	.9828	.3739	.3827	1.071	.9885	.1827
.00	.03003	.1887	.1865	.1898	1.0178	1.647	.9825	.3774	.3864	1.072	.9883	.1843
.00	.03030	.1904	.1881	.1915	1.0182	1.640	.9822	.3808	.3900	1.073	.9881	.1859
.00	.03057	.1921	.1897	.1932	1.0185	1.633	.9818	.3841	.3937	1.075	.9879	.1874
.00	.03083	.1937	.1913	.1949	1.0188	1.626	.9815	.3875	.3972	1.076	.9877	.1890

*Also: b_s/a_s , C/C_0 , L/L_C

LAMPIRAN A. Fungsi d/L Untuk Pertambahan Nilai d/Lo

Table C-1. Continued.

d/L_0	d/L	$2\pi d/L$	TANH $2\pi d/L$	SINH $2\pi d/L$	COSH $2\pi d/L$	H/H_c	K	$4\pi d/L$	SINH $4\pi d/L$	COSH $4\pi d/L$	n	C_G/C_o	M
.006000	.03110	.1954	.1929	.1967	1.0192	1.620	.9812	.3909	.4008	1.077	.9875	.1905	133
.006100	.03136	.1970	.1945	.1983	1.0195	1.614	.9809	.3911	.4044	1.079	.9873	.1920	130
.006200	.03162	.1987	.1961	.2000	1.0198	1.607	.9806	.3973	.4079	1.080	.9871	.1935	128
.006300	.03188	.2003	.1976	.2016	1.0201	1.601	.9803	.4006	.4114	1.081	.9869	.1950	126
.006400	.03213	.2019	.1992	.2033	1.0205	1.595	.9799	.4038	.4148	1.083	.9867	.1965	124
.006500	.03238	.2035	.2007	.2049	1.0208	1.589	.9796	.4070	.4183	1.084	.9865	.1980	123
.006600	.03264	.2051	.2022	.2065	1.0211	1.583	.9793	.4101	.4217	1.085	.9863	.1994	121
.006700	.03289	.2066	.2037	.2081	1.0214	1.578	.9790	.4133	.4251	1.087	.9860	.2009	119
.006800	.03313	.2082	.2052	.2097	1.0217	1.572	.9787	.4164	.4285	1.088	.9858	.2023	117
.006900	.03338	.2097	.2067	.2113	1.0221	1.567	.9784	.4195	.4319	1.089	.9856	.2037	116
.007000	.03362	.2113	.2082	.2128	1.0224	1.561	.9781	.4225	.4352	1.091	.9854	.2051	114
.007100	.03387	.2128	.2096	.2144	1.0227	1.556	.9778	.4256	.4386	1.092	.9852	.2065	112
.007200	.03411	.2143	.2111	.2160	1.0231	1.551	.9774	.4286	.4419	1.093	.9850	.2079	111
.007300	.03435	.2158	.2125	.2175	1.0234	1.546	.9771	.4316	.4452	1.095	.9848	.2093	109
.007400	.03459	.2173	.2139	.2190	1.0237	1.541	.9768	.4346	.4484	1.096	.9846	.2106	108
.007500	.03482	.2188	.2154	.2205	1.0240	1.536	.9765	.4376	.4517	1.097	.9844	.2120	106
.007600	.03506	.2203	.2168	.2221	1.0244	1.531	.9762	.4406	.4549	1.099	.9842	.2134	105
.007700	.03529	.2218	.2182	.2236	1.0247	1.526	.9759	.4435	.4582	1.100	.9840	.2147	104
.007800	.03552	.2232	.2196	.2251	1.0250	1.521	.9756	.4464	.4614	1.101	.9838	.2160	102
.007900	.03576	.2247	.2209	.2265	1.0253	1.517	.9753	.4493	.4646	1.103	.9836	.2173	101
.008000	.03598	.2261	.2223	.2280	1.0257	1.512	.9750	.4522	.4678	1.104	.9834	.2186	100
.008100	.03621	.2275	.2237	.2295	1.0260	1.508	.9747	.4551	.4709	1.105	.9832	.2199	98.6
.008200	.03644	.2290	.2250	.2310	1.0263	1.503	.9744	.4579	.4741	1.107	.9830	.2212	97.5
.008300	.03666	.2304	.2264	.2324	1.0266	1.499	.9741	.4607	.4772	1.108	.9827	.2225	96.3
.008400	.03689	.2318	.2277	.2338	1.0270	1.495	.9737	.4636	.4803	1.109	.9825	.2237	95.2
.008500	.03711	.2332	.2290	.2353	1.0273	1.491	.9734	.4664	.4834	1.111	.9823	.2250	94.1
.008600	.03733	.2346	.2303	.2367	1.0276	1.487	.9731	.4691	.4865	1.112	.9821	.2262	93.0
.008700	.03755	.2360	.2317	.2381	1.0280	1.482	.9728	.4719	.4896	1.113	.9819	.2275	91.9
.008800	.03777	.2373	.2330	.2396	1.0283	1.478	.9725	.4747	.4927	1.115	.9817	.2287	90.9
.008900	.03799	.2387	.2343	.2410	1.0286	1.474	.9722	.4774	.4957	1.116	.9815	.2300	89.9
.009000	.03821	.2401	.2356	.2424	1.0290	1.471	.9718	.4801	.4988	1.118	.9813	.2312	88.9
.009100	.03842	.2414	.2368	.2438	1.0293	1.467	.9715	.4828	.5018	1.119	.9811	.2324	88.0
.009200	.03864	.2428	.2381	.2452	1.0296	1.463	.9712	.4855	.5049	1.120	.9809	.2336	87.1
.009300	.03885	.2441	.2394	.2465	1.0299	1.459	.9709	.4882	.5079	1.122	.9807	.2348	86.1
.009400	.03906	.2455	.2407	.2479	1.0303	1.456	.9706	.4909	.5109	1.123	.9805	.2360	85.2
.009500	.03928	.2468	.2419	.2493	1.0306	1.452	.9703	.4936	.5138	1.124	.9803	.2371	84.3
.009600	.03949	.2481	.2431	.2507	1.0309	1.448	.9700	.4962	.5168	1.126	.9801	.2383	83.5
.009700	.03970	.2494	.2443	.2520	1.0313	1.445	.9697	.4988	.5198	1.127	.9799	.2394	82.7
.009800	.03990	.2507	.2456	.2534	1.0316	1.442	.9694	.5014	.5227	1.128	.9797	.2406	81.8
.009900	.04011	.2520	.2468	.2547	1.0319	1.438	.9691	.5040	.5257	1.130	.9794	.2417	81.0
.01000	.04032	.2533	.2480	.2560	1.0322	1.435	.9688	.5066	.5286	1.131	.9792	.2429	80.2
.01100	.04233	.2660	.2598	.2691	1.0356	1.403	.9656	.5319	.5574	1.145	.9772	.2539	73.1
.01200	.04426	.2781	.2711	.2817	1.0389	1.375	.9625	.5562	.5853	1.159	.9751	.2643	67.1
.01300	.04612	.2898	.2820	.2938	1.0423	1.350	.9594	.5795	.6125	1.173	.9731	.2743	62.1
.01400	.04791	.3010	.2924	.3055	1.0456	1.327	.9564	.6020	.6391	1.187	.9710	.2838	57.8
.01500	.04964	.3119	.3022	.3170	1.0490	1.307	.9533	.6238	.6651	1.201	.9690	.2928	54.0
.01600	.05132	.3225	.3117	.3281	1.0524	1.288	.9502	.6450	.6906	1.215	.9670	.3011	50.8
.01700	.05296	.3328	.3209	.3389	1.0559	1.271	.9471	.6655	.7158	1.230	.9649	.3096	47.9
.01800	.05455	.3428	.3298	.3495	1.0593	1.255	.9440	.6856	.7405	1.244	.9629	.3176	45.3
.01900	.05611	.3525	.3386	.3599	1.0628	1.240	.9409	.7051	.7650	1.259	.9609	.3253	43.0
.02000	.05763	.3621	.3470	.3701	1.0663	1.226	.9378	.7242	.7891	1.274	.9588	.3327	41.0
.02100	.05912	.3714	.3552	.3800	1.0698	1.213	.9348	.7429	.8131	1.289	.9568	.3399	39.1
.02200	.06057	.3806	.3632	.3898	1.0733	1.201	.9317	.7612	.8368	1.304	.9548	.3468	37.4
.02300	.06200	.3896	.3710	.3995	1.0768	1.189	.9287	.7791	.8603	1.319	.9528	.3535	35.9
.02400	.06340	.3984	.3786	.4090	1.0804	1.178	.9256	.7967	.8837	1.335	.9508	.3600	34.4
.02500	.06478	.4070	.3860	.4184	1.0840	1.168	.9225	.8140	.9069	1.350	.9488	.3662	33.1
.02600	.06613	.4155	.3932	.4276	1.0876	1.159	.9195	.8310	.9310	1.366	.9468	.3722	31.9
.02700	.06747	.4239	.4002	.4367	1.0912	1.150	.9164	.8478	.9530	1.381	.9448	.3781	30.8
.02800	.06878	.4322	.4071	.4457	1.0949	1.141	.9133	.8643	.9760	1.397	.9428	.3838	29.8
.02900	.07007	.4403	.4138	.4546	1.0985	1.133	.9103	.8805	.9988	1.413	.9408	.3893	28.8

LAMPIRAN A. Fungsi d/L Untuk Pertambahan Nilai d/Lo

Table C-1. Continued.

$\frac{L_o}{d_L}$	d_L	$2\pi d_L$	TANH $2\pi d_L$	SINH $2\pi d_L$	COSH $2\pi d_L$	H/H_G	X	$4\pi d_L$	SINH $4\pi d_L$	COSH $4\pi d_L$	n	C_G/C_O	M
3000	.07135	.4483	.4205	.4634	1.1021	1.125	.9073	.8966	1.022	1.430	.9388	.3947	27.9
3100	.07260	.4562	.4269	.4721	1.1059	1.118	.9042	.9124	1.044	1.446	.9369	.4000	27.1
3200	.07385	.4640	.4333	.4808	1.1096	1.111	.9012	.9280	1.067	1.462	.9349	.4051	26.3
3300	.07507	.4717	.4395	.4894	1.1133	1.104	.8982	.9434	1.090	1.479	.9329	.4100	25.6
3400	.07630	.4794	.4457	.4980	1.1171	1.098	.8952	.9588	1.113	1.496	.9309	.4149	24.8
3500	.07748	.4868	.4517	.5064	1.1209	1.092	.8921	.9737	1.135	1.513	.9289	.4196	24.19
3600	.07867	.4943	.4577	.5147	1.1247	1.086	.8891	.9886	1.158	1.530	.9270	.4242	23.56
3700	.07984	.5017	.4635	.5230	1.1285	1.080	.8861	1.003	1.180	1.547	.9250	.4287	22.97
3800	.08100	.5090	.4691	.5312	1.1324	1.075	.8831	1.018	1.203	1.564	.9230	.4330	22.42
3900	.08215	.5162	.4747	.5394	1.1362	1.069	.8801	1.032	1.226	1.582	.9211	.4372	21.90
4000	.08329	.5233	.4802	.5475	1.1401	1.061	.8771	1.047	1.248	1.600	.9192	.4414	21.40
4100	.08442	.5304	.4857	.5556	1.1440	1.059	.8741	1.061	1.271	1.617	.9172	.4455	20.92
4200	.08553	.5374	.4911	.5637	1.1479	1.055	.8711	1.075	1.294	1.636	.9153	.4495	20.46
4300	.08664	.5444	.4964	.5717	1.1518	1.050	.8688	1.089	1.317	1.654	.9133	.4534	20.03
4400	.08774	.5513	.5015	.5796	1.1558	1.046	.8652	1.103	1.340	1.672	.9114	.4571	19.62
4500	.08883	.5581	.5066	.5876	1.1599	1.042	.8621	1.116	1.363	1.691	.9095	.4607	19.23
4600	.08991	.5649	.5116	.5954	1.1639	1.038	.8592	1.130	1.386	1.709	.9076	.4643	18.85
4700	.09098	.5717	.5166	.6033	1.1679	1.034	.8562	1.143	1.409	1.728	.9057	.4679	18.49
4800	.09205	.5784	.5215	.6111	1.1720	1.030	.8532	1.157	1.433	1.747	.9037	.4713	18.15
4900	.09311	.5850	.5263	.6189	1.1760	1.026	.8503	1.170	1.456	1.766	.9018	.4746	17.82
5000	.09416	.5916	.5310	.6267	1.1802	1.023	.8473	1.183	1.479	1.786	.8999	.4779	17.50
5100	.09520	.5981	.5357	.6344	1.1843	1.019	.8444	1.196	1.503	1.805	.8980	.4811	17.19
5200	.09623	.6046	.5403	.6421	1.1884	1.016	.8415	1.209	1.526	1.825	.8961	.4842	16.90
5300	.09726	.6111	.5449	.6499	1.1926	1.013	.8385	1.222	1.550	1.845	.8943	.4873	16.62
5400	.09829	.6176	.5494	.6575	1.1968	1.010	.8356	1.235	1.574	1.865	.8924	.4903	16.35
5500	.09930	.6239	.5538	.6652	1.2011	1.007	.8326	1.248	1.598	1.885	.8905	.4932	16.09
5600	.1003	.6303	.5582	.6729	1.2053	1.004	.8297	1.261	1.622	1.906	.8886	.4960	15.84
5700	.1013	.6366	.5626	.6805	1.2096	1.001	.8267	1.273	1.646	1.926	.8867	.4988	15.60
5800	.1023	.6428	.5668	.6880	1.2135	.9985	.8239	1.286	1.670	1.947	.8849	.5015	15.36
5900	.1033	.6491	.5711	.6956	1.2181	.9958	.8209	1.298	1.695	1.968	.8830	.5042	15.13
6000	.1043	.6553	.5753	.7033	1.2225	.9932	.8180	1.311	1.719	1.989	.8811	.5068	14.91
6100	.1053	.6616	.5794	.7110	1.2270	.9907	.8150	1.323	1.744	2.011	.8792	.5094	14.70
6200	.1063	.6678	.5834	.7187	1.2315	.9883	.8121	1.336	1.770	2.033	.8773	.5119	14.50
6300	.1073	.6739	.5874	.7256	1.2355	.9860	.8093	1.348	1.795	2.055	.8755	.5143	14.30
6400	.1082	.6799	.5914	.7335	1.2402	.9837	.8063	1.360	1.819	2.076	.8737	.5167	14.11
6500	.1092	.6860	.5954	.7411	1.2447	.9815	.8035	1.372	1.845	2.098	.8719	.5191	13.92
6600	.1101	.6920	.5993	.7486	1.2492	.9793	.8005	1.384	1.870	2.121	.8700	.5214	13.74
6700	.1111	.6981	.6031	.7561	1.2537	.9772	.9777	1.396	1.896	2.144	.8682	.5236	13.57
6800	.1120	.7037	.6069	.7633	1.2580	.9752	.7948	1.408	1.921	2.166	.8664	.5258	13.40
6900	.1130	.7099	.6106	.7711	1.2628	.9732	.7919	1.420	1.948	2.189	.8646	.5279	13.24
7000	.1139	.7157	.6144	.7783	1.2672	.9713	.7890	1.432	1.974	2.213	.8627	.5300	13.08
7100	.1149	.7219	.6181	.7863	1.2721	.9694	.7861	1.444	2.000	2.236	.8609	.5321	12.92
7200	.1158	.7277	.6217	.7937	1.2767	.9676	.7833	1.455	2.026	2.260	.8591	.5341	12.77
7300	.1168	.7336	.6252	.8011	1.2813	.9658	.7804	1.467	2.053	2.284	.8572	.5360	12.62
7400	.1177	.7395	.6289	.8088	1.2861	.9641	.7775	1.479	2.080	2.308	.8554	.5380	12.45
7500	.1186	.7453	.6324	.8162	1.2908	.9624	.7747	1.490	2.107	2.332	.8537	.5399	12.34
7600	.1195	.7511	.6359	.8237	1.2956	.9607	.7719	1.502	2.135	2.357	.8519	.5417	12.21
7700	.1205	.7569	.6392	.8312	1.3004	.9591	.7690	1.514	2.162	2.382	.8501	.5435	12.08
7800	.1214	.7625	.6427	.8386	1.3051	.9576	.7662	1.525	2.189	2.407	.8483	.5452	11.95
7900	.1223	.7683	.6460	.8462	1.3100	.9562	.7634	1.537	2.217	2.432	.8465	.5469	11.83
8000	.1232	.7741	.6493	.8538	1.3149	.9548	.7605	1.548	2.245	2.458	.8448	.5485	11.71
8100	.1241	.7799	.6526	.8614	1.3198	.9534	.7577	1.560	2.274	2.484	.8430	.5501	11.59
8200	.1251	.7854	.6558	.8687	1.3246	.9520	.7549	1.571	2.303	2.511	.8413	.5517	11.47
8300	.1259	.7911	.6590	.8762	1.3295	.9506	.7522	1.583	2.331	2.537	.8395	.5533	11.36
8400	.1268	.7967	.6622	.8837	1.3345	.9493	.7494	1.594	2.360	2.563	.8378	.5548	11.25
8500	.1277	.8026	.6655	.8915	1.3397	.9481	.7464	1.605	2.389	2.590	.8360	.5563	11.14
8600	.1286	.8080	.6685	.8989	1.3446	.9469	.7437	1.616	2.418	2.617	.8342	.5577	11.04
8700	.1295	.8137	.6716	.9064	1.3497	.9457	.7409	1.628	2.448	2.644	.8325	.5591	10.94
8800	.1304	.8193	.6747	.9144	1.3548	.9445	.7381	1.639	2.478	2.672	.8308	.5605	10.84
8900	.1313	.8250	.6778	.9218	1.3600	.9433	.7353	1.650	2.508	2.700	.8290	.5619	10.74

LAMPIRAN A. Fungsi d/L Untuk Pertambahan Nilai d/Lo

Table C-1. Continued.

d/L_o	d/L	$2\pi d/L$	$TANH \frac{d}{2\pi d/L}$	$SINH \frac{d}{2\pi d/L}$	$COSH \frac{d}{2\pi d/L}$	H/H_o	K	$4\pi d/L$	$SINH \frac{4\pi d/L}{L}$	$COSH \frac{4\pi d/L}{L}$	n	C_G/C_o	χ
.09000	.1322	.8306	.6808	.9295	1.3653	.9422	.7324	1.661	2.538	2.728	.8273	.5632	10.65
.09100	.1331	.8363	.6838	.9372	1.3706	.9411	.7296	1.672	2.568	2.756	.8255	.5645	10.55
.09200	.1340	.8420	.6868	.9450	1.3759	.9401	.7268	1.684	2.599	2.785	.8238	.5658	10.46
.09300	.1349	.8474	.6897	.9525	1.3810	.9391	.7211	1.695	2.630	2.814	.8221	.5670	10.37
.09400	.1357	.8528	.6925	.9600	1.3862	.9381	.7214	1.706	2.662	2.843	.8204	.5682	10.29
.09500	.1366	.8583	.6953	.9677	1.3917	.9371	.7186	1.717	2.693	2.873	.8187	.5693	10.21
.09600	.1375	.8639	.6982	.9755	1.3970	.9362	.7158	1.728	2.726	2.903	.8170	.5704	10.12
.09700	.1384	.8694	.7011	.9832	1.4023	.9353	.7131	1.739	2.757	2.933	.8153	.5716	10.04
.09800	.1392	.8749	.7039	.9908	1.4077	.9344	.7104	1.750	2.790	2.963	.8136	.5727	9.962
.09900	.1401	.8803	.7066	.9985	1.4131	.9335	.7076	1.761	2.822	2.994	.8120	.5737	9.884
.1000	.1410	.8858	.7093	1.006	1.4187	.9327	.7049	1.772	2.855	3.025	.8103	.5747	9.808
.1010	.1419	.8913	.7120	1.016	1.4242	.9319	.7022	1.783	2.888	3.057	.8086	.5757	9.734
.1020	.1427	.8967	.7147	1.022	1.4297	.9311	.6994	1.793	2.922	3.088	.8069	.5766	9.661
.1030	.1436	.9023	.7173	1.030	1.4354	.9304	.6967	1.805	2.956	3.121	.8052	.5776	9.590
.1040	.1445	.9076	.7200	1.037	1.4410	.9297	.6940	1.815	2.990	3.153	.8036	.5785	9.519
.1050	.1453	.9130	.7226	1.045	1.4465	.9290	.6913	1.826	3.024	3.185	.8019	.5794	9.451
.1060	.1462	.9184	.7252	1.053	1.4523	.9282	.6886	1.837	3.059	3.218	.8003	.5803	9.384
.1070	.1470	.9239	.7277	1.061	1.4580	.9276	.6859	1.848	3.094	3.251	.7986	.5812	9.318
.1080	.1479	.9293	.7303	1.069	1.4638	.9269	.6833	1.858	3.128	3.284	.7970	.5820	9.254
.1090	.1488	.9343	.7327	1.076	1.4692	.9263	.6806	1.869	3.164	3.319	.7954	.5828	9.191
.1100	.1496	.9400	.7352	1.085	1.4752	.9257	.6779	1.880	3.201	3.353	.7937	.5836	9.129
.1110	.1505	.9456	.7377	1.093	1.4814	.9251	.6752	1.891	3.237	3.388	.7920	.5843	9.068
.1120	.1513	.9508	.7402	1.101	1.4871	.9245	.6725	1.902	3.274	3.423	.7904	.5850	9.009
.1130	.1522	.9563	.7426	1.109	1.4932	.9239	.6697	1.913	3.312	3.459	.7888	.5857	8.950
.1140	.1530	.9616	.7450	1.117	1.4990	.9234	.6671	1.923	3.348	3.494	.7872	.5864	8.891
.1150	.1539	.9670	.7474	1.125	1.5051	.9228	.6645	1.934	3.385	3.530	.7856	.5871	8.835
.1160	.1547	.9720	.7497	1.133	1.5108	.9223	.6619	1.944	3.423	3.566	.7840	.5878	8.780
.1170	.1556	.9775	.7520	1.141	1.5171	.9218	.6592	1.955	3.462	3.603	.7824	.5884	8.726
.1180	.1564	.9827	.7543	1.149	1.5230	.9214	.6566	1.966	3.501	3.641	.7808	.5890	8.673
.1190	.1573	.9882	.7566	1.157	1.5293	.9209	.6539	1.977	3.540	3.678	.7792	.5896	8.621
.1200	.1581	.9936	.7589	1.165	1.5356	.9204	.6512	1.987	3.579	3.716	.7776	.5902	8.569
.1210	.1590	.9989	.7612	1.174	1.5418	.9200	.6486	1.998	3.620	3.755	.7760	.5907	8.518
.1220	.1598	1.004	.7634	1.182	1.5479	.9196	.6460	2.008	3.659	3.793	.7745	.5913	8.468
.1230	.1607	1.010	.7656	1.190	1.5546	.9192	.6433	2.019	3.699	3.832	.7729	.5918	8.419
.1240	.1615	1.015	.7678	1.198	1.5605	.9189	.6407	2.030	3.740	3.871	.7713	.5922	8.371
.1250	.1624	1.020	.7700	1.207	1.5674	.9186	.6381	2.041	3.782	3.912	.7698	.5926	8.324
.1260	.1632	1.025	.7721	1.215	1.5734	.9182	.6356	2.051	3.824	3.952	.7682	.5931	8.278
.1270	.1640	1.030	.7742	1.223	1.5795	.9178	.6331	2.061	3.865	3.992	.7667	.5936	8.233
.1280	.1649	1.036	.7763	1.231	1.5862	.9175	.6305	2.072	3.907	4.033	.7652	.5940	8.189
.1290	.1657	1.041	.7783	1.240	1.5927	.9172	.6279	2.082	3.950	4.074	.7637	.5944	8.146
.1300	.1665	1.046	.7804	1.248	1.5990	.9169	.6254	2.093	3.992	4.115	.7621	.5948	8.103
.1310	.1674	1.052	.7824	1.257	1.6060	.9166	.6228	2.101	4.036	4.158	.7606	.5951	8.061
.1320	.1682	1.057	.7844	1.265	1.6124	.9164	.6202	2.114	4.080	4.201	.7591	.5954	8.020
.1330	.1691	1.062	.7865	1.273	1.6191	.9161	.6176	2.125	4.125	4.245	.7575	.5958	7.978
.1340	.1699	1.068	.7885	1.282	1.6260	.9158	.6150	2.135	4.169	4.288	.7560	.5961	7.937
.1350	.1708	1.073	.7905	1.291	1.633	.9156	.6123	2.146	4.217	4.334	.7545	.5964	7.897
.1360	.1716	1.078	.7925	1.300	1.6410	.9154	.6098	2.156	4.262	4.378	.7530	.5967	7.857
.1370	.1724	1.084	.7945	1.308	1.647	.9152	.6073	2.167	4.309	4.423	.7515	.5969	7.819
.1380	.1733	1.089	.7964	1.317	1.654	.9150	.6047	2.177	4.355	4.468	.7500	.5972	7.781
.1390	.1741	1.094	.7983	1.326	1.660	.9148	.6022	2.188	4.402	4.514	.7485	.5975	7.744
.1400	.1749	1.099	.8002	1.334	1.667	.9146	.5998	2.198	4.450	4.561	.7471	.5978	7.707
.1410	.1758	1.105	.8021	1.343	1.675	.9144	.5972	2.209	4.498	4.607	.7456	.5980	7.671
.1420	.1766	1.110	.8039	1.352	1.681	.9142	.5947	2.219	4.546	4.654	.7441	.5982	7.636
.1430	.1774	1.115	.8057	1.360	1.688	.9141	.5923	2.230	4.595	4.663	.7426	.5984	7.602
.1440	.1783	1.120	.8076	1.369	1.696	.9140	.5898	2.240	4.644	4.751	.7412	.5986	7.567
.1450	.1791	1.125	.8094	1.378	1.703	.9139	.5873	2.251	4.695	4.800	.7397	.5987	7.533
.1460	.1800	1.131	.8112	1.388	1.710	.9137	.5847	2.261	4.746	4.850	.7382	.5989	7.499
.1470	.1808	1.136	.8131	1.397	1.718	.9136	.5822	2.272	4.798	4.901	.7368	.5990	7.465
.1480	.1816	1.141	.8149	1.405	1.725	.9135	.5798	2.282	4.847	4.951	.7354	.5992	7.432
.1490	.1825	1.146	.8166	1.415	1.732	.9134	.5773	2.293	4.901	5.001	.7339	.5993	7.400

LAMPIRAN A. Fungsi d/L Untuk Pertambahan Nilai d/Lo

Table C-1. Continued.

d/L_o	d/L	$2\pi d/L$	TANH $2\pi d/L$	SINH $2\pi d/L$	COSH $2\pi d/L$	H/H' °	K	$4\pi d/L$	SINH $4\pi d/L$	COSH $4\pi d/L$	n	C_G/C_o	M
.1500	.1833	1.152	.8183	1.424	1.710	.9133	.5718	2.303	4.954	5.054	.7325	.5994	7.369
.1510	.1841	1.157	.8200	1.433	1.717	.9133	.5723	2.314	5.007	5.106	.7311	.5994	7.339
.1520	.1850	1.162	.8217	1.442	1.725	.9132	.5699	2.324	5.061	5.159	.7296	.5995	7.309
.1530	.1858	1.167	.8234	1.451	1.732	.9132	.5675	2.335	5.115	5.212	.7282	.5996	7.279
.1540	.1866	1.173	.8250	1.460	1.770	.9132	.5651	2.345	5.169	5.265	.7268	.5996	7.250
.1550	.1875	1.178	.8267	1.469	1.777	.9131	.5627	2.356	5.225	5.320	.7254	.5997	7.221
.1560	.1883	1.183	.8284	1.479	1.785	.9130	.5602	2.366	5.283	5.376	.7240	.5998	7.191
.1570	.1891	1.188	.8301	1.488	1.793	.9129	.5577	2.377	5.339	5.432	.7226	.5999	7.162
.1580	.1900	1.194	.8317	1.498	1.801	.9130	.5552	2.387	5.398	5.490	.7212	.5998	7.134
.1590	.1908	1.199	.8333	1.507	1.809	.9130	.5528	2.398	5.454	5.544	.7198	.5998	7.107
.1600	.1917	1.204	.8349	1.517	1.817	.9130	.5504	2.408	5.513	5.603	.7184	.5998	7.079
.1610	.1925	1.209	.8365	1.527	1.825	.9130	.5480	2.419	5.571	5.660	.7171	.5998	7.052
.1620	.1933	1.215	.8381	1.536	1.833	.9130	.5456	2.429	5.630	5.718	.7157	.5998	7.026
.1630	.1941	1.220	.8396	1.546	1.841	.9130	.5432	2.440	5.690	5.777	.7144	.5998	7.000
.1640	.1950	1.225	.8411	1.555	1.849	.9130	.5409	2.450	5.751	5.837	.7130	.5998	6.975
.1650	.1958	1.230	.8427	1.565	1.857	.9131	.5385	2.461	5.813	5.898	.7117	.5997	6.949
.1660	.1966	1.235	.8442	1.574	1.865	.9132	.5362	2.471	5.874	5.959	.7103	.5996	6.924
.1670	.1975	1.240	.8457	1.584	1.873	.9132	.5339	2.482	5.938	6.021	.7090	.5996	6.900
.1680	.1983	1.246	.8472	1.594	1.882	.9133	.5315	2.492	6.003	6.085	.7076	.5995	6.876
.1690	.1992	1.251	.8486	1.604	1.890	.9133	.5291	2.503	6.066	6.148	.7063	.5994	6.853
.1700	.2000	1.257	.8501	1.614	1.899	.9134	.5267	2.513	6.130	6.212	.7050	.5993	6.830
.1710	.2008	1.262	.8515	1.624	1.907	.9135	.5243	2.523	6.197	6.275	.7036	.5992	6.807
.1720	.2017	1.267	.8529	1.634	1.915	.9136	.5220	2.534	6.262	6.342	.7023	.5991	6.784
.1730	.2025	1.272	.8544	1.644	1.924	.9137	.5197	2.544	6.329	6.407	.7010	.5989	6.761
.1740	.2033	1.277	.8558	1.654	1.933	.9138	.5174	2.555	6.395	6.473	.6997	.5988	6.738
.1750	.2042	1.282	.8572	1.664	1.941	.9139	.5151	2.565	6.465	6.541	.6984	.5987	6.716
.1760	.2050	1.288	.8586	1.675	1.951	.9140	.5127	2.576	6.534	6.610	.6971	.5985	6.694
.1770	.2058	1.293	.8600	1.685	1.959	.9141	.5104	2.586	6.603	6.679	.6958	.5984	6.672
.1780	.2066	1.298	.8614	1.695	1.968	.9142	.5081	2.597	6.672	6.747	.6946	.5982	6.651
.1790	.2075	1.304	.8627	1.706	1.977	.9144	.5058	2.607	6.744	6.818	.6933	.5980	6.631
.1800	.2083	1.309	.8640	1.716	1.986	.9145	.5036	2.618	6.818	6.891	.6920	.5979	6.611
.1810	.2092	1.314	.8653	1.727	1.995	.9146	.5013	2.629	6.890	6.963	.6907	.5977	6.591
.1820	.2100	1.320	.8666	1.737	2.004	.9148	.4990	2.639	6.963	7.035	.6895	.5975	6.571
.1830	.2105	1.325	.8680	1.748	2.013	.9149	.4967	2.650	7.038	7.109	.6882	.5974	6.550
.1840	.2117	1.330	.8693	1.758	2.022	.9150	.4945	2.660	7.113	7.183	.6870	.5972	6.530
.1850	.2125	1.335	.8706	1.769	2.032	.9152	.4922	2.671	7.191	7.260	.6857	.5969	6.511
.1860	.2134	1.341	.8718	1.780	2.041	.9154	.4899	2.681	7.267	7.336	.6845	.5967	6.492
.1870	.2142	1.346	.8731	1.791	2.051	.9155	.4876	2.692	7.345	7.412	.6832	.5965	6.474
.1880	.2150	1.351	.8743	1.801	2.060	.9157	.4854	2.702	7.421	7.488	.6820	.5963	6.456
.1890	.2159	1.356	.8755	1.812	2.070	.9159	.4832	2.712	7.500	7.566	.6808	.5961	6.438
.1900	.2167	1.362	.8767	1.823	2.079	.9161	.4809	2.723	7.581	7.647	.6796	.5958	6.421
.1910	.2176	1.367	.8779	1.834	2.089	.9163	.4787	2.734	7.663	7.728	.6784	.5955	6.403
.1920	.2184	1.372	.8791	1.845	2.099	.9165	.4765	2.744	7.746	7.810	.6772	.5952	6.385
.1930	.2192	1.377	.8803	1.856	2.108	.9167	.4743	2.755	7.827	7.891	.6760	.5950	6.368
.1940	.2201	1.383	.8815	1.867	2.118	.9169	.4721	2.765	7.911	7.974	.6748	.5948	6.351
.1950	.2209	1.388	.8827	1.879	2.128	.9170	.4699	2.776	7.996	8.059	.6736	.5946	6.334
.1960	.2218	1.393	.8839	1.890	2.138	.9172	.4677	2.787	8.083	8.145	.6724	.5944	6.317
.1970	.2226	1.399	.8850	1.901	2.148	.9174	.4655	2.797	8.167	8.228	.6712	.5941	6.300
.1980	.2234	1.404	.8862	1.913	2.158	.9176	.4633	2.808	8.256	8.316	.6700	.5938	6.284
.1990	.2243	1.409	.8873	1.924	2.169	.9179	.4611	2.819	8.346	8.406	.6689	.5935	6.268
.2000	.2251	1.414	.8884	1.935	2.178	.9181	.4590	2.829	8.436	8.495	.6677	.5932	6.253
.2010	.2260	1.420	.8895	1.947	2.189	.9183	.4569	2.840	8.524	8.583	.6666	.5929	6.237
.2020	.2268	1.425	.8906	1.959	2.199	.9186	.4547	2.850	8.616	8.674	.6654	.5926	6.222
.2030	.2277	1.430	.8917	1.970	2.210	.9188	.4526	2.861	8.708	8.766	.6642	.5923	6.206
.2040	.2285	1.436	.8928	1.982	2.220	.9190	.4504	2.872	8.803	8.860	.6631	.5920	6.191
.2050	.2293	1.441	.8939	1.994	2.231	.9193	.4483	2.882	8.897	8.953	.6620	.5917	6.176
.2060	.2302	1.446	.8950	2.006	2.242	.9195	.4462	2.893	8.994	9.050	.6608	.5914	6.161
.2070	.2310	1.451	.8960	2.017	2.252	.9197	.4441	2.903	9.090	9.144	.6597	.5911	6.147
.2080	.2319	1.457	.8971	2.030	2.263	.9200	.4419	2.914	9.187	9.240	.6586	.5908	6.133
.2090	.2328	1.462	.8981	2.042	2.274	.9202	.4398	2.925	9.288	9.342	.6574	.5905	6.119

LAMPIRAN A. Fungsi d/L Untuk Pertambahan Nilai d/Lo

Table C-1. Continued

d/L_o	d/L	$2\pi d/L$	TANH $2\pi d/L$	SINH $2\pi d/L$	COSH $2\pi d/L$	H/H' $^{\circ}$	K	$4\pi d/L$	SINH $4\pi d/L$	COSH $4\pi d/L$	n	c_G/c_o	M
.2100	.2336	1.468	.8991	2.055	2.285	.9205	.4377	2.936	9.389	9.442	.6563	.5901	6.105
.2110	.2344	1.473	.9001	2.066	2.295	.9207	.4357	2.946	9.490	9.542	.6552	.5898	6.091
.2120	.2353	1.479	.9011	2.079	2.307	.9210	.4336	2.957	9.590	9.642	.6541	.5894	6.077
.2130	.2361	1.484	.9021	2.091	2.318	.9213	.4315	2.967	9.693	9.744	.6531	.5891	6.064
.2140	.2370	1.489	.9031	2.103	2.329	.9215	.4294	2.978	9.796	9.847	.6520	.5888	6.051
.2150	.2378	1.494	.9041	2.115	2.340	.9218	.4274	2.989	9.902	9.952	.6509	.5884	6.037
.2160	.2387	1.500	.9051	2.128	2.351	.9221	.4253	2.999	10.01	10.06	.6498	.5881	6.024
.2170	.2395	1.506	.9061	2.142	2.364	.9223	.4232	3.010	10.12	10.17	.6488	.5878	6.011
.2180	.2404	1.511	.9070	2.154	2.375	.9226	.4211	3.021	10.23	10.28	.6477	.5874	5.999
.2190	.2412	1.516	.9079	2.166	2.386	.9228	.4191	3.031	10.34	10.38	.6467	.5871	5.987
.2200	.2421	1.521	.9088	2.178	2.397	.9231	.4171	3.042	10.45	10.50	.6456	.5868	5.975
.2210	.2429	1.526	.9097	2.192	2.409	.9234	.4151	3.052	10.56	10.61	.6446	.5864	5.963
.2220	.2438	1.532	.9107	2.204	2.421	.9236	.4131	3.063	10.68	10.72	.6436	.5861	5.951
.2230	.2446	1.537	.9116	2.216	2.433	.9239	.4111	3.074	10.79	10.84	.6425	.5857	5.939
.2240	.2455	1.542	.9125	2.230	2.444	.9242	.4091	3.085	10.91	10.95	.6414	.5854	5.927
.2250	.2463	1.548	.9134	2.244	2.457	.9245	.4071	3.095	11.02	11.07	.6404	.5850	5.915
.2260	.2472	1.553	.9143	2.257	2.469	.9248	.4051	3.106	11.15	11.19	.6394	.5846	5.903
.2270	.2481	1.559	.9152	2.271	2.481	.9251	.4031	3.117	11.27	11.31	.6383	.5842	5.891
.2280	.2489	1.564	.9161	2.284	2.493	.9254	.4011	3.128	11.39	11.44	.6373	.5838	5.880
.2290	.2498	1.569	.9170	2.297	2.506	.9258	.3991	3.138	11.51	11.56	.6363	.5834	5.869
.2300	.2506	1.575	.9178	2.311	2.518	.9261	.3971	3.149	11.64	11.68	.6353	.5830	5.858
.2310	.2515	1.580	.9186	2.325	2.531	.9264	.3952	3.160	11.77	11.81	.6343	.5826	5.848
.2320	.2523	1.585	.9194	2.338	2.543	.9267	.3932	3.171	11.90	11.93	.6333	.5823	5.838
.2330	.2532	1.591	.9203	2.352	2.556	.9270	.3912	3.182	12.03	12.07	.6323	.5819	5.827
.2340	.2540	1.596	.9211	2.366	2.569	.9273	.3893	3.192	12.15	12.19	.6313	.5815	5.816
.2350	.2549	1.602	.9219	2.380	2.581	.9276	.3874	3.203	12.29	12.33	.6304	.5811	5.806
.2360	.2558	1.607	.9227	2.393	2.594	.9279	.3855	3.214	12.43	12.47	.6294	.5807	5.796
.2370	.2566	1.612	.9235	2.408	2.607	.9282	.3836	3.225	12.55	12.59	.6284	.5804	5.786
.2380	.2575	1.618	.9243	2.422	2.620	.9285	.3816	3.236	12.69	12.73	.6275	.5800	5.776
.2390	.2584	1.623	.9251	2.436	2.634	.9288	.3797	3.247	12.83	12.87	.6265	.5796	5.766
.2400	.2592	1.629	.9259	2.450	2.647	.9291	.3779	3.257	12.97	13.01	.6256	.5792	5.756
.2410	.2601	1.634	.9267	2.464	2.660	.9294	.3760	3.268	13.11	13.15	.6246	.5788	5.746
.2420	.2610	1.640	.9275	2.480	2.674	.9298	.3741	3.279	13.26	13.30	.6237	.5784	5.736
.2430	.2618	1.645	.9282	2.494	2.687	.9301	.3722	3.290	13.40	13.44	.6228	.5780	5.727
.2440	.2627	1.650	.9289	2.508	2.700	.9304	.3704	3.301	13.55	13.59	.6218	.5776	5.718
.2450	.2635	1.656	.9296	2.523	2.714	.9307	.3685	3.312	13.70	13.73	.6209	.5772	5.710
.2460	.2644	1.661	.9304	2.538	2.728	.9310	.3666	3.323	13.85	13.88	.6200	.5768	5.701
.2470	.2653	1.667	.9311	2.553	2.742	.9314	.3648	3.334	14.00	14.04	.6191	.5764	5.692
.2480	.2661	1.672	.9318	2.568	2.755	.9317	.3629	3.344	14.15	14.19	.6182	.5760	5.684
.2490	.2670	1.678	.9325	2.583	2.770	.9320	.3610	3.355	14.31	14.35	.6173	.5756	5.675
.2500	.2679	1.683	.9332	2.599	2.784	.9323	.3592	3.367	14.47	14.51	.6164	.5752	5.667
.2510	.2687	1.689	.9339	2.614	2.798	.9327	.3574	3.377	14.62	14.66	.6155	.5748	5.658
.2520	.2696	1.694	.9346	2.629	2.813	.9330	.3556	3.388	14.79	14.82	.6146	.5744	5.650
.2530	.2705	1.700	.9353	2.645	2.828	.9333	.3537	3.399	14.95	14.99	.6137	.5740	5.641
.2540	.2714	1.705	.9360	2.660	2.842	.9336	.3519	3.410	15.12	15.15	.6128	.5736	5.633
.2550	.2722	1.711	.9367	2.676	2.856	.9340	.3501	3.421	15.29	15.32	.6120	.5732	5.624
.2560	.2731	1.716	.9374	2.691	2.871	.9343	.3483	3.432	15.45	15.49	.6111	.5728	5.616
.2570	.2740	1.722	.9381	2.707	2.886	.9346	.3465	3.443	15.63	15.66	.6102	.5724	5.608
.2580	.2749	1.727	.9388	2.723	2.901	.9349	.3447	3.454	15.80	15.83	.6093	.5720	5.600
.2590	.2757	1.732	.9394	2.739	2.916	.9353	.3430	3.465	15.97	16.00	.6085	.5716	5.592
.2600	.2766	1.738	.9400	2.755	2.931	.9356	.3412	3.476	16.15	16.18	.6076	.5712	5.585
.2610	.2775	1.744	.9406	2.772	2.946	.9360	.3394	3.487	16.33	16.36	.6068	.5707	5.578
.2620	.2784	1.749	.9412	2.788	2.962	.9363	.3376	3.498	16.51	16.54	.6060	.5703	5.571
.2630	.2792	1.755	.9418	2.804	2.977	.9367	.3359	3.509	16.69	16.73	.6052	.5699	5.563
.2640	.2801	1.760	.9425	2.820	2.992	.9370	.3342	3.520	16.88	16.91	.6043	.5695	5.556
.2650	.2810	1.766	.9431	2.837	3.008	.9373	.3325	3.531	17.07	17.10	.6035	.5691	5.548
.2660	.2819	1.771	.9437	2.853	3.023	.9377	.3308	3.542	17.26	17.28	.6027	.5687	5.541
.2670	.2827	1.776	.9443	2.870	3.039	.9380	.3291	3.553	17.45	17.45	.6018	.5683	5.534
.2680	.2836	1.782	.9449	2.886	3.055	.9383	.3274	3.564	17.64	17.67	.6010	.5679	5.527
.2690	.2845	1.788	.9455	2.904	3.071	.9386	.3256	3.575	17.84	17.87	.6002	.5675	5.520

LAMPIRAN A. Fungsi d/L Untuk Pertambahan Nilai d/Lo

Table C-1. Continued

d/L_o	d/L	$2\pi d/L$	TANH $2\pi d/L$	SINH $2\pi d/L$	COSH $2\pi d/L$	H/H'_o	K	$4\pi d/L$	SINH $4\pi d/L$	COSH $4\pi d/L$	n	C_G/C_o	μ
.2700	.2854	1.793	.9461	2.921	3.088	.9390	.3239	3.587	18.04	18.07	.5994	.5671	5.513
.2710	.2863	1.799	.9467	2.938	3.104	.9393	.3222	3.598	18.24	18.27	.5986	.5667	5.506
.2720	.2872	1.804	.9473	2.956	3.120	.9396	.3205	3.610	18.46	18.49	.5978	.5663	5.499
.2730	.2880	1.810	.9478	2.973	3.136	.9400	.3189	3.620	18.65	18.67	.5971	.5659	5.493
.2740	.2889	1.815	.9484	2.990	3.153	.9403	.3172	3.631	18.86	18.89	.5963	.5655	5.486
.2750	.2898	1.821	.9490	3.008	3.170	.9406	.3155	3.642	19.07	19.10	.5955	.5651	5.480
.2760	.2907	1.826	.9495	3.025	3.186	.9410	.3139	3.653	19.28	19.30	.5947	.5647	5.474
.2770	.2916	1.832	.9500	3.043	3.203	.9413	.3122	3.664	19.49	19.51	.5940	.5643	5.468
.2780	.2924	1.837	.9505	3.061	3.220	.9416	.3106	3.675	19.71	19.74	.5932	.5639	5.462
.2790	.2933	1.843	.9511	3.079	3.237	.9420	.3089	3.686	19.93	19.96	.5925	.5635	5.456
.2800	.2942	1.849	.9516	3.097	3.254	.9423	.3073	3.697	20.16	20.18	.5917	.5631	5.450
.2810	.2951	1.854	.9521	3.115	3.272	.9426	.3057	3.709	20.39	20.41	.5910	.5627	5.444
.2820	.2960	1.860	.9526	3.133	3.289	.9430	.3040	3.720	20.62	20.64	.5902	.5623	5.438
.2830	.2969	1.866	.9532	3.152	3.307	.9433	.3024	3.731	20.85	20.87	.5895	.5619	5.432
.2840	.2978	1.871	.9537	3.171	3.325	.9436	.3008	3.742	21.09	21.11	.5887	.5615	5.426
.2850	.2987	1.877	.9542	3.190	3.343	.9440	.2992	3.754	21.33	21.35	.5880	.5611	5.420
.2860	.2996	1.882	.9547	3.209	3.361	.9443	.2976	3.765	21.57	21.59	.5873	.5607	5.414
.2870	.3005	1.888	.9552	3.228	3.379	.9446	.2959	3.776	21.82	21.84	.5866	.5603	5.409
.2880	.3014	1.893	.9557	3.246	3.396	.9449	.2944	3.787	22.05	22.07	.5859	.5600	5.403
.2890	.3022	1.899	.9562	3.264	3.414	.9452	.2929	3.798	22.30	22.32	.5852	.5596	5.397
.2900	.3031	1.905	.9567	3.284	3.433	.9456	.2913	3.809	22.54	22.57	.5845	.5592	5.392
.2910	.3040	1.910	.9572	3.303	3.451	.9459	.2898	3.821	22.81	22.83	.5838	.5588	5.386
.2920	.3049	1.916	.9577	3.323	3.471	.9463	.2882	3.832	23.07	23.09	.5831	.5584	5.380
.2930	.3058	1.922	.9581	3.343	3.490	.9466	.2866	3.843	23.33	23.35	.5824	.5580	5.375
.2940	.3067	1.927	.9585	3.362	3.508	.9469	.2851	3.855	23.60	23.62	.5817	.5576	5.371
.2950	.3076	1.933	.9590	3.382	3.527	.9473	.2835	3.866	23.86	23.88	.5810	.5572	5.366
.2960	.3085	1.938	.9594	3.402	3.546	.9476	.2820	3.877	24.12	24.15	.5804	.5568	5.361
.2970	.3094	1.944	.9599	3.422	3.565	.9480	.2805	3.888	24.40	24.42	.5797	.5564	5.356
.2980	.3103	1.950	.9603	3.442	3.585	.9483	.2790	3.900	24.68	24.70	.5790	.5560	5.351
.2990	.3112	1.955	.9607	3.462	3.604	.9486	.2775	3.911	24.96	24.98	.5784	.5556	5.347
.3000	.3121	1.961	.9611	3.483	3.624	.9490	.2760	3.922	25.24	25.26	.5777	.5552	5.342
.3010	.3130	1.967	.9616	3.503	3.643	.9493	.2745	3.933	25.53	25.55	.5771	.5549	5.337
.3020	.3139	1.972	.9620	3.524	3.663	.9496	.2730	3.945	25.82	25.83	.5764	.5545	5.332
.3030	.3148	1.978	.9624	3.545	3.683	.9499	.2715	3.956	26.12	26.14	.5758	.5541	5.328
.3040	.3157	1.984	.9629	3.566	3.703	.9502	.2700	3.968	26.42	26.44	.5751	.5538	5.323
.3050	.3166	1.989	.9633	3.587	3.724	.9505	.2685	3.979	26.72	26.74	.5745	.5534	5.318
.3060	.3175	1.995	.9637	3.609	3.745	.9509	.2670	3.990	27.02	27.04	.5739	.5530	5.314
.3070	.3184	2.001	.9641	3.630	3.765	.9512	.2656	4.002	27.33	27.35	.5732	.5527	5.309
.3080	.3193	2.007	.9645	3.651	3.786	.9515	.2641	4.013	27.65	27.66	.5726	.5523	5.305
.3090	.3202	2.012	.9649	3.673	3.806	.9518	.2627	4.024	27.96	27.98	.5720	.5519	5.300
.3100	.3211	2.018	.9653	3.694	3.827	.9522	.2613	4.036	28.28	28.30	.5714	.5515	5.296
.3110	.3220	2.023	.9656	3.716	3.848	.9525	.2599	4.047	28.60	28.62	.5708	.5511	5.292
.3120	.3230	2.029	.9660	3.738	3.870	.9528	.2584	4.058	28.93	28.95	.5701	.5507	5.288
.3130	.3239	2.035	.9664	3.760	3.891	.9531	.2570	4.070	29.27	29.28	.5695	.5504	5.284
.3140	.3248	2.041	.9668	3.782	3.912	.9535	.2556	4.081	29.60	29.62	.5689	.5500	5.280
.3150	.3257	2.046	.9672	3.805	3.934	.9538	.2542	4.093	29.94	29.96	.5683	.5497	5.276
.3160	.3266	2.052	.9676	3.828	3.956	.9541	.2528	4.104	30.29	30.31	.5678	.5494	5.272
.3170	.3275	2.058	.9679	3.851	3.978	.9544	.2514	4.116	30.64	30.65	.5672	.5490	5.268
.3180	.3284	2.063	.9682	3.873	4.000	.9547	.2500	4.127	30.99	31.00	.5666	.5486	5.264
.3190	.3294	2.069	.9686	3.896	4.022	.9550	.2486	4.139	31.35	31.37	.5660	.5483	5.260
.3200	.3302	2.075	.9690	3.919	4.045	.9553	.2472	4.150	31.71	31.72	.5655	.5479	5.256
.3210	.3311	2.081	.9693	3.943	4.068	.9556	.2459	4.161	32.07	32.08	.5649	.5476	5.252
.3220	.3321	2.086	.9696	3.966	4.090	.9559	.2445	4.173	32.44	32.46	.5643	.5472	5.249
.3230	.3330	2.092	.9700	3.990	4.114	.9562	.2431	4.185	32.83	32.84	.5637	.5468	5.245
.3240	.3339	2.098	.9703	4.014	4.136	.9565	.2418	4.196	33.20	33.22	.5632	.5465	5.241
.3250	.3349	2.104	.9707	4.038	4.160	.9568	.2404	4.208	33.60	33.61	.5627	.5462	5.237
.3260	.3357	2.110	.9710	4.061	4.183	.9571	.2391	4.219	33.97	33.99	.5621	.5458	5.234
.3270	.3367	2.115	.9713	4.085	4.206	.9574	.2378	4.231	34.37	34.38	.5616	.5455	5.231
.3280	.3376	2.121	.9717	4.110	4.230	.9577	.2364	4.242	34.77	34.79	.5610	.5451	5.227
.3290	.3385	2.127	.9720	4.135	4.254	.9580	.2351	4.254	35.18	35.19	.5605	.5448	5.223

LAMPIRAN A. Fungsi d/L Untuk Pertambahan Nilai d/L

Table C-1. Continued.

d/L_o	d/L	$2\pi d/L$	TANH $2\pi d/L$	SINH $2\pi d/L$	COSH $2\pi d/L$	H/H' $_o$	K	$4\pi d/L$	SINH $4\pi d/L$	COSH $4\pi d/L$	n	C_0/C_o	M
.3300	.3394	2.133	.9723	4.159	4.277	.9583	.2338	4.265	35.58	35.59	.5599	.5444	5.220
.3310	.3403	2.138	.9726	4.181	4.301	.9586	.2325	4.277	35.99	36.00	.5594	.5441	5.217
.3320	.3413	2.144	.9729	4.209	4.326	.9589	.2312	4.288	36.42	36.43	.5589	.5438	5.214
.3330	.3422	2.150	.9732	4.234	4.350	.9592	.2299	4.300	36.84	36.85	.5584	.5434	5.210
.3340	.3431	2.156	.9735	4.259	4.375	.9595	.2286	4.311	37.25	37.27	.5578	.5431	5.207
.3350	.3440	2.161	.9738	4.284	4.399	.9598	.2273	4.323	37.70	37.72	.5573	.5427	5.204
.3360	.3449	2.167	.9741	4.310	4.424	.9601	.2260	4.335	38.14	38.15	.5568	.5424	5.201
.3370	.3459	2.173	.9744	4.336	4.450	.9604	.2247	4.346	38.59	38.60	.5563	.5421	5.198
.3380	.3468	2.179	.9747	4.361	4.474	.9607	.2235	4.358	39.02	39.04	.5558	.5417	5.194
.3390	.3477	2.185	.9750	4.388	4.500	.9610	.2222	4.369	39.48	39.49	.5553	.5414	5.191
.3400	.3486	2.190	.9753	4.413	4.525	.9613	.2210	4.381	39.95	39.96	.5548	.5411	5.188
.3410	.3495	2.196	.9756	4.439	4.550	.9615	.2198	4.392	40.40	40.41	.5544	.5408	5.185
.3420	.3504	2.202	.9758	4.466	4.576	.9618	.2185	4.401	40.87	40.89	.5539	.5405	5.182
.3430	.3514	2.208	.9761	4.492	4.602	.9621	.2173	4.416	41.36	41.37	.5534	.5402	5.179
.3440	.3523	2.214	.9764	4.521	4.630	.9623	.2160	4.427	41.85	41.84	.5529	.5399	5.176
.3450	.3532	2.220	.9767	4.547	4.656	.9626	.2148	4.439	42.33	42.34	.5524	.5396	5.173
.3460	.3542	2.225	.9769	4.575	4.682	.9629	.2136	4.451	42.83	42.84	.5519	.5392	5.171
.3470	.3551	2.231	.9772	4.602	4.709	.9632	.2124	4.462	43.34	43.35	.5515	.5389	5.168
.3480	.3560	2.237	.9775	4.629	4.736	.9635	.2111	4.474	43.85	43.86	.5510	.5386	5.165
.3490	.3570	2.243	.9777	4.657	4.763	.9638	.2099	4.486	44.37	44.40	.5505	.5383	5.162
.3500	.3579	2.249	.9780	4.685	4.791	.9640	.2087	4.498	44.89	44.80	.5501	.5380	5.159
.3510	.3588	2.255	.9782	4.713	4.818	.9643	.2076	4.509	45.42	45.43	.5496	.5377	5.157
.3520	.3598	2.260	.9785	4.741	4.845	.9646	.2064	4.521	45.95	45.96	.5492	.5374	5.154
.3530	.3607	2.266	.9787	4.770	4.873	.9648	.2052	4.533	46.50	46.51	.5487	.5371	5.152
.3540	.3616	2.272	.9790	4.798	4.901	.9651	.2040	4.544	47.03	47.04	.5483	.5368	5.149
.3550	.3625	2.278	.9792	4.827	4.929	.9654	.2029	4.556	47.59	47.60	.5479	.5365	5.147
.3560	.3635	2.284	.9795	4.856	4.957	.9657	.2017	4.568	48.15	48.16	.5474	.5362	5.144
.3570	.3644	2.290	.9797	4.885	4.987	.9659	.2005	4.579	48.72	48.73	.5470	.5359	5.141
.3580	.3653	2.296	.9799	4.914	5.015	.9662	.1994	4.591	49.29	49.30	.5466	.5356	5.139
.3590	.3663	2.301	.9801	4.944	5.044	.9665	.1983	4.603	49.88	49.89	.5461	.5353	5.137
.3600	.3672	2.307	.9804	4.974	5.072	.9667	.1972	4.615	50.47	50.48	.5457	.5350	5.134
.3610	.3682	2.313	.9806	5.004	5.103	.9670	.1960	4.627	51.08	51.09	.5453	.5347	5.132
.3620	.3691	2.319	.9808	5.034	5.132	.9673	.1949	4.638	51.67	51.67	.5449	.5344	5.130
.3630	.3700	2.325	.9811	5.063	5.161	.9675	.1938	4.650	52.27	52.28	.5445	.5342	5.127
.3640	.3709	2.331	.9813	5.094	5.191	.9677	.1926	4.661	52.89	52.90	.5441	.5339	5.125
.3650	.3719	2.337	.9815	5.124	5.221	.9680	.1915	4.673	53.52	53.53	.5437	.5336	5.123
.3660	.3728	2.342	.9817	5.155	5.251	.9683	.1904	4.685	54.15	54.16	.5433	.5333	5.121
.3670	.3737	2.348	.9819	5.186	5.281	.9686	.1894	4.697	54.78	54.79	.5429	.5330	5.118
.3680	.3747	2.354	.9821	5.217	5.312	.9688	.1883	4.708	55.42	55.43	.5425	.5327	5.116
.3690	.3756	2.360	.9823	5.248	5.343	.9690	.1872	4.720	56.09	56.10	.5421	.5325	5.114
.3700	.3766	2.366	.9825	5.280	5.374	.9693	.1861	4.732	56.76	56.77	.5417	.5322	5.112
.3710	.3775	2.372	.9827	5.312	5.406	.9696	.1850	4.744	57.43	57.44	.5413	.5319	5.110
.3720	.3785	2.378	.9830	5.345	5.438	.9698	.1839	4.756	58.13	58.14	.5409	.5317	5.107
.3730	.3794	2.384	.9832	5.377	5.469	.9700	.1828	4.768	58.82	58.83	.5405	.5314	5.105
.3740	.3804	2.390	.9834	5.410	5.502	.9702	.1818	4.780	59.52	59.53	.5402	.5312	5.103
.3750	.3813	2.396	.9835	5.443	5.534	.9705	.1807	4.792	60.24	60.25	.5398	.5309	5.101
.3760	.3822	2.402	.9837	5.475	5.566	.9707	.1797	4.803	60.95	60.95	.5394	.5306	5.099
.3770	.3832	2.408	.9839	5.508	5.598	.9709	.1786	4.815	61.68	61.68	.5390	.5304	5.097
.3780	.3841	2.413	.9841	5.541	5.631	.9712	.1776	4.827	62.41	62.42	.5387	.5301	5.095
.3790	.3850	2.419	.9843	5.572	5.661	.9714	.1766	4.838	63.13	63.14	.5383	.5299	5.093
.3800	.3860	2.425	.9845	5.609	5.697	.9717	.1756	4.851	63.91	63.91	.5380	.5296	5.091
.3810	.3869	2.431	.9847	5.643	5.731	.9719	.1745	4.862	64.67	64.67	.5376	.5294	5.090
.3820	.3879	2.437	.9848	5.677	5.765	.9721	.1735	4.875	65.45	65.46	.5372	.5291	5.088
.3830	.3888	2.443	.9850	5.712	5.798	.9724	.1725	4.885	66.16	66.17	.5369	.5288	5.086
.3840	.3898	2.449	.9852	5.746	5.833	.9726	.1715	4.898	67.02	67.03	.5365	.5286	5.084
.3850	.3907	2.455	.9854	5.780	5.866	.9728	.1705	4.910	67.80	67.81	.5362	.5284	5.082
.3860	.3917	2.461	.9855	5.814	5.900	.9730	.1695	4.922	68.61	68.62	.5359	.5281	5.081
.3870	.3926	2.467	.9857	5.850	5.935	.9732	.1685	4.934	69.45	69.46	.5355	.5279	5.079
.3880	.3936	2.473	.9859	5.886	5.970	.9735	.1675	4.946	70.28	70.29	.5352	.5276	5.077
.3890	.3945	2.479	.9860	5.921	6.005	.9737	.1665	4.958	71.12	71.13	.5349	.5274	5.076

LAMPIRAN A. Fungsi d/L Untuk Pertambahan Nilai d/Lo

Table C-1. Continued.

d/L_c	d/L	$2\pi d/L$	TANH $2\pi d/L$	SINH $2\pi d/L$	COSH $2\pi d/L$	H/H°	K	$4\pi d/L$	SINH $4\pi d/L$	COSH $4\pi d/L$	n	C_G/C°	M
3900	.3955	2.185	.9862	5.957	6.040	.9739	.1656	4.970	71.97	71.98	.5345	.5271	5.074
3910	.3964	2.191	.9864	5.993	6.076	.9741	.1646	4.982	72.85	72.86	.5342	.5269	5.072
3920	.3974	2.197	.9865	6.029	6.112	.9743	.1636	4.993	73.72	73.72	.5339	.5267	5.071
3930	.3983	2.203	.9867	6.066	6.148	.9745	.1627	5.005	74.58	74.59	.5336	.5265	5.069
3940	.3993	2.209	.9869	6.103	6.185	.9748	.1617	5.017	75.48	75.49	.5332	.5262	5.067
3950	.4002	2.215	.9870	6.140	6.221	.9750	.1608	5.029	76.40	76.40	.5329	.5260	5.066
3960	.4012	2.221	.9872	6.177	6.258	.9752	.1598	5.041	77.31	77.32	.5326	.5258	5.064
3970	.4021	2.227	.9873	6.215	6.295	.9754	.1589	5.053	78.24	78.24	.5323	.5255	5.063
3980	.4031	2.232	.9874	6.252	6.332	.9756	.1579	5.065	79.19	79.19	.5320	.5253	5.062
3990	.4040	2.238	.9876	6.290	6.369	.9758	.1570	5.077	80.13	80.13	.5317	.5251	5.060
4000	.4050	2.244	.9877	6.329	6.407	.9761	.1561	5.089	81.12	81.12	.5314	.5248	5.058
4010	.4059	2.250	.9879	6.367	6.445	.9763	.1552	5.101	82.07	82.08	.5311	.5246	5.056
4020	.4069	2.256	.9880	6.406	6.483	.9765	.1542	5.113	83.06	83.06	.5308	.5244	5.055
4030	.4078	2.262	.9882	6.444	6.521	.9766	.1533	5.125	84.07	84.07	.5305	.5242	5.053
4040	.4088	2.268	.9883	6.484	6.561	.9768	.1524	5.137	85.11	85.12	.5302	.5240	5.052
4050	.4098	2.275	.9885	6.525	6.601	.9770	.1515	5.149	86.14	86.14	.5299	.5238	5.050
4060	.4107	2.281	.9886	6.564	6.640	.9772	.1506	5.161	87.17	87.17	.5296	.5236	5.049
4070	.4116	2.286	.9887	6.603	6.679	.9774	.1497	5.173	88.19	88.20	.5293	.5234	5.048
4080	.4126	2.292	.9889	6.644	6.718	.9776	.1488	5.185	89.28	89.28	.5290	.5232	5.046
4090	.4136	2.298	.9890	6.684	6.758	.9778	.1480	5.197	90.38	90.39	.5287	.5229	5.045
4100	.4145	2.304	.9891	6.725	6.799	.9780	.1471	5.209	91.44	91.44	.5285	.5227	5.044
4110	.4155	2.310	.9892	6.766	6.839	.9782	.1462	5.221	92.54	92.55	.5282	.5225	5.043
4120	.4164	2.316	.9894	6.806	6.879	.9784	.1454	5.233	93.67	93.67	.5279	.5223	5.041
4130	.4174	2.323	.9895	6.849	6.921	.9786	.1445	5.245	94.83	94.83	.5277	.5221	5.040
4140	.4183	2.329	.9896	6.890	6.963	.9788	.1436	5.257	95.95	95.96	.5274	.5219	5.039
4150	.4193	2.335	.9898	6.932	7.004	.9790	.1428	5.269	97.13	97.13	.5271	.5217	5.037
4160	.4203	2.341	.9899	6.974	7.046	.9792	.1419	5.281	98.29	98.30	.5269	.5215	5.036
4170	.4212	2.347	.9900	7.018	7.088	.9794	.1411	5.294	99.52	99.52	.5266	.5213	5.035
4180	.4222	2.353	.9901	7.060	7.130	.9795	.1403	5.305	100.7	100.7	.5263	.5211	5.034
4190	.4231	2.359	.9902	7.102	7.173	.9797	.1394	5.317	101.9	101.9	.5261	.5209	5.033
4200	.4241	2.365	.9904	7.146	7.215	.9798	.1386	5.329	103.1	103.1	.5258	.5208	5.031
4210	.4251	2.371	.9905	7.190	7.259	.9800	.1378	5.341	104.4	104.4	.5256	.5206	5.030
4220	.4260	2.377	.9906	7.234	7.303	.9802	.1369	5.353	105.7	105.7	.5253	.5204	5.029
4230	.4270	2.383	.9907	7.279	7.349	.9804	.1361	5.366	107.0	107.0	.5251	.5202	5.028
4240	.4280	2.389	.9908	7.325	7.392	.9806	.1353	5.378	108.3	108.3	.5248	.5200	5.027
4250	.4289	2.395	.9909	7.371	7.438	.9808	.1345	5.390	109.7	109.7	.5246	.5198	5.026
4260	.4298	2.401	.9910	7.412	7.479	.9810	.1337	5.402	110.9	110.9	.5244	.5196	5.025
4270	.4308	2.407	.9911	7.457	7.524	.9811	.1329	5.414	112.2	112.2	.5241	.5195	5.024
4280	.4318	2.413	.9912	7.503	7.570	.9812	.1321	5.426	113.6	113.6	.5239	.5193	5.023
4290	.4328	2.419	.9913	7.550	7.616	.9814	.1313	5.438	115.0	115.0	.5237	.5191	5.022
4300	.4337	2.725	.9914	7.595	7.661	.9816	.1305	5.450	116.4	116.4	.5234	.5189	5.021
4310	.4347	2.731	.9915	7.642	7.707	.9818	.1298	5.462	117.8	117.8	.5232	.5187	5.020
4320	.4356	2.737	.9916	7.688	7.753	.9819	.1290	5.474	119.2	119.3	.5230	.5186	5.019
4330	.4366	2.743	.9917	7.735	7.800	.9821	.1282	5.486	120.7	120.7	.5227	.5184	5.018
4340	.4376	2.749	.9918	7.783	7.847	.9823	.1274	5.499	122.2	122.2	.5225	.5182	5.017
4350	.4385	2.755	.9919	7.831	7.895	.9824	.1267	5.511	123.7	123.7	.5223	.5181	5.016
4360	.4395	2.762	.9920	7.880	7.943	.9826	.1259	5.523	125.2	125.2	.5221	.5179	5.015
4370	.4405	2.768	.9921	7.922	7.991	.9828	.1251	5.535	126.7	126.7	.5218	.5177	5.014
4380	.4411	2.774	.9922	7.975	8.035	.9829	.1244	5.547	128.3	128.3	.5216	.5176	5.013
4390	.4424	2.780	.9923	8.026	8.088	.9830	.1236	5.560	129.9	129.9	.5214	.5174	5.012
4400	.4434	2.786	.9924	8.075	8.136	.9832	.1229	5.572	131.4	131.4	.5212	.5172	5.011
4410	.4443	2.792	.9925	8.124	8.185	.9833	.1222	5.584	133.0	133.0	.5210	.5171	5.010
4420	.4453	2.798	.9926	8.175	8.236	.9835	.1214	5.596	134.7	134.7	.5208	.5169	5.009
4430	.4463	2.804	.9927	8.228	8.285	.9836	.1207	5.608	136.3	136.3	.5206	.5168	5.008
4440	.4472	2.810	.9928	8.274	8.334	.9838	.1200	5.620	137.9	137.9	.5204	.5166	5.007
4450	.4482	2.816	.9929	8.326	8.387	.9839	.1192	5.632	139.6	139.7	.5202	.5165	5.006
4460	.4492	2.822	.9930	8.379	8.438	.9841	.1185	5.644	141.4	141.4	.5200	.5163	5.005
4470	.4501	2.828	.9930	8.427	8.486	.9843	.1178	5.657	143.1	143.1	.5198	.5161	5.005
4480	.4511	2.834	.9931	8.481	8.540	.9844	.1171	5.669	144.8	144.8	.5196	.5160	5.004
4490	.4521	2.840	.9932	8.532	8.590	.9846	.1164	5.681	146.6	146.6	.5194	.5158	5.003

LAMPIRAN A. Fungsi d/L Untuk Pertambahan Nilai d/Lo

Table C-1. Continued.

d/L_o	d/L	$2\pi d/L$	TANH $2\pi d/L$	SINH $2\pi d/L$	COSH $2\pi d/L$	H/H' _o	K	$4\pi d/L$	SINH $4\pi d/L$	COSH $4\pi d/L$	n	c_G/c_o	M
.4500	.4531	2.847	.9933	8.585	8.643	.9847	.1157	5.693	148.4	148.4	.5192	.5157	5.002
.4510	.4540	2.853	.9934	8.638	8.695	.9848	.1150	5.705	150.2	150.2	.5190	.5156	5.001
.4520	.4550	2.859	.9935	8.693	8.750	.9849	.1143	5.717	152.1	152.1	.5188	.5154	5.000
.4530	.4560	2.865	.9935	8.747	8.804	.9851	.1136	5.730	154.0	154.0	.5186	.5152	5.000
.4540	.4569	2.871	.9936	8.797	8.854	.9852	.1129	5.742	155.9	155.9	.5184	.5151	4.999
.4550	.4579	2.877	.9937	8.853	8.910	.9853	.1122	5.754	157.7	157.7	.5182	.5150	4.998
.4560	.4589	2.883	.9938	8.910	8.965	.9855	.1115	5.766	159.7	159.7	.5181	.5148	4.997
.4570	.4599	2.890	.9938	8.965	9.021	.9857	.1109	5.779	161.7	161.7	.5179	.5146	4.997
.4580	.4608	2.896	.9939	9.016	9.072	.9858	.1102	5.791	163.6	163.6	.5177	.5145	4.996
.4590	.4618	2.902	.9940	9.074	9.129	.9859	.1095	5.803	165.6	165.6	.5175	.5144	4.995
.4600	.4628	2.908	.9941	9.132	9.186	.9860	.1089	5.815	167.7	167.7	.5173	.5143	4.994
.4610	.4637	2.914	.9941	9.183	9.238	.9862	.1083	5.827	169.7	169.7	.5172	.5141	4.994
.4620	.4647	2.920	.9942	9.242	9.296	.9863	.1076	5.840	171.8	171.8	.5170	.5140	4.993
.4630	.4657	2.926	.9943	9.301	9.354	.9864	.1069	5.852	173.9	173.9	.5168	.5139	4.992
.4640	.4666	2.932	.9944	9.353	9.406	.9865	.1063	5.864	176.0	176.0	.5167	.5138	4.991
.4650	.4676	2.938	.9944	9.413	9.466	.9867	.1056	5.876	178.2	178.2	.5165	.5136	4.991
.4660	.4686	2.944	.9945	9.472	9.525	.9868	.1050	5.888	180.4	180.4	.5163	.5135	4.990
.4670	.4695	2.951	.9946	9.533	9.585	.9869	.1043	5.900	182.6	182.6	.5162	.5134	4.989
.4680	.4705	2.957	.9946	9.586	9.638	.9871	.1037	5.912	184.8	184.8	.5160	.5132	4.989
.4690	.4715	2.963	.9947	9.647	9.699	.9872	.1031	5.925	187.2	187.2	.5158	.5131	4.988
.4700	.4725	2.969	.9947	9.709	9.760	.9873	.1025	5.937	189.5	189.5	.5157	.5129	4.988
.4710	.4735	2.975	.9948	9.770	9.821	.9874	.1018	5.949	191.8	191.8	.5155	.5128	4.987
.4720	.4744	2.981	.9949	9.826	9.877	.9875	.1012	5.962	194.2	194.2	.5154	.5127	4.986
.4730	.4754	2.987	.9949	9.888	9.938	.9876	.1006	5.974	196.5	196.5	.5152	.5126	4.986
.4740	.4764	2.993	.9950	9.951	10.00	.9877	.1000	5.986	199.0	199.0	.5150	.5125	4.985
.4750	.4774	2.995	.9951	10.01	10.07	.9878	.0991	5.999	201.4	201.4	.5149	.5124	4.984
.4760	.4783	3.005	.9951	10.07	10.12	.9880	.09882	6.011	203.9	203.9	.5147	.5122	4.984
.4770	.4793	3.012	.9952	10.13	10.18	.9881	.09820	6.023	206.5	206.5	.5146	.5121	4.983
.4780	.4803	3.018	.9952	10.20	10.25	.9882	.09759	6.036	209.0	209.0	.5144	.5120	4.983
.4790	.4813	3.024	.9953	10.26	10.31	.9883	.09698	6.048	211.7	211.7	.5143	.5119	4.982
.4800	.4822	3.030	.9953	10.32	10.37	.9885	.09641	6.060	214.2	214.2	.5112	.5117	4.982
.4810	.4832	3.036	.9954	10.39	10.43	.9886	.09583	6.072	216.8	216.8	.5110	.5116	4.981
.4820	.4842	3.042	.9955	10.45	10.50	.9887	.09523	6.085	219.5	219.5	.5139	.5115	4.980
.4830	.4852	3.049	.9955	10.52	10.57	.9888	.09464	6.097	222.2	222.2	.5137	.5114	4.980
.4840	.4862	3.055	.9956	10.59	10.63	.9889	.09405	6.109	225.0	225.0	.5136	.5113	4.979
.4850	.4871	3.061	.9956	10.65	10.69	.9890	.09352	6.121	228.3	228.3	.5134	.5112	4.979
.4860	.4881	3.067	.9957	10.71	10.76	.9891	.09294	6.134	230.6	230.6	.5133	.5111	4.978
.4870	.4891	3.073	.9957	10.78	10.83	.9892	.09236	6.146	233.5	233.5	.5132	.5110	4.978
.4880	.4901	3.079	.9958	10.85	10.90	.9893	.09178	6.159	236.4	236.4	.5130	.5109	4.977
.4890	.4911	3.086	.9958	10.92	10.96	.9895	.09121	6.171	239.6	239.6	.5129	.5107	4.977
.4900	.4920	3.092	.9959	10.99	11.03	.9896	.09064	6.183	242.3	242.3	.5128	.5106	4.976
.4910	.4930	3.098	.9959	11.05	11.09	.9897	.09010	6.195	245.2	245.2	.5126	.5105	4.976
.4920	.4940	3.104	.9960	11.12	11.16	.9898	.08956	6.208	248.3	248.3	.5125	.5104	4.975
.4930	.4950	3.110	.9960	11.19	11.24	.9899	.08901	6.220	251.3	251.3	.5124	.5103	4.975
.4940	.4960	3.117	.9961	11.26	11.31	.9899	.08845	6.232	254.5	254.5	.5122	.5102	4.974
.4950	.4969	3.122	.9961	11.32	11.37	.9900	.08793	6.245	257.6	257.6	.5121	.5101	4.974
.4960	.4979	3.128	.9962	11.40	11.44	.9901	.08744	6.257	260.8	260.8	.5120	.5099	4.973
.4970	.4989	3.135	.9962	11.47	11.51	.9902	.08691	6.269	264.0	264.0	.5119	.5099	4.973
.4980	.4999	3.141	.9963	11.54	11.59	.9903	.08637	6.282	267.3	267.3	.5118	.5098	4.972
.4990	.5009	3.147	.9963	11.61	11.65	.9904	.08584	6.294	270.6	270.6	.5116	.5097	4.972
.5000	.5018	3.153	.9964	11.68	11.72	.9905	.08530	6.306	274.0	274.0	.5115	.5096	4.971
.5010	.5028	3.159	.9964	11.75	11.80	.9906	.08477	6.319	277.5	277.5	.5114	.5095	4.971
.5020	.5038	3.166	.9964	11.83	11.87	.9907	.08424	6.331	280.8	280.8	.5113	.5094	4.971
.5030	.5048	3.172	.9965	11.91	11.95	.9908	.08371	6.343	284.3	284.3	.5112	.5093	4.970
.5040	.5058	3.178	.9965	11.98	12.02	.9909	.08320	6.356	287.9	287.9	.5110	.5092	4.970
.5050	.5067	3.184	.9966	12.05	12.09	.9909	.08270	6.368	291.4	291.4	.5109	.5092	4.969
.5060	.5077	3.190	.9966	12.12	12.16	.9910	.08220	6.380	295.0	295.0	.5108	.5091	4.969
.5070	.5087	3.196	.9967	12.20	12.24	.9911	.08169	6.393	298.7	298.7	.5107	.5090	4.968
.5080	.5097	3.203	.9967	12.28	12.32	.9912	.08119	6.405	302.4	302.4	.5106	.5089	4.968
.5090	.5107	3.209	.9968	12.35	12.39	.9913	.08068	6.417	306.2	306.2	.5105	.5088	4.967

LAMPIRAN A Fungsi d/L Untuk Pada $\frac{d}{L} \leq 1$

Table C-1. Continued.

d/L_o	d/L	$2\pi d/L$	TANH $2\pi d/L$	SINH $2\pi d/L$	COSH $2\pi d/L$	H/H'_o	K	$4\pi d/L$	SINH $4\pi d/L$	COSH $4\pi d/L$	n	c_G/c_o	M
.5100	.5117	3.215	.9968	12.43	12.47	.9914	.08022	6.430	310.0	310.0	.5104	.5087	4.967
.5110	.5126	3.221	.9968	12.50	12.54	.9915	.07972	6.442	313.8	313.8	.5103	.5086	4.967
.5120	.5136	3.227	.9969	12.58	12.62	.9915	.07922	6.454	317.7	317.7	.5102	.5086	4.966
.5130	.5146	3.233	.9969	12.66	12.70	.9916	.07873	6.467	321.7	321.7	.5101	.5085	4.966
.5140	.5156	3.240	.9970	12.74	12.78	.9917	.07824	6.479	325.7	325.7	.5100	.5084	4.965
.5150	.5166	3.246	.9970	12.82	12.86	.9918	.07776	6.491	329.7	329.7	.5098	.5083	4.965
.5160	.5176	3.252	.9970	12.90	12.94	.9919	.07729	6.504	333.8	333.8	.5097	.5082	4.965
.5170	.5185	3.258	.9971	12.98	13.02	.9919	.07682	6.516	337.9	337.9	.5096	.5082	4.964
.5180	.5195	3.264	.9971	13.06	13.10	.9920	.07634	6.529	342.2	342.2	.5095	.5081	4.964
.5190	.5205	3.270	.9971	13.14	13.18	.9921	.07587	6.541	346.4	346.4	.5094	.5080	4.964
.5200	.5215	3.277	.9972	13.22	13.26	.9922	.07540	6.553	350.7	350.7	.5093	.5079	4.963
.5210	.5225	3.283	.9972	13.31	13.35	.9923	.07494	6.566	355.1	355.1	.5092	.5078	4.963
.5220	.5235	3.289	.9972	13.39	13.43	.9924	.07449	6.578	359.6	359.6	.5092	.5077	4.963
.5230	.5244	3.295	.9973	13.47	13.51	.9924	.07404	6.590	364.0	364.0	.5091	.5077	4.962
.5240	.5254	3.301	.9973	13.55	13.59	.9925	.07358	6.603	368.5	368.5	.5090	.5076	4.962
.5250	.5264	3.308	.9973	13.64	13.68	.9926	.07312	6.615	373.1	373.1	.5089	.5075	4.962
.5260	.5274	3.314	.9974	13.73	13.76	.9927	.07266	6.628	377.8	377.8	.5088	.5074	4.961
.5270	.5284	3.320	.9974	13.81	13.85	.9927	.07221	6.640	382.5	382.5	.5087	.5074	4.961
.5280	.5294	3.326	.9974	13.90	13.94	.9928	.07177	6.652	387.3	387.3	.5086	.5073	4.961
.5290	.5304	3.333	.9975	13.99	14.02	.9929	.07134	6.665	392.2	392.2	.5085	.5072	4.960
.5300	.5314	3.339	.9975	14.07	14.10	.9930	.07091	6.677	397.0	397.0	.5084	.5071	4.960
.5310	.5323	3.345	.9975	14.16	14.19	.9931	.07047	6.690	402.0	402.0	.5083	.5070	4.960
.5320	.5333	3.351	.9976	14.25	14.28	.9931	.07003	6.702	406.9	406.9	.5082	.5070	4.959
.5330	.5343	3.357	.9976	14.34	14.37	.9932	.06959	6.714	412.0	412.0	.5082	.5069	4.959
.5340	.5353	3.363	.9976	14.43	14.46	.9933	.06915	6.727	417.2	417.2	.5081	.5068	4.959
.5350	.5363	3.370	.9976	14.52	14.55	.9933	.06872	6.739	422.4	422.4	.5080	.5068	4.959
.5360	.5373	3.376	.9977	14.61	14.64	.9934	.06829	6.752	427.7	427.7	.5079	.5067	4.958
.5370	.5383	3.382	.9977	14.70	14.73	.9935	.06787	6.764	433.1	433.1	.5078	.5066	4.958
.5380	.5393	3.388	.9977	14.79	14.82	.9935	.06746	6.776	438.5	438.5	.5077	.5066	4.958
.5390	.5402	3.394	.9977	14.88	14.91	.9936	.06705	6.789	444.0	444.0	.5077	.5065	4.958
.5400	.5412	3.401	.9978	14.97	15.01	.9936	.06664	6.801	449.5	449.5	.5076	.5065	4.957
.5410	.5422	3.407	.9978	15.07	15.10	.9937	.06623	6.814	455.1	455.1	.5075	.5064	4.957
.5420	.5432	3.413	.9978	15.16	15.19	.9938	.06582	6.826	460.7	460.7	.5074	.5063	4.957
.5430	.5442	3.419	.9979	15.25	15.29	.9938	.06542	6.838	466.4	466.4	.5073	.5063	4.956
.5440	.5452	3.426	.9979	15.35	15.38	.9939	.06501	6.851	472.2	472.2	.5073	.5062	4.956
.5450	.5461	3.432	.9979	15.45	15.48	.9940	.06461	6.863	478.1	478.1	.5072	.5061	4.956
.5460	.5471	3.438	.9979	15.54	15.58	.9941	.06420	6.876	484.3	484.3	.5071	.5060	4.956
.5470	.5481	3.444	.9980	15.64	15.67	.9941	.06380	6.888	490.3	490.3	.5070	.5060	4.955
.5480	.5491	3.450	.9980	15.74	15.77	.9942	.06341	6.901	496.4	496.4	.5070	.5059	4.955
.5490	.5501	3.456	.9980	15.84	15.87	.9942	.06302	6.913	502.5	502.5	.5069	.5059	4.955
.5500	.5511	3.463	.9980	15.94	15.97	.9942	.06263	6.925	508.7	508.7	.5068	.5058	4.955
.5510	.5521	3.469	.9981	16.04	16.07	.9942	.06224	6.937	515.0	515.0	.5067	.5058	4.954
.5520	.5531	3.475	.9981	16.14	16.17	.9943	.06186	6.950	521.6	521.6	.5067	.5057	4.954
.5530	.5541	3.481	.9981	16.24	16.27	.9944	.06148	6.962	528.1	528.1	.5066	.5056	4.954
.5540	.5551	3.488	.9981	16.34	16.37	.9944	.06110	6.975	534.8	534.8	.5065	.5056	4.954
.5550	.5560	3.494	.9982	16.44	16.47	.9945	.06073	6.987	541.4	541.4	.5065	.5056	4.953
.5560	.5570	3.500	.9982	16.54	16.57	.9945	.06035	7.000	548.1	548.1	.5064	.5055	4.953
.5570	.5580	3.506	.9982	16.65	16.68	.9946	.05997	7.012	554.9	554.9	.5063	.5054	4.953
.5580	.5590	3.512	.9982	16.75	16.78	.9947	.05960	7.025	562.0	562.0	.5063	.5053	4.953
.5590	.5600	3.519	.9982	16.85	16.88	.9947	.05923	7.037	569.1	569.1	.5062	.5053	4.953
.5600	.5610	3.525	.9983	16.96	16.99	.9947	.05887	7.050	576.1	576.1	.5061	.5053	4.952
.5610	.5620	3.531	.9983	17.06	17.09	.9948	.05850	7.062	583.3	583.3	.5061	.5052	4.952
.5620	.5630	3.537	.9983	17.17	17.20	.9949	.05814	7.074	590.7	590.7	.5060	.5051	4.952
.5630	.5640	3.543	.9983	17.28	17.31	.9949	.05778	7.087	598.0	598.0	.5059	.5051	4.952
.5640	.5649	3.550	.9984	17.38	17.41	.9950	.05743	7.099	605.0	605.0	.5059	.5050	4.951
.5650	.5659	3.556	.9984	17.49	17.52	.9950	.05707	7.112	613.2	613.2	.5058	.5050	4.951
.5660	.5669	3.562	.9984	17.60	17.63	.9951	.05672	7.124	620.8	620.8	.5057	.5049	4.951
.5670	.5679	3.568	.9984	17.71	17.74	.9951	.05637	7.136	628.5	628.5	.5057	.5049	4.951
.5680	.5689	3.575	.9984	17.82	17.85	.9952	.05602	7.149	636.4	636.4	.5056	.5048	4.951
.5690	.5699	3.581	.9985	17.94	17.97	.9952	.05567	7.161	644.3	644.3	.5056	.5048	4.950

LAMPIRAN A. Fungsi d/L Untuk Pertambahan Nilai d/Lo

Table C-1. Continued.

L_o	d/L	$2\pi d/L$	TANH $2\pi d/L$	SINH $2\pi d/L$	COSH $2\pi d/L$	H/H' $2\pi d/L$	K	$4\pi d/L$	SINH $4\pi d/L$	COSH $4\pi d/L$	n	c_G/c_o	M
00	.5709	3.587	.9985	18.05	18.08	.9953	.05532	7.174	652.4	652.4	.5055	.5047	4.950
10	.5719	3.593	.9985	18.16	18.19	.9953	.05497	7.186	660.5	660.5	.5054	.5047	4.950
20	.5729	3.600	.9985	18.28	18.31	.9954	.05463	7.199	668.8	668.8	.5054	.5046	4.950
30	.5738	3.606	.9985	18.39	18.42	.9954	.05430	7.211	677.2	677.2	.5053	.5046	4.950
40	.5748	3.612	.9985	18.50	18.53	.9955	.05396	7.224	685.6	685.6	.5053	.5045	4.950
50	.5758	3.618	.9986	18.62	18.64	.9955	.05363	7.236	694.3	694.3	.5052	.5045	4.949
60	.5768	3.624	.9986	18.73	18.76	.9956	.05330	7.249	703.2	703.2	.5052	.5044	4.949
70	.5778	3.630	.9986	18.85	18.88	.9956	.05297	7.261	711.5	711.9	.5051	.5044	4.949
80	.5788	3.637	.9986	18.97	19.00	.9957	.05264	7.274	720.8	720.8	.5051	.5043	4.949
90	.5798	3.643	.9986	19.09	19.12	.9957	.05231	7.286	729.9	729.9	.5050	.5043	4.949
00	.5808	3.649	.9987	19.21	19.24	.9957	.05198	7.298	739.0	739.0	.5049	.5043	4.948
10	.5818	3.656	.9987	19.33	19.36	.9958	.05166	7.311	748.1	748.1	.5049	.5042	4.948
20	.5828	3.662	.9987	19.45	19.48	.9958	.05134	7.323	757.5	757.5	.5048	.5042	4.948
30	.5838	3.668	.9987	19.58	19.60	.9959	.05102	7.336	767.0	767.0	.5048	.5041	4.948
40	.5848	3.674	.9987	19.70	19.73	.9959	.05070	7.348	776.7	776.7	.5047	.5041	4.948
50	.5858	3.680	.9987	19.81	19.84	.9960	.05040	7.361	786.5	786.5	.5047	.5040	4.948
60	.5867	3.686	.9987	19.94	19.96	.9960	.05009	7.373	796.4	796.4	.5046	.5040	4.948
70	.5877	3.693	.9988	20.06	20.09	.9960	.04978	7.386	806.5	806.5	.5046	.5040	4.947
80	.5887	3.699	.9988	20.19	20.21	.9961	.04947	7.398	816.5	816.5	.5045	.5039	4.947
90	.5897	3.705	.9988	20.32	20.34	.9961	.04916	7.411	826.7	826.7	.5045	.5039	4.947
00	.5907	3.712	.9988	20.45	20.47	.9962	.04885	7.423	837.1	837.1	.5044	.5038	4.947
10	.5917	3.718	.9988	20.57	20.60	.9962	.04855	7.436	847.6	847.6	.5044	.5038	4.947
20	.5927	3.724	.9988	20.70	20.73	.9963	.04824	7.448	858.2	858.2	.5043	.5037	4.947
30	.5937	3.730	.9989	20.83	20.86	.9963	.04794	7.460	868.9	868.9	.5043	.5037	4.946
40	.5947	3.737	.9989	20.97	20.99	.9963	.04764	7.473	879.8	879.8	.5043	.5037	4.946
50	.5957	3.743	.9989	21.10	21.12	.9964	.04735	7.485	890.8	890.8	.5042	.5036	4.946
60	.5967	3.749	.9989	21.23	21.25	.9964	.04706	7.498	901.9	901.9	.5042	.5036	4.946
70	.5977	3.755	.9989	21.35	21.37	.9964	.04677	7.510	913.4	913.4	.5041	.5036	4.946
80	.5987	3.761	.9989	21.49	21.51	.9965	.04648	7.523	925.0	925.0	.5041	.5036	4.946
90	.5996	3.767	.9989	21.62	21.64	.9965	.04619	7.535	936.5	936.5	.5040	.5035	4.946
00	.6006	3.771	.9990	21.76	21.78	.9965	.04591	7.548	948.1	948.1	.5040	.5035	4.945
10	.6106	3.836	.9991	23.17	23.19	.9969	.04313	7.673	1,074	1,074	.5036	.5031	4.944
20	.6205	3.899	.9992	24.66	24.68	.9972	.04052	7.798	1,217	1,217	.5032	.5028	4.943
30	.6305	3.961	.9993	26.25	26.27	.9975	.03806	7.923	1,379	1,379	.5029	.5025	4.942
40	.6404	4.024	.9994	27.95	27.97	.9977	.03576	8.048	1,527	1,527	.5026	.5023	4.941
50	.6504	4.086	.9994	29.75	29.77	.9980	.03359	8.173	1,771	1,771	.5023	.5020	4.940
60	.6603	4.119	.9995	31.68	31.69	.9982	.03155	8.298	2,008	2,008	.5021	.5018	4.940
70	.6703	4.212	.9996	33.73	33.74	.9983	.02964	8.423	2,275	2,275	.5019	.5017	4.939
80	.6803	4.274	.9996	35.90	35.92	.9985	.02784	8.548	2,579	2,579	.5017	.5015	4.939
90	.6902	4.337	.9997	38.23	38.24	.9987	.02615	8.674	2,923	2,923	.5015	.5013	4.938
00	.7002	4.400	.9997	40.71	40.72	.9988	.02456	8.799	3,314	3,314	.5013	.5012	4.938
10	.7102	4.462	.9997	43.34	43.35	.9989	.02307	8.925	3,757	3,757	.5012	.5011	4.937
20	.7202	4.525	.9998	46.14	46.15	.9990	.02167	9.050	4,258	4,258	.5011	.5010	4.937
30	.7302	4.588	.9998	49.13	49.14	.9991	.02035	9.175	4,828	4,828	.5010	.5009	4.937
40	.7401	4.650	.9998	52.31	52.32	.9992	.01911	9.301	5,473	5,473	.5009	.5008	4.937
50	.7501	4.713	.9998	55.70	55.71	.9993	.01795	9.426	6,204	6,204	.5008	.5007	4.936
60	.7601	4.776	.9999	59.31	59.31	.9994	.01686	9.552	7,034	7,034	.5007	.5006	4.936
70	.7701	4.839	.9999	63.15	63.16	.9995	.01583	9.677	7,976	7,976	.5006	.5005	4.936
80	.7801	4.902	.9999	67.24	67.25	.9996	.01587	9.803	9,042	9,042	.5005	.5004	4.936
90	.7901	4.964	.9999	71.60	71.60	.9996	.01397	9.929	10,250	10,250	.5005	.5004	4.936
00	.8001	5.027	.9999	76.24	76.24	.9996	.01312	10.05	11,620	11,620	.5004	.5004	4.936
10	.8101	5.090	.9999	81.18	81.19	.9996	.01232	10.18	13,180	13,180	.5004	.5004	4.936
20	.8201	5.153	.9999	86.44	86.44	.9997	.01157	10.31	14,940	14,940	.5003	.5003	4.935
30	.8301	5.215	.9999	92.04	92.05	.9997	.01086	10.43	17,310	17,340	.5003	.5003	4.935
40	.8400	5.278	1.000	98.00	98.01	.9997	.01020	10.56	19,210	19,210	.5003	.5003	4.935
50	.8500	5.341	1.000	104.4	104.4	.9998	.009582	10.68	21,780	21,780	.5002	.5002	4.935
60	.8600	5.404	1.000	111.1	111.1	.9998	.009000	10.81	24,690	24,690	.5002	.5002	4.935
70	.8700	5.467	1.000	118.3	118.3	.9998	.008451	10.93	28,000	28,000	.5002	.5002	4.935
80	.8800	5.529	1.000	126.0	126.0	.9998	.007934	11.06	31,750	31,750	.5002	.5002	4.935
90	.8900	5.592	1.000	134.2	134.2	.9998	.007454	11.18	36,000	36,000	.5002	.5002	4.935

LAMPIRAN A Fungsi d/L Untuk Pertambahan Nilai d/Lo

Table C-1. Concluded.

c/L_o	d/L	$2\pi d/L$	TANH $2\pi d/L$	SINH $2\pi d/L$	COSH $2\pi d/L$	H/H_o^1	K	$4\pi d/L$	SINH $4\pi d/L$	COSH $4\pi d/L$	n	c_g/c_o	M
.9000	.9000	5.655	1.000	142.9	142.9	.9999	.007000	11.31	40,810	40,810	.5001	.5001	4.935
.9100	.9100	5.718	1.000	152.1	152.1	.9999	.006574	11.44	46,280	46,280	.5001	.5001	4.935
.9200	.9200	5.781	1.000	162.0	162.0	.9999	.006173	11.56	52,470	52,470	.5001	.5001	4.935
.9300	.9300	5.844	1.000	172.5	172.5	.9999	.005797	11.69	59,500	59,500	.5001	.5001	4.935
.9400	.9400	5.906	1.000	183.7	183.7	.9999	.005445	11.81	67,470	67,470	.5001	.5001	4.935
.9500	.9500	5.969	1.000	195.6	195.6	.9999	.005114	11.94	76,490	76,490	.5001	.5001	4.935
.9600	.9600	6.032	1.000	208.2	208.2	.9999	.004802	12.06	86,740	86,740	.5001	.5001	4.935
.9700	.9700	6.095	1.000	221.7	221.7	.9999	.004510	12.19	98,340	98,340	.5001	.5001	4.935
.9800	.9800	6.158	1.000	236.1	236.1	.9999	.004235	12.32	111,500	111,500	.5001	.5001	4.935
.9900	.9900	6.220	1.000	251.4	251.4	1.000	.003977	12.44	126,500	126,500	.5000	.5000	4.935
1.000	1.000	6.283	1.000	267.7	267.7	1.000	.003735	12.57	143,400	143,400	.5000	.5000	4.935

after Wiegell, R. L., "Oscillatory Waves," U.S. Army, Beach Erosion Board, Bulletin, Special Issue No. 1, July 1948.

Table C-2. Functions of d/L for even increments of d/L (from 0.0001 to 1.000).

d/L	c/ω_c	$2\pi d/L$	TANH $2\pi d/L$	SINH $2\pi d/L$	COSH $2\pi d/L$	H/H_o^1	K	$4\pi d/L$	SINH $4\pi d/L$	COSH $4\pi d/L$	n	c_g/c_o	M
0	0	0	0	0	1.0000	∞	1.000	0	0	1.000	1.000	0	∞
.000100	1.11×10^{-5}	.0006283	.0006283	.0006283	1.0000	26.21	1.000	.001257	.001257	1.000	1.000	.0006283	12,500,000
.000200	1.11×10^{-7}	.001257	.001257	.001257	1.0000	19.95	1.000	.002513	.002513	1.000	1.000	.001257	3,125,000
.000300	1.11×10^{-7}	.001885	.001885	.001885	1.0000	16.29	1.000	.003770	.003770	1.000	1.000	.001885	1,389,000
.000400	1.11×10^{-6}	.002513	.002513	.002513	1.0000	14.10	1.000	.005027	.005027	1.000	1.000	.002513	781,300
.000500	1.11×10^{-5}	.003142	.003142	.003142	1.0000	12.62	1.000	.006283	.006283	1.000	1.000	.003142	500,000
.000600	1.11×10^{-5}	.003770	.003770	.003770	1.0000	11.52	1.000	.007540	.007540	1.000	1.000	.003770	347,200
.000700	3.17×10^{-6}	.004398	.004398	.004398	1.0000	10.66	1.000	.008796	.008797	1.000	1.000	.004398	255,100
.000800	4.04×10^{-6}	.005027	.005027	.005027	1.0000	9.974	1.000	.01005	.01005	1.000	1.000	.005026	195,300
.000900	5.89×10^{-6}	.005655	.005655	.005655	1.0000	9.403	1.000	.01131	.01131	1.000	1.000	.005655	154,300
.001000	6.33×10^{-6}	.006283	.006283	.006283	1.0000	8.921	1.000	.01257	.01257	1.000	1.000	.006283	125,000
.001100	7.63×10^{-6}	.006912	.006912	.006912	1.0000	8.506	1.000	.01382	.01382	1.000	1.000	.006911	103,300
.001200	9.04×10^{-6}	.007540	.007540	.007540	1.0000	8.144	1.000	.01508	.01508	1.000	1.000	.007540	86,810
.001300	.00001062	.008168	.008168	.008168	1.0000	7.821	1.000	.01634	.01634	1.000	1.000	.008168	73,970
.001400	.00001231	.008796	.008796	.008796	1.0000	7.539	1.000	.01759	.01759	1.000	1.000	.008796	63,780
.001500	.00001411	.009425	.009425	.009425	1.0000	7.284	1.000	.01885	.01885	1.000	1.000	.009424	55,560
.001600	.00001608	.01005	.01005	.01005	1.0000	7.052	.9999	.02011	.02011	1.000	1.000	.01005	46,830
.001700	.00001816	.01068	.01068	.01068	1.0000	6.812	.9999	.02136	.02136	1.000	1.000	.01068	43,260
.001800	.00002036	.01131	.01131	.01131	1.0000	6.619	.9999	.02262	.02262	1.000	1.000	.01131	38,580
.001900	.00002269	.01194	.01194	.01194	1.0000	6.472	.9999	.02388	.02388	1.000	1.000	.01194	34,630

DATA ANGIN
STASIUN METEOROLOGI PERAK II(MARITIM) SURABAYA.

TAHUN BULAN	1981			1982			1983			1984		
	ARAH/KECEPATAN ANGIN			ARAH/KECEPATAN ANGIN			ARAH/KECEPATAN ANGIN			ARAH/KECEPATAN ANGIN		
	DD/FF	DD/FF MAX	DD/FF EX									
JANUARY	-	-	-	-	-	-	BL / 05	U / 08	360 / 12	B / 06	B / 08	310 / 20
FEBRUARY	-	-	-	-	-	-	-	-	-	BL / 06	BL / 10	320 / 15
MARCH	-	-	-	-	-	-	-	-	-	BL / 06	BL / 09	360 / 12
APRIL	-	-	-	-	-	-	BL / 05	BL / 08	080 / 11	T / 06	T / 10	110 / 15
MAY	-	-	-	-	-	-	T / 04	T / 08	100 / 10	T / 05	T / 10	100 / 13
JUNE	-	-	-	-	-	-	T / 05	T / 09	090 / 12	T / 07	T / 10	100 / 12
JULY	-	-	-	-	-	-	T / 06	T / 08	080 / 14	T / 06	T / 10	110 / 12
AUGUST	-	-	-	-	-	-	T / 07	T / 10	100 / 14	T / 06	T / 08	090 / 12
SEPTEMBER	-	-	-	TG / 08	TG / 12	110 / 16	T / 05	T / 10	120 / 10	T / 05	TG / 08	090 / 10
OCTOBER	-	-	-	TG / 08	TG / 12	130 / 16	T / 06	T / 10	100 / 12	T / 06	T / 08	120 / 12
NOVEMBER	-	-	-	T / 06	T / 09	100 / 18	B / 06	T / 08	290 / 17	T / 05	T / 08	070 / 12
DECEMBER	-	-	-	T / 05	T / 08	100 / 17	B / 05	B / 08	100 / 14	B / 05	U / 08	360 / 12

1985			1986			1987			1988		
ARAH/KECEPATAN ANGIN											
DD/FF	DD/FF MAX	DD/FF EX									
BL / 05	U / 08	270 / 13	B / 04	B / 10	290 / 19	B / 04	BL / 08	270 / 12	U / 05	VAR/17	030 / 37
BL / 08	BL / 10	340 / 18	B / 06	B / 08	290 / 12	B / 03	B / 08	350 / 12	BL / 05	BL / 07	160 / 12
BL / 06	B / 06	300 / 12	U / 05	VAR/08	125 / 10	T / 03	T / 06	020 / 15	T / 04	T / 07	310 / 12
T / 05	T / 08	270 / 10	B / 05	TG / 09	270 / 12	T / 03	T / 06	090 / 12	TG / 05	T / 07	100 / 10
T / 05	T / 08	100 / 12	T / 05	T / 08	110 / 12	T / 03	T / 08	100 / 35	T / 05	T / 06	100 / 10
T / 05	TG / 08	100 / 10	T / 06	T / 08	090 / 12	T / 03	T / 08	090 / 12	T / 05	T / 06	090 / 12
T / 05	T / 08	100 / 10	T / 04	T / 06	090 / 11	T / 03	T / 07	100 / 12	T / 05	T / 08	090 / 10
T / 05	T / 08	100 / 10	T / 06	T / 08	090 / 12	TG / 03	TG / 07	100 / 12	T / 05	TG / 08	110 / 10
T / 05	T / 08	100 / 10	T / 04	T / 08	090 / 10	TG / 04	TG / 08	090 / 12	T / 05	T / 08	090 / 10
T / 05	TG / 08	130 / 10	T / 05	T / 07	090 / 08	T / 03	T / 08	100 / 12	T / 06	T / 08	090 / 10
T / 05	VAR/08	090 / 12	T / 04	T / 07	090 / 10	T / 03	TG / 08	090 / 12	T / 04	T / 08	090 / 12
U / 05	BL / 07	120 / 12	T / 04	T / 06	100 / 12	BL / 03	BL / 08	030 / 15	BL / 03	B / 07	320 / 15

LAMPIRAN B. Data Oseanografi

DASI	ARAH	PANJANG FETCH (km)	KECEPATAN ANGIN (KNOT)															Wa TOTAL	(sudut)	Wo					
			11 - 16					17 - 21					22 - 27					> 34							
			#	H (m)	T (det)	W _e	#	H (m)	T (det)	W _e	#	H (m)	T (det)	W _e	#	H (m)	T (det)	W _e							
1	N	63	7	0.26	2.10	0.1	2	0.35	2.44	0.08	1	0.38	2.64	0.04	0	0.43	2.92	0.00	0	0.44	2.94	0.00	0.1999	-80	-0.0660
1	NW	72	101	0.26	2.15	1.7	90	0.36	2.52	2.92	39	0.38	2.66	1.51	18	0.43	2.94	0.98	3	0.44	2.99	0.17	7.2885	-20	-2.3425
1	N	68	7	0.25	2.15	0.1	2	0.35	2.46	0.06	1	0.38	2.64	0.04	0	0.43	2.94	0.00	0	0.44	2.96	0.00	0.2045	-40	-0.1007
1	NW	73	101	0.26	2.15	1.7	90	0.36	2.52	2.92	39	0.38	2.66	1.51	18	0.43	2.94	0.98	3	0.44	2.99	0.17	7.2885	10	1.2460
1	N	58	7	0.26	2.00	0.1	2	0.35	2.40	0.06	1	0.38	2.60	0.04	0	0.43	2.89	0.00	0	0.44	2.91	0.00	0.1928	-15	-0.0482
1	NW	80	11	0.28	2.20	0.19	7	0.36	2.52	0.23	5	0.39	2.70	0.2	0	0.44	2.98	0.00	0	0.44	3.03	0.00	0.6169	-60	-0.2671
1	NE	87	101	0.29	2.20	1.82	90	0.36	2.55	3.01	39	0.39	2.70	1.56	18	0.44	2.99	1.02	3	0.44	3.04	0.17	7.5857	30	3.2647
1	N	67	7	0.26	2.15	0.1	2	0.35	2.50	0.06	1	0.38	2.65	0.04	0	0.43	2.94	0.00	0	0.44	2.96	0.00	0.2057	22.5	0.0727
1	NE	89	11	0.29	2.20	0.2	7	0.36	2.57	0.24	5	0.39	2.70	0.2	0	0.44	3.01	0.00	0	0.44	3.05	0.00	0.6382	-22.5	-0.2256
1	NW	78	101	0.26	2.20	1.74	90	0.36	2.52	2.87	39	0.39	2.68	1.55	18	0.43	2.97	0.98	3	0.44	3.01	0.17	7.3249	70	2.3542
1	N	66	7	0.26	2.15	0.1	2	0.35	2.46	0.06	1	0.38	2.64	0.04	0	0.43	2.94	0.00	0	0.44	2.96	0.00	0.2045	35	0.0961
1	NE	89	11	0.29	2.20	0.2	7	0.35	2.57	0.24	5	0.39	2.70	0.2	0	0.44	3.01	0.00	0	0.44	3.05	0.00	0.6382	-10	-0.091
1	NW	68	101	0.26	2.15	1.51	00	0.35	2.50	2.82	39	0.39	2.65	1.56	18	0.43	2.94	0.97	3	0.44	2.96	0.17	7.0219	80	1.2008
1	N	68	7	0.26	2.15	0.1	2	0.35	2.46	0.06	1	0.38	2.64	0.04	0	0.43	2.94	0.00	0	0.44	2.96	0.00	0.2045	-35	-0.0901
1	NW	74	101	0.29	2.15	1.7	90	0.30	2.51	2.86	39	0.38	2.65	1.51	18	0.43	2.94	0.96	3	0.44	2.99	0.17	7.2237	10	1.2353
1	N	65	7	0.26	2.15	0.1	2	0.35	2.50	0.06	1	0.38	2.64	0.04	0	0.43	2.94	0.00	0	0.44	2.96	0.00	0.2055	-30	-0.0890
1	NW	76	101	0.28	2.15	1.7	90	0.36	2.51	2.86	39	0.38	2.67	1.52	18	0.43	2.94	0.98	3	0.44	3.01	0.17	7.2319	15	1.8080
1	N	68	7	0.26	2.15	0.1	2	0.35	2.50	0.06	1	0.38	2.64	0.04	0	0.43	2.94	0.00	0	0.44	2.96	0.00	0.2055	20	0.0660
1	NE	98	11	0.30	2.20	0.21	7	0.37	2.57	0.24	5	0.39	2.72	0.21	0	0.44	3.02	0.00	0	0.44	3.05	0.00	0.6622	-25	-0.2537
1	N	66	7	0.26	2.15	0.1	2	0.35	2.46	0.06	1	0.38	2.64	0.04	0	0.43	2.94	0.00	0	0.44	2.96	0.00	0.2045	-10	0.0350
1	NE	96	11	0.30	2.20	0.21	7	0.37	2.57	0.24	5	0.39	2.72	0.21	0	0.44	3.02	0.00	0	0.44	3.05	0.00	0.6622	-35	-0.3112
1	NW	73	101	0.25	2.15	1.7	90	0.36	2.52	2.92	39	0.38	2.66	1.51	18	0.43	2.94	0.98	3	0.44	2.99	0.17	7.2885	55	3.4245
10	N	65	7	0.26	2.15	0.1	2	0.35	2.48	0.06	1	0.38	2.65	0.04	0	0.43	2.93	0.00	0	0.44	2.98	0.00	0.2053	10	0.0351
10	NE	200	11	0.31	2.30	0.25	7	0.38	2.66	0.27	5	0.40	2.82	0.22	0	0.44	3.00	0.00	0	0.45	3.14	0.00	0.7344	-35	-0.3450
10	NW	74	101	0.28	2.15	1.7	90	0.36	2.51	2.86	39	0.38	2.66	1.51	18	0.43	2.94	0.98	3	0.44	2.99	0.17	7.2237	55	3.3941
10	N	64	7	0.26	2.10	0.1	2	0.35	2.48	0.06	1	0.38	2.64	0.04	0	0.43	2.92	0.00	0	0.44	2.97	0.00	0.2026	20	0.0651
10	NE	200	11	0.31	2.30	0.25	7	0.38	2.66	0.27	5	0.40	2.82	0.22	0	0.44	3.10	0.00	0	0.45	3.14	0.00	0.7344	-25	-0.2813
10	NW	75	101	0.28	2.15	1.7	90	0.36	2.51	2.86	39	0.38	2.67	1.52	18	0.43	2.96	0.99	3	0.44	2.99	0.17	7.2361	60	3.1333
10	N	58	7	0.26	2.00	0.1	2	0.35	2.40	0.06	1	0.38	2.60	0.04	0	0.43	2.89	0.00	0	0.44	2.91	0.00	0.1928	-10	-0.0330
10	NE	200	11	0.31	2.30	0.25	7	0.38	2.66	0.27	5	0.40	2.82	0.22	0	0.44	3.10	0.00	0	0.45	3.14	0.00	0.7344	-55	-0.3450
10	NW	74	101	0.28	2.15	1.7	90	0.36	2.51	2.85	39	0.38	2.66	1.51	18	0.43	2.94	0.98	3	0.44	2.99	0.17	7.2237	35	3.3941
10	N	52	7	0.26	2.00	0.1	2	0.34	2.41	0.06	1	0.38	2.58	0.04	0	0.43	2.88	0.00	0	0.44	2.94	0.00	0.1899	25	0.0728
10	NE	200	11	0.31	2.30	0.25	7	0.38	2.66	0.27	5	0.40	2.82	0.22	0	0.44	3.10	0.00	0	0.45	3.14	0.00	0.7344	-20	-0.2360
10	NW	75	101	0.28	2.15	1.7	90	0.36	2.51	2.86	39	0.38	2.67	1.52	18	0.43	2.96	0.99	3	0.44	2.99	0.17	7.2361	70	2.3256
10	N	51	7	0.26	2.00	0.1	2	0.34	2.41	0.06	1	0.38	2.55	0.04	0	0.43	2.85	0.00	0	0.44	2.89	0.00	0.1895	15	0.0474
10	NE	101	11	0.30	2.20	0.21	7	0.35	2.59	0.24	5	0.39	2.74	0.21	0	0.44	3.04	0.00	0	0.44	3.06	0.00	0.6589	-30	-0.2645
10	NW	70	101	0.28	2.20	1.74	90	0.36	2.50	2.84	39	0.38	2.66	1.51	18	0.43	2.94	0.97	3	0.44	2.96	0.17	7.2351	80	3.1329
10	N	53	7	0.26	2.00	0.1	2	0.34	2.41	0.06	1	0.38	2.58	0.04	0	0.43	2.86	0.00	0	0.44	2.94	0.00	0.1899	-40	-0.0935
10	NE	85	101	0.29	2.20	1.82	90	0.36	2.52	2.92	39	0.39	2.60	1.5	18	0.43	2.99	1.02	3	0.44	3.02	0.17	7.4374	5	0.8457
10	W	42	18	0.26	2.00	0.25	8	0.34	2.35	0.22	5	0.37	2.51	0.17	2	0.42	2.80	0.10	0	0.43	2.83	0.00	0.7374	50	-0.0631
10	N	35	7	0.26	1.90	0.09	2	0.33	2.26	0.05	1	0.40	2.50	0.04	0	0.42	2.74	0.00	0	0.42	2.78	0.00	0.1816	-35	-0.0653
10	NW	100	101	0.28	2.20	1.74	90	0.36	2.59	3.06	39	0.39	2.74	1.81	18	0.44	3.02	1.03	3	0.44	3.07	0.18	7.8150	10	1.3022
10	W	55	18	0.26	2.00	0.25	8	0.35	2.41	0.21	5	0.38	2.61	0.19	2	0.43	2.88	0.10	0	0.43	2.91	0.00	0.7737	55	0.3635
10	N	56	7	0.26	2.00	0.1	2	0.35	2.40	0.06	1	0.38	2.60	0.04	0	0.43	2.89	0.00	0	0.44	2.91	0.00	0.1928	-15	-0.0482
10	NE	96	11	0.30	2.00	0.19	7	0.37	2.57	0.24	5	0.39	2.72	0.21	0	0.44	3.02	0.00	0	0.44	3.05	0.00	0.6429	-60	-0.2784
10	NW	89	101	0.29	2.00	1.68	90	0.36	2.57	3.03	39	0.39	2.70	1.59	18	0.44	3.01	1.04	3	0.44	3.05	0.18	7.4960	30	3.2459
10	N	58	7	0.26	2.00	0.1	2	0.35	2.																

DATA ARUS PASANG SURUT

Lokasi : Tanjung Ketah Besuki, Jawa Timur
 Dalam Alat : 3 meter
 Waktu : 14 – 15 November 1993

Jam	Arus Umum		Arus Tetap		Arus Pasut		Arus Pasut	
	Kec. (cm/det)	Arah (°)	Utara (Vu)	Timur (Vt)	Utara (Vpu)	Timur (Vpt)	Kec. (cm/det)	Arah (°)
00:00	10.00	35	8.17	5.76	9.30	5.92	11.03	32
01:00	10.00	45	7.11	7.03	8.24	7.19	10.94	41
02:00	20.00	43	14.56	13.72	15.69	13.88	20.94	41
03:00	10.00	35	8.17	5.76	9.30	5.92	11.03	32
04:00	0.00	29	0.00	0.00	1.13	0.16	1.14	8
05:00	0.00	278	0.00	0.00	1.13	0.16	1.14	8
06:00	10.00	256	-2.45	-9.69	-1.32	-9.53	9.63	262
07:00	10.00	253	-2.99	-9.54	-1.86	-9.38	9.57	259
08:00	10.00	245	-4.21	-9.07	-3.08	-8.91	9.43	251
09:00	0.00	221	0.00	0.00	1.13	0.16	1.14	8
10:00	20.00	246	-8.23	-18.23	-7.10	-18.07	19.41	249
11:00	0.00	224	0.00	0.00	1.13	0.16	1.14	8
12:00	0.00	199	0.00	0.00	1.13	0.16	1.14	8
13:00	0.00	127	0.00	0.00	1.13	0.16	1.14	8
14:00	0.00	104	0.00	0.00	1.13	0.16	1.14	8
15:00	10.00	65	4.16	9.09	5.29	9.25	10.66	60
16:00	0.00	285	0.00	0.00	1.13	0.16	1.14	8
17:00	0.00	231	0.00	0.00	1.13	0.16	1.14	8
18:00	0.00	207	0.00	0.00	1.13	0.16	1.14	8
19:00	0.00	223	0.00	0.00	1.13	0.16	1.14	8
20:00	10.00	237	-5.46	-8.38	-4.33	-8.22	9.29	242
21:00	0.00	237	0.00	0.00	1.13	0.16	1.14	8
22:00	0.00	31	0.00	0.00	1.13	0.16	1.14	8
23:00	10.00	63	4.51	8.93	5.64	9.09	10.69	58
00:00	10.00	60	5.02	8.65	6.15	8.81	10.74	55

PROSENTASE ANGIN-ANGIN KUAT BULANAN UNTUK SETIAP ARAH ANGIN

Stasion : Kalianget Madura

Tahun : 1987 – 1991

ARAH ANGIN	BULAN												JUMLAH	%
	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC		
N	1.7	0.8	1.7	1.8	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.9	1.5	10.3	0.86
NE	2.6	1.6	0.8	0.9	2.7	3.6	1.3	0.8	2.0	0.0	1.9	1.5	19.7	1.64
E	1.7	2.3	13.3	20.2	24.5	10.0	13.7	6.5	4.0	8.2	3.8	3.1	111.4	9.28
SE	12.0	8.6	41.7	53.2	69.1	84.3	79.7	90.3	86.0	77.6	49.1	21.5	673.1	56.09
S	11.1	2.3	5.8	5.5	1.8	0.7	4.6	2.4	5.3	10.6	17.0	12.3	79.5	6.63
SW	6.8	10.2	3.3	1.8	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	2.4	7.5	12.3	45.0	3.75
W	6.0	7.8	1.7	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	0.0	0.0	13.8	33.4	2.78
NW	58.1	66.4	31.7	13.8	0.9	1.4	0.0	0.0	1.3	1.2	18.9	33.8	227.5	18.96
													1200	100

DATA ANGIN
STASIUN METEOROLOGI PERAK II(MARITIM) SURABAYA

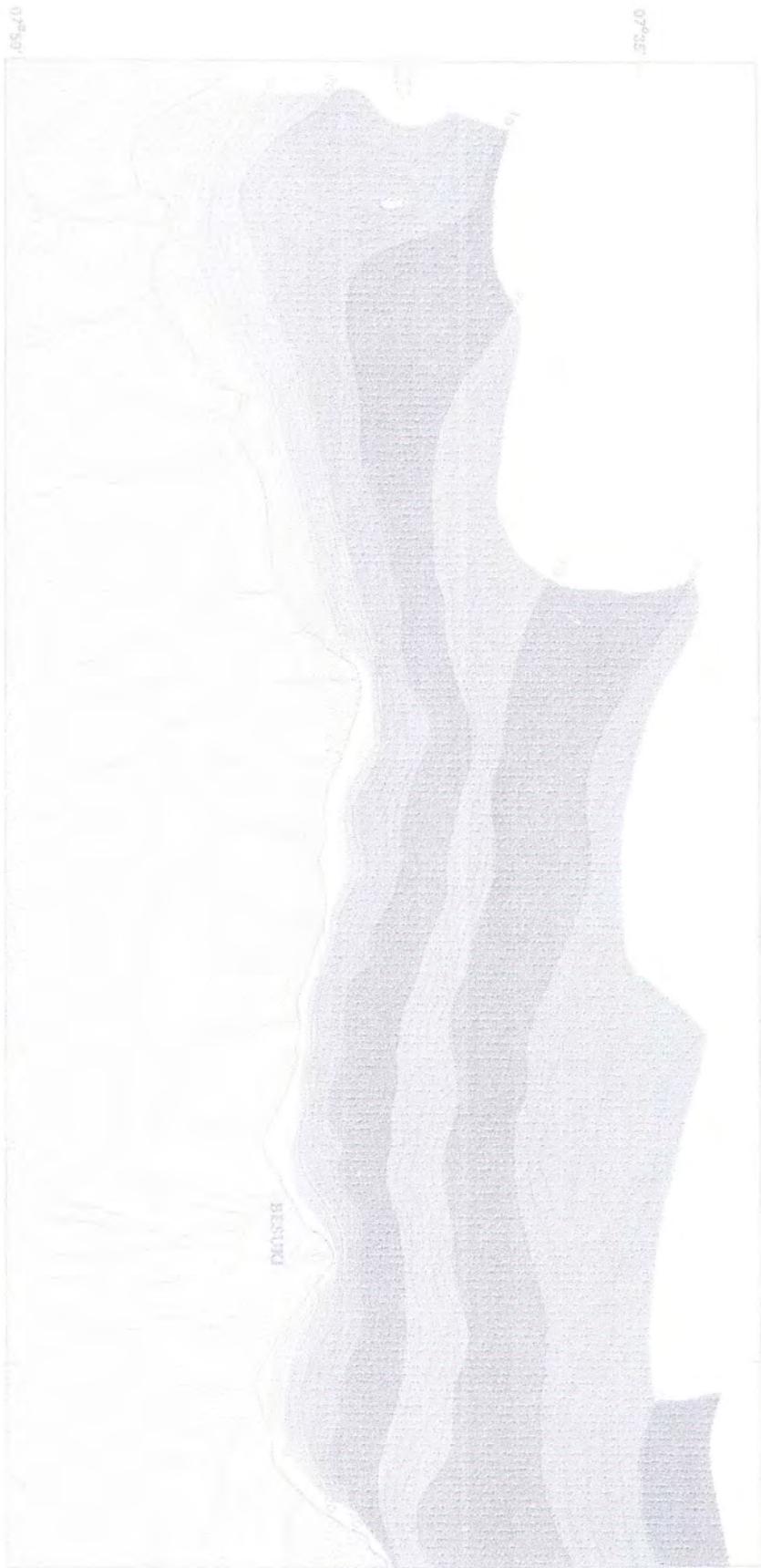
TAHUN BULAN	1981			1982			1983			1984		
	ARAH/KECEPATAN ANGIN			ARAH/KECEPATAN ANGIN			ARAH/KECEPATAN ANGIN			ARAH/KECEPATAN ANGIN		
	DD/FF	DD/FFMAX	DD/FF EX									
JANUARY	-	-	-	-	-	-	BL / 05	U / 08	360 / 12	B / 06	B / 08	310 / 20
FEBRUARY	-	-	-	-	-	-	-	-	-	BL / 06	BL / 10	320 / 15
MARCH	-	-	-	-	-	-	-	-	-	BL / 06	BL / 09	360 / 12
APRIL	-	-	-	-	-	-	BL / 05	BL / 08	080 / 11	T / 06	T / 10	110 / 15
MAY	-	-	-	-	-	-	T / 04	T / 08	100 / 10	T / 05	T / 10	100 / 13
JUNE	-	-	-	-	-	-	T / 05	T / 09	090 / 12	T / 07	T / 10	100 / 12
JULY	-	-	-	-	-	-	T / 06	T / 08	080 / 14	T / 06	T / 10	110 / 12
AUGUST	-	-	-	-	-	-	T / 07	T / 10	100 / 14	T / 06	T / 08	090 / 12
SEPTEMBER	-	-	-	TG / 08	TG / 12	110 / 16	T / 05	T / 10	120 / 10	T / 05	TG / 08	090 / 10
OCTOBER	-	-	-	TG / 08	TG / 12	130 / 16	T / 06	T / 10	100 / 12	T / 06	T / 08	120 / 12
NOVEMBER	-	-	-	T / 06	T / 09	100 / 18	B / 06	T / 08	290 / 17	T / 05	T / 08	070 / 12
DECEMBER	-	-	-	T / 05	T / 08	100 / 17	B / 05	B / 08	100 / 14	B / 05	U / 08	360 / 12

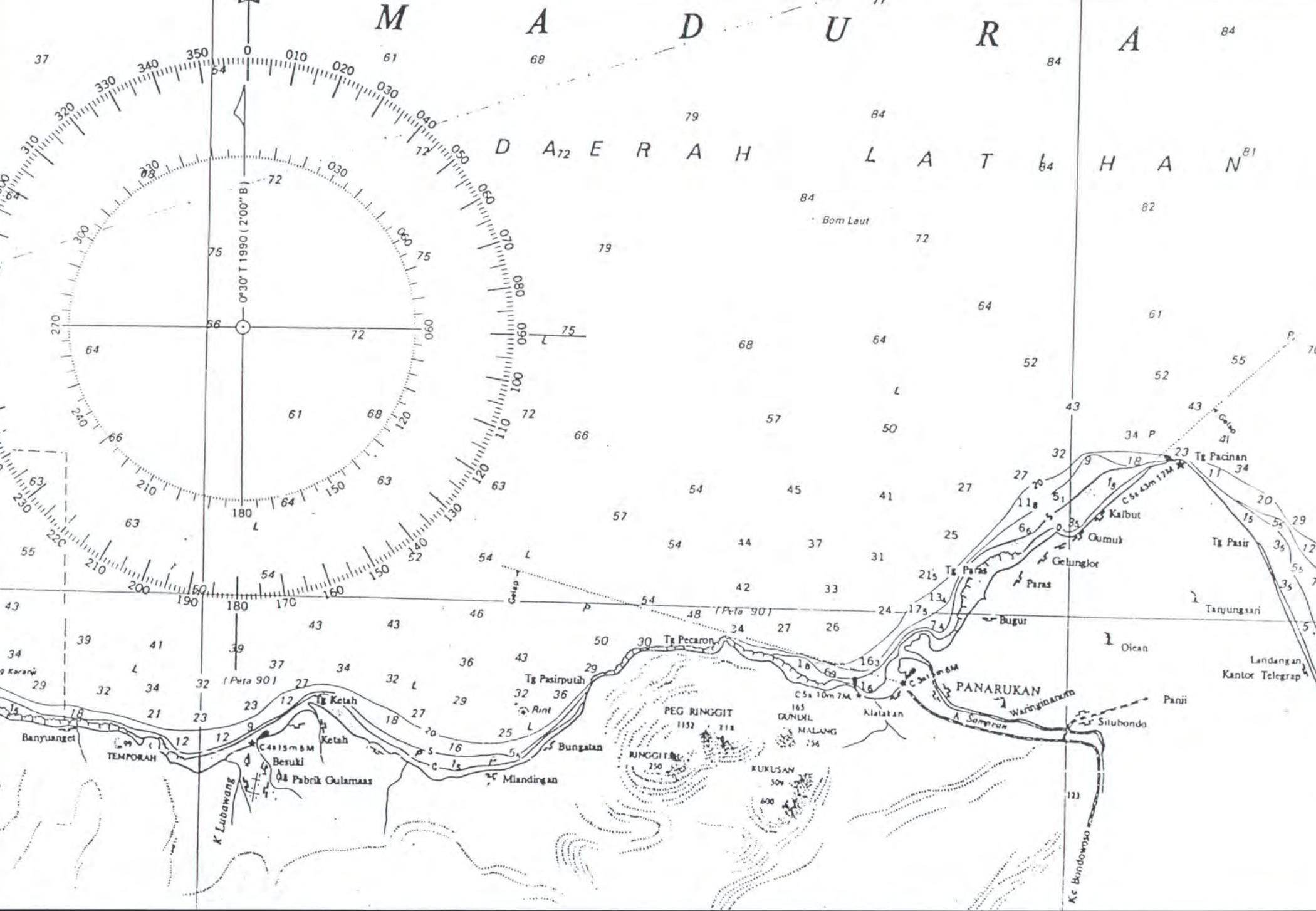
ARAH/KECEPATAN ANGIN	1985			1986			1987			1988		
	DD/FF	DD/FFMAX	DD/FF EX									
BL / 05	U / 08	270 / 13	B / 04	B / 10	290 / 19	B / 04	BL / 08	270 / 12	U / 05	VAR/17	030 / 37	
BL / 08	BL / 10	340 / 18	B / 06	B / 08	290 / 12	B / 03	B / 08	350 / 12	BL / 05	BL / 07	160 / 12	
BL / 06	B / 06	300 / 12	U / 05	VAR/08	125 / 10	T / 03	T / 06	020 / 15	T / 04	T / 07	310 / 12	
T / 05	T / 08	270 / 10	B / 05	TG / 09	270 / 12	T / 03	T / 06	090 / 12	TG / 05	T / 07	100 / 10	
T / 05	T / 08	100 / 12	T / 05	T / 08	110 / 12	T / 03	T / 08	100 / 35	T / 05	T / 06	100 / 10	
T / 05	TG / 08	100 / 10	T / 06	T / 08	090 / 12	T / 03	T / 08	090 / 12	T / 05	T / 06	090 / 12	
T / 05	T / 08	100 / 10	T / 04	T / 06	090 / 11	T / 03	T / 07	100 / 12	T / 05	T / 08	090 / 10	
T / 05	T / 08	100 / 10	T / 06	T / 08	090 / 12	TG / 03	TG / 07	100 / 12	T / 05	TG / 08	110 / 10	
T / 05	T / 08	100 / 10	T / 04	T / 08	090 / 10	TG / 04	TG / 08	090 / 12	T / 05	T / 08	090 / 10	
T / 05	TG / 08	130 / 10	T / 05	T / 07	090 / 08	T / 03	T / 08	100 / 12	T / 06	T / 08	090 / 10	
T / 05	VAR/08	090 / 12	T / 04	T / 07	090 / 10	T / 03	TG / 08	090 / 12	T / 04	T / 08	090 / 12	
U / 05	BL / 07	120 / 12	T / 04	T / 06	100 / 12	BL / 03	BL / 08	030 / 15	BL / 03	B / 07	320 / 15	

BATHYMETRI
118°E

07°S

113°S





ANALISA SHOALING, REFRAKSI DAN GELOMBANG PECAH

Arah angin Timur laut
 Ho 2,153 m
 To 6,255 det
 Lo 61,035 m
 sdt glb datang 15

Nd	d	d /Lo	L	sin a1	a1	Koef.refraksi	Ks	H=Kr * Ks * Ho	Ho' = Kr * Ho	Hb'	db
1	13	0,2130	55,0606	0,2335	13,5023	0,9967	0,9212	1,9768	2,1459	1,9629	2,0829
2	12,5	0,2048	54,5446	0,2313	13,3734	0,9964	0,9191	1,9718	2,1453	1,9626	2,0825
3	12	0,1966	53,9905	0,2290	13,2351	0,9961	0,9173	1,9673	2,1447	1,9622	2,0821
4	11,5	0,1884	53,3940	0,2264	13,0882	0,9958	0,9157	1,9634	2,1440	1,9618	2,0816
5	11	0,1802	52,7531	0,2237	12,9264	0,9955	0,9145	1,9600	2,1433	1,9614	2,0811
6	10,5	0,1720	52,0635	0,2208	12,7546	0,9952	0,9136	1,9574	2,1426	1,9609	2,0805
7	10	0,1638	51,3226	0,2177	12,5701	0,9948	0,9131	1,9556	2,1418	1,9604	2,0799
8	9,5	0,1556	50,5280	0,2143	12,3723	0,9944	0,9130	1,9548	2,1410	1,9599	2,0793
9	9	0,1475	49,6734	0,2107	12,1599	0,9940	0,9136	1,9552	2,1401	1,9594	2,0787
10	8,5	0,1393	48,7555	0,2068	11,9318	0,9936	0,9147	1,9568	2,1392	1,9588	2,0780
11	8	0,1311	47,7695	0,2026	11,6871	0,9932	0,9166	1,9599	2,1383	1,9583	2,0773
12	7,5	0,1229	46,7091	0,1981	11,4241	0,9927	0,9193	1,9649	2,1373	1,9576	2,0766
13	7	0,1147	45,5685	0,1933	11,1415	0,9922	0,9231	1,9719	2,1362	1,9570	2,0758
14	6,5	0,1065	44,3363	0,1880	10,8365	0,9917	0,9279	1,9813	2,1351	1,9563	2,0750
15	6	0,0983	43,0093	0,1824	10,5085	0,9912	0,9342	1,9936	2,1340	1,9556	2,0741
16	5,5	0,0901	41,5722	0,1763	10,1536	0,9906	0,9422	2,0094	2,1328	1,9549	2,0733
17	5	0,0819	40,0136	0,1697	9,7691	0,9900	0,9521	2,0295	2,1315	1,9541	2,0723
18	4,4	0,0721	37,9596	0,1610	9,2631	0,9893	0,9675	2,0607	2,1299	1,9531	2,0712
19	4	0,0655	36,4648	0,1546	8,8953	0,9888	0,9804	2,0871	2,1288	1,9525	2,0704
20	3,5	0,0573	34,4271	0,1460	8,3945	0,9881	1,0003	2,1281	2,1274	1,9516	2,0693
21	3	0,0492	32,1648	0,1364	7,8393	0,9874	1,0260	2,1812	2,1260	1,9507	2,0682
22	2,5	0,0410	29,6297	0,1257	7,2180	0,9867	1,0598	2,2514	2,1244	1,9498	2,0671
23	2	0,0328	26,7398	0,1134	6,5108	0,9860	1,1059	2,3478	2,1229	1,9488	2,0659
24	1,5	0,0246	23,3663	0,0991	5,6865	0,9852	1,1730	2,4882	2,1212	1,9478	2,0647
25	1	0,0164	19,2493	0,0816	4,6821	0,9845	1,2814	2,7160	2,1195	1,9467	2,0635
26	0,5	0,0082	13,7278	0,0582	3,3372	0,9836	1,5041	3,1855	2,1178	1,9457	2,0622

Lampiran E-1. Koefisien Transmisi Akibat Pemasangan Terumbu Buatan

No	Belum Ada ACR				ACR Rencana			
	Dalam	Tinggi Glb	Kt	H'=H x Kt	Dalam	Tinggi Glb	Kt	H'=H x Kt
1	13	1,976758	0,921088	1,820768	13	1,97676	0,92109	1,82077
2	12,5	1,820768	0,926072	1,686162	12,5	1,82077	0,92607	1,68616
3	12	1,686162	0,929048	1,566525	12	1,68616	0,92905	1,56652
4	11,5	1,566525	0,931394	1,459052	11,5	1,56652	0,93139	1,45905
5	11	1,459052	0,933177	1,361554	11	1,45905	0,93318	1,36155
6	10,5	1,361554	0,934459	1,272316	10,5	1,36155	0,93446	1,27232
7	10	1,272316	0,935297	1,189993	10	1,27232	0,93530	1,18999
8	9,5	1,189993	0,935734	1,113518	9,5	1,18999	0,93573	1,11352
9	9	1,113518	0,935807	1,042038	9	1,11352	0,92672	1,03192
10	8,5	1,042038	0,935544	0,974872	7,655	1,03192	0,87780	0,90582
11	8	0,974872	0,934963	0,911469	8	0,96728	1,06683	1,03192
12	7,5	0,911469	0,934074	0,851379	7,5	0,90582	0,93530	0,84722
13	7	0,851379	0,932824	0,794187	7	0,84722	0,93388	0,79120
14	6,5	0,794187	0,931322	0,739644	6,5	0,79120	0,93219	0,73755
15	6	0,739644	0,929539	0,687528	6	0,73755	0,93023	0,68609
16	5,5	0,687528	0,927408	0,637619	5,5	0,68609	0,92798	0,63668
17	5	0,637619	0,923273	0,588696	5	0,63668	0,92370	0,58811
18	4,4	0,588696	0,922716	0,543199	4,4	0,58811	0,92293	0,54278
19	4	0,543199	0,919587	0,499519	4	0,54278	0,91969	0,49919
20	3,5	0,499519	0,916157	0,457638	3,5	0,49919	0,91622	0,45737
21	3	0,457638	0,912649	0,417663	3	0,45737	0,91268	0,41743
22	2,5	0,417663	0,909494	0,379862	2,5	0,41743	0,90951	0,37966
23	2	0,379862	0,907946	0,344894	2	0,37966	0,90795	0,34471
24	1,5	0,344894	0,912321	0,314654	1,5	0,34471	0,91231	0,31448
25	1	0,314654	0,944278	0,297121	1	0,31448	0,94420	0,29693
26	0,5	0,297121	0,944278	0,280565	0,5	0,29693	0,94420	0,28037

Ket :

Kedalaman tempat pemasangan terumbu buatan

No	Ho (m)	To (m)	α	d	Lo	d/Lo	Nilai dalam tabel				Interpolasi d/L	L	sin α	α	Koef refraksi (Kr)	Koef Shoaling (Ks)	H	Ho'	Gelombang Pecah													
							Harga d /Lo		Harga d /L												Hb	db										
							(x1)	(x2)	(y1)	(y2)																						
1	2,15300	6,25500	15	13	61,035	0,21299	0,212	0,213	0,23526	0,23611	0,236104	55,0606	0,23351	13,50229	0,99668	0,92119	1,97676	2,14586	1,96291	2,08291												
2	1,97676	5,94098	15	12,5	55,061	0,22702	0,227	0,228	0,248	0,248	0,248020	50,3991	0,22504	13,00367	0,99566	0,92510	1,82077	1,96819	1,79056	1,9029												
3	1,82077	5,68393	15	12	50,399	0,23810	0,238	0,239	0,25749	0,25835	0,257576	46,5882	0,23927	13,84221	0,99740	0,92848	1,68618	1,81604	1,64778	1,7524												
4	1,68616	5,46482	15	11,5	46,588	0,24684	0,246	0,247	0,26441	0,26521	0,265135	43,3741	0,24099	13,94337	0,99762	0,93126	1,56652	1,68215	1,52527	1,6224												
5	1,56652	5,27294	15	11	43,374	0,25361	0,253	0,254	0,27049	0,27136	0,271019	40,5876	0,24222	14,01593	0,99778	0,93347	1,45905	1,56305	1,41819	1,5083												
6	1,45905	5,10075	15	10,5	40,588	0,25870	0,258	0,259	0,27485	0,27573	0,275466	38,1173	0,24309	14,06758	0,99789	0,93515	1,36155	1,45598	1,32303	1,4065												
7	1,36155	4,94309	15	10	38,117	0,26235	0,262	0,263	0,27835	0,27923	0,278656	35,8865	0,24370	14,10335	0,99797	0,93636	1,27232	1,35879	1,23728	1,3145												
8	1,27232	4,79626	15	9,5	35,886	0,26472	0,264	0,265	0,28011	0,28099	0,280747	33,8383	0,24407	14,12554	0,99802	0,93715	1,18999	1,26980	1,15908	1,2306												
9	1,18999	4,65738	15	9	33,838	0,26597	0,265	0,266	0,28099	0,28186	0,281834	31,9336	0,24427	14,13755	0,99805	0,93757	1,11352	1,18767	1,08702	1,1533												
10	1,11352	4,52441	15	7,565	31,934	0,24003	0,24	0,241	0,25922	0,26008	0,259245	29,5666	0,23966	13,86498	0,99745	0,92909	1,03192	1,11068	1,01961	1,0809												
11	1,03192	4,35350	15	8	29,567	0,27058	0,27	0,271	0,28539	0,28627	0,285896	27,9822	0,24497	14,17882	0,99814	0,93911	0,96728	1,03000	0,94504	1,0020												
12	0,96728	4,23524	15	7,5	27,982	0,26803	0,268	0,269	0,28362	0,2845	0,283644	26,4416	0,24459	14,15637	0,99809	0,93826	0,90582	0,96543	0,88863	0,9413												
13	0,90582	4,11700	15	7	26,442	0,26473	0,264	0,265	0,28011	0,28099	0,280757	24,9326	0,24407	14,12564	0,99802	0,93716	0,84722	0,90403	0,83461	0,8834												
14	0,84722	3,99781	15	6,5	24,933	0,26070	0,26	0,261	0,2766	0,27748	0,277218	23,4472	0,24342	14,08727	0,99794	0,93581	0,79120	0,84547	0,78266	0,8278												
15	0,79120	3,87689	15	6	23,447	0,25589	0,255	0,256	0,27223	0,27311	0,273017	21,9767	0,24261	14,03926	0,99783	0,93422	0,73755	0,78948	0,73255	0,7743												
16	0,73755	3,75335	15	5,5	21,977	0,25027	0,25	0,251	0,26788	0,26875	0,268111	20,5139	0,24162	13,98051	0,99770	0,93237	0,68609	0,73586	0,68405	0,7227												
17	0,68609	3,62629	15	5	20,514	0,24374	0,243	0,244	0,26181	0,26267	0,262444	19,0517	0,24039	13,90841	0,99755	0,93026	0,63668	0,68441	0,63698	0,6727												
18	0,63668	3,49466	15	4,4	19,082	0,23095	0,23	0,231	0,25061	0,25147	0,251427	17,5001	0,23776	13,75319	0,99721	0,92628	0,58811	0,63491	0,59113	0,6243												
19	0,58811	3,34933	15	4	17,500	0,22857	0,228	0,229	0,2489	0,24975	0,249385	16,0395	0,23724	13,72235	0,99715	0,92557	0,54278	0,58643	0,54500	0,5758												
20	0,54278	3,20651	15	3,5	16,039	0,21821	0,218	0,219	0,24036	0,24121	0,240540	14,5506	0,23482	13,57948	0,99885	0,92260	0,49919	0,54107	0,50174	0,5304												
21	0,49919	3,05406	15	3	14,581	0,20618	0,2	0,201	0,22512	0,22598	0,230309	13,0260	0,23172	13,39718	0,99647	0,91947	0,45737	0,49743	0,45925	0,4861												
22	0,45737	2,88964	15	2,5	13,036	0,19192	0,191	0,192	0,217555	0,21839	0,218327	11,4507	0,22754	13,15108	0,99596	0,91639	0,41743	0,45552	0,41742	0,4427												
23	0,41743	2,70928	15	2	11,451	0,17466	0,175	0,176	0,20415	0,20499	0,203865	9,8104	0,22176	12,81140	0,99528	0,91382	0,37966	0,41546	0,37611	0,4002												
24	0,37966	2,50773	15	1,5	9,810	0,15290	0,152	0,153	0,18497	0,18581	0,185725	8,0764	0,21309	12,30254	0,99430	0,91315	0,34471	0,37749	0,33518	0,3586												
25	0,34471	2,27535	15	1	8,076	0,12382	0,123	0,124	0,16067	0,16151	0,161356	6,1975	0,19862	11,45539	0,99275	0,91897	0,31448	0,34221	0,29434	0,3180												
26	0,31448	1,99317	15	0,5	6,197	0,08068	0,08	0,081	0,123321	0,12412	0,123863	4,0367	0,16860	9,70536	0,98992	0,95381	0,29693	0,31131	0,25314	0,2787												

Rata-rata tinggi terumbu buatan h = 3 meter

No	Ho (m)	To (m)	α	d	Lo	d/Lo	Nilai dalam tabel				Interpolasi d/L	L	sin α	α	Koef refraksi (Kr)	Koef Shoaling (Ks)	H	Ho'	Gelombang Pecah													
							Harga d /Lo		Harga d /L												Hb	db										
							(x1)	(x2)	(y1)	(y2)																						
1	2,153	6,255	15	13	61,0350	0,2130	0,2120	0,2130	0,2353	0,2361	0,2361	55,0606	0,2335	13,5023	0,9967	0,9212	1,9768	2,1459	1,9629	2,0829												
2	1,977	5,941	15	12,5	55,0606	0,2270	0,2270	0,2280	0,2480	0,2489	0,2480	50,3991	0,2250	13,0037	0,9957	0,9251	1,8208	1,9682	1,7906	1,9029												
3	1,821	5,684	15	12	50,3991	0,2381	0,2380	0,2390	0,2575	0,2584	0,2576	46,5882	0,2393	13,8422	0,9974	0,9285	1,6862	1,8160	1,6478	1,7525												
4	1,686	5,465	15	11,5	46,5882	0,2468	0,2460	0,2470	0,2644	0,2653	0,2651	43,3741	0,2410	13,9434	0,9976	0,9313	1,5665	1,6822	1,5253	1,6225												
5	1,567	5,273	15	11	43,3741	0,2536	0,2530	0,2540	0,2705	0,2714	0,2710	40,5876	0,2422	14,0159	0,9978	0,9335	1,4591	1,5630	1,4182	1,5083												
6	1,459	5,101	15	10,5	40,5876	0,2587	0,2580	0,2590	0,2749	0,2757	0,2755	38,1173	0,2431	14,0676	0,9979	0,9351	1,3616	1,4560	1,3230	1,4065												
7	1,362	4,943	15	10	38,1173	0,2623	0,2620	0,2630	0,2784	0,2792	0,2787	35,8865	0,2437	14,1034	0,9980	0,9364	1,2723	1,3588	1,2373	1,3146												
8	1,272	4,796	15	9,5	35,8865	0,2647	0,2640	0,2650	0,2801	0,2810	0,2807	33,8383	0,2441	14,1255	0,9980	0,9372	1,1900	1,2698	1,1591	1,2307												
9	1,190	4,657	15	9	33,8383	0,2660	0,2650	0,2660	0,2810	0,2819	0,2818	31,9336	0,2443	14,1376	0,9980	0,9376	1,1135	1,1877	1,0870	1,1533												
10	1,114	4,524	15	6	31,9336	0,1879	0,1870	0,1880	0,2142	0,2150	0,2149	27,9151	0,2263	13,0763	0,9958	0,9157	1,0153	1,1089	1,0185	1,0795												
11	1,015	4,230	15	8	27,9151	0,2866	0,2860	0,2870	0,2996	0,3005	0,3001	26,6582	0,2472	14,3099	0,9984	0,9445	0,9574	1,0137	0,9174	0,9764												
12	0,957	4,134	15	7,5	26,6582	0,2813	0,2810	0,2820	0,2951	0,2960	0,2954	25,3874	0,2465	14,2694	0,9983	0,9427	0,9011	0,9558	0,8687	0,9235												
17	0,901	4,034	15	7	25,3874	0,2757	0,2750	0,2760	0,2898	0,2907	0,2904	24,1008	0,2457	14,2233	0,9982	0,9408	0,8463	0,8995	0,8207	0,8715												
18	0,846	3,931	15	6,5	24,1008	0,2697	0,2690	0,2700	0,2845	0,2854	0,2851	22,7971	0,2448	14,1711	0,9981	0,9388	0,7930	0,8447	0,7735	0,8205												
19	0,793	3,823	15	6	22,7971	0,2632	0,2530	0,2640	0,2792	0,2801	0,2794	21,4747	0,2438	14,1113	0,9980	0,9366	0,7413	0,7914	0,7270	0,7705												
20	0,741	3,710	15	5,5	21,4747	0,2561	0,2560	0,2570	0,2731	0,2740	0,2732	20,1310	0,2426	14,0415	0,9978	0,9343	0,6911	0,7397	0,6812	0,7215												
21	0,691	3,592	15	5	20,1310	0,2484	0,2480	0,2490	0,2661	0,2670	0,2665	18,7642	0,2413	13,9601	0,9977	0,9318	0,6424	0,6894	0,6361	0,6735												
22	0,642	3,468	15	4,4	18,7642	0,2345	0,2340	0,2350	0,2541	0,2549	0,2545	17,2908	0,2385	13,7978	0,9973	0,9274	0,5941	0,6407	0,5917	0,6263												
23	0,594	3,329	15	4	17,2908	0,2313	0,2310	0,2320	0,2515	0,2523	0,2518	15,8882	0,2378	13,7581	0,9972	0,9264	0,5489	0,5925	0,5466	0,5787												
24	0,549	3,191	15	3,5	15,8882	0,2203	0,2200	0,2210	0,2421	0,2429	0,2423	14,4444	0,2353	13,6093	0,9969	0,9232	0,5051	0,5472	0,5039	0,5338												
25	0,505	3,043	15	3	14,4444	0,2077	0,2070	0,2080	0,2310	0,2319	0,2316	12,9527	0,2321	13,4202	0,9965	0,9198	0,4630	0,5034	0,4618	0,4896												
26	0,463	2,881	15	2,5	12,9527	0,1930	0,1930	0,1940	0,2192	0,2201	0,2192	11,4031	0,2279	13,1708	0,9960	0,9166	0,4227	0,4612	0,4201	0,4463												
25	0,423	2,704	15	2	11,4031	0,1754	0,1750	0,1760	0,2042	0,2050	0,2045	9,7810	0,2220	12,8266	0,9953	0,9139	0,3845	0,4207	0,3788	0,4037												
26	0,385	2,504	15	1,5	9,7810	0,1534	0,1530	0,1540	0,1858	0,1866	0,1861	8,0598	0,2133	12,3143	0,9943	0,9131	0,3491	0,3823	0,3377	0,3620												
25	0,349	2,373	15	1	8,0598	0,1241	0,1240	0,1250	0,1615	0,1624	0,1616	6,1892	0,1988	11,4638	0,9928	0,9189	0,3185	0,3466	0,2967	0,3211												
26	0,318	1,992	15	0,5	6,1892	0,0808	0,0800	0,0810	0,1232	0,1241	0,1239	4,0347	0,1687	9,7135	0,9899	0,9537	0,2764	0,3153	0,2552	0,2815												

Lampiran E-4. Beberapa Alternatif Pemilihan Tinggi Terumbu

Rata-rata tinggi terumbu $h = 1,5 \text{ m}$

No	Ho' (m)	To (m)	α	d	Lo	d /Lo	Nilai dalam tabel				Interpolasi d/L	L	$\sin \alpha 1$	$\alpha 1$	Koef refraksi (Kr)	Koef Shoaling (Ks)	H	Ho'	Gelom.Pecah												
							Harga d /Lo		Harga d /L																						
							(x1)	(x2)	(y1)	(y2)																					
1	2,153	6,255	15	13	61,0350	0,2130	0,2120	0,2130	0,2353	0,2361	0,2361	55,0606	0,2335	13,5023	0,9967	0,9212	1,9768	2,1459	1,9629	2,0829											
2	1,977	5,941	15	12,5	55,0606	0,2270	0,2270	0,2280	0,2480	0,2489	0,2480	50,3991	0,2250	13,0037	0,9957	0,9251	1,8208	1,9682	1,7906	1,9029											
3	1,821	5,684	15	12	50,3991	0,2381	0,2380	0,2390	0,2575	0,2584	0,2576	46,5882	0,2393	13,8422	0,9974	0,9285	1,6862	1,8160	1,6478	1,7525											
4	1,686	5,465	15	11,5	46,5882	0,2468	0,2460	0,2470	0,2644	0,2653	0,2651	43,3741	0,2410	13,9434	0,9976	0,9313	1,5665	1,6822	1,5253	1,6225											
5	1,567	5,273	15	11	43,3741	0,2536	0,2530	0,2540	0,2705	0,2714	0,2710	40,5876	0,2422	14,0159	0,9978	0,9335	1,4591	1,5630	1,4182	1,5083											
6	1,459	5,101	15	10,5	40,5876	0,2587	0,2580	0,2590	0,2749	0,2757	0,2755	38,1173	0,2431	14,0676	0,9979	0,9351	1,3616	1,4560	1,3230	1,4065											
7	1,362	4,943	15	10	38,1173	0,2623	0,2620	0,2630	0,2784	0,2792	0,2787	35,8865	0,2437	14,1034	0,9980	0,9364	1,2723	1,3588	1,2373	1,3146											
8	1,272	4,796	15	9,5	35,8865	0,2647	0,2640	0,2650	0,2801	0,2810	0,2807	33,8383	0,2441	14,1255	0,9980	0,9372	1,1900	1,2698	1,1591	1,2307											
9	1,190	4,657	15	9	33,8383	0,2660	0,2650	0,2660	0,2810	0,2819	0,2818	31,9336	0,2443	14,1376	0,9980	0,9376	1,1135	1,1877	1,0870	1,1533											
10	1,114	4,524	15	7	31,9336	0,2192	0,2190	0,2200	0,2412	0,2431	0,2416	28,9749	0,2349	13,5821	0,9969	0,9229	1,0245	1,1100	1,0192	1,0804											
11	1,024	4,310	15	8	28,9749	0,2761	0,2760	0,2770	0,2907	0,2916	0,2908	27,5123	0,2458	14,2264	0,9982	0,9410	0,9623	1,0227	0,9343	0,9918											
12	0,962	4,200	15	7,5	27,5123	0,2726	0,2720	0,2730	0,2872	0,2880	0,2877	26,0704	0,2453	14,1969	0,9982	0,9398	0,9027	0,9605	0,8807	0,9339											
13	0,903	4,088	15	7	26,0704	0,2685	0,2680	0,2690	0,2836	0,2845	0,2841	24,6424	0,2447	14,1607	0,9981	0,9384	0,8455	0,9010	0,8289	0,8782											
14	0,845	3,974	15	6,5	24,6424	0,2638	0,2630	0,2640	0,2792	0,2801	0,2799	23,2217	0,2439	14,1187	0,9980	0,9368	0,7905	0,8438	0,7786	0,8243											
15	0,791	3,858	15	6	23,2217	0,2584	0,2580	0,2590	0,2749	0,2757	0,2752	21,8036	0,2430	14,0645	0,9979	0,9350	0,7376	0,7888	0,7298	0,7721											
16	0,738	3,739	15	5,5	21,8036	0,2523	0,2520	0,2530	0,2696	0,2705	0,2698	20,3825	0,2420	14,0017	0,9977	0,9330	0,6866	0,7359	0,6823	0,7214											
17	0,687	3,615	15	5	20,3825	0,2453	0,2450	0,2460	0,2635	0,2644	0,2638	18,9532	0,2407	13,9260	0,9976	0,9308	0,6376	0,6850	0,6360	0,6722											
18	0,638	3,486	15	4,4	18,9532	0,2322	0,2320	0,2330	0,2523	0,2532	0,2525	17,4285	0,2380	13,7684	0,9972	0,9266	0,5892	0,6358	0,5907	0,6242											
19	0,589	3,342	15	4	17,4285	0,2296	0,2290	0,2300	0,2498	0,2506	0,2502	15,9880	0,2375	13,7347	0,9972	0,9259	0,5439	0,5875	0,5449	0,5761											
20	0,544	3,201	15	3,5	15,9880	0,2189	0,2180	0,2190	0,2404	0,2412	0,2411	14,5146	0,2350	13,5897	0,9969	0,9228	0,5004	0,5422	0,5019	0,5309											
21	0,500	3,050	15	3	14,5146	0,2067	0,2000	0,2010	0,2327	0,2336	0,2383	12,5866	0,2245	12,9700	0,9956	0,9219	0,4593	0,4982	0,4593	0,4864											
22	0,459	2,840	15	2,5	12,5866	0,1986	0,1980	0,1990	0,2234	0,2243	0,2240	11,1630	0,2296	13,2703	0,9962	0,9177	0,4199	0,4575	0,4139	0,4406											
23	0,420	2,675	15	2	11,1630	0,1792	0,1790	0,1800	0,2075	0,2083	0,2076	9,6327	0,2234	12,9051	0,9955	0,9143	0,3822	0,4180	0,3745	0,3997											
24	0,382	2,485	15	1,5	9,6327	0,1557	0,1550	0,1560	0,1875	0,1883	0,1881	7,9755	0,2143	12,3741	0,9944	0,9130	0,3470	0,3801	0,3347	0,3590											
25	0,347	2,261	15	1	7,9755	0,1254	0,1250	0,1260	0,1624	0,1632	0,1627	6,1470	0,1995	11,5065	0,9928	0,9184	0,3164	0,3445	0,2944	0,3188											
26	0,316	1,985	15	0,5	6,1470	0,0813	0,0810	0,0820	0,1241	0,1250	0,1244	4,0183	0,1692	9,7408	0,9900	0,9529	0,2985	0,3132	0,2535	0,2797											

Rata-rata tinggi terumbu buatar $h = 2$ meter

No	Ho (m)	To (m)	α	d	Lo	d/Lo	Nilai dalam tabel				Interpolasi d/L	L	$\sin \alpha$	α	Koef refraksi (Kr)	Koef Shoaling (Ks)	H	Ho'	Gelom.Pecah												
							Harga d /Lo		Harga d /L																						
							(x1)	(x2)	(y1)	(y2)																					
1	2,153	6,255	15	13	61,0350	0,2130	0,2120	0,2130	0,2353	0,2361	0,2361	55,0606	0,2335	13,5023	0,9967	0,9212	1,9768	2,1459	1,9629	2,0829											
2	1,977	5,941	15	12,5	55,0606	0,2270	0,2270	0,2280	0,2480	0,2489	0,2480	50,3991	0,2250	13,0037	0,9957	0,9251	1,8208	1,9682	1,7906	1,9029											
3	1,821	5,684	15	12	50,3991	0,2381	0,2380	0,2390	0,2575	0,2584	0,2576	46,5882	0,2393	13,8422	0,9974	0,9285	1,6862	1,8160	1,6478	1,7525											
4	1,686	5,465	15	11,5	46,5882	0,2468	0,2460	0,2470	0,2644	0,2653	0,2651	43,3741	0,2410	13,9434	0,9976	0,9313	1,5665	1,6822	1,5253	1,6225											
5	1,567	5,273	15	11	43,3741	0,2536	0,2530	0,2540	0,2705	0,2714	0,2710	40,5876	0,2422	14,0159	0,9978	0,9335	1,4591	1,5630	1,4182	1,5083											
6	1,459	5,101	15	10,5	40,5876	0,2587	0,2580	0,2590	0,2749	0,2757	0,2755	38,1173	0,2431	14,0676	0,9979	0,9351	1,3616	1,4560	1,3230	1,4065											
7	1,362	4,943	15	10	38,1173	0,2623	0,2620	0,2630	0,2784	0,2792	0,2787	35,8865	0,2437	14,1034	0,9980	0,9364	1,2723	1,3588	1,2373	1,3146											
8	1,272	4,796	15	9,5	35,8865	0,2647	0,2640	0,2650	0,2801	0,2810	0,2807	33,8383	0,2441	14,1255	0,9980	0,9372	1,1900	1,2698	1,1591	1,2307											
9	1,190	4,657	15	9	33,8383	0,2660	0,2650	0,2660	0,2810	0,2819	0,2818	31,9336	0,2443	14,1376	0,9980	0,9376	1,1135	1,1877	1,0870	1,1533											
10	1,114	4,524	15	6,5	31,9336	0,2035	0,2030	0,2040	0,2277	0,2285	0,2281	28,4951	0,2310	13,3530	0,9964	0,9189	1,0194	1,1095	1,0189	1,0800											
11	1,019	4,274	15	8	28,4951	0,2808	0,2800	0,2810	0,2942	0,2945	0,2607	30,6890	0,2788	16,1854	1,0029	0,9296	0,9504	1,0224	0,9290	0,9876											
12	0,950	4,435	15	7,5	30,6890	0,2444	0,2440	0,2450	0,2627	0,2635	0,2630	28,5164	0,2405	13,9158	0,9976	0,9305	0,8822	0,9481	0,9051	0,9498											
17	0,882	4,275	15	7	28,5164	0,2455	0,2450	0,2460	0,2635	0,2644	0,2640	26,5200	0,2407	13,9278	0,9976	0,9308	0,8192	0,8801	0,8404	0,8818											
18	0,819	4,123	15	6,5	26,5200	0,2451	0,2450	0,2460	0,2635	0,2644	0,2636	24,6562	0,2407	13,9237	0,9976	0,9307	0,7606	0,8172	0,7808	0,8192											
19	0,761	3,976	15	6	24,6562	0,2433	0,2430	0,2440	0,2618	0,2627	0,2621	22,8913	0,2403	13,9038	0,9975	0,9301	0,7057	0,7587	0,7252	0,7608											
20	0,706	3,831	15	5,5	22,8913	0,2403	0,2400	0,2410	0,2592	0,2601	0,2594	21,1988	0,2397	13,8678	0,9975	0,9292	0,6540	0,7039	0,6730	0,7060											
21	0,654	3,686	15	5	21,1988	0,2359	0,2350	0,2360	0,2549	0,2558	0,2557	19,5579	0,2388	13,8148	0,9973	0,9278	0,6052	0,6523	0,6235	0,6541											
22	0,605	3,541	15	4,4	19,5579	0,2250	0,2240	0,2250	0,2555	0,2463	0,2466	17,8445	0,2362	13,6591	0,9970	0,9246	0,5579	0,6034	0,5763	0,6047											
23	0,558	3,382	15	4	17,8445	0,2242	0,2240	0,2250	0,2555	0,2463	0,2540	15,7464	0,2284	13,2022	0,9961	0,9272	0,5153	0,5557	0,5291	0,5556											
24	0,515	3,177	15	3,5	15,7464	0,2223	0,2220	0,2230	0,2438	0,2446	0,2440	14,3442	0,2358	13,6370	0,9970	0,9237	0,4745	0,5137	0,4816	0,5077											
25	0,475	3,032	15	3	14,3442	0,2091	0,2090	0,2100	0,2327	0,2336	0,2328	12,8842	0,2325	13,4429	0,9966	0,9202	0,4352	0,4729	0,4418	0,4662											
26	0,435	2,874	15	2,5	12,8842	0,1940	0,1940	0,1950	0,2201	0,2209	0,2201	11,3585	0,2282	13,1893	0,9960	0,9168	0,3974	0,4334	0,4023	0,4252											
25	0,397	2,698	15	2	11,3585	0,1761	0,1760	0,1770	0,2050	0,2058	0,2051	9,7534	0,2223	12,8409	0,9953	0,9140	0,3615	0,3955	0,3629	0,3848											
26	0,361	2,500	15	1,5	9,7534	0,1538	0,1530	0,1540	0,1858	0,1866	0,1865	8,0443	0,2135	12,3255	0,9943	0,9131	0,3282	0,3594	0,3237	0,3450											
25	0,328	2,271	15	1	8,0443	0,1243	0,1240	0,1250	0,1615	0,1624	0,1618	6,1814	0,1989	11,4716	0,9928	0,9188	0,2994	0,3258	0,2845	0,3060											
26	0,299	1,991	15	0,5	6,1814	0,0809	0,0800	0,0810	0,1232	0,1241	0,1240	4,0317	0,1688	9,7185	0,9899	0,9536	0,2826	0,2964	0,2447	0,2680											

No Pias	Garis Pantai awal	Perubahan garis pantai selama 1 thn				Perubahan garis pantai selama 5 thn				Perubahan garis pantai selama 10 thn			
		Belum ada ACR		Ada ACR		Belum ada ACR		Ada ACR		Belum ada ACR		Ada ACR	
		Y	Delta Y	Y	Delta Y	Y	Delta Y	Y	Delta Y	Y	Delta Y	Y	Delta Y
1	82	82	0	81,957	-0,043	409,785	327,785	409,785	327,828	819,57	737,57	819,57	737,613
2	86	86,069	0,069	86,01	0,01	430,05	344,05	430,05	344,04	860,1	774,1	860,1	774,09
3	89	87,701	-0,299	87,956	-0,044	439,78	351,78	439,78	351,824	879,56	791,56	879,56	791,604
4	98	98,231	0,231	98,0339	0,0339	490,1695	392,1695	490,1695	392,1356	980,339	882,339	980,339	882,3051
5	102	102,068	0,068	102,01	0,01	510,05	408,05	510,05	408,04	1020,1	918,1	1020,1	918,09
6	104	104	0	104	0	520	416	520	416	1040	936	1040	936
7	106	106	0	106	0	530	424	530	424	1060	954	1060	954
8	106	106	0	106	0	530	424	530	424	1060	964	1060	964
9	108	107,957	-0,033	107	-1	535	427	535	428	1070	962	1070	963
10	111	111,067	0,067	111,01	0,01	555,05	444,05	555,05	444,04	1110,1	999,1	1110,1	999,09
11	112	111,956	-0,035	111,994	-0,006	559,97	447,97	559,97	447,976	1119,94	1007,94	1119,94	1007,946
12	116	116,0666	0,0666	116,01	0,01	580,05	464,05	580,05	464,04	1160,1	1044,1	1160,1	1044,09
13	117	116,929	-0,071	116,989	-0,011	584,945	467,945	584,945	467,956	1169,89	1052,89	1169,89	1052,901
14	122	122,0338	0,0338	122,004	0,004	610,02	488,02	610,02	488,016	1220,04	1098,04	1220,04	1098,036
15	124	124,0667	0,0667	124,01	0,01	620,05	496,05	620,05	496,04	1240,1	1116,1	1240,1	1116,09
16	125	125,0667	0,0667	125,01	0,01	625,05	500,05	625,05	500,04	1250,1	1125,1	1250,1	1125,09
17	126	126,0666	0,0666	126,01	0,01	630,05	504,05	630,05	504,04	1260,1	1134,1	1260,1	1134,09
18	127	127,0666	0,0666	127,01	0,01	635,05	508,05	635,05	508,04	1270,1	1143,1	1270,1	1143,09
19	128	128,0666	0,0666	128,01	0,01	640,05	512,05	640,05	512,04	1280,1	1152,1	1280,1	1152,09
20	129	129,0665	0,0665	129,01	0,01	645,05	516,05	645,05	516,04	1290,1	1161,1	1290,1	1161,09
21	130	130	0	130	0	650	520	650	520	1300	1170	1300	1170
22	130	130	0	130	0	650	520	650	520	1300	1170	1300	1170
23	130	130	0	130	0	650	520	650	520	1300	1170	1300	1170
24	130	130	0	130	0	650	520	650	520	1300	1170	1300	1170
25	130	130	0	130	0	650	520	650	520	1300	1170	1300	1170
26	131	131	0	131	0	655	524	655	524	1310	1179	1310	1179
27	132	132	0	132	0	660	528	660	528	1320	1188	1320	1188
28	132	132	0	132	0	660	528	660	528	1320	1188	1320	1188
29	133	133	0	133	0	665	532	665	532	1330	1197	1330	1197
30	134	134	0	134	0	670	536	670	536	1340	1206	1340	1206
31	134	133,967	-0,033	135,995	1,995	679,975	545,975	679,975	543,98	1359,95	1225,95	1359,95	1223,955
32	136	135,967	-0,033	135,995	-0,005	679,975	543,975	679,975	543,98	1359,95	1223,95	1359,95	1223,955
33	136	135,967	-0,033	135,995	-0,005	679,975	543,975	679,975	543,98	1359,95	1223,95	1359,95	1223,955
34	136	135,967	-0,033	135,995	-0,005	679,975	543,975	679,975	543,98	1359,95	1223,95	1359,95	1223,955
35	136	135,967	-0,033	135,995	-0,005	679,975	543,975	679,975	543,98	1359,95	1223,95	1359,95	1223,955
36	136	135,967	-0,033	135,995	-0,005	679,975	543,975	679,975	543,98	1359,95	1223,95	1359,95	1223,955
37	136	135,967	-0,033	135,995	-0,005	679,975	543,975	679,975	543,98	1359,95	1223,95	1359,95	1223,955
38	136	135,967	-0,033	135,995	-0,005	679,975	543,975	679,975	543,98	1359,95	1223,95	1359,95	1223,955
39	136	135,967	-0,033	135,995	-0,005	679,975	543,975	679,975	543,98	1359,95	1223,95	1359,95	1223,955
40	136	135,967	-0,033	135,995	-0,005	679,975	543,975	679,975	543,98	1359,95	1223,95	1359,95	1223,955
41	136	136	0	136	0	680	544	680	544	1360	1224	1360	1224
42	136	136,0328	0,0328	136,005	0,0053	680,0265	544,0265	680,0265	544,0212	1360,053	1224,053	1360,05	1224,0477
43	137	137	0	137	0	685	548	685	548	1370	1233	1370	1233
44	138	138	0	138	0	690	552	690	552	1380	1242	1380	1242
45	138	138	0	138	0	690	552	690	552	1380	1242	1380	1242
46	138	138	0	138	0	690	552	690	552	1380	1242	1380	1242
47	138	138	0	138	0	690	552	690	552	1380	1242	1380	1242
48	138	138	0	138	0	690	552	690	552	1380	1242	1380	1242
49	139	139	0	139	0	695	556	695	556	1390	1251	1390	1251
50	139	139	0	139	0	695	556	695	556	1390	1251	1390	1251
51	139	139	0	139	0	695	556	695	556	1390	1251	1390	1251
52	139	139	0	139	0	695	556	695	556	1390	1251	1390	1251
53	140	140	0	140	0	700	560	700	560	1400	1260	1400	1260
54	141	141	0	141	0	705	564	705	564	1410	1269	1410	1269
55	142	141,8987	-0,1013	141,983	-0,017	709,915	567,915	709,915	567,932	1419,83	1277,83	1419,83	1277,847
56	146	145,9671	-0,0329	145,994	-0,006	729,97	583,97	729,97	583,976	1459,94	1313,94	1459,94	1313,946
57	144	143,9534	-0,0666	143,989	-0,011	719,945	575,945	719,945	575,956	1439,89	1295,89	1439,89	1295,901
58	147	147	0	147	0	735	588	735	588	1470	1323	1470	1323
59	148	147,9334	-0,0666	147,979	-0,01	739,95	591,95	739,95	591,96	1479,9	1331,9	1479,9	1331,91
60	151	150,9671	-0,0329	150,996	-0,004	754,98	603,98	754,98	603,984	1509,96	1358,96	1509,96	1358,964
61	153	152,9316	-0,0684	152,988	-0,012	764,94	611,94	764,94	611,952	1529,88	1376,88	1529,88	1376,892
62	157	157	0	157	0	785	628	785	628	1570	1413	1570	1413
63	161	161,0347	0,0347	161,005	0,005	805,025	644,025	805,025	644,02	1610,05	1449,05	1610,05	1449,045
64	164	164,0337	0,0337	164,005	0,005	820,025	656,025	820,025	656,02	1640,05	1476,05	1640,05	1476,045
65	166	166	0	166	0	830	664	830	664	1660	1494	1660	1494
66	168	168	0	168	0	840	672	840	672	1680	1512	1680	1512
67	170	169,9315	-0,0685	169,999	-0,011	849,945	679,945	849,945	679,956	1699,89	1529,89	1699,89	1529,901
68	174	174,0347	0,0347	174,006	0,006	870,03	696,03	870,03	696,024	1740,06	1566,06	1740,06	1566,054
69	177	176,9296	-0,0704	176,988	-0,012	884,94	707,94	884,94	707,952	1769,88	1592,88	1769,88	1592,892
70	182	182,0356	0,0356	182,006	0,0059	910,0295	728,0295	910,0295	728,0236	1820,059	1638,059	1820,05	1638,0531
71	186	185,8865	-0,11347	185,981	-0,019	929,905	743,905	929,905	743,924	1859,81	1673,81	1859,81	1673,829
72	194	194,1369	0,1369	194,022	0,022	970,11	776,11	970,11	776,088	1940,22	1746,22	1940,22	1746,198
73	193	193,0357	0,0357	193,006	0,006	985,03	772,03	985,03	772,024	1930,06	1737,06	1930,06	1737,054
74	197	197,0704	0,0704	197,012	0,0115	985,0575	788,0575	985,0575	788,046	1970,115	1773,115	1970,12	1773,1035
75	200	200,1041	0,1041	200,015	0,0153	1000,077	800,0765						

No Pias	Garis Pantai awal	Perubahan garis pantai selama 1 thn				Perubahan garis pantai selama 5 thn				Perubahan garis pantai selama 10 thn			
		Belum ada ACR		Ada ACR		Belum ada ACR		Ada ACR		Belum ada ACR		Ada ACR	
		Y	Delta Y	Y	Delta Y	Y	Delta Y	Y	Delta Y	Y	Delta Y	Y	Delta Y
94	224	223,967	-0,033	223,995	-0,005	1119,975	895,975	1119,975	895,98	2239,95	2015,95	2239,95	2015,955
95	222	222	0	222	0	1110	888	1110	888	2220	1998	2220	1998
96	223	223	0	223	0	1115	892	1115	892	2230	2007	2230	2007
97	224	223,967	-0,033	223,995	-0,005	1119,975	895,975	1119,975	895,98	2240,0	2015,95	2239,95	2015,955
98	226	225,967	-0,033	225,995	-0,005	1129,975	903,975	1129,975	903,98	2260,0	2033,95	2259,95	2033,955
99	226	225,967	-0,033	225,995	-0,005	1129,975	903,975	1129,975	903,98	2260,0	2033,95	2259,95	2033,955
100	228	225,967	-2,033	227,995	-0,005	1139,975	911,975	1139,975	911,98	2280,0	2051,95	2279,95	2051,955
101	230	230	0	230	0	1150	920	1150	920	2300	2070	2300	2070
102	228	228	0	228	0	1140	912	1140	912	2280	2052	2280	2052
103	230	230	0	230	0	1150	920	1150	920	2300	2070	2300	2070
104	230	230,033	0,033	230,005	0,0053	1150,027	920,0265	1150,027	920,0212	2300,053	2070,053	2300,05	2070,0477
105	231	231	0	231	0	1155	924	1155	924	2310	2079	2310	2079
106	232	232	0	232	0	1160	928	1160	928	2320	2088	2320	2088
107	233	233	0	233	0	1165	932	1165	932	2330	2097	2330	2097
108	234	234	0	234	0	1170	936	1170	936	2340	2106	2340	2106
109	234	235	1	235	1	1175	941	1175	940	2350	2116	2350	2115
110	236	236	0	236	0	1180	944	1180	944	2360	2124	2360	2124
111	237	237	0	237	0	1185	948	1185	948	2370	2133	2370	2133
112	238	238	0	238	0	1190	952	1190	952	2380	2142	2380	2142
113	239	239	0	239	0	1195	956	1195	956	2390	2151	2390	2151
114	240	240	0	240	0	1200	960	1200	960	2400	2160	2400	2160
115	241	241	0	241	0	1205	964	1205	964	2410	2169	2410	2169
116	242	241,967	-0,033	241,994	-0,006	1209,97	967,97	1209,97	967,976	2419,94	2177,94	2419,94	2177,946
117	244	244	0	244	0	1220	976	1220	976	2440	2196	2440	2196
118	245	244,967	-0,033	244,995	-0,005	1224,975	975,975	1224,975	979,96	2449,95	2204,95	2449,95	2204,955
119	247	247	0	247	0	1235	988	1235	988	2470	2223	2470	2223
120	248	248	0	248	0	1240	992	1240	992	2480	2232	2480	2232
121	249	249	0	249	0	1245	996	1245	996	2490	2241	2490	2241
122	250	250	0	250	0	1250	1000	1250	1000	2500	2250	2500	2250
123	251	251	0	251	0	1255	1004	1255	1004	2510	2259	2510	2259
124	251	250,994	-0,006	250,998	-0,002	1254,99	1003,99	1254,99	1003,992	2509,98	2258,98	2509,98	2258,982
125	252,2	252,1803	-0,0197	252,196	-0,004	1260,98	1008,78	1260,98	1008,784	2521,96	2269,76	2521,96	2269,784
126	254	254,026	0,026	254,004	0,004	1270,02	1016,02	1270,02	1016,016	2540,04	2266,04	2540,04	2266,036
127	253	253	0	253	0	1265	1012	1265	1012	2530	2277	2530	2277
128	253	253	0	253	0	1265	1012	1265	1012	2530	2277	2530	2277
129	253	253	0	253	0	1265	1012	1265	1012	2530	2277	2530	2277
130	254	254	0	254	0	1270	1016	1270	1016	2540	2286	2540	2286
131	254	254	0	254	0	1270	1016	1270	1016	2540	2286	2540	2286
132	254	254	0	254	0	1270	1016	1270	1016	2540	2286	2540	2286
133	254	254	0	254	0	1270	1016	1270	1016	2540	2286	2540	2286
134	254	254	0	254	0	1270	1016	1270	1016	2540	2286	2540	2286
135	254	254	0	254	0	1270	1016	1270	1016	2540	2286	2540	2286
136	254	254	0	254	0	1270	1016	1270	1016	2540	2286	2540	2286
137	254	254	0	254	0	1270	1016	1270	1016	2540	2286	2540	2286
138	254	253,967	-0,033	253,995	-0,005	1269,975	1015,975	1269,975	1015,98	2539,95	2285,95	2539,95	2285,955
139	252	251,967	-0,033	251,995	-0,005	1259,975	1007,975	1259,975	1007,98	2519,95	2267,95	2519,95	2267,955
140	252	251,967	-0,033	251,995	-0,005	1259,975	1007,975	1259,975	1007,98	2519,95	2267,95	2519,95	2267,955
141	252	252	0	252	0	1260	1008	1260	1008	2520	2268	2520	2268
142	252	252	0	252	0	1260	1008	1260	1008	2520	2268	2520	2268
143	252	252,039	0,039	252,005	0,005	1260,025	1008,025	1260,025	1008,02	2520,05	2268,05	2520,05	2268,045
144	251	251	0	251	0	1255	1004	1255	1004	2510	2259	2510	2259
145	250	250	0	250	0	1250	1000	1250	1000	2500	2250	2500	2250
146	250	250	0	250	0	1250	1000	1250	1000	2500	2250	2500	2250
147	251	251	0	251	0	1255	1004	1255	1004	2510	2259	2510	2259
148	251	251,006	0,006	251,001	0,001	1255,005	1004,005	1255,005	1004,004	2510,01	2259,01	2510,01	2259,009
149	250,2	250,2	0	250,2	0	1251	1000,8	1251	1000,8	2502	2251,8	2502	2251,8
150	250,2	250,2	0	250,2	0	1251	1000,8	1251	1000,8	2502	2251,8	2502	2251,8
151	251	251	0	251	0	1255	1004	1255	1004	2510	2259	2510	2259
152	251	251	0	251	0	1255	1004	1255	1004	2510	2259	2510	2259
153	251	251	0	251	0	1255	1004	1255	1004	2510	2259	2510	2259
154	251	251	0	251	0	-251	1255	1004	2510	2259	2510	2259	2259
155	251	250,994	-0,006	250,996	-0,002	1254,99	1003,99	1254,99	1003,992	2506,96	2256,96	2506,96	2256,982
156	252	251,994	-0,006	251,998	-0,002	1259,99	1007,99	1259,99	1007,992	2516,96	2267,96	2516,96	2267,982
157	253	252,856	-0,144	252,977	-0,023	1264,885	1011,885	1264,885	1011,908	2529,77	2276,77	2529,77	2276,793
158	258	257,961	-0,039	257,994	-0,006	1289,97	1031,97	1289,97	1031,976	2579,94	2321,94	2579,94	2321,946
159	260	259,961	-0,039	259,994	-0,006	1289,97	1039,97	1289,97	1039,976	2589,94	2339,94	2589,94	2339,946
160	260	259,961	-0,039	259,994	-0,006	1295,97	1039,97	1295,97	1039,976	2599,94	2339,94	2599,94	2339,946
161	260	260	0	260	0	1300	1040	1300	1040	2600	2340	2600	2340
162	262	262	0	262	0	1310	1048	1310	1048	2620	2358	2620	2358
163	262	262	0	262	0	1310	1048	1310	1048	2620	2358	2620	2358
164	262	262	0	262	0	1310	1048	1310	1048	2620	2358	2620	2358
165	262	262,033	0,033	262,005	0,006	1310,025	1048,025	1310,025	1048,02	2620,05	2368,05	2620,05	2368,045
166	261	261	0	261	0	1305	1044	1305	1044	2610	2349	2610	2349
167	261	261	0	261	0	1305	1044	1305	1044	2610	2349	2610	2349
168	260	260	0	260	0	1300	1040	1300	1040	2600	2340	2600	2340
169	260	260	0	260	0	1300	1040	1300	1040	2600	2340	2600	2340
170	260	260	0	260	0	1300	1040	1300	1040	2600	2340	2600	2340
171	259	259	0	259	0	1295	1036	1295	1036	2590	2331	2590	233

Rata-rata tinggi terumbu buatan h = 3 meter

No	Ho (m)	To (m)	α	d	Lo	d/Lo	Nilai dalam tabel				Interpolasi d/L	L	$\sin \alpha 1$	$\alpha 1$	Koef refraksi (Kr)	Koef Shoaling (Ks)	H	Ho'	Gelombang Pecah												
							Harga d /Lo		Harga d /L																						
							(x1)	(x2)	(y1)	(y2)																					
1	2,153	6,255	15	13	61,0350	0,2130	0,2120	0,2130	0,2353	0,2361	0,2361	55,0606	0,2335	13,5023	0,9967	0,9212	1,9768	2,1459	1,9629	2,0829											
2	1,977	5,741	15	12,5	55,0606	0,2270	0,2270	0,2280	0,2480	0,2489	0,2480	50,3991	0,2250	13,0037	0,9957	0,9251	1,8208	1,9682	1,7906	1,9029											
3	1,821	5,674	15	12	50,3991	0,2381	0,2380	0,2390	0,2575	0,2584	0,2576	46,5882	0,2393	13,8422	0,9974	0,9285	1,6862	1,8160	1,6478	1,7525											
4	1,686	5,405	15	11,5	46,5882	0,2468	0,2360	0,2470	0,2644	0,2653	0,2651	43,3741	0,2410	13,9434	0,9976	0,9313	1,5665	1,6822	1,5253	1,6225											
5	1,569	5,173	15	11	43,3741	0,2536	0,2530	0,2540	0,2705	0,2714	0,2710	40,5876	0,2422	14,0159	0,9978	0,9335	1,4591	1,5630	1,4182	1,5083											
6	1,459	5,101	15	10,5	40,5876	0,2587	0,2580	0,2590	0,2749	0,2757	0,2755	38,1173	0,2431	14,0676	0,9979	0,9351	1,3616	1,4560	1,3230	1,4065											
7	1,362	4,743	15	10	38,1173	0,2623	0,2620	0,2630	0,2784	0,2792	0,2787	35,8865	0,2437	14,1034	0,9980	0,9364	1,2723	1,3588	1,2373	1,3146											
8	1,272	4,796	15	9,5	35,8865	0,2647	0,2640	0,2650	0,2801	0,2810	0,2807	33,8383	0,2441	14,1255	0,9980	0,9372	1,1900	1,2698	1,1591	1,2307											
9	1,190	4,657	15	9	33,8383	0,2680	0,2650	0,2660	0,2810	0,2819	0,2818	31,9336	0,2443	14,1376	0,9980	0,9376	1,1135	1,1877	1,0870	1,1533											
10	1,114	4,524	15	6	31,9336	0,1879	0,1870	0,1880	0,2142	0,2150	0,2149	27,9151	0,2263	13,0763	0,9958	0,9157	1,0153	1,1089	1,0185	1,0795											
11	1,045	4,230	15	8	27,9151	0,2866	0,2860	0,2870	0,2996	0,3005	0,3001	26,6582	0,2472	14,3099	0,9984	0,9445	0,9574	1,0137	0,9174	0,9764											
12	9,937	4,134	15	7,5	26,6582	0,2813	0,2810	0,2820	0,2951	0,2960	0,2954	25,3874	0,2465	14,2694	0,9983	0,9427	0,9011	0,9558	0,8687	0,9235											
17	9,201	4,034	15	7	25,3874	0,2757	0,2750	0,2760	0,2898	0,2907	0,2904	24,1008	0,2457	14,2233	0,9982	0,9408	0,8463	0,8995	0,8207	0,8715											
18	8,848	3,931	15	6,5	24,1008	0,2697	0,2690	0,2700	0,2845	0,2854	0,2851	22,7971	0,2448	14,1711	0,9981	0,9388	0,7930	0,8447	0,7735	0,8205											
19	8,789	3,813	15	6	22,7971	0,2632	0,2630	0,2640	0,2792	0,2801	0,2794	21,4747	0,2438	14,1113	0,9980	0,9366	0,7413	0,7914	0,7270	0,7705											
20	8,740	3,710	15	5,5	21,4747	0,2561	0,2560	0,2570	0,2731	0,2740	0,2732	20,1310	0,2426	14,0415	0,9978	0,9343	0,6911	0,7397	0,6812	0,7215											
21	8,691	3,592	15	5	20,1310	0,2484	0,2480	0,2490	0,2661	0,2670	0,2665	18,7642	0,2413	13,9601	0,9977	0,9318	0,6424	0,6894	0,6361	0,6735											
22	8,642	3,468	15	4,4	18,7642	0,2345	0,2340	0,2350	0,2541	0,2549	0,2545	17,2908	0,2385	13,7978	0,9973	0,9274	0,5941	0,6407	0,5917	0,6263											
23	8,594	3,329	15	4	17,2908	0,2313	0,2310	0,2320	0,2515	0,2523	0,2518	15,8882	0,2378	13,7581	0,9972	0,9264	0,5489	0,5925	0,5466	0,5787											
24	8,549	3,191	15	3,5	15,8882	0,2203	0,2200	0,2210	0,2421	0,2429	0,2423	14,4444	0,2353	13,6093	0,9969	0,9232	0,5051	0,5472	0,5039	0,5338											
25	8,505	3,043	15	3	14,4444	0,2077	0,2070	0,2080	0,2310	0,2319	0,2315	12,9527	0,2321	13,4202	0,9965	0,9198	0,4630	0,5034	0,4618	0,4896											
26	9,463	2,881	15	2,5	12,9527	0,1930	0,1930	0,1940	0,2192	0,2201	0,2192	11,4031	0,2279	13,1708	0,9960	0,9166	0,4227	0,4612	0,4201	0,4463											
25	9,423	2,704	15	2	11,4031	0,1754	0,1750	0,1760	0,2042	0,2050	0,2045	9,7810	0,2220	12,8266	0,9953	0,9139	0,3845	0,4207	0,3788	0,4037											
26	9,386	2,604	15	1,5	9,7810	0,1534	0,1530	0,1540	0,1858	0,1866	0,1861	8,0598	0,2133	12,3143	0,9943	0,9131	0,3491	0,3823	0,3377	0,3620											
25	9,349	2,473	15	1	8,0598	0,1241	0,1240	0,1250	0,1615	0,1624	0,1616	6,1892	0,1988	11,4638	0,9928	0,9189	0,3185	0,3466	0,2967	0,3211											
26	9,318	2,392	15	0,5	6,1892	0,0808	0,0800	0,0810	0,1232	0,1241	0,1239	4,0347	0,1687	9,7135	0,9899	0,9537	0,2764	0,3153	0,2552	0,2815											

Lampiran E-4. Beberapa Alternatif Pemilihan Tinggi Terumbu

Rata-rata tinggi terumbu

$h = 1,5 \text{ m}$

No	Ho (m)	To (m)	α	d	Lo	d /Lo	Nilai dalam tabel		Interpolasi d/L	L	$\sin \alpha L$	αL	Koef refraksi (Kr)	Koef Shoaling (Ks)	H	Ho'	Gelombang Pecah			
							Harga d /Lo	Harga d /L									Hb	db		
							(x1)	(x2)												
1	3,153	5,253	15	13	61,0350	0,2130	0,2130	0,2130	0,2353	0,2361	0,2361	55,0606	0,2335	13,5023	0,9967	0,9212	1,9768	2,1459	1,9629	2,0829
2	1,877	5,941	15	12,5	55,0606	0,2270	0,2270	0,2270	0,2280	0,2480	0,2480	50,3991	0,2250	13,0037	0,9957	0,9251	1,8208	1,9682	1,7906	1,9029
3	1,831	5,654	15	12	50,3991	0,2381	0,2380	0,2390	0,2575	0,2584	0,2576	46,5882	0,2393	13,8422	0,9974	0,9285	1,6862	1,8160	1,6478	1,7525
4	1,556	5,465	15	11,5	46,5882	0,2468	0,2460	0,2470	0,2644	0,2653	0,2651	43,3741	0,2410	13,9434	0,9976	0,9313	1,5665	1,6822	1,5253	1,6225
5	1,567	5,273	15	11	43,3741	0,2536	0,2530	0,2540	0,2705	0,2714	0,2710	40,5876	0,2422	14,0159	0,9978	0,9335	1,4591	1,5630	1,4182	1,5083
6	1,459	5,101	15	10,5	40,5876	0,2587	0,2580	0,2590	0,2749	0,2757	0,2755	38,1173	0,2431	14,0676	0,9979	0,9351	1,3616	1,4560	1,3230	1,4065
7	1,362	4,943	15	10	38,1173	0,2623	0,2620	0,2630	0,2784	0,2792	0,2787	35,8865	0,2437	14,1034	0,9980	0,9364	1,2723	1,3588	1,2373	1,3146
8	1,273	4,790	15	9,5	35,8865	0,2647	0,2640	0,2650	0,2801	0,2810	0,2807	33,8383	0,2441	14,1255	0,9980	0,9372	1,1900	1,2698	1,1591	1,2307
9	1,180	4,657	15	9	33,8383	0,2660	0,2650	0,2660	0,2810	0,2819	0,2818	31,9336	0,2443	14,1376	0,9980	0,9376	1,1135	1,1877	1,0870	1,1533
10	1,114	4,524	15	7	31,9336	0,2192	0,2190	0,2200	0,2412	0,2431	0,2416	28,9749	0,2349	13,5821	0,9969	0,9229	1,0245	1,1100	1,0192	1,0804
11	1,134	4,310	15	8	28,9749	0,2761	0,2760	0,2770	0,2907	0,2916	0,2908	27,5123	0,2458	14,2264	0,9982	0,9410	0,9623	1,0227	0,9343	0,9918
12	0,962	4,300	15	7,5	27,5123	0,2726	0,2720	0,2730	0,2872	0,2880	0,2877	26,0704	0,2453	14,1969	0,9982	0,9398	0,9027	0,9605	0,8807	0,9339
13	0,903	4,098	15	7	26,0704	0,2685	0,2680	0,2690	0,2836	0,2845	0,2841	24,6424	0,2447	14,1607	0,9981	0,9384	0,8455	0,9010	0,8289	0,8782
14	0,845	3,974	15	6,5	24,6424	0,2638	0,2630	0,2640	0,2792	0,2801	0,2799	23,2217	0,2439	14,1167	0,9980	0,9368	0,7905	0,8438	0,7786	0,8243
15	0,791	3,858	15	6	23,2217	0,2584	0,2580	0,2590	0,2749	0,2757	0,2752	21,8036	0,2430	14,0645	0,9979	0,9350	0,7376	0,7888	0,7298	0,7721
16	0,738	3,739	15	5,5	21,8036	0,2523	0,2520	0,2530	0,2696	0,2705	0,2698	20,3825	0,2420	14,0017	0,9977	0,9330	0,6866	0,7359	0,6823	0,7214
17	0,687	3,615	15	5	20,3825	0,2453	0,2450	0,2460	0,2635	0,2644	0,2638	18,9532	0,2407	13,9260	0,9976	0,9308	0,6376	0,6850	0,6360	0,6722
18	0,636	3,486	15	4,4	18,9532	0,2322	0,2320	0,2330	0,2523	0,2532	0,2525	17,4285	0,2380	13,7664	0,9972	0,9266	0,5892	0,6358	0,5907	0,6242
19	0,589	3,342	15	4	17,4285	0,2295	0,2290	0,2300	0,2498	0,2506	0,2502	15,9880	0,2375	13,7347	0,9972	0,9259	0,5439	0,5875	0,5449	0,5761
20	0,544	3,201	15	3,5	15,9880	0,2189	0,2180	0,2190	0,2404	0,2412	0,2411	14,5146	0,2350	13,5897	0,9969	0,9228	0,5004	0,5422	0,5019	0,5309
21	0,500	3,050	15	3	14,5146	0,2067	0,2060	0,2070	0,2327	0,2336	0,2327	12,5866	0,2245	12,9700	0,9956	0,9219	0,4593	0,4982	0,4593	0,4864
22	0,459	2,840	15	2,5	12,5866	0,1986	0,1980	0,1990	0,2234	0,2243	0,2240	11,1630	0,2296	13,2703	0,9962	0,9177	0,4199	0,4575	0,4139	0,4406
23	0,420	2,675	15	2	11,1630	0,1792	0,1790	0,1800	0,2075	0,2083	0,2076	9,6327	0,2234	12,9051	0,9955	0,9143	0,3822	0,4180	0,3745	0,3997
24	0,382	2,485	15	1,5	9,6327	0,1557	0,1550	0,1560	0,1875	0,1883	0,1881	7,9755	0,2143	12,3741	0,9944	0,9130	0,3470	0,3801	0,3347	0,3590
25	0,347	2,261	15	1	7,9755	0,1254	0,1250	0,1260	0,1624	0,1632	0,1627	6,1470	0,1995	11,5065	0,9928	0,9184	0,3164	0,3445	0,2944	0,3188
26	0,316	1,985	15	0,5	6,1470	0,0813	0,0810	0,0820	0,1241	0,1250	0,1244	4,0183	0,1692	9,7408	0,9900	0,9529	0,2985	0,3132	0,2535	0,2797

Rata-rata tinggi terumbu buatar $h = 2$ meter

No	H_0 (m)	T_0 (m)	α	d	L_0	d/L_0	Nilai dalam tabel				Interpolasi d/L	L	$\sin \alpha_1$	α_1	Koef refraksi (Kr)	Koef Shoaling (Ks)	H	H_0'	Gelom.Pecah										
							Harga d/L_0		Harga d/L																				
							(x1)	(x2)	(y1)	(y2)																			
1	3,153	0,355	15	13	61,0350	0,2130	0,2120	0,2130	0,2353	0,2361	0,2361	55,0606	0,2335	13,5023	0,9967	0,9212	1,9768	2,1459	1,9629	2,0829									
2	1,977	5,841	15	12,5	55,0606	0,2270	0,2270	0,2280	0,2480	0,2489	0,2480	50,3991	0,2250	13,0037	0,9957	0,9251	1,8208	1,9682	1,7906	1,9029									
3	1,811	5,694	15	12	50,3991	0,2381	0,2380	0,2390	0,2575	0,2584	0,2576	46,5862	0,2393	13,8422	0,9974	0,9285	1,6882	1,8160	1,6478	1,7525									
4	1,686	5,465	15	11,5	46,5882	0,2468	0,2460	0,2470	0,2644	0,2653	0,2651	43,3741	0,2410	13,9434	0,9976	0,9313	1,5665	1,6822	1,5253	1,6225									
5	1,567	5,273	15	11	43,3741	0,2636	0,2530	0,2540	0,2705	0,2714	0,2710	40,5876	0,2422	14,0159	0,9978	0,9335	1,4591	1,5630	1,4182	1,5083									
6	1,459	5,101	15	10,5	40,5876	0,2587	0,2580	0,2590	0,2749	0,2757	0,2755	38,1173	0,2431	14,0676	0,9979	0,9351	1,3616	1,4560	1,3230	1,4065									
7	1,362	4,943	15	10	38,1173	0,2623	0,2620	0,2630	0,2784	0,2792	0,2787	35,8865	0,2437	14,1034	0,9980	0,9364	1,2723	1,3588	1,2373	1,3146									
8	1,272	4,795	15	9,5	35,8865	0,2647	0,2640	0,2650	0,2801	0,2810	0,2807	33,8383	0,2441	14,1255	0,9980	0,9372	1,1900	1,2698	1,1591	1,2307									
9	1,190	4,657	15	9	33,8383	0,2660	0,2650	0,2660	0,2810	0,2819	0,2818	31,9336	0,2443	14,1376	0,9980	0,9376	1,1135	1,1877	1,0870	1,1533									
10	1,114	4,524	15	6,5	31,9336	0,2035	0,2030	0,2040	0,2277	0,2285	0,2281	28,4951	0,2310	13,3530	0,9964	0,9189	1,0194	1,1095	1,0189	1,0800									
11	1,019	4,274	15	8	28,4951	0,2808	0,2800	0,2810	0,2942	0,2945	0,2607	30,6890	0,2788	16,1854	1,0029	0,9296	0,9504	1,0224	0,9290	0,9876									
12	0,950	4,435	15	7,5	30,6890	0,2444	0,2440	0,2450	0,2627	0,2635	0,2630	28,5164	0,2405	13,9158	0,9976	0,9305	0,8822	0,9481	0,9051	0,9498									
17	0,852	4,575	15	7	28,5164	0,2455	0,2450	0,2460	0,2635	0,2644	0,2640	26,5200	0,2407	13,9278	0,9976	0,9308	0,8192	0,8801	0,8404	0,8818									
18	0,819	4,123	15	6,5	26,5200	0,2451	0,2450	0,2460	0,2635	0,2644	0,2636	24,6562	0,2407	13,9237	0,9976	0,9307	0,7806	0,8172	0,7808	0,8192									
19	0,761	3,976	15	6	24,6562	0,2433	0,2430	0,2440	0,2618	0,2627	0,2621	22,8913	0,2403	13,9038	0,9975	0,9301	0,7057	0,7587	0,7252	0,7608									
20	0,706	3,831	15	5,5	22,8913	0,2403	0,2400	0,2410	0,2592	0,2601	0,2594	21,1988	0,2397	13,8678	0,9975	0,9292	0,6540	0,7039	0,6730	0,7060									
21	0,654	3,686	15	5	21,1988	0,2359	0,2350	0,2360	0,2549	0,2558	0,2557	19,5579	0,2388	13,8148	0,9973	0,9278	0,6052	0,6523	0,6235	0,6541									
22	0,605	3,541	15	4,4	19,5579	0,2250	0,2240	0,2250	0,2555	0,2463	0,2466	17,8445	0,2362	13,6591	0,9970	0,9246	0,5579	0,6034	0,5763	0,6047									
23	0,558	3,392	15	4	17,8445	0,2242	0,2240	0,2250	0,2555	0,2463	0,2540	15,7464	0,2284	13,2022	0,9961	0,9272	0,5153	0,5557	0,5291	0,5556									
24	0,518	3,177	15	3,5	15,7464	0,2223	0,2220	0,2230	0,2438	0,2446	0,2440	14,3442	0,2358	13,6370	0,9970	0,9237	0,4745	0,5137	0,4816	0,5077									
25	0,475	3,032	15	3	14,3442	0,2091	0,2090	0,2100	0,2327	0,2336	0,2328	12,8842	0,2325	13,4429	0,9966	0,9202	0,4352	0,4729	0,4418	0,4662									
26	0,435	2,874	15	2,5	12,8842	0,1940	0,1940	0,1950	0,2201	0,2209	0,2201	11,3585	0,2282	13,1893	0,9960	0,9168	0,3974	0,4334	0,4023	0,4252									
25	0,397	2,698	15	2	11,3585	0,1761	0,1760	0,1770	0,2050	0,2058	0,2051	9,7534	0,2223	12,8409	0,9953	0,9140	0,3615	0,3955	0,3629	0,3848									
26	0,361	2,500	15	1,5	9,7534	0,1538	0,1530	0,1540	0,1858	0,1866	0,1865	8,0443	0,2135	12,3255	0,9943	0,9131	0,3282	0,3594	0,3237	0,3450									
25	0,328	2,271	15	1	8,0443	0,1243	0,1240	0,1250	0,1615	0,1624	0,1618	6,1814	0,1989	11,4716	0,9928	0,9188	0,2994	0,3258	0,2845	0,3060									
26	0,299	1,991	15	0,5	6,1814	0,0809	0,0800	0,0810	0,1232	0,1241	0,1240	4,0317	0,1688	9,7185	0,9899	0,9536	0,2826	0,2964	0,2447	0,2680									

Lampiran E-5. Perhitungan Perubahan Garis Pantai

No Pias	Garis Pantai awal	Perubahan garis pantai selama 1 thn				Perubahan garis pantai selama 5 thn				Perubahan garis pantai selama 10 thn			
		Belum ada ACR		Ada ACR		Belum ada ACR		Ada ACR		Belum ada ACR		Ada ACR	
		Y	Delta Y	Y	Delta Y	Y	Delta Y	Y	Delta Y	Y	Delta Y	Y	Delta Y
1	82	82	0	81,957	-0,043	409,785	327,785	409,785	327,828	819,57	737,57	819,57	737,613
2	86	86,069	0,069	86,01	0,01	430,05	344,05	430,05	344,04	860,1	774,1	860,1	774,09
3	66	87,701	-0,299	87,956	-0,044	439,78	351,78	439,78	351,824	879,56	791,56	879,56	791,604
4	98	98,231	0,231	98,0339	0,0339	490,1695	392,1695	490,1695	392,1356	980,339	882,339	980,339	882,3051
5	102	102,068	0,068	102,01	0,01	510,05	408,05	510,05	408,04	1020,1	918,1	1020,1	918,09
6	104	104	0	104	0	520	416	520	416	1040	936	1040	936
7	106	106	0	106	0	530	424	530	424	1060	954	1060	954
8	106	106	0	106	0	530	424	530	424	1060	954	1060	954
9	108	107,967	-0,033	107	-1	535	427	535	428	1070	962	1070	963
10	111	111,067	0,067	111,01	0,01	555,05	444,05	555,05	444,04	1110,1	999,1	1110,1	999,09
11	112	111,965	-0,035	111,994	-0,006	559,97	447,97	559,97	447,976	1119,94	1007,94	1119,94	1007,946
12	116	116,0666	0,0666	116,01	0,01	580,05	464,05	580,05	464,04	1160,1	1044,1	1160,1	1044,09
13	117	116,929	-0,071	116,989	-0,011	584,945	467,945	584,945	467,956	1168,89	1052,89	1168,89	1052,901
14	122	122,0338	0,0338	122,004	0,004	610,02	488,02	610,02	488,016	1220,04	1098,04	1220,04	1098,036
15	124	124,0667	0,0667	124,01	0,01	620,05	496,05	620,05	496,04	1240,1	1116,1	1240,1	1116,09
16	125	125,0667	0,0667	125,01	0,01	625,05	500,05	625,05	500,04	1250,1	1250,1	1250,1	1125,09
17	126	126,0666	0,0666	126,01	0,01	630,05	504,05	630,05	504,04	1260,1	1134,1	1260,1	1134,09
18	127	127,0666	0,0666	127,01	0,01	635,05	508,05	635,05	508,04	1270,1	1143,1	1270,1	1143,09
19	128	128,0666	0,0666	128,01	0,01	640,05	512,05	640,05	512,04	1280,1	1152,1	1280,1	1152,09
20	129	129,0666	0,0666	129,01	0,01	645,05	516,05	645,05	516,04	1290,1	1161,1	1290,1	1161,09
21	130	130	0	130	0	650	520	650	520	1300	1170	1300	1170
22	130	130	0	130	0	650	520	650	520	1300	1170	1300	1170
23	130	130	0	130	0	650	520	650	520	1300	1170	1300	1170
24	130	130	0	130	0	650	520	650	520	1300	1170	1300	1170
25	130	130	0	130	0	650	520	650	520	1300	1170	1300	1170
26	131	131	0	131	0	655	524	655	524	1310	1179	1310	1179
27	132	132	0	132	0	660	528	660	528	1320	1188	1320	1188
28	132	132	0	132	0	660	528	660	528	1320	1188	1320	1188
29	133	133	0	133	0	665	532	665	532	1330	1197	1330	1197
30	134	134	0	134	0	670	536	670	536	1340	1206	1340	1206
31	134	133,967	-0,033	135,995	1,995	679,975	545,975	679,975	543,98	1359,95	1225,95	1359,95	1223,955
32	136	135,967	-0,033	135,995	-0,005	679,975	543,975	679,975	543,98	1359,95	1223,95	1359,95	1223,955
33	136	135,967	-0,033	135,995	-0,005	679,975	543,975	679,975	543,98	1359,95	1223,95	1359,95	1223,955
34	136	135,967	-0,033	135,995	-0,005	679,975	543,975	679,975	543,98	1359,95	1223,95	1359,95	1223,955
35	136	135,967	-0,033	135,995	-0,005	679,975	543,975	679,975	543,98	1359,95	1223,95	1359,95	1223,955
36	136	135,967	-0,033	135,995	-0,005	679,975	543,975	679,975	543,98	1359,95	1223,95	1359,95	1223,955
37	136	135,967	-0,033	135,995	-0,005	679,975	543,975	679,975	543,98	1359,95	1223,95	1359,95	1223,955
38	136	135,967	-0,033	135,995	-0,005	679,975	543,975	679,975	543,98	1359,95	1223,95	1359,95	1223,955
39	136	135,967	-0,033	135,995	-0,005	679,975	543,975	679,975	543,98	1359,95	1223,95	1359,95	1223,955
40	136	135,967	-0,033	135,995	-0,005	679,975	543,975	679,975	543,98	1359,95	1223,95	1359,95	1223,955
41	136	136	0	136	0	680	544	680	544	1360	1224	1360	1224
42	136	136,0328	0,0328	136,005	0,0053	680,0265	544,0265	680,0265	544,0212	1360,053	1224,053	1360,05	1224,0477
43	137	137	0	137	0	685	548	685	548	1370	1233	1370	1233
44	138	138	0	138	0	690	552	690	552	1380	1242	1380	1242
45	138	138	0	138	0	690	553	690	553	1380	1242	1380	1243
46	138	138	0	138	0	690	552	690	552	1380	1242	1380	1242
47	138	138	0	138	0	690	552	690	552	1380	1242	1380	1242
48	138	138	0	138	0	690	552	690	552	1380	1242	1380	1242
49	139	139	0	139	0	695	556	695	556	1390	1251	1390	1251
50	139	139	0	139	0	695	556	695	556	1390	1251	1390	1251
51	139	139	0	139	0	695	556	695	556	1390	1251	1390	1251
52	139	139	0	139	0	695	556	695	556	1390	1251	1390	1251
53	140	140	0	140	0	700	560	700	560	1400	1260	1400	1260
54	141	141	0	141	0	705	564	705	564	1410	1269	1410	1269
55	142	141,8987	-0,1013	141,983	-0,017	709,915	567,915	709,915	567,932	1419,83	1277,83	1419,83	1277,847
56	146	145,9671	-0,0329	145,994	-0,006	729,97	583,97	729,97	583,976	1459,94	1313,94	1459,94	1313,946
57	144	145,9534	-0,0666	143,989	-0,011	719,945	575,945	719,945	575,956	1439,89	1295,89	1439,89	1295,901
58	147	147	0	147	0	735	588	735	588	1470	1323	1470	1323
59	148	147,9334	-0,0666	147,99	-0,01	739,95	591,95	739,95	591,96	1479,9	1331,9	1479,9	1331,91
60	151	150,9671	-0,0329	150,996	-0,004	754,98	603,98	754,98	603,984	1509,96	1358,96	1509,96	1358,964
61	153	152,9316	-0,0684	152,988	-0,012	764,94	611,94	764,94	611,952	1529,88	1376,88	1529,88	1376,892
62	157	157	0	157	0	765	628	765	626	1570	1413	1570	1413
63	161	161,0347	0,0347	161,005	0,005	805,025	644,025	805,025	644,02	1610,05	1449,05	1610,05	1449,045
64	164	164,0337	0,0337	164,005	0,005	820,025	656,025	820,025	656,02	1640,05	1476,05	1640,05	1476,045
65	166	166	0	166	0	830	664	830	664	1660	1494	1660	1494
66	168	168	0	168	0	840	672	840	672	1680	1512	1680	1512
67	170	169,9315	-0,0685	169,989	-0,011	849,945	679,945	849,945	679,956	1699,69	1529,89	1699,69	1529,901
68	174	174,0347	0,0347	174,006	0,006	870,03	696,03	870,03	696,024	1740,06	1566,06	1740,06	1566,054
69	177	176,9296	-0,0704	176,988	-0,012	884,94	707,94	884,94	707,952	1769,88	1592,88	1769,88	1592,892
70	182	182,0356	0,0356	182,006	0,0059	910,0295	728,0295	910,0295	728,0236	1820,059	1638,059	1820,059	1638,0531
71	186	185,8865	-0,11347	185,981	-0,019	929,905	743,905	929,905	743,924	1859,81	1673,81	1859,81	1673,829
72	194	194,1369	0,1369	194,022	0,022	970,11	776,11	970,11	776,088	1940,22	1746,22	1940,22	1746,198
73	193	193,0357	0,0357	193,006	0,006	965,03	772,03	965,03	772,024	1930,06	1737,06	1930,06	1737,054
74	197	197,0704	0,07										

No Posisi	Garis Pantai awal	Perubahan garis pantai selama 1 thn				Perubahan garis pantai selama 5 thn				Perubahan garis pantai selama 10 thn				
		Belum ada ACR		Ada ACR		Belum ada ACR		Ada ACR		Belum ada ACR		Ada ACR		
		Y	Delta Y	Y	Delta Y	Y	Delta Y	Y	Delta Y	Y	Delta Y	Y	Delta Y	
94	224	223,967	-0,033	223,995	-0,005	1119,975	895,975	1119,975	895,98	2239,95	2015,95	2239,95	2015,955	
95	222	222	0	222	0	1110	888	1110	888	2220	1998	2220	1998	
96	223	223	0	223	0	1115	892	1115	892	2230	2007	2230	2007	
97	224	223,967	-0,033	223,995	-0,005	1119,975	895,975	1119,975	895,98	2240,0	2015,95	2239,95	2015,955	
98	226	225,967	-0,033	225,995	-0,005	1129,975	903,975	1129,975	903,98	2260,0	2033,95	2259,95	2033,955	
99	226	225,967	-0,033	225,995	-0,005	1129,975	903,975	1129,975	903,98	2260,0	2033,95	2259,95	2033,955	
100	228	225,967	-2,033	227,995	-0,005	1139,975	911,975	1139,975	911,98	2280,0	2051,95	2279,95	2051,955	
101	230	230	0	230	0	1150	920	1150	920	2300	2070	2300	2070	
102	228	228	0	228	0	1140	912	1140	912	2280	2052	2280	2052	
103	230	230	0	230	0	1150	920	1150	920	2300	2070	2300	2070	
104	230	230,033	0,033	230,005	0,0053	1150,027	920,0265	1150,027	920,0212	2300,053	2070,053	2300,05	2070,0477	
105	231	231	0	231	0	1155	924	1155	924	2310	2079	2310	2079	
106	232	232	0	232	0	1160	928	1160	928	2320	2088	2320	2088	
107	233	233	0	233	0	1165	932	1165	932	2330	2097	2330	2097	
108	234	234	0	234	0	1170	936	1170	936	2340	2106	2340	2106	
109	234	235	1	235	1	1175	941	1175	940	2350	2116	2350	2115	
110	236	236	0	236	0	1180	944	1180	944	2360	2124	2360	2124	
111	237	237	0	237	0	1185	948	1185	948	2370	2133	2370	2133	
112	238	238	0	238	0	1190	952	1190	952	2380	2142	2380	2142	
113	239	239	0	239	0	1195	956	1195	956	2390	2151	2390	2151	
114	240	240	0	240	0	1200	960	1200	960	2400	2160	2400	2160	
115	241	241	0	241	0	1205	964	1205	964	2410	2169	2410	2169	
116	242	241,967	-0,033	241,994	-0,006	1209,97	967,97	1209,97	967,978	2419,94	2177,94	2419,94	2177,945	
117	244	244	0	244	0	1220	976	1220	976	2440	2196	2440	2196	
118	245	244,967	-0,033	244,995	-0,005	1224,975	979,975	1224,975	979,98	2449,95	2204,95	2449,95	2204,955	
119	247	247	0	247	0	1235	988	1235	988	2470	2223	2470	2223	
120	248	248	0	248	0	1240	992	1240	992	2480	2232	2480	2232	
121	249	249	0	249	0	1245	996	1245	996	2490	2241	2490	2241	
122	250	250	0	250	0	1250	1000	1250	1000	2500	2250	2500	2250	
123	251	251	0	251	0	1255	1004	1255	1004	2510	2259	2510	2259	
124	251	250,994	-0,006	250,998	-0,002	1254,99	1003,99	1254,99	1003,992	2509,98	2258,98	2509,98	2258,982	
125	252	252,1803	-0,0197	252,196	-0,004	1260,98	1008,78	1260,98	1008,784	2521,96	2269,76	2521,96	2269,764	
126	254	254,026	0,026	254,004	0,004	1270,02	1016,02	1270,02	1016,016	2540,04	2286,04	2540,04	2286,036	
127	253	253	0	253	0	1265	1012	1265	1012	2530	2277	2530	2277	
128	253	253	0	253	0	1265	1012	1265	1012	2530	2277	2530	2277	
129	253	253	0	253	0	1265	1012	1265	1012	2530	2277	2530	2277	
130	254	254	0	254	0	1270	1016	1270	1016	2540	2286	2540	2286	
131	254	254	0	254	0	1270	1016	1270	1016	2540	2286	2540	2286	
132	254	254	0	254	0	1270	1016	1270	1016	2540	2286	2540	2286	
133	254	254	0	254	0	1270	1016	1270	1016	2540	2286	2540	2286	
134	254	254	0	254	0	1270	1016	1270	1016	2540	2286	2540	2286	
135	254	254	0	254	0	1270	1016	1270	1016	2540	2286	2540	2286	
136	254	254	0	254	0	1270	1016	1270	1016	2540	2286	2540	2286	
137	254	254	0	254	0	1270	1016	1270	1016	2540	2286	2540	2286	
138	254	253,967	-0,033	253,995	-0,005	1260,975	1015,975	1260,975	1015,98	2530,95	2285,05	2530,95	2285,955	
139	252	251,967	-0,033	251,995	-0,005	1259,975	1007,975	1259,975	1007,98	2519,95	2267,95	2519,95	2267,955	
140	252	251,967	-0,033	251,995	-0,005	1259,975	1007,975	1259,975	1007,98	2519,95	2267,95	2519,95	2267,955	
141	252	252	0	252	0	1260	1008	1260	1008	2520	2268	2520	2268	
142	252	252	0	252	0	1260	1008	1260	1008	2520	2268	2520	2268	
143	252	252,039	0,039	252,005	0,005	1260,025	1008,025	1260,025	1008,02	2520,05	2268,05	2520,05	2268,045	
144	251	251	0	251	0	1255	1004	1255	1004	2510	2259	2510	2259	
145	250	250	0	250	0	1250	1000	1250	1000	2500	2250	2500	2250	
146	250	250	0	250	0	1250	1000	1250	1000	2500	2250	2500	2250	
147	251	251	0	251	0	1255	1004	1255	1004	2510	2259	2510	2259	
148	251	251,006	0,006	251,001	0,001	1255,005	1004,005	1255,005	1004,004	2510,01	2259,01	2510,01	2259,009	
149	250,2	250,2	0	250,2	0	1251	1000,8	1251	1000,8	2502	2251,8	2502	2251,8	
150	250,2	250,2	0	250,2	0	1251	1000,8	1251	1000,8	2502	2251,8	2502	2251,8	
151	251	251	0	251	0	1255	1004	1255	1004	2510	2259	2510	2259	
152	251	251	0	251	0	1255	1004	1255	1004	2510	2259	2510	2259	
153	251	251	0	251	0	1255	1004	1255	1004	2510	2259	2510	2259	
154	251	251	0	251	0	-251	1255	1004	1255	1004	2510	2259	2510	2259
155	251	250,994	-0,006	250,996	-0,002	1254,99	1003,99	1254,99	1003,992	2509,98	2258,98	2509,98	2258,982	
156	252	251,994	-0,006	251,998	-0,002	1259,99	1007,99	1259,99	1007,992	2519,98	2267,98	2519,98	2267,982	
157	253	252,856	-0,144	252,977	-0,023	1264,885	1011,885	1264,885	1011,908	2529,77	2276,77	2529,77	2276,793	
158	258	257,961	-0,039	257,994	-0,006	1269,97	1031,97	1269,97	1031,976	2579,94	2321,94	2579,94	2321,946	
159	260	259,961	-0,039	259,994	-0,006	1269,97	1039,97	1269,97	1039,976	2599,94	2339,94	2599,94	2339,946	
160	260	259,961	-0,039	259,994	-0,006	1269,97	1039,97	1269,97	1039,976	2599,94	2339,94	2599,94	2339,946	
161	260	260	0	260	0	1300	1040	1300	1040	2600	2340	2600	2340	
162	262	262	0	262	0	1310	1048	1310	1048	2620	2358	2620	2358	
163	262	262	0	262	0	1310	1048	1310	1048	2620	2358	2620	2358	
164	262	262	0	262	0	1310	1048	1310	1048	2620	2358	2620	2358	
165	262	262,033	0,033	262,006	0,006	1310,025	1048,025	1310,025	1048,02	2620,05	2368,05	2620,05	2368,045	
166	261	261	0	261	0	1305	1044	1305	1044	2610	2349	2610	2349	
167	261	261	0	261	0	1305	1044	1305	1044	2610	2349	2610	2349	
168	260	260	0	260	0	1300	1040	1300	1040	2600	2340	2600	2340	
169	260	260	0	260	0	1300	1040	1300	1040	2600	2340	2600	2340	
170	260	260	0	260	0	1300	1040	1300	1040	2600	2340	2600	2340	
171	259	259	0	259	0	1295	1036	1295	1036	2590	2331	2590	2331	

ALTERNATIF 3-A

No	Jenis material	Dimensi unit (meter)			Jumlah Unit	Dimensi gabungan (m)			ampli.hor F(x)	Hor.forc f(x)=ton	amp.vert F(y)	vert.forc f(y)=ton	W hitung (W')	W ukur	Wair (W)	W/W'
		panjang	lebar	tinggi		panjang	lebar	tinggi								
1	Reefball	1,1	1,1	0,5	12	1,1	1,1	0,5	1,591	2,608	1,077	1,765	6,104	0,15	0,15	0,0
2	Reefball	0,62	0,62	0,45	6	0,62	0,62	0,45	1,584	5,121	1,077	3,480	11,997	0,08	0,08	0,0
3	Reefball	0,7	0,7	0,45	21	0,7	0,7	0,45	1,584	4,536	1,077	3,082	10,626	0,08	0,08	0,0
4	Reefball	0,6	0,6	0,55	13	0,6	0,6	0,55	1,597	4,365	1,077	2,942	10,203	0,08	0,08	0,0
5	rakitan beton	1	1	0,98	20	1	1	0,98	1,658	1,526	1,077	0,991	3,529	15,00	15,45	4,4
6	tiang pancang	1	0,4	0,4	3	1	0,4	0,4	1,578	3,557	1,077	2,427	8,344	4,00	4,12	0,5
7	tong vertikal	0,57	0,57	0,87	20	0,57	0,57	0,87	1,642	2,986	1,077	1,958	6,925	4,10	4,22	0,6
8	tong horisontal	1,14	0,87	1,1	21	1,14	0,87	1,1	1,677	1,206	1,077	0,774	2,780	4,10	4,22	1,5
9	mobil bekas	3,5	1,75	1,4	2	3,5	1,75	1,4	1,727	0,318	1,077	0,198	0,727	1,00	1,03	1,4
10	ban bis	0,75	0,97	0,97	5	0,75	0,97	0,97	1,657	2,054	1,077	1,335	4,751	10,00	10,30	2,2
11	ban mobil vertikal	0,95	1,2	1,1	8	0,95	1,2	1,1	1,677	1,447	1,077	0,929	3,336	10,00	10,30	3,1
12	ban mobil horisontal	1,2	1,2	0,55	7	1,2	1,2	0,55	1,597	2,183	1,077	1,471	5,101	10,00	10,30	2,0
13	bongkahan kapur	0,7	1	0,9	12	0,7	1	0,9	1,646	2,357	1,077	1,541	5,461	12,00	12,36	2,3

ALTERNATIF 3-B

No	Jenis material	Dimensi unit (meter)			Jumlah Unit	Dimensi gabungan (m)			ampli.hor F(x)	Hor.forc f(x)=ton	amp.vert F(y)	vert.forc f(y)=ton	W hitung (W')	W ukur	Wair (W)	W/W'
		panjang	lebar	tinggi		panjang	lebar	tinggi								
1	Reefball	1,1	1,1	0,5	12	1,1	1,1	0,5	1,591	2,608	1,077	1,765	6,104	1,80	1,85	0,3
2	Reefball	0,62	0,62	0,45	6	0,62	0,62	0,45	1,584	5,121	1,077	3,480	11,997	0,45	0,46	0,0
3	Reefball	0,7	0,7	0,45	21	0,7	0,7	0,45	1,584	4,536	1,077	3,082	10,626	1,58	1,62	0,2
4	Reefball	0,6	0,6	0,55	13	0,6	0,6	0,55	1,597	4,365	1,077	2,942	10,203	0,98	1,00	0,1
5	rakitan beton	1	1	0,98	20	1	1	0,98	1,658	1,526	1,077	0,991	3,529	15,00	15,45	4,4
6	tiang pancang	1	0,4	0,4	3	0,4	1	0,4	1,578	8,893	1,077	6,068	20,860	4,00	4,12	0,2
7	tong vertikal	0,57	0,57	0,87	20	0,57	0,57	0,87	1,642	2,986	1,077	1,958	6,925	4,10	4,22	0,6
8	tong horisontal	1,14	0,87	1,1	21	0,87	1,14	1,1	1,677	1,580	1,077	1,014	3,643	4,10	4,22	1,2
9	mobil bekas	3,5	1,75	1,4	2	1,75	3,5	1,4	1,727	0,636	1,077	0,396	1,454	1,00	1,03	0,7
10	ban bis	0,75	0,97	0,97	5	0,97	0,75	0,97	1,657	1,588	1,077	1,032	3,674	10,00	10,30	2,8
11	ban mobil vertikal	0,95	1,2	1,1	8	1,2	0,95	1,1	1,677	1,146	1,077	0,736	2,641	10,00	10,30	3,9
12	ban mobil horisontal	1,2	1,2	0,55	7	1,2	1,2	0,55	1,597	2,183	1,077	1,471	5,101	10,00	10,30	2,0
13	bongkahan kapur	0,7	1	0,9	12	1	0,7	0,9	1,646	1,650	1,077	1,079	3,823	12,00	12,36	3,2

ALTERNATIF 2-A

No	Jenis material	Dimensi unit (meter)			Jumlah Unit	Dimensi gabungan (m)			ampli.hor F(x)	Hor.forc f(x)=ton	amp.vert F(y)	vert.forc f(y)=ton	W hitung (W')	W ukur	Wair (W)	W/W'
		panjang	lebar	tinggi		panjang	lebar	tinggi								
1	Reefball	1,1	1,1	0,5	12	4,4	3,3	0,5	1,591	0,652	1,077	0,441	1,526	1,80	1,85	1,2
2	Reefball	0,62	0,62	0,45	6	3,72	0,62	0,45	1,584	0,853	1,077	0,580	2,000	0,45	0,46	0,2
3	Reefball	0,7	0,7	0,45	21	4,9	2,1	0,45	1,584	0,648	1,077	0,440	1,518	1,58	1,62	1,1
4	Reefball	0,6	0,6	0,55	13	7,8	0,6	0,55	1,597	0,336	1,077	0,226	0,785	0,98	1,00	1,3
5	rakitan beton	1	1	0,98	20	4	5	0,98	1,658	0,382	1,077	0,248	0,882	15,00	15,45	17,5
6	tiang pancang	1	0,4	0,4	3	3	0,4	0,4	1,578	1,186	1,077	0,809	2,781	4,00	4,12	1,5
7	tong vertikal	0,57	0,57	0,87	20	1,14	5,7	0,87	1,642	1,493	1,077	0,979	3,462	4,10	4,22	1,2
8	tong horisontal	1,14	0,87	1,1	21	7,98	1,74	2,2	1,887	0,097	1,077	0,055	0,217	4,10	4,22	19,5
9	mobil bekas	3,5	1,75	1,4	2	3,5	3,5	1,4	1,727	0,318	1,077	0,198	0,727	1,00	1,03	1,4
10	ban bis	0,75	0,97	0,97	5	0,75	4,85	0,97	1,657	2,054	1,077	1,335	4,751	10,00	10,30	2,2
11	ban mobil vertikal	0,95	1,2	1,1	8	1,9	4,8	1,1	1,677	0,724	1,077	0,465	1,668	10,00	10,30	6,2
12	ban mobil horisontal	1,2	1,2	0,55	7	8,4	1,2	0,55	1,597	0,312	1,077	0,210	0,729	10,00	10,30	14,1
13	bongkahan kapur	0,7	1	0,9	12	4,2	2	0,9	1,646	0,393	1,077	0,257	0,910	12,00	12,36	13,6

ALTERNATIF 2-B

No	Jenis material	Dimensi unit (meter)			Jumlah Unit	Dimensi gabungan (m)			ampli.hor F(x)	Hor.forc f(x)=ton	amp.vert F(y)	vert.forc f(y)=ton	W hitung (W')	W ukur	Wair (W)	W/W'
		panjang	lebar	tinggi		panjang	lebar	tinggi								
1	Reefball	1,1	1,1	0,5	12	3,3	4,4	0,5	1,591	0,869	1,077	0,588	2,035	1,80	1,85	0,9
2	Reefball	0,62	0,62	0,45	6	0,62	3,72	0,45	1,584	5,121	1,077	3,480	11,997	0,45	0,46	0,0
3	Reefball	0,7	0,7	0,45	21	2,1	4,9	0,45	1,584	1,512	1,077	1,027	3,542	1,58	1,62	0,5
4	Reefball	0,6	0,6	0,55	13	0,6	7,8	0,55	1,597	4,365	1,077	2,942	10,203	0,98	1,00	0,1
5	rakitan beton	1	1	0,98	20	5	4	0,98	1,658	0,305	1,077	0,198	0,706	15,00	15,45	21,9
6	tiang pancang	0,4	1	0,4	3	0,4	3	0,4	1,578	8,893	1,077	6,068	20,860	4,00	4,12	0,2
7	tong vertikal	0,57	0,57	0,87	20	5,7	1,14	0,87	1,642	0,299	1,077	0,196	0,692	4,10	4,22	6,1
8	tong horisontal	0,87	1,14	1,1	21	1,74	7,98	2,2	1,887	0,445	1,077	0,254	0,993	4,10	4,22	4,3
9	mobil bekas	1,75	3,5	1,4	2	3,5	3,5	1,4	1,727	0,318	1,077	0,198	0,727	1,00	1,03	1,4
10	ban bis	0,97	0,75	0,97	5	4,85	0,75	0,97	1,657	0,318	1,077	0,206	0,735	10,00	10,30	14,0
11	ban mobil vertikal	1,2	0,95	1,1	8	4,8	1,9	1,1	1,677	0,286	1,077	0,184	0,660	10,00	10,30	15,6
12	ban mobil horisontal	1,2	1,2	0,55	7	1,2	8,4	0,55	1,597	2,183	1,077	1,471	5,101	10,00	10,30	2,0
13	bongkahan kapur	1	0,7	0,9	12	2	4,2	0,9	1,646	0,825	1,077	0,539	1,911	12,00	12,36	6,5

Lampiran F-1. Perhitungan Dimensi dari Stabilitas Terumbu Buatan

ERNATIF 1-A

Jenis material	Dimensi unit (meter)			Jumlah Unit	Dimensi gabungan (m)			ampli.hor F(x)	Hor.forc f(x)=ton	amp.vert F(y)	vert.forc f(y)=ton	W hitung (W')	W ukur	Wair (W)	W/W'
	panjang	lebar	tinggi		panjang	lebar	tinggi								
Reefball	1,1	1,1	0,5	12	13,2	1,1	0,5	1,591	0,217	1,077	0,147	0,509	1,80	1,85	3,6
Reefball	0,62	0,62	0,45	6	3,72	0,62	0,45	1,584	0,853	1,077	0,580	2,000	0,45	0,46	0,2
Reefball	0,7	0,7	0,45	21	14,7	0,7	0,45	1,584	0,216	1,077	0,147	0,506	1,58	1,62	3,2
Reefball	0,6	0,6	0,55	13	7,8	0,6	0,55	1,597	0,336	1,077	0,226	0,785	0,98	1,00	1,3
rakitan beton	1	1	0,98	20	20	1	0,98	1,658	0,076	1,077	0,050	0,176	15,00	15,45	87,6
tiang pancang	1	0,4	0,4	3	3	0,4	0,4	1,578	1,186	1,077	0,809	2,781	4,00	4,12	1,5
tong vertikal	0,57	0,57	0,87	20	11,4	0,57	0,87	1,642	0,149	1,077	0,098	0,346	4,10	4,22	12,2
tong horisontal	1,14	0,87	1,1	21	23,94	0,87	1,1	1,677	0,057	1,077	0,037	0,132	4,10	4,22	31,9
mobil bekas	3,5	1,75	1,4	2	7	1,75	1,4	1,727	0,159	1,077	0,099	0,363	1,00	1,03	2,8
ban bis	0,75	0,97	0,97	5	3,75	0,97	0,97	1,657	0,411	1,077	0,267	0,950	10,00	10,30	10,8
ban mobil vertikal	0,95	1,2	1,1	8	7,6	1,2	1,1	1,677	0,181	1,077	0,116	0,417	10,00	10,30	24,7
ban mobil horisontal	1,2	1,2	0,55	7	8,4	1,2	0,55	1,597	0,312	1,077	0,210	0,729	10,00	10,30	14,1
bongkahan kapur	0,7	1	0,9	12	8,4	1	0,9	1,646	0,196	1,077	0,128	0,455	12,00	12,36	27,2

ERNATIF 1-B

Jenis material	Dimensi unit (meter)			Jumlah Unit	Dimensi gabungan (m)			ampli.hor F(x)	Hor.forc f(x)=ton	amp.vert F(y)	vert.forc f(y)=ton	W hitung (W')	W ukur	Wair (W)	W/W'
	panjang	lebar	tinggi		panjang	lebar	tinggi								
Reefball	1,1	1,1	0,5	12	1,1	13,2	0,5	1,591	2,608	1,077	1,765	6,104	1,80	1,85	0,3
Reefball	0,62	0,62	0,45	6	0,62	3,72	0,45	1,584	5,121	1,077	3,480	11,997	0,45	0,46	0,0
Reefball	0,7	0,7	0,45	21	0,7	14,7	0,45	1,584	4,536	1,077	3,082	10,626	1,58	1,62	0,2
Reefball	0,6	0,6	0,55	13	0,6	7,8	0,55	1,597	4,365	1,077	2,942	10,203	0,98	1,00	0,1
rakitan beton	1	1	0,98	20	1	20	0,98	1,658	1,526	1,077	0,991	3,529	15,00	15,45	4,4
tiang pancang	0,4	1	0,4	3	0,4	3	0,4	1,578	8,893	1,077	6,068	20,860	4,00	4,12	0,2
tong vertikal	0,57	0,57	0,87	20	0,57	11,4	0,87	1,642	2,986	1,077	1,958	6,925	4,10	4,22	0,6
tong horisontal	0,87	1,14	1,1	21	0,87	23,94	1,1	1,677	1,580	1,077	1,014	3,643	4,10	4,22	1,2
mobil bekas	1,75	3,5	1,4	2	1,75	7	1,4	1,727	0,636	1,077	0,396	1,454	1,00	1,03	0,7
ban bis	0,97	0,75	0,97	5	0,97	3,75	0,97	1,657	1,588	1,077	1,032	3,674	10,00	10,30	2,8
ban mobil vertikal	1,2	0,95	1,1	8	1,2	7,6	1,1	1,677	1,146	1,077	0,736	2,641	10,00	10,30	3,9
ban mobil horisontal	1,2	1,2	0,55	7	1,2	8,4	0,55	1,597	2,183	1,077	1,471	5,101	10,00	10,30	2,0
bongkahan kapur	1	0,7	0,9	12	1	8,4	0,9	1,646	1,650	1,077	1,079	3,823	12,00	12,36	3,2

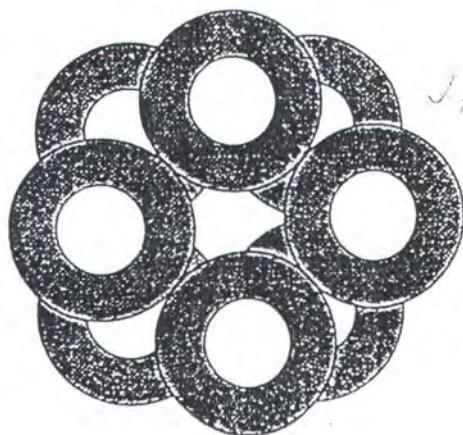
Lampiran F-2. Perhitungan Stabilitas Terumbu Buatan (tinggi rata-rata 3m)

No	Jenis material	Dimensi unit (meter)			Jumlah Unit	Dimensi gabungan (m)			ampli.hor F(x)	Hor.forc f(x)=ton	amp.vert F(y)	vert.forc f(y)=ton	W hitung (W')	W ukur	Wair (W)	W/W'
		panjang	lebar	tinggi		panjang	lebar	tinggi								
1	Reefball	1,1	1,1	0,5	12	6,6	5,5	1,5	1,745	0,159	1,077	0,098	0,362	1,80	1,85	5,1
2	Reefball	0,62	0,62	0,45	6	2,48	0,62	1,35	1,718	0,463	1,077	0,290	1,060	0,45	0,46	0,4
3	Reefball	0,7	0,7	0,45	21	0,7	5,6	2,7	2,013	0,961	1,077	0,514	2,112	1,58	1,62	0,8
4	Reefball	0,6	0,6	0,55	13	3,6	0,6	1,65	1,772	0,269	1,077	0,163	0,611	0,98	1,00	1,6
5	rakitan beton	1	1	0,98	20	6	1	4,9	3,038	0,093	1,077	0,033	0,188	15,00	15,45	82,1
6	tiang pancang	1	0,4	0,4	3	2	0,8	0,8	1,632	0,920	1,077	0,607	2,137	4,00	4,12	1,9
7	tong vertikal	0,57	0,57	0,87	20	3,99	0,57	2,61	1,989	0,172	1,077	0,093	0,380	4,10	4,22	11,1
8	tong horisontal	1,14	0,87	1,1	21	6,84	0,87	6,6	5,577	0,111	1,077	0,022	0,207	4,10	4,22	20,4
9	mobil bekas	3,5	1,75	1,4	2	3,5	1,75	2,8	2,041	0,188	1,077	0,099	0,412	1,00	1,03	2,5
10	ban bis	0,75	0,97	0,97	5	0,75	0,97	4,85	3,000	0,744	1,077	0,267	1,504	10,00	10,30	6,8
11	ban mobil vertikal	0,95	1,2	1,1	8	3,8	1,2	3,3	2,200	0,158	1,077	0,077	0,341	10,00	10,30	30,2
12	ban mobil horisontal	1,2	1,2	0,55	7	1,2	1,2	3,85	2,419	0,472	1,077	0,210	0,996	10,00	10,30	10,3
13	bongkahan kapur	0,7	1	0,9	12	2,8	1	2,7	2,013	0,240	1,077	0,128	0,528	12,00	12,36	23,4

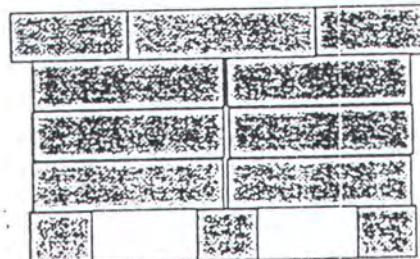
No	Jenis material	Dimensi unit (meter)			Jumlah Unit	Dimensi gabungan (m)			ampli.hor F(x)	Hor.forc f(x)=ton	amp.vert F(y)	vert.forc f(y)=ton	W hitung (W')	W ukur	Wair (W)	W/W'
		panjang	lebar	tinggi		panjang	lebar	tinggi								
1	Reefball	1,1	1,1	0,5	12	5,5	6,6	1,5	1,745	0,191	1,077	0,118	0,435	1,80	1,85	4,3
2	Reefball	0,62	0,62	0,45	6	0,62	2,48	1,35	1,718	1,851	1,077	1,160	4,239	0,45	0,46	0,1
3	Reefball	0,7	0,7	0,45	21	5,6	0,7	2,7	2,013	0,120	1,077	0,064	0,264	1,58	1,62	6,1
4	Reefball	0,6	0,6	0,55	13	0,6	3,6	1,65	1,772	1,615	1,077	0,981	3,666	0,98	1,00	0,3
5	rakitan beton	1	1	0,98	20	1	6	4,9	3,038	0,559	1,077	0,198	1,128	15,00	15,45	13,7
6	tiang pancang	0,4	1	0,4	3	0,8	2	0,8	1,632	2,300	1,077	1,517	5,342	4,00	4,12	0,8
7	tong vertikal	0,57	0,57	0,87	20	0,57	3,99	2,61	1,989	1,206	1,077	0,653	2,658	4,10	4,22	1,6
8	tong horisontal	0,87	1,14	1,1	21	0,87	6,84	6,6	5,577	0,876	1,077	0,169	1,627	4,10	4,22	2,6
9	mobil bekas	1,75	3,5	1,4	2	1,75	3,5	2,8	2,041	0,376	1,077	0,198	0,823	1,00	1,03	1,3
10	ban bis	0,97	0,75	0,97	5	0,97	0,75	4,85	3,000	0,575	1,077	0,206	1,163	10,00	10,30	8,9
11	ban mobil vertikal	1,2	0,95	1,1	8	1,2	3,8	3,3	2,200	0,501	1,077	0,245	1,079	10,00	10,30	9,5
12	ban mobil horisontal	1,2	1,2	0,55	7	1,2	1,2	3,85	2,419	0,472	1,077	0,210	0,996	10,00	10,30	10,3
13	bongkahan kapur	1	0,7	0,9	12	1	2,8	2,7	2,013	0,672	1,077	0,360	1,478	12,00	12,36	8,4

LAMPIRAN F. Material Penyusun Terumbu Karang Buatan

Rangkaian ban dirakit horizontal (R.b.b.ch)

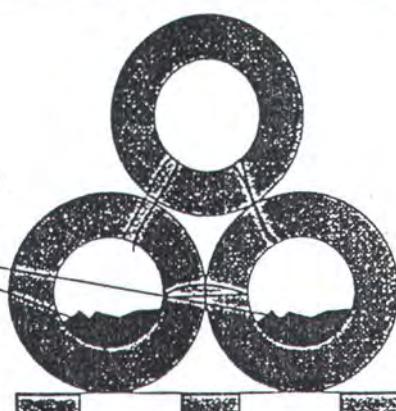


Tampak atas



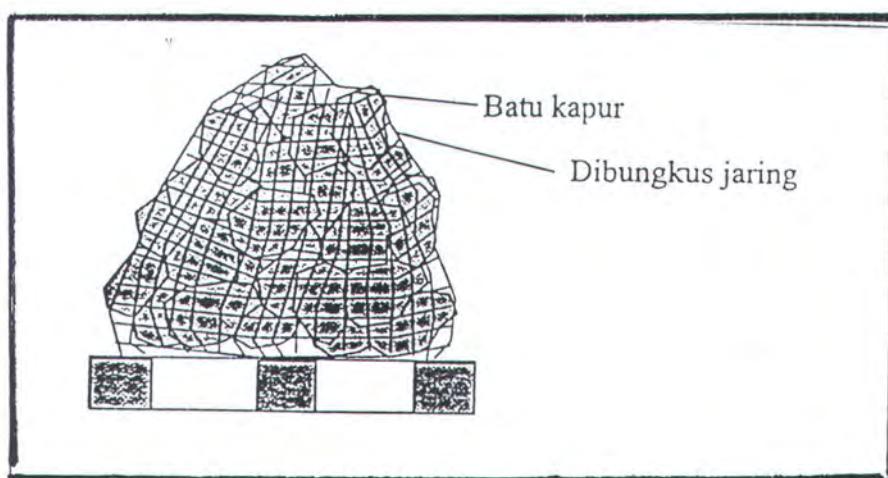
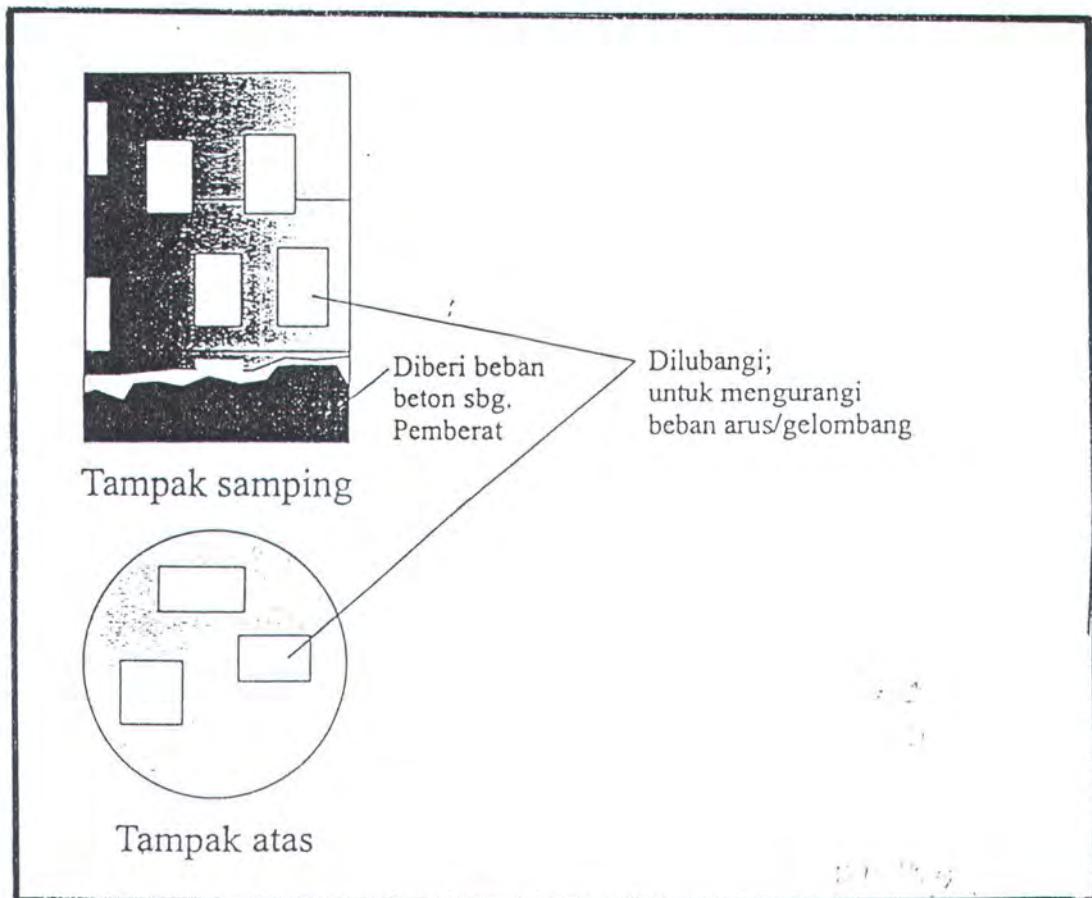
Tampak samping

Diberi pemberat
dari beton



Tampak depan

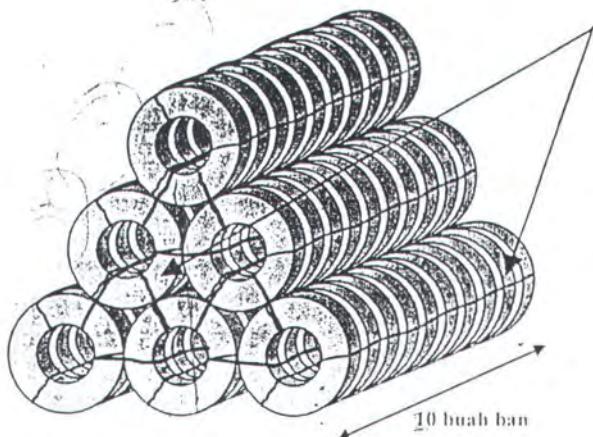
LAMPIRAN F. Material Penyusun Terumbu Karang Buatan



LAMPIRAN F. Material Penyusun Terumbu Karang Buatan

Ballasted Tires

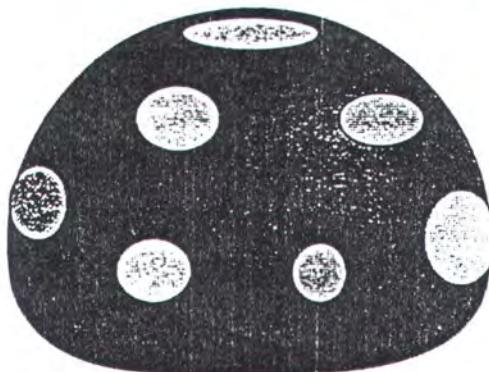
Wire Baja Pengikat



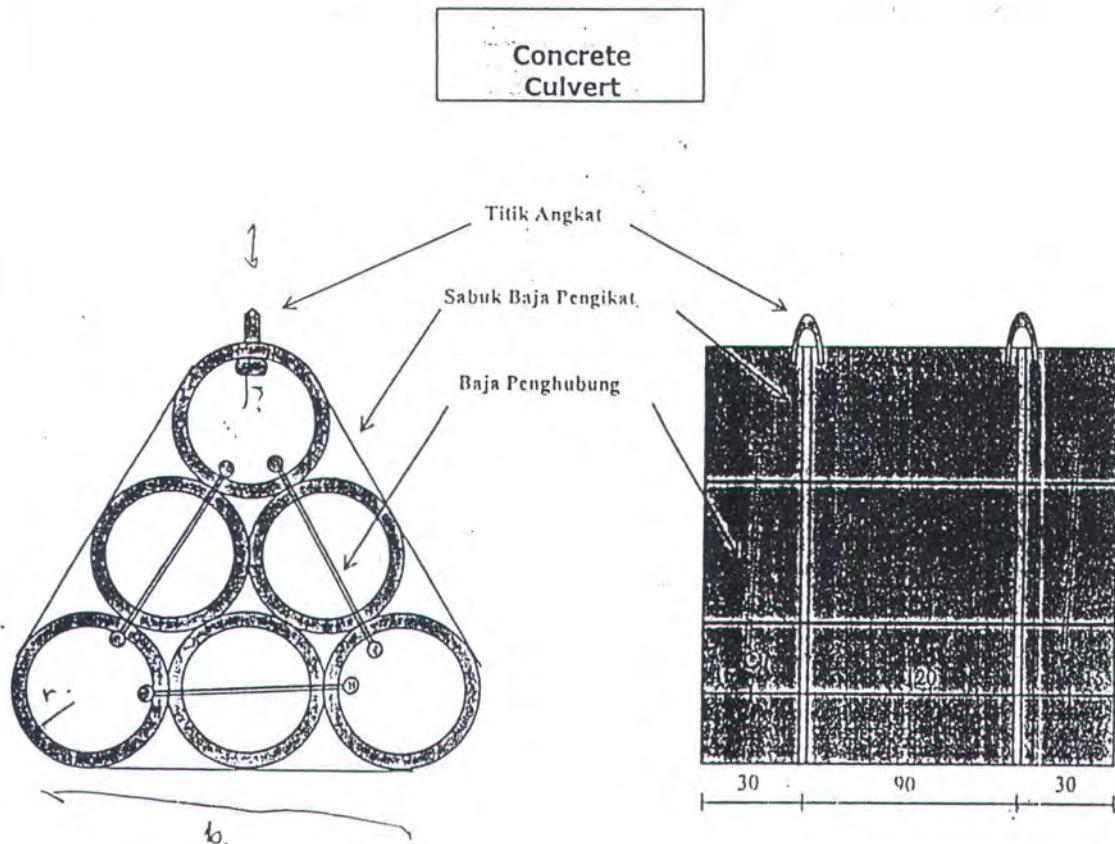
Keterangan:

- Diameter Ban = 13, 14 & 17 Inch
- Jumlah Ban Total = 60 buah
- Diameter Wire Pengikat = 6 & 8 mm

Tampak 3D



LAMPIRAN F. Material Penyusun Terumbu Karang Buatan



Keterangan :

- Panjang Pipa Beton = 1.5 m
- Diameter Pipa Beton = 40 cm
- Diameter Baja Penghubung = 7 mm
- Tebal Sabuk Baja Pengikat = 0.2 mm
- Lebar Sabuk Baja Pengikat = 20 mm

LIST OF MATERIAL
ARTIFICIAL CORAL REEF

4 n²
 vol. 3
 for buah material.

No	Jenis	Bentuk	Ukuran/bahan	Dimensi (cm)	Nama
1	Beton (Concrete)	Pot (kubah)	Besar	Ø :110, H : 50	Con.p.L.01
2	Beton (Concrete)	Pot (kubah)	Besar	Ø :110, H : 50	Con.p.L.02
3	Beton (Concrete)	Pot (kubah)	Besar	Ø :110, H : 50	Con.p.L.03
4	Beton (Concrete)	Pot (kubah)	Besar	Ø :110, H : 50	Con.p.L.04
5	Beton (Concrete)	Pot (kubah)	Besar	Ø :110, H : 50	Con.p.L.05
6	Beton (Concrete)	Pot (kubah)	Besar	Ø :110, H : 50	Con.p.L.06
7	Beton (Concrete)	Pot (kubah)	Besar	Ø :110, H : 50	Con.p.L.07
8	Beton (Concrete)	Pot (kubah)	Besar	Ø :110, H : 50	Con.p.L.08
9	Beton (Concrete)	Pot (kubah)	Besar	Ø :110, H : 50	Con.p.L.09
10	Beton (Concrete)	Pot (kubah)	Besar	Ø :110, H : 50	Con.p.L.10
11	Beton (Concrete)	Pot (kubah)	Besar	Ø :110, H : 50	Con.p.L.11
12	Beton (Concrete)	Pot (kubah)	Besar	Ø :110, H : 50	Con.p.L.12
13	Beton (Concrete)	Pot (kubah)	Sedang	Ø :62, H : 45	Con.p.M.01
14	Beton (Concrete)	Pot (kubah)	Sedang	Ø :62, H : 45	Con.p.M.02
15	Beton (Concrete)	Pot (kubah)	Sedang	Ø :62, H : 45	Con.p.M.03
16	Beton (Concrete)	Pot (kubah)	Sedang	Ø :62, H : 45	Con.p.M.04
17	Beton (Concrete)	Pot (kubah)	Sedang	Ø :62, H : 45	Con.p.M.05
18	Beton (Concrete)	Pot (kubah)	Sedang	Ø :62, H : 45	Con.p.M.06
19	Beton (Concrete)	Pot (kubah)	Kecil	Ø :70, H : 45	Con.p.S.01
20	Beton (Concrete)	Pot (kubah)	Kecil	Ø :70, H : 45	Con.p.S.02
21	Beton (Concrete)	Pot (kubah)	Kecil	Ø :70, H : 45	Con.p.S.03
22	Beton (Concrete)	Pot (kubah)	Kecil	Ø :70, H : 45	Con.p.S.04
23	Beton (Concrete)	Pot (kubah)	Kecil	Ø :70, H : 45	Con.p.S.05
24	Beton (Concrete)	Pot (kubah)	Kecil	Ø :70, H : 45	Con.p.S.06
25	Beton (Concrete)	Pot (kubah)	Kecil	Ø :70, H : 45	Con.p.S.07
26	Beton (Concrete)	Pot (kubah)	Kecil	Ø :70, H : 45	Con.p.S.08
27	Beton (Concrete)	Pot (kubah)	Kecil	Ø :70, H : 45	Con.p.S.09
28	Beton (Concrete)	Pot (kubah)	Kecil	Ø :70, H : 45	Con.p.S.10
29	Beton (Concrete)	Pot (kubah)	Kecil	Ø :70, H : 45	Con.p.S.11
30	Beton (Concrete)	Pot (kubah)	Kecil	Ø :70, H : 45	Con.p.S.12
31	Beton (Concrete)	Pot (kubah)	Kecil	Ø :70, H : 45	Con.p.S.13
32	Beton (Concrete)	Pot (kubah)	Kecil	Ø :70, H : 45	Con.p.S.14
33	Beton (Concrete)	Pot (kubah)	Kecil	Ø :70, H : 45	Con.p.S.15
34	Beton (Concrete)	Pot (kubah)	Kecil	Ø :70, H : 45	Con.p.S.16
35	Beton (Concrete)	Pot (kubah)	Kecil	Ø :70, H : 45	Con.p.S.17
36	Beton (Concrete)	Pot (kubah)	Kecil	Ø :70, H : 45	Con.p.S.18
37	Beton (Concrete)	Pot (kubah)	Kecil	Ø :70, H : 45	Con.p.S.19
38	Beton (Concrete)	Pot (kubah)	Kecil	Ø :70, H : 45	Con.p.S.20
39	Beton (Concrete)	Pot (kubah)	Kecil	Ø :70, H : 45	Con.p.S.21
40	Beton (Concrete)	Pot (kubah)	Tinggi	Ø :60, H : 55	Con.p.T.01
41	Beton (Concrete)	Pot (kubah)	Tinggi	Ø :60, H : 55	Con.p.T.02
42	Beton (Concrete)	Pot (kubah)	Tinggi	Ø :60, H : 55	Con.p.T.03
43	Beton (Concrete)	Pot (kubah)	Tinggi	Ø :60, H : 55	Con.p.T.04
44	Beton (Concrete)	Pot (kubah)	Tinggi	Ø :60, H : 55	Con.p.T.05
45	Beton (Concrete)	Pot (kubah)	Tinggi	Ø :60, H : 55	Con.p.T.06
46	Beton (Concrete)	Pot (kubah)	Tinggi	Ø :60, H : 55	Con.p.T.07
47	Beton (Concrete)	Pot (kubah)	Tinggi	Ø :60, H : 55	Con.p.T.08
48	Beton (Concrete)	Pot (kubah)	Tinggi	Ø :60, H : 55	Con.p.T.09
49	Beton (Concrete)	Pot (kubah)	Tinggi	Ø :60, H : 55	Con.p.T.10
50	Beton (Concrete)	Pot (kubah)	Tinggi	Ø :60, H : 55	Con.p.T.11
51	Beton (Concrete)	Pot (kubah)	Tinggi	Ø :60, H : 55	Con.p.T.12

No	Jenis	Bentuk	Ukuran	Dimensi (cm)	Nama
52	Beton (Concrete)	Pot (kubah)	Tinggi	Ø :60, H : 55	Con.p.T.13
53	Beton (Concrete)	Rakitan		100 x 100 x 98	Con.s.01
54	Beton (Concrete)	Rakitan		100 x 100 x 98	Con.s.02
55	Beton (Concrete)	Rakitan		100 x 100 x 98	Con.s.03
56	Beton (Concrete)	Rakitan		100 x 100 x 98	Con.s.04
57	Beton (Concrete)	Rakitan		100 x 100 x 98	Con.s.05
58	Beton (Concrete)	Rakitan		100 x 100 x 98	Con.s.06
59	Beton (Concrete)	Rakitan		100 x 100 x 98	Con.s.07
60	Beton (Concrete)	Rakitan		100 x 100 x 98	Con.s.03
61	Beton (Concrete)	Rakitan		100 x 100 x 98	Con.s.09
62	Beton (Concrete)	Rakitan		100 x 100 x 98	Con.s.10
63	Beton (Concrete)	Rakitan		100 x 100 x 98	Con.s.11
64	Beton (Concrete)	Rakitan		100 x 100 x 98	Con.s.12
65	Beton (Concrete)	Rakitan		100 x 100 x 98	Con.s.13
66	Beton (Concrete)	Rakitan		100 x 100 x 98	Con.s.14
67	Beton (Concrete)	Rakitan		100 x 100 x 98	Con.s.15
68	Beton (Concrete)	Rakitan		100 x 100 x 98	Con.s.16
69	Beton (Concrete)	Rakitan		100 x 100 x 98	Con.s.17
70	Beton (Concrete)	Rakitan		100 x 100 x 98	Con.s.18
71	Beton (Concrete)	Rakitan		100 x 100 x 98	Con.s.19
72	Beton (Concrete)	Rakitan		100 x 100 x 98	Con.s.20
73	Beton (Concrete)	Tiang pancang	Potongan	Ø :40, P : 100	
74	Beton (Concrete)	Tiang pancang	Potongan	Ø :40, P : 200	
75	Beton (Concrete)	Tiang pancang	Potongan	Ø :40, P : 200	
76	Besi (Steel)	Tong	Vertikal	Ø :57, H : 87	St.t.v.01
77	Besi (Steel)	Tong	Vertikal	Ø :57, H : 87	St.t.v.02
78	Besi (Steel)	Tong	Vertikal	Ø :57, H : 87	St.t.v.03
79	Besi (Steel)	Tong	Vertikal	Ø :57, H : 87	St.t.v.04
80	Besi (Steel)	Tong	Vertikal	Ø :57, H : 87	St.t.v.05
81	Besi (Steel)	Tong	Vertikal	Ø :57, H : 87	St.t.v.06
82	Besi (Steel)	Tong	Vertikal	Ø :57, H : 87	St.t.v.07
83	Besi (Steel)	Tong	Vertikal	Ø :57, H : 87	St.t.v.08
84	Besi (Steel)	Tong	Vertikal	Ø :57, H : 87	St.t.v.09
85	Besi (Steel)	Tong	Vertikal	Ø :57, H : 87	St.t.v.10
86	Besi (Steel)	Tong	Vertikal	Ø :57, H : 87	St.t.v.11
87	Besi (Steel)	Tong	Vertikal	Ø :57, H : 87	St.t.v.12
88	Besi (Steel)	Tong	Vertikal	Ø :57, H : 87	St.t.v.13
89	Besi (Steel)	Tong	Vertikal	Ø :57, H : 87	St.t.v.14
90	Besi (Steel)	Tong	Vertikal	Ø :57, H : 87	St.t.v.15
91	Besi (Steel)	Tong	Vertikal	Ø :57, H : 87	St.t.v.16
92	Besi (Steel)	Tong	Vertikal	Ø :57, H : 87	St.t.v.17
93	Besi (Steel)	Tong	Vertikal	Ø :57, H : 87	St.t.v.18
94	Besi (Steel)	Tong	Vertikal	Ø :57, H : 87	St.t.v.19
95	Besi (Steel)	Tong	Vertikal	Ø :57, H : 87	St.t.v.20
96	Besi (Steel)	Tong	Horisontal	114 x 87 x 110	St.t.h.01
97	Besi (Steel)	Tong	Horisontal	114 x 87 x 110	St.t.h.02
98	Besi (Steel)	Tong	Horisontal	114 x 87 x 110	St.t.h.03
99	Besi (Steel)	Tong	Horisontal	114 x 87 x 110	St.t.h.04
100	Besi (Steel)	Tong	Horisontal	114 x 87 x 110	St.t.h.05
101	Besi (Steel)	Tong	Horisontal	114 x 87 x 110	St.t.h.06
102	Besi (Steel)	Tong	Horisontal	114 x 87 x 110	St.t.h.07
103	Besi (Steel)	Tong	Horisontal	114 x 87 x 110	St.t.h.08
104	Besi (Steel)	Tong	Horisontal	114 x 87 x 110	St.t.h.09
105	Besi (Steel)	Tong	Horisontal	114 x 87 x 110	St.t.h.10
106	Besi (Steel)	Tong	Horisontal	114 x 87 x 110	St.t.h.11

No	Jenis	Bentuk	Ukuran	Dimensi (cm)	Nama
107	Besi (Steel)	Tong	Horisontal	114 x 87 x 110	St.t.h.12
108	Besi (Steel)	Tong	Horisontal	114 x 87 x 110	St.t.h.13
109	Besi (Steel)	Tong	Horisontal	114 x 87 x 110	St.t.h.14
110	Besi (Steel)	Tong	Horisontal	114 x 87 x 110	St.t.h.15
111	Besi (Steel)	Tong	Horisontal	114 x 87 x 110	St.t.h.16
112	Besi (Steel)	Tong	Horisontal	114 x 87 x 110	St.t.h.17
113	Besi (Steel)	Tong	Horisontal	114 x 87 x 110	St.t.h.18
114	Besi (Steel)	Tong	Horisontal	114 x 87 x 110	St.t.h.19
115	Besi (Steel)	Tong	Horisontal	114 x 87 x 110	St.t.h.20
116	Besi (Steel)	Tong	Horisontal	114 x 87 x 110	St.t.h.21
117	Besi (Steel)	Mobil bekas	Rangka	350 x 175 x 140	Mobil 1
118	Besi (Steel)	Mobil bekas	Rangka	350 x 175 x 140	Mobil 2.
119	Karet (Rubber)	Ban bis	Rakitan	75 x 97 x 97	Rb.b.b.01
120	Karet (Rubber)	Ban bis	Rakitan	75 x 97 x 97	Rb.b.b.02
121	Karet (Rubber)	Ban bis	Rakitan	75 x 97 x 97	Rb.b.b.03
122	Karet (Rubber)	Ban bis	Rakitan	75 x 97 x 97	Rb.b.b.04
123	Karet (Rubber)	Ban bis	Rakitan	75 x 97 x 97	Rb.b.b.05,
124	Karet (Rubber)	Ban mobil	Rakitan vertikal	95 x 120 x 110	Rb.b.c.v.01
125	Karet (Rubber)	Ban mobil	Rakitan vertikal	95 x 120 x 110	Rb.b.c.v.02
126	Karet (Rubber)	Ban mobil	Rakitan vertikal	95 x 120 x 110	Rb.b.c.v.03
127	Karet (Rubber)	Ban mobil	Rakitan vertikal	95 x 120 x 110	Rb.b.c.v.04
128	Karet (Rubber)	Ban mobil	Rakitan vertikal	95 x 120 x 110	Rb.b.c.v.05
129	Karet (Rubber)	Ban mobil	Rakitan vertikal	95 x 120 x 110	Rb.b.c.v.06
130	Karet (Rubber)	Ban mobil	Rakitan vertikal	95 x 120 x 110	Rb.b.c.v.07
131	Karet (Rubber)	Ban mobil	Rakitan vertikal	95 x 120 x 110	Rb.b.c.v.08
132	Karet (Rubber)	Ban mobil	Rakitan horisontal	120 x 120 x 55	Rb.b.c.h.01
133	Karet (Rubber)	Ban mobil	Rakitan horisontal	120 x 120 x 55	Rb.b.c.h.02
134	Karet (Rubber)	Ban mobil	Rakitan horisontal	120 x 120 x 55	Rb.b.c.h.03
135	Karet (Rubber)	Ban mobil	Rakitan horisontal	120 x 120 x 55	Rb.b.c.h.04
136	Karet (Rubber)	Ban mobil	Rakitan horisontal	120 x 120 x 55	Rb.b.c.h.05
137	Karet (Rubber)	Ban mobil	Rakitan horisontal	120 x 120 x 55	Rb.b.c.h.06
138	Karet (Rubber)	Ban mobil	Rakitan horisontal	120 x 120 x 55	Rb.b.c.h.07,
139	Kapur (Ca)	Bongkahan	Dijaring	70 x 100 x 90	Ca. 01
140	Kapur (Ca)	Bongkahan	Dijaring	70 x 100 x 90	Ca. 02
141	Kapur (Ca)	Bongkahan	Dijaring	70 x 100 x 90	Ca. 03
142	Kapur (Ca)	Bongkahan	Dijaring	70 x 100 x 90	Ca. 04
143	Kapur (Ca)	Bongkahan	Dijaring	70 x 100 x 90	Ca. 05
144	Kapur (Ca)	Bongkahan	Dijaring	70 x 100 x 90	Ca. 06
145	Kapur (Ca)	Bongkahan	Dijaring	70 x 100 x 90	Ca. 07
146	Kapur (Ca)	Bongkahan	Dijaring	70 x 100 x 90	Ca. 08
147	Kapur (Ca)	Bongkahan	Dijaring	70 x 100 x 90	Ca. 09
148	Kapur (Ca)	Bongkahan	Dijaring	70 x 100 x 90	Ca. 10
149	Kapur (Ca)	Bongkahan	Dijaring	70 x 100 x 90	Ca. 11
150	Kapur (Ca)	Bongkahan	Dijaring	70 x 100 x 90	Ca. 12
151	Kapur (Ca)	Bongkahan	Dijaring	70 x 100 x 90	Ca. 13
152	Kapur (Ca)	Bongkahan	Dijaring	70 x 100 x 90	Ca. 14
153	Kapur (Ca)	Bongkahan	Dijaring	70 x 100 x 90	Ca. 15

