

14.642/H/02

**TUGAS AKHIR
(KL 1702)**

**ANALISA SEDIMENTASI AKIBAT
PEMASANGAN BREAKWATER DI
TANAH LOT - BALI**

PERPUSTAKAAN ITS	
Tgl. Terima	11 - 8 - 2000
Terima Dari	H
No. Agenda Prp.	21.1791



RSke
551.303
Mud
a-1

2000

Disusun Oleh :

I GEDE MUDANA

NRP. 4394 100 041

**JURUSAN TEKNIK KELAUTAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2000**



**ANALISA SEDIMENTASI AKIBAT
PEMASANGAN BREAKWATER DI
TANAH LOT - BALI**

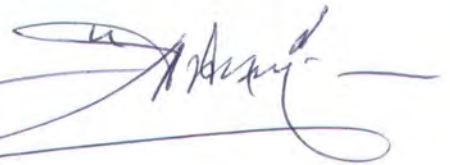
TUGAS AKHIR

**Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada
Jurusan Teknik Kelautan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya**

Mengetahui / Menyetujui,

Dosen Pembimbing I,

Dosen Pembimbing II,



Prof. Ir. W.A. Pratikto, MSc., PhD.
NIP. 130 816 210

Ir. Hasan Ikhwani, MSc.
NIP. 132 048 145

**SURABAYA
Juli, 2000**



ABSTRAK

ABSTRAK

Dalam tugas akhir ini ada dua hal yang dibahas yaitu perilaku sedimen dan perencanaan perlindungan pantai Tanah Lot. Sediment yang terjadi di Tanah Lot yaitu pada bagian belakang pura yang diakibatkan adanya arus pasang surut membawa material dan terjebak oleh adanya breakwater yang telah ada. Analisa perhitungan sedimentasi dengan menggunakan metode Bijker didapat besarnya transpor sedimen yang bergerak ke arah Utara adalah **52648,932** m³/th dan ke arah Timur sebesar **26598,754** m³/th. Arus yang bergerak ke arah utara mempunyai kecenderungan untuk mengendapkan material yang dibawanya. Dalam 1 tahun material yang diendapkan sebesar **6593,57** m³/th dengan kecepatan pengendapan sebesar **65,94** cm/th. Salah satu cara untuk mengurangi sedimentasi yang terjadi maka direncanakan pembangunan breakwater. Breakwater yang dibangun adalah tipe overtopping, guna melindungi keindahan pantai. Jenis bangunan pelindung pantai ini sangat efektif untuk kondisi gelombang yang datang tegak lurus terhadap garis pantai dan dapat menahan perpindahan sedimen. Dengan dibangunnya konstruksi breakwater ini diharapkan dapat meminimalkan kerusakan/erosi pantai dan dapat menahan laju angkutan sedimen. Breakwater yang dibangun diletakkan pada kedalaman **5** meter dengan panjang **150** meter dan jarak dari pantai **140** meter.



KATA PENGANTAR

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke kehadapan Hyang Widhi Wasa/Tuhan Yang Maha Esa karena atas asung kertha wara nugraha-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **Analisa Sedimentasi Akibat Pemasangan Breakwater di Tanah Lot Bali**. Tugas Akhir ini dibuat untuk memenuhi sebagian persyaratan untuk menyelesaikan studi program sarjana pada Jurusan Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya.

Dalam penyelesaian Tugas Akhir, penulis banyak mendapat bantuan moril maupun materiil serta bimbingan dan pengarahan. Untuk itu semua, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-sebesarnya kepada:

1. Mbah dan kedua orang tua penulis yang telah memberikan dorongan marao dan materiil serta nasehat yang sangat berguna bagi penulis dan juga atas semua pengorbanan yang tak mungkin penulis balas sampai kapanpun.
2. Bapak DR.Ir. Paulus Indiyono, MSc dan DR. Wahyudi, selaku Kajur dan Sekjur pada Jurusan Teknik Kelautan FTK-ITS.
3. Bapak Prof. DR. W.A Pratikto dan Ir. Hasan Ikhwani, MSc selaku dosen pembimbing I dan II yang telah memberikan masukan-masukan yang penting dalam penyelesaian Tugas Akhir ini
4. Bapak DR. D.M Rosyid, selaku dosen wali penulis yang telah memberikan dorongan dan nasehat selama mengikuti perkuliahan.
5. Seluruh dosen dan karyawan Jurusan Teknik Kelautan serta seluruh karyawan di lingkungan FTK atas segala bantuannya.

6. Menik Rai, yang telah memberikan dorongan semangat dan bantuan yang tak terkira pada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan studi di Surabaya.
7. Dedy "Gus Kade", Kacir, Dek Ngurah, Koming terima kasih atas doanya dan bantuannya selama ini.
8. Suman "Pak Man" terima kasih atas persahabatannya yang tulus ikhlas selama ini.
9. Keluarga Besar Wisper IX/17, Dejer, Katok, Mang Gepes, Wirya terima kasih atas suka dukanya dan guyonannya.
10. Nengah Janu, terima kasih atas pinjaman komputernya dan sound-nya
11. Wayan Blancuk dan Tile terima kasih atas keceriaannya selama ini.
12. Gde Andy dan Tombong terima kasih atas persahabatannya dan main bolanya
13. Hamidi, Sampel, Setan, Dieje, Bagus dan Semua teman-teman Laut'94, terima kasih atas persahabatannya selama ini
14. Semua pihak yang telah membantu penulis yang tak mungkin disebutkan satu persatu. Terima kasih untuk semuanya.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih sangat jauh dari sempurna. Oleh karena itu, berbagai saran dan kritik yang membangun sangat penulis harapkan. Sebagai akhir kata, semoga Tugas Akhir ini berguna bagi semua pihak.

Surabaya, Juli 2000

I Gde Mudana



DAFTAR ISI

DAFTAR ISI

	Hal.
Halaman Judul.....	i
Lembar Pengesahan.....	ii
Abstrak.....	iii
Kata Pengantar.....	iv
Daftar isi	vi
Daftar Gambar.....	ix
Daftar Tabel.....	xi
Daftar Notasi.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	I-1
1.1 Latar Belakang	I-1
1.2 Perumusan Masalah.....	I-6
1.3 Tujuan.....	I-6
1.4 Batasan masalah.....	I-7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI.....	II-1
2.1 Transportasi Sedimen.....	II-1
2.2 Mekanisme Erosi Tebing Pura.....	II-7
2.3 Macam-Macam Transpor Sedimen	II-10
2.4 Bijker Transport Formula.....	II-14
2.5 Gelombang.....	II-17
2.6 Refraksi dan Defraksi Gelombang.....	II-21
2.6.1 Efek Pendangkalan Gelombang (<i>Shoaling Effect</i>).....	II-23
2.6.2 Refraksi Gelombang..	II-25
2.6.3 Defraksi Gelombang.....	II-26
2.6.4 Gelombang Pecah.....	II-26
2.7 Lay Out Breakwater.....	II-27
2.7.1 Klasifikasi Breakwater.....	II-29
2.7.2 Desain Konstruksi Breakwater.....	II-33

BAB III METODOLOGI.....	III-1
3.1 Peninjauan Lapangan.....	III-2
3.2 Pengumpulan Data Lingkungan	III-2
3.3 Peramalan Gelombang.....	III-3
3.4 Bathimetry dan Material Pantai.....	III-4
3.5 Erosi Garis Pantai.....	III-4
3.6 Kecepatan Laju Sedimen.....	III-5
3.7 Perencanaan Bangunan Pelindung dan Pengamanan Pantai.....	III-5
 BAB IV. ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN.....	 IV-1
4.1 Kondisi Umum.....	IV-1
4.2 Analisa Kondisi Lingkungan Pantai	
Tanah lot.....	IV-3
4.2.1 Kondisi Pasang Surut.....	IV-5
4.2.2 Analisa Data Arus.....	IV-8
4.2.3 Analisa Kondisi Angin dan Gelombang...	IV-18
4.3 Kondisi Bathimetry	IV-23
4.4 Kondisi Dasar Laut.....	IV-27
4.5 Perhitungan Transportasi Sedimen.....	IV-25
4.6 Perencanaan Kontruksi Sumberged Breakwater.	IV-30
4.6.1 Lay Out Breakwatear.....	IV-30
4.6.2 Penentuan Elevasi Breakwater.....	IV-48
4.6.3 Perhitungan Berat Batu Pelindung.....	IV-51
4.6.4 Perhitungan Lebar Bidang Datar.....	IV-54
4.6.5 Perhitungan Tebal Lapisan dan Jumlah Butiran.....	IV-58
4.7 Perhitungan Energi Yang Diserap Breakwater.	IV-59
4.8 Analisa Pemilihan Material Penyusun.....	IV-63
4.9 Perencanaan Toe Protection.....	IV-67
 BAB V PENUTUP.....	 V-1
5.1 Kesimpulan.....	V-1
5.2 Saran.....	V-2

DAFTAR PUSTAKA

- LAMPIRAN - A (Kondisi Lingkungan)
- LAMPIRAN - B (Fungsi d/L Untuk Pertambahan Nilai d/Lo)
- LAMPIRAN - C (Koefisien Reraksi Gelombang)
- LAMPIRAN - D (Grafik Run-Up)
- LAMPIRAN - E (Perhitungan Berat Batu Kaki Pelindung)
- LAMPIRAN - F (Hasil Perhitungan Transpor Sedimen)
- LAMPIRAN - G (Foto Lokasi Penelitian)
- LAMPIRAN - H (Kecepatan Arus dan Arah pada Masing-Masing Station)



DAFTAR GAMBAR

MAJLIS PERPUSTAKAAN
ITS

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Peta Lokasi Pulau Bali.....	I-8
Gambar 2.1	Transportasi Sedimen Sepanjang Pantai.....	II-5
Gambar 2.2	Konsentrasi Sedimen, Arus dan Transpor Sedimen.....	II-6
Gambar 2.3	<i>Bed Load Transport</i>	II-11
Gambar 2.4	<i>Suspended Load Transport</i>	II-12
Gambar 2.5	Pembentukan Gelombang Angin di Daerah Pembentukan.....	II-18
Gambar 2.6	Koefisien Koreksi Terhadap Perbedaan Temperatur Udara dan Air.....	II-20
Gambar 2.7	Koefisien Koreksi Terhadap Pengaruh Pencatatan Kecepatan Angin di darat.....	II-21
Gambar 2.8	Proses Refraksi Gelombang.....	II-25
Gambar 2.9	Difraksi Gelombang.....	II-26
Gambar 2.10	<i>Rouble-mound Breakwater</i>	II-31
Gambar 2.11	<i>Floating Breakwater</i>	II-32
Gambar 2.13	Contoh Kontruksi Pelindung Kaki Pemecah Gelombang.....	II-37
Gambar 2.14	Gelombang Pantul Terhadap Kemiringan....	II-38
Gambar 4.1	Kondisi Pantai Tanah Lot.....	IV-2
Gambar 4.2	Peta Geologi Bali Selatan.....	IV-3
Gambar 4.3	Tipe Pasang Surut.....	IV-5
Gambar 4.4	Lokasi Survey Arus.....	IV-8
Gambar 4.5	Hubungan Kecepatan Arus dan Kedalaman Laut Pada station 1.....	IV-12
Gambar 4.6	Hubungan Kecepatan Arus dan Kedalaman Laut Pada station 2.....	IV-13
Gambar 4.7	Hubungan Kecepatan Arus dan Kedalaman Laut Pada station 3.....	IV-14

Gambar 4.8	Hubungan Kecepatan Arus dan Kedalaman Laut Pada station 4.....	IV-15
Gambar 4.9	Mawar Gelombang di Selatan Pulau Bali.....	IV-19
Gambar 4.10	Distribusi Ukuran Butiran.....	IV-24
Gambar 4.11	Proses Transpor Sedimen	IV-26
Gambar 4.12	Perhitungan Tinggi Gelombang Pecah.....	IV-31
Gambar 4.13	Perhitungan α dan β Terhadap H_b/gT^2	IV-32
Gambar 4.14	Faktor Koreksi Sebagai Akibat Adanya Gelombang Pecah	IV-57
Gambar 4.15	Koefisien Refleksi Gelombang untuk <i>Slope</i> , <i>Beaches dan Rouble-mound Breakwater</i>	IV-58
Gambar 4.16	Material Penyusun <i>Breakwater</i>	IV-60
Gambar 4.17	Penampang <i>Breakwater</i> Untuk Kondisi Gelombang Dua Sisi dan Over-topping....	IV-61
Gambar 4.18	Pelindung Kaki Bangunan	IV-62



DAFTAR TABEL

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	Komponen Pasang Surut.....	IV-6
Tabel 4.2	Persentase Kejadian Tinggi Gelombang.....	IV-18
Tabel 4.3	Klasifikasi Ukuran Butir dan Sedimen.....	IV-23
Tabel 4.4	Transpor Sedimen Tiap Station.....	IV-26
Tabel 4.5	Laju Sedimen.....	IV-27
Tabel 4.6	Prosentase Pengurangan Tinggi Gelombang....	IV-44
Tabel 4.7	$H/H_{D=0}$ Sebagai Fungsi <i>Cover Layer Damage</i> dari Setiap Armor.....	IV-51
Tabel 4.8	Layer Koefisien dan Porositas untuk Berbagai Tipe Armor.....	IV-52
Tabel 4.8	Penentuan Nilai K_D untuk Pemilihan Berat Armor Unit.....	IV-53
Tabel 4.9	Faktor Koreksi Lapisan Armor Unit.....	IV-56



DAFTAR NOTASI

DAFTAR NOTASI

S_b	=	beb load transport
S_s	=	suspended load transport
D_{50}	=	diameter rata-rata partikel
V	=	kecepatan arus
G	=	percepatan gravitasi
C	=	koefisien chezy
μ	=	ripple faktor
Δ	=	rata-rata berat jenis material dasar
τ_{cw}	=	tegangan geser karena gelombang dan air
r	=	kekasaran dasar laut
C_{90}	=	koefisien chezy berbasis pada D_{50}
ρ	=	berat jenis air
ρ_r	=	berat jenis material dasar
ξ	=	bijker parameter
ζ	=	parameter tinggi tanpa dimensi
α_1	=	sudut antara jalur fetch yang ditinjau dengan arah angin utama
α_2	=	kecepatan sudut gelombang di pantai
h	=	kedalaman perairan
A	=	luas permukaan
V_s	=	kecepatan tegangan geser
F_{eff}	=	fetch efektif
X_i	=	panjang garis fetch
U_{10}	=	kecepatan angin pada ketinggian 10 meter
U_z	=	kecepatan angin pada ketinggian z meter
Z	=	ketinggian pengukuran
R_T	=	koreksi akibat adanya temperatur dan air
R_L	=	koreksi terhadap angin yang dilakukan di darat
U_A	=	wind stress factor
H_s	=	tinggi gelombang signifikan
T_s	=	periode gelombang signifikan



T	=	periode gelombang
d	=	kedalaman alut
Ks	=	koefisien shoaling
Kd	=	koefisien difraksi
Kr	=	koefisien refraksi
C1	=	kecepatan gelombang di laut dalam
C2	=	kecepatan gelombang didaerah pantai
Hb	=	tinggi gelombang pecah
Ho'	=	tinggi gelombang laut equivalent
m	=	kemiringan dasar laut
B	=	lebar puncak breakwater
W	=	berat butir batu pelindung
γ_r	=	berat jenis batu pelindung
t	=	tebal lapisan pelindung
Wr	=	berat jenis beton
Sr	=	perbandingan berat jenis beton dengan berat jenis air laut
Ds	=	kedalaman laut di depan kontruksi
ξ	=	surf semilitary parameter
θ	=	sudut kemiringan struktur
Hi	=	tinggi gelombang rencana
Hf	=	tinggi gelombang pantul



BAB I

PENDAHULUAN

BAB I

P E N D A H U L U A N

1.1 LATAR BELAKANG MASALAH

Pantai Tanah Lot terletak di Kabupaten Tabanan, Propinsi Bali. Secara geografis Pulau Bali terletak diantara $8^{\circ}-9^{\circ}$ Lintang Selatan dan $114^{\circ}30''-115^{\circ}30''$ Bujur Timur. Tanah Lot adalah merupakan suatu tempat yang cukup terkenal di dunia pariwisata. Pemandangan yang indah dan unik mampu memikat jutaan wisatawan domestik maupun mancanegara untuk datang mengunjungi. Pantai Tanah Lot berjarak sekitar 38 km di sebelah Barat Laut Pantai Kuta. Pantai Tanah Lot berhadapan langsung dengan Samudera Indonesia di sebelah Selatan-nya. Pantai Tanah Lot merupakan daerah pantai dengan sisi daratan yang berbatu, dengan panjang sekitar 100 - 400 meter .

Di pantai tersebut terdapat pura yang unik, yang terletak diatas bebatuan karang. Keberadaan pura

tersebut disamping fungsi utamanya sebagai tempat ibadah bagi umat Hindu , juga merupakan aset wisata dan budaya yang tak ternilai bagi bangsa Indonesia. Karang tempat beradanya pura tersebut menyerupai pulau kecil, yang akan terpisah pada saat air pasang dan pada saat air surut akan terhubung dengan garis pantai oleh bebatuan karang

Keberadaan pura ini selain sebagai memperindah pemandangan juga memberikan arti yang sangat penting untuk masyarakat Hindu Bali yang religius. Bagi umat Hindu, Pura Tanah Lot merupakan tempat persembahyangan yang sangat baik dan tenang. Terletak jauh dari keramaian sehingga mendukung untuk ketenangan beribadat.

Para pendeta Hindu percaya bahwa untuk menghindari bahaya yang tidak diinginkan, tidak boleh ada perubahan bentuk dari gua yang ada di tengah-tengah tebing bebatuan pura. Selain itu juga mereka menganjurkan di dalam perencanaan perlindungan terhadap Pura Tanah Lot, sedapat mungkin tidak merubah bentuk tebing bebatuan pura.

Dari tahun ke tahun tebing pura tersebut mengalami

erosi secara kontinyu yang diakibatkan oleh hantaman gelombang yang datang dari samudera Indonesia yang sangat agresif. Akibatnya, luas areal bebatuan pura semakin menyempit. Mengingat kenyataan tersebut maka pemerintah dan masyarakat yang mengkhawatirkan keberadaannya, telah melakukan berbagai antisipasi untuk melindungi Pura Tanah Lot. Mulai tahun 1981-1988 telah dilakukan berbagai macam pekerjaan penyelamatan antara lain :

- pembangunan beton-beton yang menyangga sisi daratan dan tebing bebatuan pura.
- pembangunan pemecah gelombang (tetrapod) lepas pantai dengan elevasi puncak di atas *water level*.
- pembangunan pematang yang menghubungkan pura ke pantai.

Ternyata hasil pekerjaan tersebut kurang memuaskan, kalangan masyarakat setempat dan para pendeta Hindu di Bali mengeluhkan kondisi pemecah gelombang yang tampak tidak alami. Hal ini menyebabkan berkurangnya nilai religius Pura Tanah Lot, padahal purat tersebut mempunyai nilai religius yang sangat tinggi bagi masyarakat Hindu di Bali. Selain itu, kondisi pemandangan Pantai Tanah Lot juga berpengaruh pada berkurangnya dari segi turisme. Perlu diketahui bahwa

pemasukan dari sektor turisme di Pantai Tanah Lot dapat dikatakan cukup besar bagi pemerintah daerah. Dampak lain adalah terangkatnya penghasilan masyarakat disekitarnya akibat aktivitas-aktivitas sektor pariwisata yang ada.

Hasil penyelidikan menunjukkan bahwa pemecah gelombang yang ada, tidak berfungsi sebagaimana mestinya. Tinggi dari breakwater tidak cukup bisa menahan gelombang yang datang dari laut dalam terlalu tinggi yang sering terjadi dan melewati di atas level puncak pemecah gelombang. Gelombang ini yang kemudian menghantam tebing bebatuan pura. Karena energi gelombang cukup besar, maka bebatuan pura tersebut masih tererosi.

Disamping itu pula muncul dampak lain yaitu adanya endapan sedimen pasir dibelakang pura. Keberadaan sedimen ini yang menutupi areal antara tebing bebatuan dari garis pantai, adalah akibat arus yang ditimbulkan oleh gelombang maupun ditimbulkan oleh arus yang lainnya seperti arus yang ditimbulkan oleh angin maupun oleh pasang surut. Pada analisa tugas akhir ini analisa arus yang terjadi akibat dari pengaruh gelombang. Gelombang yang datang dari arah tenggara sampai barat daya (tergantung dari musim barat atau musim timur)

sebagai penyebab utama transportasi sedimen di daerah litoral tersebut. Perencanaan konservasi Pantai Tanah lot, ada beberapa aspek yang harus dipenuhi diantaranya:

1. Aspek religius dan budaya setempat
2. Aspek pariwisata
3. Aspek perlindungan pantai itu sendiri

Untuk mendukung konservasi ini maka dilakukan, pertama adalah menganalisa kecepatan laju sedimen yang terjadi. Kedua, memdesain pemecah gelombang tambahan dengan level puncak diatas *water level*. Ketiga menutupi tetrapod-tetrapod yang telah ada dengan beton pada level diatas level puncak struktur yang telah ada atau memperbaiki pamanplan pemecah gelombang yang lama atau menghilangkan pemecah gelombang tersebut.

Analisa sedimen dan design pemecah gelombang tambahan ini pada prinsipnya adalah bagian dari perlindungan dan pengamanan terhadap Pantai Tanah Lot. Pada akhirnya diharapkan dapat menghilangkan proses erosi dan abrasi tebing bebatuan pura akibat hantaman gelombang Laut Selatan. Disamping itu pula pemandangan laut lebih alami dan air laut masih bisa mencapai tepian dari bebatuan pura.

1.2 PERUMUSAN MASALAH

Dalam pembuata dan penulisan tugas akhir ini ada beberapa permasalahan yang diangkat adalah sebagai berikut :

- Berapa besar laju kecepatan sedimentasi yang terjadi pada lokasi yang telah ditentukan ?
- Bagaimana desain bangunan pengamanan dan perlindungan tambahan yang sesuai dengan standart kontruksi untuk dipasang pada lokasi Pantai Tanah Lot - Bali ?

1.3 TUJUAN

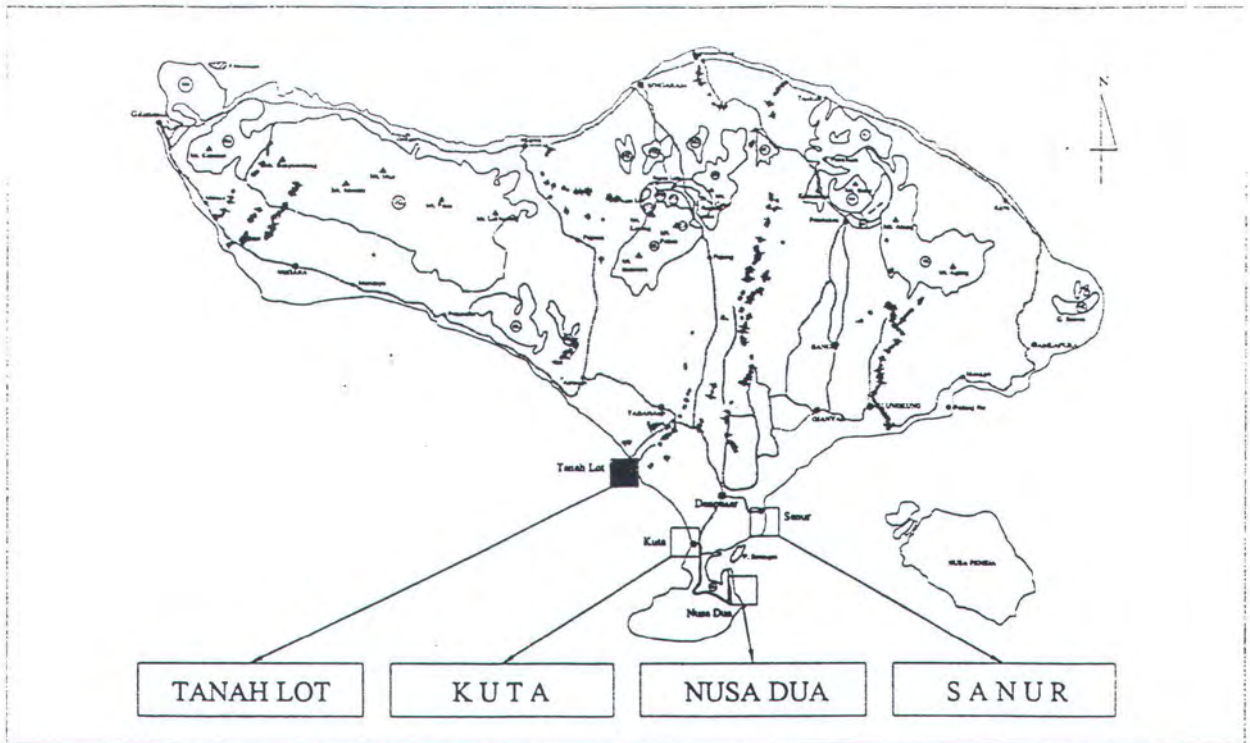
Adapun tujuan keseluruhan dari Tugas Akhir dengan judul "**ANALISA SEDIMENTASI AKIBAT PEMASANGAN BREAKWATER DI TANAH LOT BALI**" ini diharapkan dapat mencapai beberapa hal diantaranya adalah sebagai berikut :

- 1.Mendapatkan seberapa besar laju kecepatan sedimentasi yang terjadi pada lokasi yang telah ditentukan.
- 2.Mendapatkan desain pemecah gelombang yang memenuhi standart kontruksi yang mampu meredam efek gelombang terjadi paling besar ?

1.4 BATASAN MASALAH

Pembatasan masalah diperlukan dalam penelitian ini agar ruang lingkupnya tidak melebar, disamping untuk menyederhanakan sehingga bisa diselesaikan . Disamping itu juga pembatasan masalah agar semakin mempermudah dan mempercepat proses penyelesaian tugas akhir ini tanpa mengurangi bobotnya. Beberapa batasan dalam penelitian ini diantaranya :

1. Lokasi penelitian di daerah Pantai Tanah Lot yaitu daerah sangat riskan terjadi erosi. Daerah penelitian ini memiliki panjang kira-kira 150 meter
2. Perhitungan sedimentasi dikhusus pada longshore transport dengan mempertimbangkan arah arus paling dominan
3. Dalam perencanaan bangunan pelindung pantai hanya meliputi alternatif yang dipilih serta tata letak dan dimensinya saja, dan dalam studi ini tidak dibahas masalah perhitungan biaya
4. Semua bentuk perhitungan dan analisa dalam pembuatan Tugas Akhir ini, hanya akan didasarkan pada rumus-rumus baku, jadi disini semua bentuk perhitungan tidak memakai penurunan rumus
5. Data - data yang digunakan adalah data-data sekunder.



Gambar 1.1 Peta Lokasi Daerah Penelitian
(P.U Bali, 1998)



BAB II

**TINJAUAN PUSTAKA
DAN DASAR TEORI**

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 TRANSPORTASI SEDIMENT

Permasalahan yang timbul di daerah pantai biasanya berkembang tergantung pada pertumbuhan manusia dan aktivitasnya di daerah yang bersangkutan. Pada dasarnya pantai itu sendiri sudah mempunyai mekanisme perlindungannya sendiri yang diatur oleh alam, yaitu berupa kemiringan pantai dan bukit-bukit pasir yang terdapat di sepanjang pantai (CERC, SPM. Vol. I, 1984). Transportasi sedimen adalah perpindahan material sedimen dari suatu kawasan tertentu, dalam hal ini di pantai sebagai daerah litoral. Menurut Pratikto,dkk (1996) perpindahan ini bisa berupa penambahan (*in flow*) ataupun pengurangan material sedimen (*out flow*). Jika pengurangan lebih banyak daripada penambahan material sedimen maka pada daerah control terjadi erosi (pengerusan material sedimen), sebaliknya jika *out flow* lebih sedikit dibandingkan dengan *in flow* maka terjadilah proses akresi.

Secara fisik transportasi sedimen sangat dipengaruhi secara langsung oleh interaksi antara angin, gelombang, arus, pasang surut, jenis dan ukuran sedimen serta adanya bangunan-bangunan di daerah pantai/*litoral zone* (Sorensen, 1978). Karakteristik sedimen yang meliputi ukuran partikel dan distribusinya, serta bentuk dan *specific gravity* (ρ) juga sangat penting untuk diketahui karena sangat berpengaruh pada proses

pengendapan/kecepatan jatuh partikel sedimen setelah terapung.

Kecepatan jatuh partikel sangat tergantung pada beberapa hal diantaranya : ukuran (*size*), bentuk (*shape*) dan *specific gravity*. Peristiwa perpindahan/transportasi sedimen dapat dibagi tiga tahapan (Pratikto, dkk 1996). yaitu :

1. Teraduknya material *non-kohesif* dari dasar laut tersuspensi atau lepasnya material *non-kohesif* dari dasar laut.
2. Perpindahan material tersuspensi secara horisontal oleh arus.
3. Pengendapan kembali partikel/material sedimen tersebut.

Ketiga tahap tersebut sangat tergantung pada gerakan air dan karakteristik dari sedimen yang terangkut. Gerakan air pada dasarnya berbeda antara arus semata (di kanal/sungai) atau gelombang semata (di kolam/danau) atau kombinasi keduanya yang terjadi di pesisir pantai. Gelombang bebas bersifat melepas material dari dasar dan mengaduknya hingga tersuspensi, sementara arus lebih bersifat memindahkan material sedimen ke tempat lain. Namun demikian hal ini tidaklah mutlak, masih banyak faktor lain yang mempengaruhi. Gelombang bisa saja memindahkan partikel sedimen ke tempat lain sementara arus sebaliknya arus juga mengangkut dan menyobek sedimentasi dasar.

Sedimentasi itu sendiri adalah suatu proses pengendapan dari material yang terbawa oleh aliran air/gelombang. Sifat sedimen yang sering digunakan menyangkut ukuran (*size*), bentuk (*shape*), rapat massa (*density*), kecepatan jatuh (*fall velocity*) dan porositas. Adanya transportasi sedimen sangatlah dipengaruhi oleh



kondisi-kondisi lingkungan di daerah yang kita tinjau, sedangkan sumber material sedimennya dipengaruhi diantaranya oleh ;

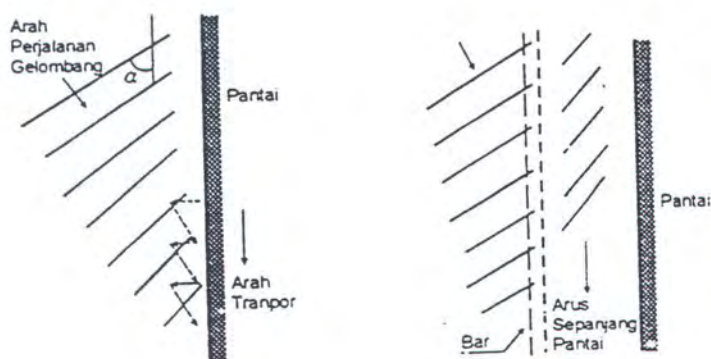
- **Sungai**, aliran sungai yang menuju ke zona control merupakan salah satu sumber dari material sedimen. Tanah longsor dan erosi yang terjadi sejak dari daerah hulu hingga muara sungai merupakan sumber bahan endapan. Bahan rombakan yang terbawa oleh aliran sungai, terbawa sebagian ke laut sebagai muatan dasar (*bed load*) dan muatan yang tersuspensi (*suspended load*). Bahan yang terbawa ke laut tidak semuanya mengalami sedimentasi, karena banyak faktor lingkungan yang mempengaruhi material sedimen setelah di laut. Pada kesetimbangan tertentu dimana kecepatan aliran sungai dengan pengaruh gelombang dan arus laut, maka akan terjadi sedimentasi pada pertemuan air sungai dengan air laut.
- **Angin**, memegang peranan transportasi pasir (sumber sedimen) karena dapat menimbulkan gelombang. Semakin besar kecepatan angin maka gelombang yang ditimbulkan semakin besar. Metode peramalan gelombang yang digunakan adalah SPM (Coastal Engineering Reseach Center, US Army Corp of Engineer, 1984) yang diukur pada ketinggian 10 meter.
- **Arus**, berperan dalam pemindahan material sedimen dari dan ke tempat lain , jika mempunyai kecepatan > 0.15 m/dtk (Dean, 1983). Pada kondisi tertentu arus juga bisa mengakibatkan material di

dasar laut teraduk yang mengakibatkan abrasi dan akresi pada bagian pantai.

- **Pasang surut**, kecepatan arus dari pasang surut sangat penting dalam pengangkutan material sedimen daerah terbatas antara batas air tertinggi dengan batas air terendah (untuk *tidal area*) mempunyai pengaruh paling besar dalam proses transportasi sedimen. Pada daerah pantai yang landai pengaruh pasang surut akan semakin besar, karena bahan *inter tidal* akan semakin luas. Akibat pengaruh pasang surut akan terbentuk tanggul- tanggul pantai dalam bentuk dan ukuran yang berbeda- beda.
- **Dasar laut dan morfologi pantai**, dasar laut yang berbeda akan memberikan respon yang berbeda dalam pengendapan material sedimen yang tersuspensi. Dasar laut yang lebih landai mempunyai potensi yang lebih besar untuk terjadinya sidementasi. Kondisi yang demikian itu selain mempengaruhi sifat gelombang dan arus di pantai tersebut, juga memberi kesempatan pada partikel sediment untuk mengalami pengendapan dalam waktu yang relatif lama. Morfologi pantai juga memberi dampak yang berbeda antara tipe pantai yang satu dengan yang lainnya . Pantai berbatu/karang akan mengalami abrasi dan akresi yang lebih lambat dibandingkan dengan pantai berpasir.
- **Gelombang**, adalah merupakan faktor yang paling penting dalam proses transportasi sedimen di daerah litoral. Pengaruh gelombang terhadap pemindahan material sedimen dapat ditinjau pada

dua zone yaitu: zone gelombang laut dangkal (zone of shoaling wave) dan zone pantai (beach).

Transportasi sedimen sepanjang pantai terdiri dari dua komponen utama, yaitu transpor sedimen dalam bentuk gergaji di garis pantai dan transpor sepanjang pantai di surf zone (Gambar 2.1).

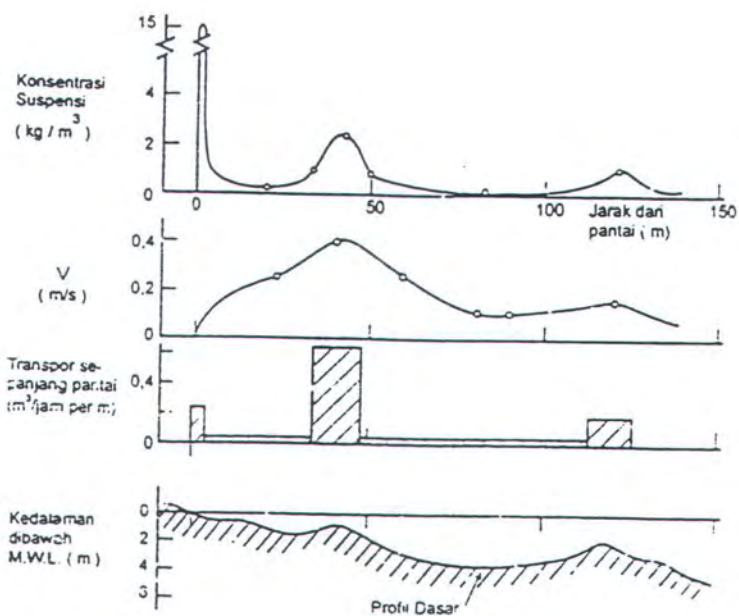


Gambar 2.1 Transportasi sedimen sepanjang pantai (Triatmodjo, 1999)

Pada waktu gelombang menuju pantai dengan membentuk sudut terhadap garis pantai maka gelombang akan naik ke pantai (*up rush*) yang membentuk sudut. Massa air yang naik tersebut akan kembali dengan membentuk sudut tegak lurus dengan garis pantai. Gerakan air tersebut akan menyebabkan terangkutnya dalam arah spanjang pantai. Komponen yang kedua adalah transportasi sedimen yang disebabkan oleh arus sepanjang pantai yang dibangkitkan oleh gelombang pecah.

Zenkovitch (dalam Sleath, 1982) melakukan pengukuran transportasi sedimen sepanjang pantai. Hasil pengukuran diberikan dalam gambar 2.2.

Terdapat dua puncak konsentrasi sedimen suspensi yang ditimbulkan oleh gelombang pecah disekitar lokasi gelombang pecah dan di garis pantai. Konsentrasi tinggi di dekat garis pantai disebabkan oleh gerak air berbentuk gergaji seperti Gambar 2.2 dibawah.



Gambar 2.2 Konsentrasi sedimen, arus dan transpor sedimen (Triatmodjo, 1999)

Transportasi sedimen sepanjang garis pantai banyak menyebabkan permasalahan seperti pendangkalan pada garis pantai atau juga menyebabkan terjadinya erosi. Oleh karena itu prediksi transpor sedimen sepanjang pantai sangat penting. Beberapa cara yang biasanya digunakan untuk memprediksi transportasi sedimen sepanjang pantai adalah sebagai berikut ;

- Cara terbaik untuk memperkirakan transpor sedimen sejajar pantai pada suatu tempat adalah mengukur debit sedimen di lokasi yang dijadikan tempat penelitian.
- Peta dan pengukuran yang menunjukkan perubahan elevasi dasar dalam suatu periode tertentu dapat memberi petunjuk tentang angkutan sedimen. Cara ini terutama baik apabila di daerah yang ditinjau terdapat bangunan yang bisa menangkap transpor sedimen sepanjang pantai, misalnya groins, pemecah gelombang.
- Rumus empiris yang didasarkan pada kondisi gelombang di daerah yang ditinjau

Pada penelitian ini analisa transportasi sedimen dititikberatkan pada transportasi sedimen sejajar garis pantai. Sedangkan transportasi sedimen tegak lurus garis pantai digunakan sebagai pendukung analisa pada transportasi sedimen sejajar garis pantai. Pada perhitungan transportasi sedimen sejajar garis pantai digunakan suatu metode/pendekatan Bijker.

2.2 Mekanisme Erosi Tebing pura

Dalam perencanaan perlindungan dan pengamanan pantai langkah pertama yang harus dilakukan adalah menganalisa sebab-sebab timbulnya permasalahan pantai tersebut.

Masalah kerusakan pantai yang timbul bukan saja yang disebabkan oleh alam tetapi lebih banyak disebabkan oleh aktivitas kegiatan manusia. Pada Pantai Tanah Lot ini permasalahan yang utama adalah terjadinya erosi pada tebing penyangga pura, sehingga luas areal semakin lama akan berkurang.

Erosi pantai dapat terjadi oleh berbagai sebab, secara umum sebab erosi meliputi dua hal, pertama akibat secara alami yang meliputi : naiknya muka air laut; perubahan supply sedimen, gelombang badai, *overwash*, angkutan sedimen sejajar pantai dan angkutan sedimen oleh angin. Kedua akibat aktivitas manusia yang meliputi : penggalian pasir dan mineral di daerah pesisir dan pantai, interupsi *supply* sedimen ke pantai karena pembuatan bangunan sejajar pantai, penurunan tanah akibat pengambilan air tanah yang tak terkendali, pengurangan *suplly* sedimen akibat aktivitas manusia di darat, pemusatan energi gelombang di pantai akibat pembuatan bangunan pantai, perusakan pelindung alam baik berupa tumbuhan bakau maupun cadangan pasir (*dunes*).

Dari hasil penyelidikan (Dinas PU Bali) yang dilakukan bahwa kondisi litologi daerah Tanah Lot dapat diklasifikasikan menjadi lima unit, diantaranya : pasir, vulkanik breksi, tufakus breksi, tufa berpasir (*sandy tuff*) dan *lapilly tuff*. Dari garis *core drilling* batuan vulkanik terdiri dari tufakus breksi dan tufa berpasir dapat dilihat sampai kedalaman 15 meter. Menurut aspek rekayasa pondasi dimana struktur akan dibangun di atasnya dapat dikatakan tidak ada bahaya geologi. Tapi dari sisi lain bahaya ancaman erosi yang terjadi pada sisi sebelah Selatan sangat kritis akibat hempanan gelombang yang terjadi secara terus menerus

mengikis tebing bebatuan pura. Akibatnya batu tebing jatuh ke atas hamparan batu yang ada di bawahnya

Proses erosi pada batuan pura yang terjadi oleh adanya kandungan air dan garam pada permukaan batuan. Bagian batu yang lebih kasar akan mengalami erosi lebih cepat dibandingkan dengan batuan yang permukaannya lebih kasar. Bentuk profil dari tebing bebatuan pura menunjukkan bahwa pada dasar tebing tererosi dan terpotong. Dampak itu karena adanya aksi kerikil dari batuan *cobble* (batu bulat dan licin karena air) yang terbawa oleh gelombang.

Dibagian atas dasar ini terdapat *splash zone*. *Splash Zone* ini merupakan daerah di atas permukaan air yang masih terkena percikan air gelombang datang. Di *splash zone* ini abrasi tetap terjadi tetapi dalam tingkat yang lebih kecil. Di atasnya lagi terjadi sub-areal erosi dimana mineral-mineral pada bagian batuan yang lebih halus terlepas keluar lebih cepat daripada di bagian lapisan yang keras. Dibagian ini profil batuan adalah lebih besar.

Proses erosi terjadi juga pada daerah *splash zone*, sehingga membentuk celah-celah pada batuan tebing pura. Celah-celah ini membuat batuan menjadi lemah terhadap tegangan, celah ini juga menyebabkan struktur batuan tebing terbagi menjadi semacam gumpalan-gumpalan batu yang besar. Akibatnya, jika suatu saat gelombang datang yang memotong dari bawah dapat mencapai masuk jauh ke dalam celah tersebut, maka gumpalan-gumpalan batu yang besar akan jatuh dari muka tebing ke hamparan batu di bawahnya. Lebih lanjut proses erosi tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut :

- Gelombang datang menghantam tebing bebatuan pura di bagian selatan pura. Energi gelombang

mengikis tebing dari dasar tebing tanpa ada yang menghalangi. Kejadian ini berlangsung secara terus menerus sehingga menimbulkan cekungan pada dasar tebing.

- Sebagian air laut yang mengalir ke arah pantai melalui kiri-kanan tebing bersama-sama gelombang datang telah membentuk celah atau lubang pada dasar tebing. Kondisi ini akan mengganggu stabilitas tebing bagian atasnya. Jika ini berlangsung terus, akan menyebabkan kemunduran dan yang lebih fatal adalah runtuhnya tebing bebatuan pura

Melihat keberadaan kondisi Pantai Tanah Lot, pada beberapa pola pengamanan pantai yang bisa kita gunakan untuk mengatasi permasalahan ini, diantaranya :

1. Mengubah laju angkutan sedimen sejajar pantai.
2. Pengurangan energi gelombang yang mengenai pantai. Salah satu cara pemasangan pemecah gelombang pada saat gelombang belum pecah (*breaking wave*).
3. Memperkuat tebing bebatuan pura, yaitu dengan menambah lapisan beton pada dinding tebing batuan pura.

Pola perlindungan dan pengamanan pantai tersebut diatas masih perlu kajian yang lebih mendalam. Pola perlindungan tersebut haruslah memenuhi ketiga aspek tersebut diatas disamping itu pula terutama dengan kondisi lingkungan sekitar pura.



2.3 Macam-Macam Transportasi Sedimen

Berdasarkan jenis dan ukuran material sedimen (Pratikto, dkk 1996) yang dipindahkan, maka sediment transport dapat dibedakan dua jenis, yaitu

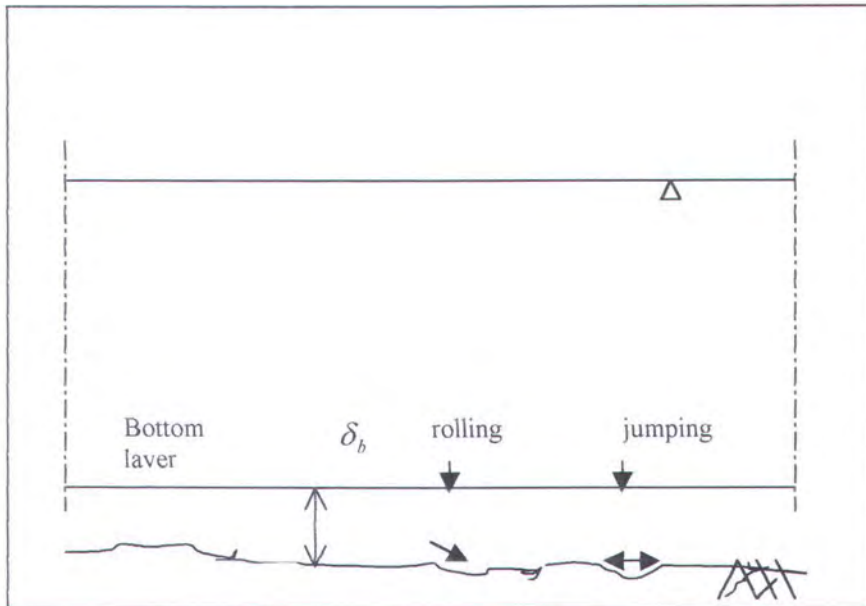
- ***Bed Load Transport/Litoral transport (Sb)***

Adalah apabila material sediment terdiri atas material non kohesif. Ukuran butir partikel sediment (θ) relatif kasar dengan *specific gravity* (ρ) relatif lebih besar. Biasanya partikel sediment berupa pasir, kerikil, pecahan karang dan lain-lain. Transportasi sediment hanya terjadi di dekat bottom (lapisan tipis di atas bottom). Perpindahan material sediment bisa berupa *rolling* maupun *jumping*. Selama perpindahannya, material sediment hampir selalu kontak dengan dasar laut (lihat Gambar 2.3)

- ***Suspended load Transport/Mud Transport (Ss)***

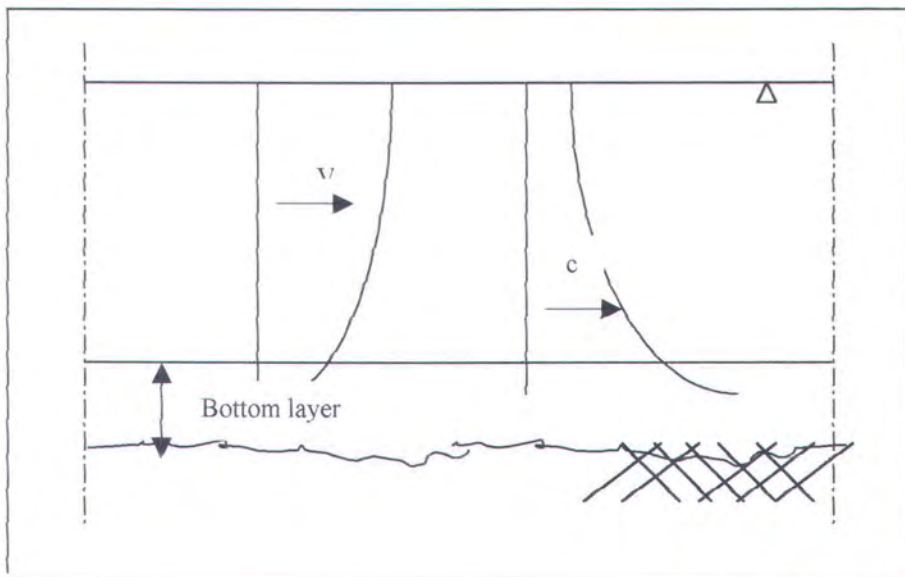
Partikel sedimen yang dipindahkan berupa material kohesif. Ukuran butir partikel sedimen (θ) relatif halus dengan *specific gravity* (ρ) relatif lembut, sehingga sifat partikel sedimennya melayang-layang di dalam air. Biasanya berupa lempung halus, lumpur dan lain-lain.

Suspended Load hanya dipengaruhi oleh pergeseran butiran material sedimen itu sendiri dalam air. Transportasi sedimen terjadi diatas lapisan tipis *bed load*. Kecepatan perpindahan (*transport rate*) diperoleh melalui integrasi kecepatan partikel (V) dan konsentrasinya (C) dengan batas integrasi permukaan air sampai bottom layer.

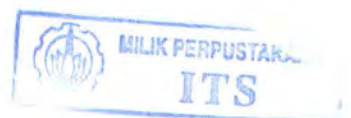


Gambar 2.3 Bed Load Transport

Untuk menghitung *suspended transport* distribusi kearah vertikal kecepatan partikel dan konsentrasi sediment, $V(z)$ dan $C(z)$, penting untuk diketahui.



Gambar 2.4 Suspended Load Tranaport



$$S_s = \delta b \int^h \overline{C(z)} \cdot V(z) dz \quad \dots\dots\dots (2.1)$$

dimana; δb = tebal bottom layer

kondisi batas antara kedua jenis sediment transport tersebut sulit ditentukan. Perbedaan antara kedua jenis transportasi sediment ini juga sulit untuk didefinisikan. Namun demikian didalam praktek, antara *bed load transport* (S_b) dan *suspended load transport* (S_s) tetap dibedakan dan keduanya dibicarakan secara terpisah (Van der Velden, 1989). Kedua jenis transportasi sedimen ini sangat dipengaruhi oleh intensitas dari pergerakan air. Jika kecepatan air lebih kecil dari kecepatan kritis (V_c), maka perpindahan sediment tidak terjadi. Begitu $V > V_c$ maka saat itulah mulainya perpindahan sedimen.

Menurut arah perpindahan angkutan sedimen terhadap garis pantainya, perpindahan sedimen dibedakan menjadi dua macam yakni (Yowono, 1986);

• **Onshore- Off shore Transport**

Adalah angkutan sedimen yang terjadi pada arah tegak/melintang terhadap garis pantai, baik itu angkutan sedimen dari pantai ke laut ataupun sebaliknya dari laut ke pantai. Hal ini disebabkan karena arah gelombang sebagai pembawa utama material sedimen tegak terhadap garis pantai. Angkutan sedimen seperti ini merupakan peristiwa *transport sediment* terpenting di zone pantai (*off shore zone*)

- **Long shore Transport**

Angkutan sedimen yang terjadi pada arah sejajar/memanjang terhadap garis pantai. Angkutan sedimen semacam ini terutama terjadi pada *surf zone* walaupun tidak menutup kemungkinan pada daerah inipun bisa terjadi angkutan sedimen jenis sebelumnya (*on shore - off shore transport*). Arah dari gelombang datang terhadap garis pantai menentukan arah dominan pemindahan material sediment (*littoral driff*)

Kedua cara angkutan sedimen diatas mempunyai pengaruh yang berbeda terhadap perubahan garis pantai, baik pada pantai yang masih alami maupun pantai yang telah diberi bangunan pengaman pantai.

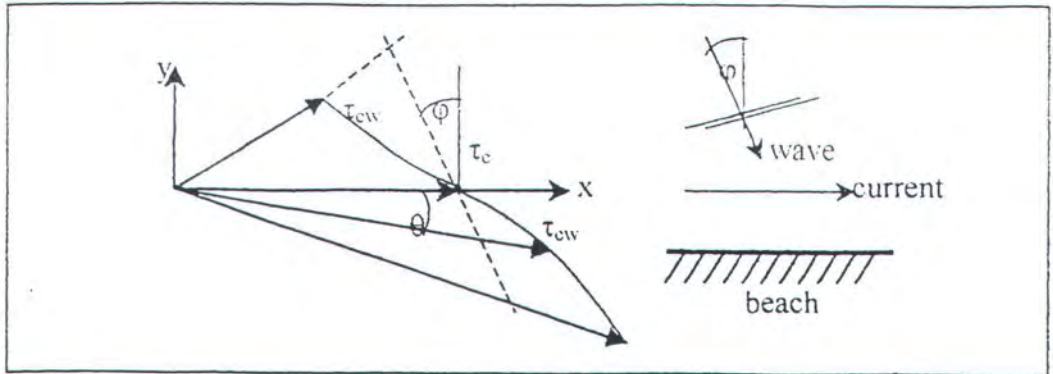
2.4 Bijker Transport Formula

Bijker (1976) mengembangkan rumus untuk menghitung *sediment transport* sebagai fungsi yang diberikan oleh sumber gelombang dan arus longshore secara detail terlepas dari asal-usulnya (gelombang karena arus atau arus pasang surut). Rumus Bijker terdiri dari dua komponen utama :

- *Bed load transport component*, dan
- *Suspended load transport component*

Bed load transport formula yang dikembangkan dari rumus Kalinske-Frijlink (1974) untuk *bed load* pada kondisi sungai. Bijker membedakan rumus Kalinske-Frijlink dalam parameter pengadukan dan parameter transport. Dia memperkenalkan pengaruh gelombang melalui modifikasi dari tegangan geser dasar perairan (*bottom*), τ_c , bijker

menambahkan kecepatan dari gelombang dan arus dihitung sebagai vektor.



Gambar 2.5 Komponen Tegangan Geser Pada Elevasi Z di atas Dasar

Selanjutnya terpisah tegangan geser τ_c dan τ_{cw} dinyatakan sebagai berikut :

$$\tau_c = \rho \cdot k^2 \cdot V_t^2 \dots\dots\dots (1.1a)$$

$$\tau_{cw} = \rho \cdot k^2 \cdot (p \cdot u_o)^2 \dots\dots\dots (1.1b)$$

dimana;

τ_c = tegangan geser akibat arus

τ_{cw} = tegangan geser akibat gelombang

ρ = masa jenis air laut

$$k = \text{angka gelombang} = \frac{2\pi}{L}$$

V_t = kecepatan arus rata-rata

U_o = kecepatan maksimal pada lapisan batas

Adapun tegangan geser dasar rata-rata menurut Bijker :

$$\tau_{cw} = \rho \cdot k^2 \cdot (V_t^2 + 0.5 \cdot (p \cdot u_o)^2) = \tau_c + \frac{1}{2} \tau_{cw} \dots\dots\dots (1.1c)$$

Selanjutnya menurut Bijker, *bed load/ bottom transport* formula dapat dituliskan sebagai berikut :

$$S_b = \frac{5 \cdot D_{50} \cdot v \cdot \sqrt{g}}{c} \cdot \exp \left[\frac{-0,27 \cdot \Delta \cdot D_{50} \cdot \rho \cdot g}{\mu \cdot \tau_{cw}} \right] \dots \dots \dots (2.2)$$

Dimana:

S_b = bed load transport

D_{50} = diameter rata-rata partikel

V = kecepatan rata-rata arus

C = koefisien chezy

G = percepatan gravitasi

μ = ripple factor

Δ = rata-rata berat jenis relatif dari material dasar, dan

τ_{cw} = tegangan geser dasar karena gelombang dan arus

Selanjutnya diketahui bahwa harga-harga berikut adalah untuk melengkapi formula Bijker di atas :

$$C = 18 \cdot \log \left(\frac{12 \cdot h}{r} \right) \dots \dots \dots (2.3)$$

$$C_{90} = 18 \cdot \log \left(\frac{12 \cdot h}{D_{90}} \right) \dots \dots \dots (2.4)$$

$$\Delta = \left(\frac{-(\rho_s - \rho)}{\rho} \right) \dots \dots \dots (2.5)$$

$$\mu = \left[\left(\frac{C}{C_{90}} \right)^{1,5} \right] \dots \dots \dots (2.6)$$



$$\overline{\tau_{cw}} = \frac{\rho \cdot g \cdot v^2}{c^2} \left[1 + 0.5 \left[\gamma \cdot \frac{u_o}{v} \right] \right] \dots\dots\dots (2.7)$$

$$\xi = c \cdot \sqrt{\frac{f_w}{2 \cdot g}} \dots\dots\dots (2.8)$$

dimana :

- r = kekasaran dasar laut/ bottom roughness
- C_{90} = koeisien chezy berbasai pada D_{90}
- ρ = berat jenis air
- ρ_s = berat jenis material dasar
- h = kedalaman setempat perairan
- ξ = Bijker parameter
- f_w = Johsson's friction factor.

Bijker mengasumsikan bahwa *bottom transport* terjadi pada lapisan-lapisan yang mempunyai ketebalan sama dengan kekasaran *bottom*, r. Konsentrasi material dasar pada lapisan ini, Ca (diasumsikan konstan diatas ketebalannya), adalah:

$$Ca = \frac{Sb}{6,34 \cdot r \cdot v_s} \dots\dots\dots (2.9)$$

Konsentrasi ini diasumsikan selalu konstan diatas setiap ketebalan, r, dari lapisan-lapisan *bed transport*. Pada titik terluar, konsentrasi ini digambarkan dalam unit volume deposit sedimen per unit volume air (termasuk rongga dalam deposit sedimen).

Bila keduanya, *bed load* dan *suspended load*, diketahui maka besar total transport, S, pada daerah yang ditinjau tersebut adalah dengan menjumlahkan antara

keduanya. Dikarenakan *suspended load transport* mempunyai arah relatif terhadap *bed load transport*, maka persamaan total transport dapat disederhanakan sebagai :

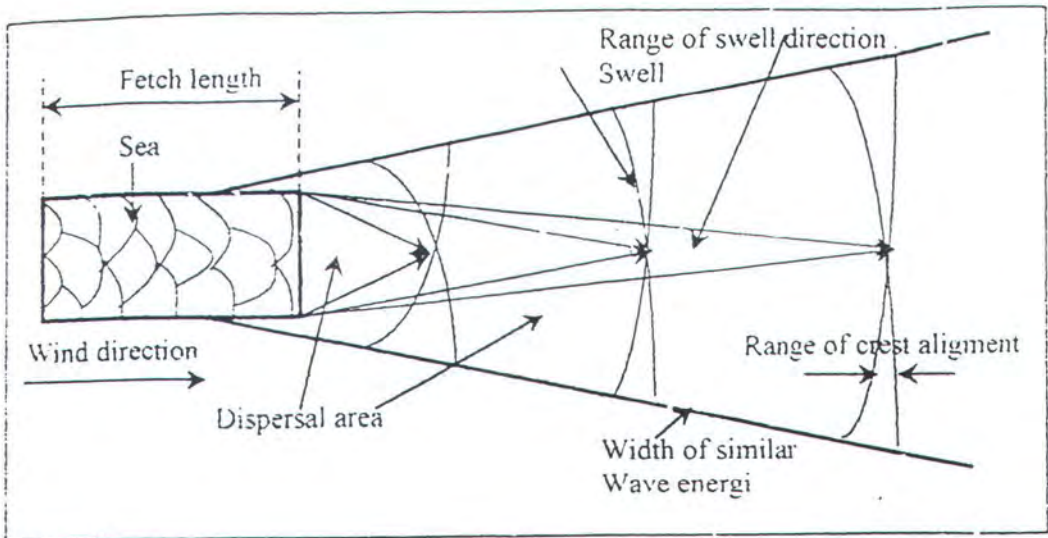
$$S_x = S_b + S_s \dots\dots\dots (2.10)$$

Distribusi dari transportasi pasir melintang terhadap *breaker zone* adalah didasarkan dengan penghitungan transport untuk variasi kedalaman, h , jarak terbesar dari kedalaman adalah tepi terluar dari *breaker zone*, h_b .

2.5 Gelombang.

Gelombang yang paling sering terjadi di laut adalah gelombang yang disebabkan oleh angin. Angin yang berhembus diatas permukaan laut yang tenang akan memindahkan sebagian energinya ke air sehingga akan menimbulkan riak gelombang yang kecil. Bila kecepatan angin bertambah terus maka riak gelombang akan bertambah besar. Jika hal ini terjadi terus menerus maka akan terjadilah gelombang.

Daerah tempat terbentuknya gelombang disebut dengan daerah pembentukan gelombang (*wave generation area*). Gelombang di daerah pembentukan terjadi bersamaan dengan hembusan angin Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Pembentukan Gelombang Angin di Daerah Pembentukan (Silvester 1974).

- ☐ **Fetch** : jarak tak terhalang di atas permukaan air, merupakan daerah pembangkit gelombang yang ditimbulkan oleh angin dengan arah dan kecepatan yang hampir konstan.
- ☐ **Sea** : gelombang yang terjadi pada fetch, yang juga diperkuat oleh angin dan bentuk gelombang seperti gunung, puncak tajam dan panjangnya kira-kira 10 sampai 20 kali tinggi gelombang.
- ☐ **Swell** : merupakan gelombang yang terjadi di luar fetch, merupakan gelombang bebas dan bentuknya lebih beraturan dengan panjang kira-kira 30 - 500 kali tinggi gelombang.

Gelombang yang bergerak di laut dalam dipengaruhi oleh angin yang berhembus di daerah tersebut. Panjang fetch membatasi waktu yang diperlukan gelombang untuk berada di bawah pengaruh angin. Tinggi dan periode gelombang dipengaruhi oleh kecepatan angin dan panjang fetch. Jika fetch pendek maka energi yang ditansper ke air

belum cukup mempengaruhi tinggi gelombang. Dalam peramalan gelombang angin bentuk daerah pembangkitan gelombang perlu dipertimbangkan. Jika daerah pembangkitan gelombang tidak teratur maka perlu ditentukan besarnya fetch efektif (Nur Yuwono, 1986).

$$F_{eff} = \frac{\sum X_i \cdot \cos \alpha_i}{\sum \cos \alpha_i} \dots\dots\dots (2.11)$$

dimana ;

F_{eff} = fetch efektif

X_i = panjang garis fetch

α_i = sudut antara jalur fetch yang ditinjau dengan arah angin utama.

Dalam peramalan gelombang digunakan metode yang disampaikan dalam "Shore Protection Manual" (CERC, US Army Corp. of Engineer, 1984). Peramalan gelombang biasanya menggunakan kecepatan angin pada ketinggian 10 metr dari permukaan. Bial angin tidak diukur pada ketinggian tersebut maka kecepatan angin dikoreksi dengan fomulasi, yaitu ;

$$U_{10} = U_z \left[\frac{10}{z} \right]^{1/7} \text{ untuk } z < 20 \text{ m} \dots\dots\dots (2.12)$$

dimana ;

U_{10} = kecepatan angin pada ketinggian 10 meter.

U_z = kecepatan angin pada ketinggian z meter

Z = ketinggian pengukuran

Disamping itu juga, perlu dilakukan stability correction pada pengukuran pengamatan angin yang tidak sesuai pada ketinggian 10 meter. Koreksi stabilitas berkaitan dengan perbedaan temperatur udara dan air di daerah pengamatan.

$$U = R_T \cdot R_L \cdot (U_{10})_L \dots\dots\dots (2.13)$$

dimana ;

U = kecepatan angin

R_T = koreksi akibat adanya temperatur udara dan air
(Gambar 2.6)

R_L = koreksi terhadap angin yang dilakukan di darat
(Gambar 2.7)

$(U_{10})_L$ = kecepatan angin pada ketinggian 10 diatas tanah

Dari rumus dan grafik tersebut, kecepatan angin dapat diubah dalam bentuk *wind stress factor* (U_A). Untuk harga U_A dapat dihitung dengan persamaan

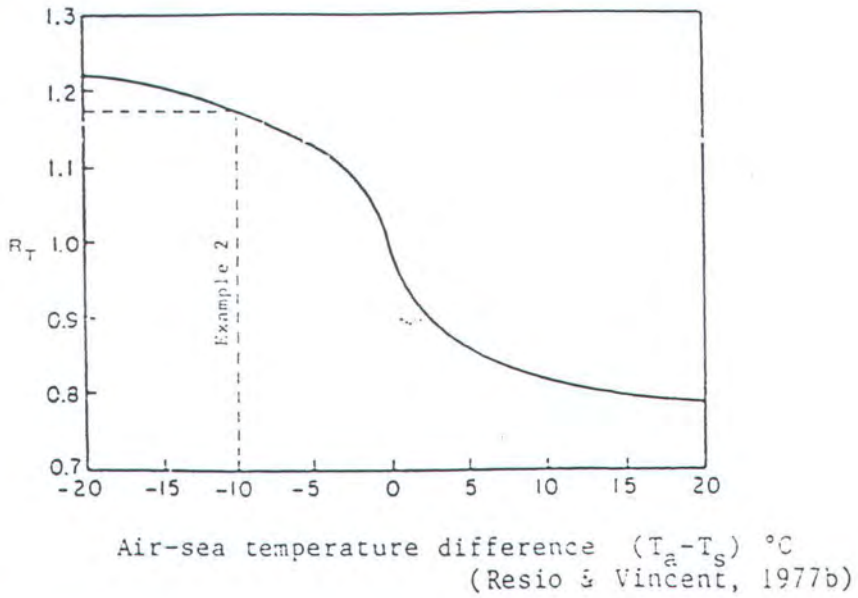
$$U_A = 0.71 \cdot U^{1.23} \quad (\text{m/dtk}) \dots\dots\dots (2.14)$$

Untuk tinggi gelombang signifikan H_S , periode gelombang signifikan T_S , serta lama angin berhembus t , dapat diperoleh dengan persamaan forecasting gelombang laut. Persamaan ini merupakan pendekatan dari grafik SPM, sebagai berikut ;

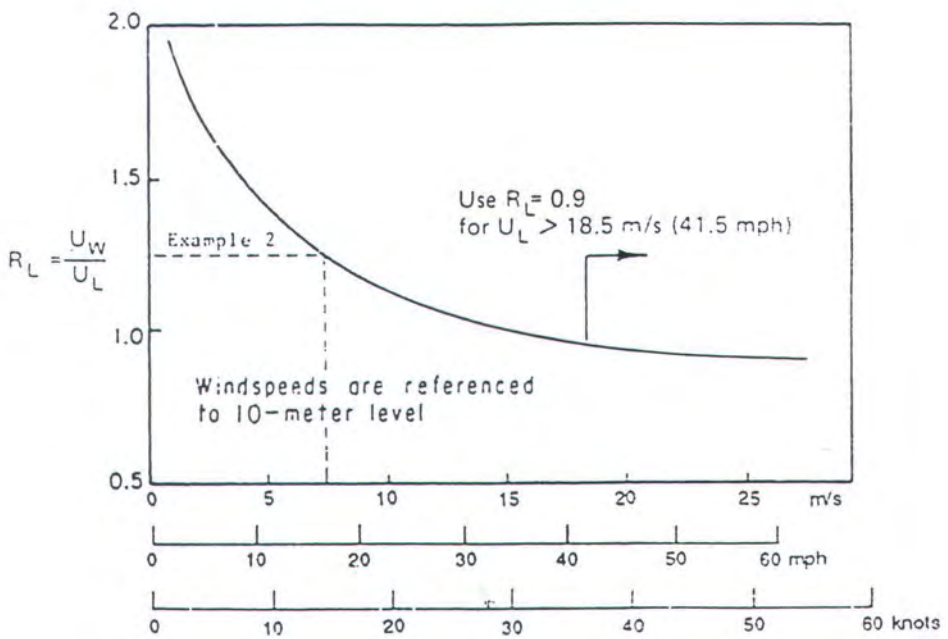
$$H_S = 5.112 \times 10^{-4} \cdot U_A \cdot F^{1/2} \dots\dots\dots (2.15)$$

$$T_S = 6.23 \times 10^{-2} \cdot (U_A \cdot F)^{1/3} \dots\dots\dots (2.16)$$

$$T = 3,125 \times 10 \cdot \left[\frac{F^2}{U_A} \right]^{1/3} \dots\dots\dots (2.18)$$



Gambar 2.6 Koefisien Koreksi terhadap perbedaan temperatur udara dan air (SPM, Vol. I, hal. 3 - 31)



(after Resio & Vincent, 1977b)

Gambar 2.7 Koefisien koreksi terhadap pengaruh pencatatan kecepatan angin di darat. (SPM, Vol. I, hal. 3 - 31)

2.6 Refraksidan Defraksi Gelombang

Gelombang akan mengalami perubahan ketika merambat dari perairan dalam ke perairan dangkal (CERC, SPM, 1984). Suatu hal yang jelas dapat diamati di tepi pantai adalah perubahan tinggi gelombang (*shoals*). Selain itu pula gelombang juga akan mengalami perubahan akibat variasi kedalaman dasar laut karena kecepatan rambat gelombang tergantung kepada kedalaman dasar laut. Peristiwa berubahnya arah perambatan dan tinggi gelombang ini disebut juga *refraksi*.

Sedangkan jika gelombang yang merambat tersebut terhalang oleh suatu bangunan laut (misal ; *breakwater*), maka akan terjadi penyebaran energi gelombang ke arah samping (*lateral*) dari arah perambatan gelombang, dan peristiwa semacam ini yang disebut *defraksi*. Untuk lebih jelasnya dibahas pada sub-bab berikut ini.

2.6.1 Efek Pendangkalan gelombang (*Shoaling effect*)

Apabila gelombang bergerak dari laut dalam (*deep water*) menuju laut dangkal (*shallow water*), gelombang akan mengalami gesekan dari permukaan dasar laut (Triatmodjo, (1996), Cerc. SPM, (1984)). Dengan demikian gelombang mengalami perubahan tinggi dan panjang gelombangnya. Perubahan tersebut dapat dianalisa dengan menganggap energi konstan, kehilangan energi dapat diabaikan. Pada laut dalam energi fluk perunit lebar crest dinyatakan dengan persamaan:

$$P_o = \frac{1}{2} E_o C_o \dots\dots\dots (2.19)$$

untuk perairan dangkal energi fluknya adalah:

$$P = EC_g = nEC \dots\dots\dots (2.20)$$

Dengan mengasumsikan bahwa energi konstan, maka $P_o = P$, sehingga

$$\frac{1}{2} E_o C_o = nEC \dots\dots\dots (2.21)$$

dimana;

$$E_o = g \frac{H_o^2}{\theta} \dots\dots\dots (2.22)$$

$$E = g \frac{H^2}{\theta} \dots\dots\dots (2.23)$$

maka,

$$\frac{1}{2} \left(C_o g \frac{H_o^2}{\theta} \right) = nCg \frac{H^2}{\theta} \dots\dots\dots (2.24)$$

$$\left(\frac{H}{H_o} \right)^2 = \frac{C_o}{2nC} \dots\dots\dots (2.25)$$

sehingga,

$$\frac{H}{H_o} = \sqrt{\frac{C_o}{2nC}} \dots\dots\dots (2.26)$$

untuk,

$$n = \frac{1}{2} \left[1 + \frac{\left(\frac{4\pi d}{L} \right)}{\sinh\left(\frac{4\pi d}{L} \right)} \right] \dots\dots\dots (2.27)$$

$$\frac{C}{C_o} = \text{Tanh}\left(\frac{2\pi d}{L} \right) \dots\dots\dots (2.28)$$

Maka besarnya koefisien shoaling dapat kita dapatkan dengan persamaan,

$$Ks = \sqrt{\frac{1}{\tanh\left(\frac{2\pi d}{L} \right) \left(1 + \frac{\left(\frac{4\pi d}{L} \right)}{\sinh\left(\frac{4\pi d}{L} \right)} \right)}} \dots\dots\dots (2.29)$$

dimana;

H/Ho = koefisien shoaling

- = kedalaman air
 L = panjang gelombang
 H = tinggi gelombang pada titik yang ditinjau
 Ho = tinggi gelombang di laut dalam
 Ks = koefisien shoaling
 C = celerity gelombang

2.6.2 Refraksi Gelombang

Menurut Triatmodjo (1996) refraksi terjadi karena adanya pengaruh perubahan kedalaman laut. Pada daerah dimana kedalaman air lebih besar dari setengah panjang gelombang, maka gelombang menjalar tanpa dipengaruhi dasar laut. Tetapi pada laut transisi dan dangkal, dasar laut mempengaruhi gelombang. Studi refraksi memakai persamaan hukum Snell :

$$\sin \alpha_2 = \left(\frac{C_2}{C_1} \right) \sin \alpha_1 \quad \dots\dots\dots (2.30)$$

dimana ,

α_1 = sudut datang gelombang di laut dalam

α_2 = sudut datang gelombang di perairan pantai

C_1 = kecepatan rambat gelombang di laut dalam

C_2 = kecepatan rambat gelombang di daerah pantai

Dari perumusan di atas maka kita mendapatkan koefisien refraksi (Kr) sebagai berikut :

$$Kr = \sqrt{\frac{\cos \alpha_1}{\cos \alpha_2}} \quad \dots\dots\dots (2.31)$$

Selanjutnya tinggi gelombang pada kedalaman tertentu dapat kita ketahui dengan persamaan

$$H = K_s \cdot K_r \cdot H_o \quad \dots\dots\dots (2.32)$$

Dimana ;

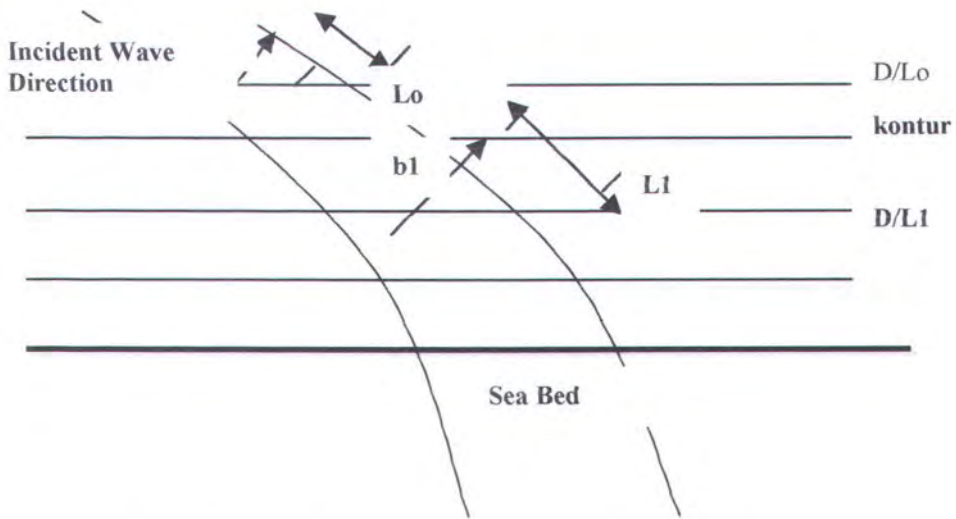
H = tinggi gelombang di titik yang ditinjau

H_o = tinggi gelombang di laut dalam

K_s = koefisien shoaling

K_r = koefisien refraksi

Untuk lebih jelasnya proses refraksi dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 2.8 Proses Refraksi Gelombang (Sorensen, 1974)

2.6.3 Defraksi Gelombang

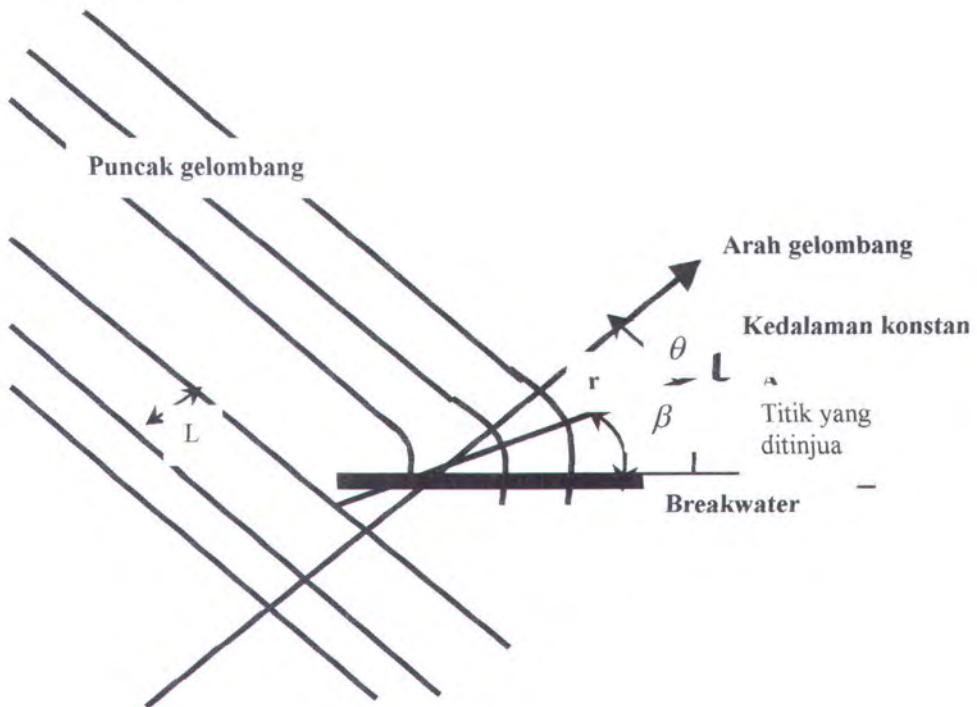
Dalam difraksi gelombang terjadi transfer energi gelombang sepanjang garis puncak gelombang ke dalam daerah di balik bangunan pelindung. Perbandingan antara tinggi gelombang di suatu

daerah tersebut dan tinggi gelombang datang disebut dengan koefisien difraksi (K_d).

Dengan $K_d = f(\theta, \beta, r/L)$ dimana seperti yang tunjukan pada Gambar 2.9 dibawah ini

Koefisien difraksi (K_d) dapat dengan dirumus yang diberikan oleh Wiegel (Sorensen, 1978) sebagai berikut :

$$\frac{H_A}{H_I} = K_d \dots\dots\dots (2.33)$$



Gambar 2.9 Difraksi Gelombang (Sorensen, 1974)

2.6.4 Gelombang Pecah

Kondisi gelombang pecah tergantung pada kemiringan dasar pantai dan kecuraman gelombang (Triatmodjo, 1996). Tinggi gelombang pecah dapat dihitung dengan rumus

$$\frac{H_b}{H'_o} = \frac{1}{3,3 \left(\frac{H'_o}{L_o} \right)^{1/3}} \dots\dots\dots (2.34)$$

Kedalaman air dimana gelombang pecah, diberikan oleh rumus

$$\frac{d_b}{H_b} = \frac{1}{b - \left(\frac{aH_b}{gT^2} \right)} \dots\dots\dots (2.35)$$

a dan b merupakan fungsi kemiringan pantai m, dimana

$$a = 43,75(1 - e^{19m}) \dots\dots\dots (2.36)$$

$$b = \frac{1,56}{(1 + e^{-19,5m})} \dots\dots\dots (2.37)$$

dengan;

- H_b = tinggi gelombang pecah
- H'_o = tinggi gelombang laut dalam ekuivalen
- L_o = panjang gelombang di laut dalam
- d_b = kedalaman air pada saat gelombang pecah
- m = kemiringan dasar laut
- g = percepatan gravitasi
- T = periode gelombang

2.7 Lay Out Breakwater.

Breakwater yang akan dibangun di Pantai Tanah Lot dapat merubah pantai dalam beberapa hal. Breakwater yang dibangun, Pembnagunannya diparalelkan dengan garis



pantai atau daerah yang kan dilindungi, dan penempatannya berkisar pada kedalaman air antara 1,5 - 8 m. Gelombang yang datang akan dipecahkan, dibelokkan, dipantulkan atau dilewatkan oleh struktur tersebut.

Ada beberapa hal yang perlu mendapat perhatian dalam perencanaan breakwater ini adalah :

- Tujuan dari perencanaan breakwater.

Breakwater yang dipasang di Tanah Lot bertujuan untuk mengurangi tinggi gelombang yang menghantam tebing bebatuan pura yang menghadap ke laut bebas. Dengan berkurangnya tinggi gelombang datang tersebut, diharapkan energi gelombang yang menghantam tebing bebatuan pura menjadi lebih kecil, dan proses erosi tidak terjadi lagi.

- Kondisi fisik lingkungan di sekitar *breakwater*
Karakteristik fisik dari lingkungan yang dimaksud adalah gelombang, kedalaman, kelandaian perairan, dan daya dukung permukaan dasar laut disekitar breakwater yang direncanakan. Karakter fisik disekitar breakwater tersebut adalah sangat penting, karena semuanya akan berpengaruh terhadap gaya-gaya hidrostatis dan hidrodinamik yang terjadi.

Beban-beban design yang terjadi terhadap struktur *breakwater* terutama adalah ditentukan oleh gaya-gaya hidrodinamik, yang mempengaruhi perubahan morfologi di tempat breakwater yang di bangun. Hal ini berarti akan sangat mempengaruhi performance dan stabilitas keseluruhan dari breakwater yang direncanakan.

Dari data-data lapangan yang ada, dapat dilihat Pantai Tanah Lot mempunyai lingkungan perairan yang agresif.

Hal ini disebabkan Pantai Tanah Lot langsung berhadapan dengan Samudera Indonesia.

Gelombang datang mempunyai tinggi gelombang yang cukup besar, yaitu antara 3 ~ 4 meter. Di samping itu, peta bathymetri dapat dilihat pada lampiran menunjukkan bahwa perairan disekitar Pantai Tanah Lot dangkal dan landai. Kemiringan dasar laut di Pantai Tanah Lot adalah sekitar 1 : 35 sampai 1 : 50. Sedangkan kedalaman perairan sampai 100 meter jauhnya dari garis pantai adalah masih 9 meter. Berarti masih dapat disebut dangkal.

Permukaan dasar laut di sekitar pantai Tanah Lot adalah terdiri dari lapisan-lapisan batuan beku sampai sekitar 40 meter jauhnya dari bebatuan pura ke arah laut. Ini berarti permukaan dasar laut disekitar Pantai Tanah Lot mempunyai daya dukung yang sangat baik.

2.7.1 Klasifikasi Breakwater

Jenis-jenis bangunan pengaman dan perlindungan pantai disesuaikan dengan kondisi alam dimana bangunan tersebut akan dibangun. Menurut letaknya terhadap garis pantai breakwater dibedakan menjadi :

1. Offshore breakwater (*detached breakwater*)
Adalah breakwater yang terletak terpisah dari garis pantai. Antara breakwater dan pantai terdapat daerah perairan yang memberi jarak antara breakwater dengan garis pantai.

Breakwater jenis ini cocok untuk daerah perairan pantai yang dangkal dan landai. Untuk daerah Pantai Tanah Lot breakwater jenis ini cocok, karena

Pantai Tanah Lot perairannya cukup landai dan dangkal.

2. Groyne

Struktur ini berhubungan menerus dengan garis pantai. Dengan kata lain, breakwater ini menempel di daratan. Groyne dipilih bila perairan di muka pantai termasuk dalam dengan dasar laut yang curam. Hal ini dimaksud untuk penghematan dari segi biaya baik material maupun teknis pelaksanaannya.

Ditinjau dari penempatannya *breakwater* dapat dibedakan menjadi ;

- *Fixed breakwater* (terpancang)
- *Floating breakwater* (terpancang)

Ketinggian dan porositas dari *breakwater* menentukan material hanyut yang akan diendapkan di belakang struktur. Untuk itu masih diperbolehkan adanya gelombang yang melewati *breakwater*, karena orang beranggapan bahwa gelombang adalah merupakan daya tarik dari pantai. Energi gelombang juga membantu menjaga daerah antara *breakwater* dengan pantai yang berisi timbunan material littoral.

Seperti struktur vertikal penahan erosi lainnya, *fixed breakwater* juga harus dipertimbangkan akan terjadinya *scouring* pada dasar struktur. Dasar yang cukup lebar dapat mencegah terjadinya *scouring*, agar terjaga dari *tiping*.

Struktur fixed breakwater dapat berupa ;

1. *Vertical concrete wall breakwater*
2. *Corrugated steel pipe breakwater*
3. *Vertical sheet pile cell*
4. *Pipe pile breakwater*
5. *Rubble mound breakwater*

□ *Vertical concrete wall breakwater*

Konstruksi yang merupakan konstruksi dinding vertikal yang terbuat dari beton (caisson). Kontruksi caisson dibuat persegment di darat, kemudian segment-segment tersebut diangkut ke laut untuk ditempatkan pada posisi yang dikehendaki dengan menggunakan peralatan khusus. Caisson yang kosong tadi setelah tepat berada pada posisinya, diisi dan ditutup dengan cap beton.

□ *Corrugated steel pipe breakwater*

Konstruksi ini terdiri dari steel pipe (pipa baja) yang berdiameter cukup besar dan diletakkan di atas lapisan batu. Lapisan batu yang dipakai adalah sebagai lapisan pendukung konstruksi.

□ *Vertical sheet pile cell*

Breakwater permanen ini terdiri dari sheet pile cell yang terpancang (ada ruang) yang didalamnya berisi pasir, dan biasanya ditutup dengan cap pavement (dari aspal).

□ *Pipe pile breakwater*

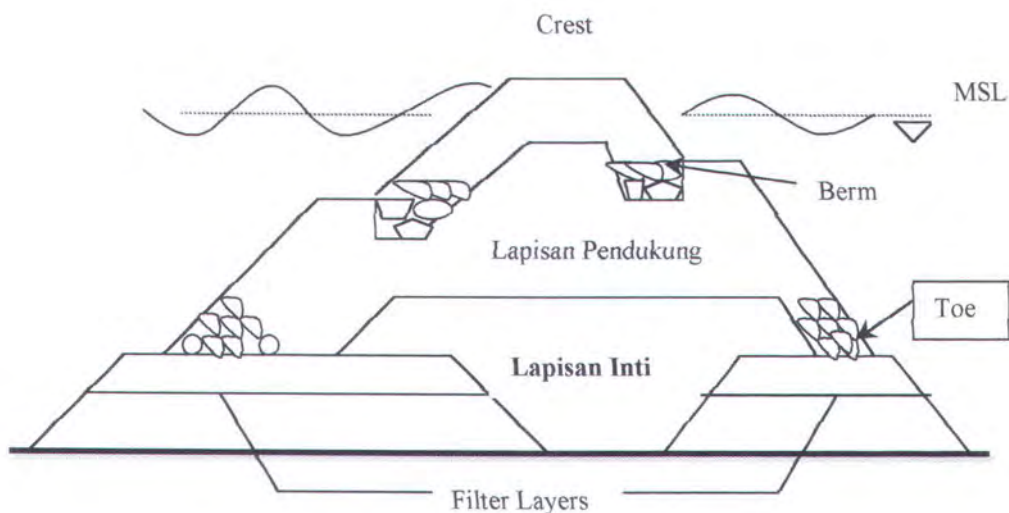
Konstruksi terdiri dari *pipe pile* yang dipancang dengan kedalaman tertentu dan

didalamnya diisi pasir, dan pada bagian atasnya ditutup dengan cap beton.

□ Raubble mound breakwater

Konstruksi ini pada prinsipnya adalah merupakan timbunan dari batu alam ataupun material buatan, dan dapat dibangun untuk kondisi *over-topping* (air masih bisa melewati breakwater) dan juga bisa untuk kondisi *non-overtopping*. Material buatan yang terbuat dari beton yang biasanya digunakan dalam menyusun breakwater jenis ini adalah tetrapod, tribar, quatripod, kubus, dan lain-lain.

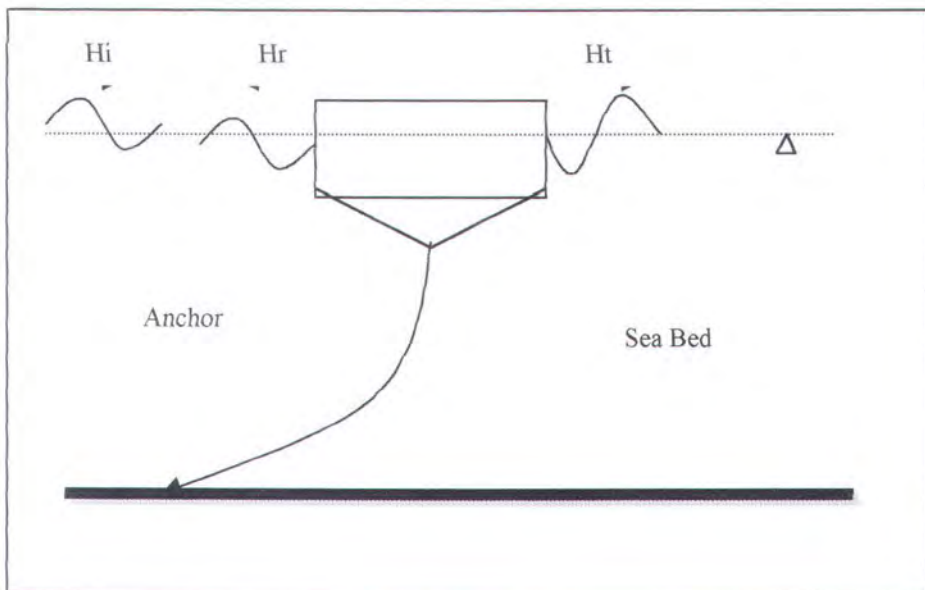
Susunan material yang digunakan terdiri dari beberapa lapisan, dimana setiap lapisan mempunyai berat dan kemiringan sendiri-sendiri. Banyak lapisan tentunya disesuaikan dengan kedalaman perairan dan tingkat perlindungan yang diinginkan



Gambar 2.10 Roublemound Breakwater

Untuk struktur *floating breakwater*, maka diperlukan suatu sistem jangkar untuk menahan struktur tersebut tetap berada pada posisi yang diinginkan. Hal ini tentunya juga harus dipertimbangkan kondisi dasar tempat beradanya jangkar.

Energi gelombang datang (H_i) yang mengenai struktur *floating breakwater* akan direfleksikan (H_r) dan sebagian lagi ditransmisikan (H_t) melewati struktur, serta hanya sebagian kecil saja yang diserap oleh struktur tersebut (lihat Gambar 2.11)



Gambar 2.11 *Floating Breakwater* (Sorensen, 1978)

Breakwater jenis ini mempunyai puncak dengan elevasi di atas muka air laut rata-rata. Gelombang yang datang direncanakan tidak bisa melewati puncak breakwater ini

□ *Submerged breakwater*

Elevasi puncak dari breakwater jenis ini berada di bawah muka air rata-rata, sehingga gelombang yang datang masih dapat melewati puncak dari breakwater

2.7.2 Design Kontruksi Breakwater

• Elevasi bidang datar puncak breakwater

Elevasi puncak breakwater tumpukan batu tergantung pada limpasan (*overtopping*) yang diijinkan. Elevasi puncak pemecah gelombang dihitung berdasarkan kenaikan (*run-up*) gelombang, rositas, dan kekasaran lapisan pelindung (Triatmodjo, 1999).

Lebar puncak juga tergantung pada limpasan diijinkan, lebar puncak minimum adalah sama dengan lebar dari tigabutir batu pelindung yang disusun berdampingan ($n = 3$). untuk bangunan tanpa terjadi limpasan, lebar puncak breakwater bisa lebih kecil. Selain batasan tersebut, lebar puncak harus cukup lebar untuk keperluan operasi peralatan pada waktu pelaksanaan dan perawatan.

Lebar puncak pemecah gelombang dapat dihitung dengan rumus berikut ini.

$$B = nk_{\Delta} \left[\frac{W}{\gamma_r} \right]^{1/3} \dots\dots\dots (2.37)$$

dengan :

B = lebar puncak

N = jumlah butir batu ($n_{\text{minimum}} = 3$)

K_{Δ} = koefisien lapis

W = berat butir batu pendung

γ_r = berat jenis batu pelindung

Kadang-kadang di puncak breakwater tumpukan batu dibuat dinding dan lapisan beton yang dicor di tempat. Lapisan beton ini mempunyai tiga fungsi yaitu, 1) memperkuat puncak gelombang, 2) menambah tinggi puncak bangunan, dan 3) sebagai jalan untuk perawatan.

Tebal lapisan pelindung dan jumlah butir batu tiap satu satuan luasan diberikan rumus sebagai berikut :

$$t = nk_{\Delta} \left[\frac{W}{\gamma_r} \right]^{1/3} \dots\dots\dots (2.38)$$

$$N = Ank_{\Delta} \left[1 - \frac{P}{100} \right] \left[\frac{\gamma_r}{W} \right]^{2/3} \dots\dots\dots (2.39)$$

dengan :

t = tebal lapisan pelindung

n = jumlah lapisan batu dalam lapisan pelindung

k_{Δ} = koefisien lapisan

A = luas permukaan

P = porositas rata-rata dari lapis pelindung (%)

N = jumlah butir batu untuk satuan luas permukaan A

γ_r = berat jenis batu

• **Berat Satuan Batu Pelindung**

Tumpukan batu juga sebagai fondasi dan pelindung kaki bangunan pantai. Sebagai fondasi, bangunan pantai dari blok beton, kaisan atau buis beton ditempatkan diatas tumpukan batu. Sedang tumpukan batu sebagai pelindung kaki ditempatkan didepan bangunan yang berfungsi melindungi tanah fondasi terhadap erosi yang ditimbulkan oleh gerusan gelombang.

Stabilitas *breakwater* tergantung pada berat dan bentuk dari masing-masing batu pelindung, kontribusi batu pelindung (lapisan utama) ini cukup besar terhadap stabilitas *breakwater*. Hali ini karena *breakwater* merupakan struktur gravitasi, yaitu struktur yang bekerja berdasarkan beratnya sendiri.

Hubungan antara berat batuan pelindung dan kemiringan dapat dituliskan dalam persamaan R.T Hudson (SPM. Vol. 2, 1984)

$$W = \frac{W_r H^3}{K_d (S_r - 1)^3 \cot \theta} \dots\dots\dots (2.40)$$

dimana ;

- W = berat satuan batu pelindung
- W_r = berat jenis beton (2200 kg/m)
- K_d = koefisien stabilitas badan/koefisien stabilitas kepala
- S_r = perbandingan berat jenis beton dengan berat jenis air laut
- θ = kemiringan konstruksi
- H_d = tinggi gelombang yang tidak akan menimbulkan kerusakan (0 ~ 5 %)

H = tinggi gelombang yang akan menimbulkan kerusakan

D_s = kedalaman air dimuka konstruksi

Untuk perairan dangkal maka H dapat dihitung dengan rumus :

$$H = d_s/1.28 \dots \dots \dots (2.41)$$

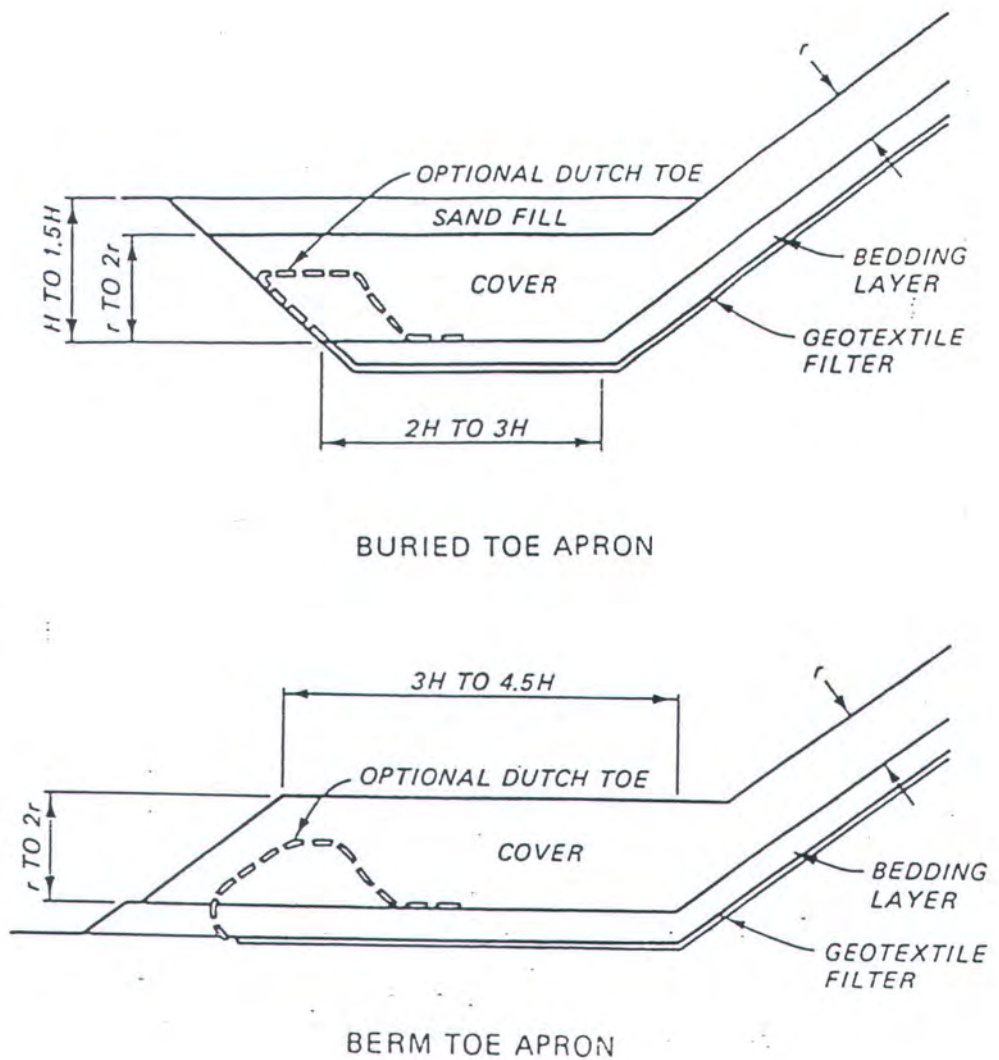
Penentuan berat unsur tiap armor unit harus pula memperhatikan masalah prosentase kerusakan breakwater yang dapat terjadi dan masih dapat diijinkan. Prosentase ini ditunjukkan dalam faktor H/H_d yang dapat dilihat pada tabel 7-9 hal. 7-211, SPM. Vol. 2, 1984. Untuk penentuan lapisan dan berat batu untuk lapisan alasnya berdasarkan berat lapisan utama dan konstruksi tersebut apakah overtopping atau non-overtopping (fig 7-116, hal. 7-227, SPM. Vol. 2, 1984)

• **Pondasi Dasar Breakwater dan Toe Protection**

Perencanaan pondasi dasar suatu konstruksi breakwater sangat penting karena langsung berpengaruh pada kestabilan konstruksi yang bersangkutan. Ada dua faktor yang menjadikan persiapan pondasi dasar ini penting (Ehrlich & Kulhawy, 1982) yaitu :

1. Beban yang diterimanya dan menjaga daya dukung tanah.
2. Mendistribusikan Memberikan pengendalian erosi dengan menjaga scouring pada ujung material pondasi.

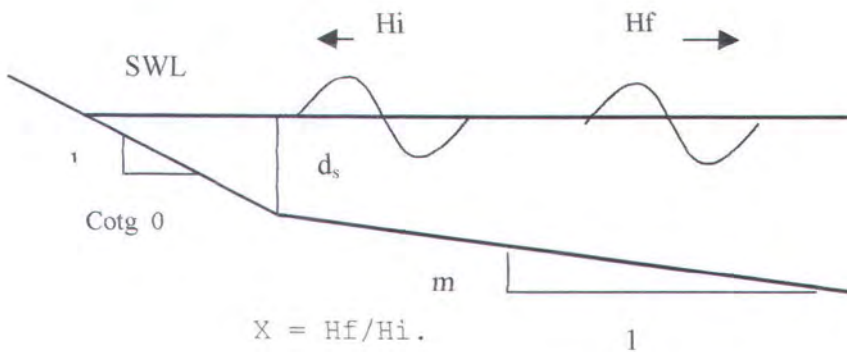
Agar supaya konstruksi pemecah gelombang cukup stabil terhadap bahaya korosi maka erosi yang terjadi pada kaki pemecah gelombang harus dicegah yaitu dengan konstruksi khusus. Pemakaian geotextile pada konstruksi ini sangat dianjurkan, karena pemakaian filter sangat sukar dijamin kualitas pelaksanaannya. Contoh perlindungan kaki pemecah gelombang dapat dilihat pada Gambar 2.13 dibawah ini.



Gambar 2.13 Contoh Kontruksi Pelindung Kaki Pemecah Gelombang (CERC, SPM. Vol. II, 1984)

• **Energi Yang Diserap Breakwater**

Besarnya energi gelombang yang dipantulkan oleh suatu pantai atau suatu struktur buatan manusia, misalnya breakwater tergantung pada slope (kemiringan lereng breakwater), kekasaran, dan permeabilitas pantai tersebut, dan juga tergantung pada wave steepness dan sudut gelombang datang.



Gambar 2.14 Definition of Wave Reflektion terms (SPM, Vol. I, 1984)

Parameter yang digunakan dalam menunjukkan besarnya energi gelombang adalah yang ditemukan oleh Battjes tahun 1974 (CERC, SPM. Vol. I, 1984), yang secara matematis dituliskan sebagai berikut :

$$\xi = \frac{1.0}{\cot \theta \sqrt{H_i/L_0}} \dots\dots\dots (2.42)$$

$$\chi = \frac{H_f}{H_i} \dots\dots\dots (2.43).$$



dimana

ξ = surf similarity parameter

χ = koefisien pantul

θ = sudut kemiringan struktur

H_i = ketinggian gelombang rencana

H_f = ketinggian gelombang pantul.

Dengan beberapa kompilasi perhitungan, maka Seeling dan Ahrens (CERC, SPM. Vol.I,1984) mengembangkan menjadi bentuk kurva (dapat dilihat pada fig.2 - 66, hal 2 -120, CERC, SPM. Vol.I,1984). Kurva ini dapat digunakan untuk mendapatkan ketinggian rencana dari koefisien rencana untuk kondisi smooth slopes, sand beaches, dan rubble mound breakwater. Dari kurva ini juga dapat diketahui bahwa koefisien gelombang pantul menurun pada saat nilai wave steepness bertambah atau besarnya sudut kemiringan berkurang.



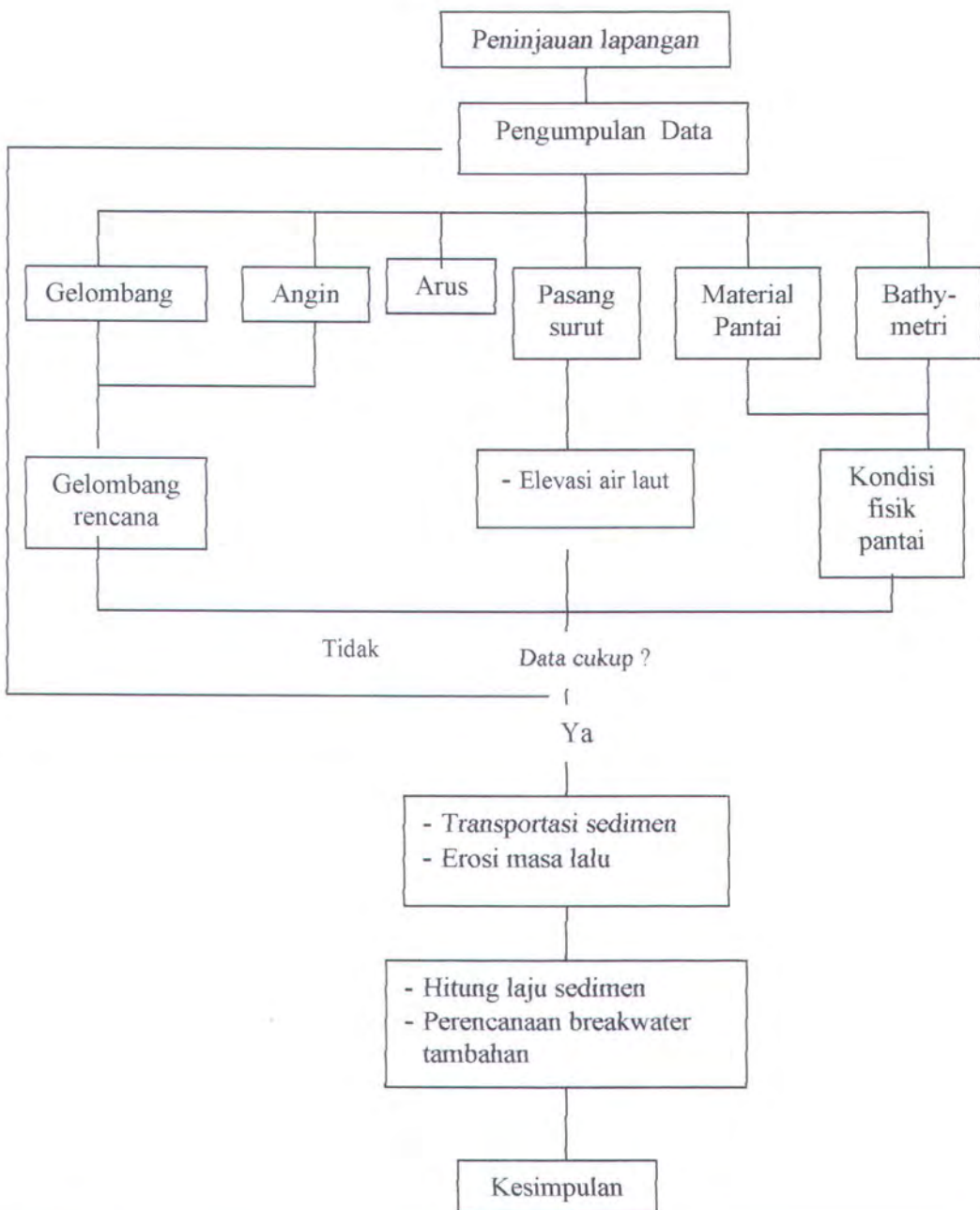
BAB III

METODOLOGI

BAB III M E T O D O L O G I

Untuk mencapai tujuan dan manfaat, seperti yang telah disebutkan pada bab sebelumnya, maka metodologi dan tahapan pekerjaan penelitian ini dapat dilakukan dan dijelaskan dengan menggunakan bagan alir sebagai berikut :

BAGAN ALIR



3.1 PENINJAUAN LAPANGAN

Peninjauan lapangan dimaksudkan untuk mendapatkan gambaran kondisi dan situasi dari daerah penelitian (Pantai Tanah Lot). Dalam peninjauan lapangan ini, ada beberapa hal yang dilakukan antara lain :

- Pengamatan secara visual daerah-daerah yang mengalami kerusakan dan tempat-tempat yang nantinya akan dilakukan perlindungan (daerah konservasi).
- Melakukan investigasi data-data/jenis-jenis pengamatan dan pengukuran yang dapat memungkinkan untuk dilaksanakan.

3.2 PENGUMPULAN DATA LINGKUNGAN

Untuk memperoleh hasil yang memuaskan, maka langkah pertama yang dilakukan adalah mengetahui pokok permasalahan yang terjadi di lapangan. Ketersediaan data yang akurat dan lengkap tentang kondisi lingkungan, dimana penelitian dilakukan adalah merupakan langkah berikutnya .

Data yang diperoleh bisa melalui pengamatan atau pengukuran langsung dilapangan maupun data sekunder. Data sekunder diperoleh tanpa melalui pengamatan langsung dilapangan. Data ini diperoleh dari instansi-instansi resmi yang terkait dengan permasalahan ini, diantaranya P.U Bali, Badan Meteorologi dan Geofisika Badung, ataupun Biro Konsultan Proyek Pengamanan Pantai Daerah Bali.

Pada pembahasan masalah ini, karena keterbatasan waktu dan dana maka dalam proses penyelesaiannya hanya



meggunakan data sekunder. Data yang dipakai diperoleh dari hasil penyelidikan yang dilakukan oleh Dinas P.U. Bali yang bekerja sama dengan Nippon Koei Co. Ltd. Kedua, instansi ini, merupakan konsultan Proyek Pengamanan Pantai Daerah Bali.

Dari data-data yang diperoleh dilakukan analisa untuk mengetahui kondisi yang terjadi dilapangan, yang dapat menjadi acuan untuk memecahkan permasalahan yang terjadi.

Adapun data-data yang diperlukan dalam Tugas Akhir ini meliputi ;

- Data pasang surut
- Data angin dan gelombang
- Data arus
- Data bathimetry
- Data material pantai

Dengan menggunakan data-data tersebut di atas maka kita dapat melakukan beberapa hal atau analisa melalui beberapa step/tahapan-tahapan.

3.3 PERAMALAN GELOMBANG

Data gelombang diperlukan dalam mempertimbangan type bangunan yang dilindungi, dan nilai daerah yang dilindungi. Dari data gelombang yang ada dilakukan analisa refraksi, analisa shaoling dan gelombang pecah berdasarkan karakteristik gelombang di laut dalam. Cara ini dilakukan pada bangunan yang berada pada kedalaman yang cukup besar, sehingga dapat diketahui kondisi gelombang pecah atau tidak yang terjadi pada lokasi bangunan.

Semakin penting bangunan pengaman yang akan direncanakan maka periode ulang gelombang rencana yang digunakan dengan range waktu yang cukup lama (berkisar antara 10 sampai 100 tahun). Dari data gelombang ini akan mempengaruhi perencanaan struktur pengaman dan perlindungan pantai

3.4 BATHIMETRY DAN MATERIAL PANTAI

Peta bathimetry yang ada menunjukkan kedalaman laut di sekitar Pantai Tanah Lot. Pantai Tanah Lot. Peta ini digunakan untuk mengetahui kondisi gelombang di lokasi penelitian. Pengukuran biasanya dilakukan sampai pada kedalaman kurang lebih 20 meter di bawah permukaan air rerata. Ada beberapa asumsi yang diambil, bahwa kemiringan dasar laut di lokasi diasumsikan lurus dan paralel membentuk sudut tertentu. Kemiringan pantai rata-rata berkisar antara 0.025 sampai 0.050, ini berarti Pantai Tanah Lot termasuk pantai yang cukup dangkal dan landai.

Untuk material dasar Pantai Tanah Lot adalah berupa pasir, karena keterbatasan penulis maka data yang digunakan diambil data material yang ada di Pantai Kuta. Dengan asumsi kedekatan letak dengan lokasi. Data material pantai ini berhubungan dengan analisa sedimentasi.

3.5 EROSI GARIS PANTAI



Erosi pantai dapat terjadi oleh berbagai sebab, secara umum dapat dikelompokkan menjadi dua yaitu , pertama

akibat proses alami yang meliputi: naiknya muka air laut; perubahan supply sedimen; gelombang badai; angkutan sedimen sejajar pantai. Kedua, akibat aktivitas manusia meliputi: penggalian pasir dan mineral di daerah pantai dan pesisir, interupsi angkutan sedimen sejajar pantai karena pembuatan bangunan pelindung yang sejajar pantai, perusakan pelindung alam baik berupa hutan bakau maupun cadangan pasir, pemusatan energi gelombang akibat adanya bangunan pantai.

Berdasarkan pengamatan dilapangan, erosi yang terjadi di Tanah Lot penyebab utamanya karena adanya hantaman gelombang secara kontinyu mengikis tebing bebatuan sebelah selatan pura. Keberadaan pemecah gelombang yang ada selama ini ternyata belum bisa sepenuhnya mencegah erosi yang terjadi. Kalau masalah ini tidak cepat diatasi maka beberapa tahun ke depan tebing bebatuan akan terus menyusut dan bahkan bisa runtuh akibat bagian dasarnya terus mengalami pengikisan.

3.6 KECEPATAN LAJU SEDIMEN

Perhitungan transport sediment dilakukan untuk mengetahui kapasitas volume sedimen yang diendapkan selama satu tahun. Endapan material di belakang pura, dibawa oleh arus sebagai akibat adanya pasang surut.

Dalam Tugas Akhir ini penulis melakukan analisa sediment transport yang sejajar dengan garis pantai (*Longshore Sediment Transport*). Perhitungan transport sedimen ini dilakukan dengan menggunakan pendekatan metode Bijker.

3.7 PERENCANAAN BANGUNAN PELINDUNG DAN PENGAMAN PANTAI.

Tujuan akhir dari Tugas Akhir ini disamping menghitung kecepatan laju sedimen juga merencanakan bangunan perlindungan tambahan yaitu *Dethaced Breakwater* (pemecah gelombang lepas pantai). Pemecah gelombang yang direncanakan ini adalah jenis *Submerged breakwater*, yaitu gelombang dibiarkan menuju pantai setelah mengalami pengurangan energi. Hal ini, direncanakan karena Tanah Lot merupakan daerah wisata, maka akan lebih baik ada gelombang dan kesan alami pantai tetap terjamin.

Dari analisa data yang telah dilakukan akan mempengaruhi perencanaan struktur bangunan pengamanan pantai yang efektif sehingga erosi dapat dikurangi dan endapan sedimen yang ada di belakang pura dapat dikurangi.

BAB IV
ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN



BAB IV

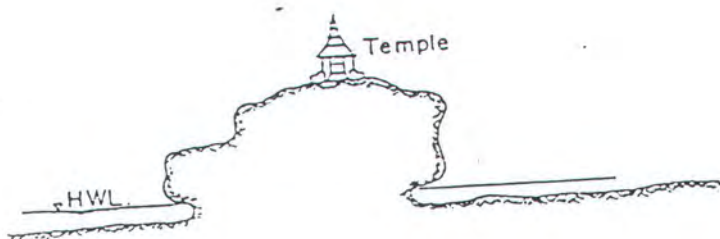
ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 KONDISI UMUM

▪ Keadaan Geografis

Pura Tanah Lot terletak di Desa Beraban, Kecamatan Kediri, Kabupaten Tabanan Bali, berjarak \pm 38 Km di sebelah Barat kota Denpasar. Pura ini terletak pada hamparan batuan karang yang menyerupai pulau kecil, yang didirikan sekitar abad 16. Keberadaan pulau kecil tersebut tidak diketahui secara pasti apakah dulunya bersatu atau memang terpisah dengan daratan sekitarnya. Andai pura tersebut dibangun tidak terpisah dari daratan, maka pemisahannya dengan daratan disekitarnya tersebut adalah akibat adanya proses erosi. Pura tersebut telah ditempatkan pada daerah yang lebih stabil dari daerah disekitarnya yang tererosi karena kerasnya hantaman gelombang laut selatan.

Garis pantai Tanah Lot di sekitar pura terdiri dari tebing-tebing batuan terjal di depan pantai, tingginya kurang lebih 30 meter diatas permukaan air laut. Pembentukan batuan ini diperkirakan hampir sama dengan batuan beku akibat letusan gunung berapi. Kondisi geografis Pantai Tanah Lot dapat dilihat pada Gambar 4.1.

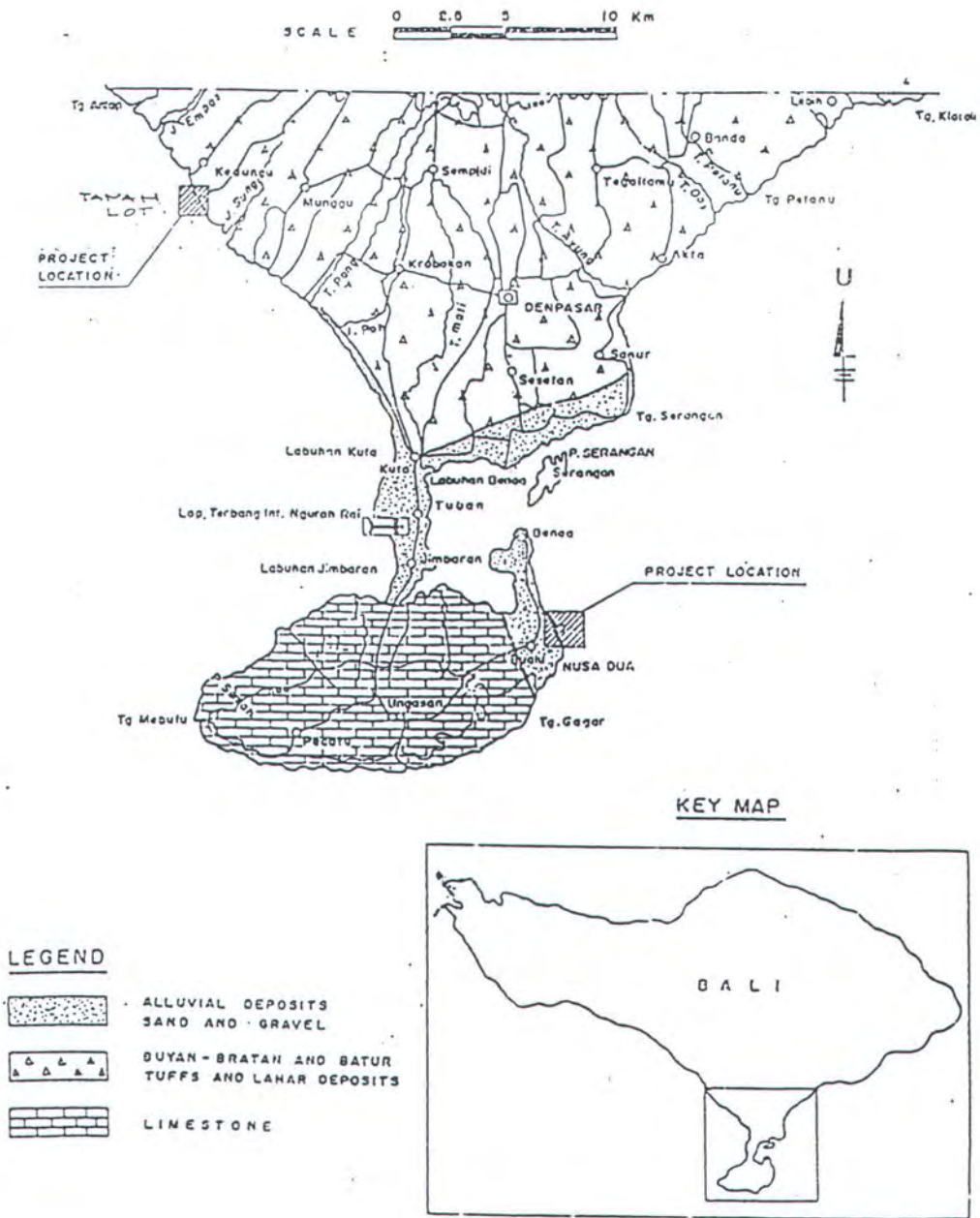


Gambar 4.1 Kondisi Pantai Tanah Lot.

4.2 ANALISA KONDISI LINGKUNGAN PANTAI TANAH LOT

Ada beberapa hal yang dilakukan dalam penyelesaian masalah dilapangan, pertama melakukan penyelidikan langsung kelapangan. Tujuan dari penyelidikan lapangan ini adalah untuk memperoleh data-data yang diperlukan dalam penyelesaian masalah tersebut dan juga batasan-batasan kondisi dilapangan.

Data yang dikumpulkan dari lapangan diantaranya pasang surut, arus, angin, gelombang dan bathimetry. Data yang diperoleh oleh penulis adalah merupakan data sekunder dari pihak Dinas P.U Bali. Dari data tersebut diolah dan dianalisa kemudian dijadikan pedoman dalam pemecahan masalah yang terjadi di Pantai Tanah Lot. Satu hal lagi, struktur bangunan pelindung pantai yang telah ada juga dievaluasi, dengan tujuan menjadi pertimbangan dalam perencanaan struktur pelindung pantai yang baru.



Gambar 4.2 Peta Geologi Bali Selatan.
(P.U Bali, 1992)

4.2.1 Kondisi Pasang Surut

Pasang surut adalah peristiwa turun naiknya/fluktuasi permukaan air laut karena perngaruh adanya gaya tarik menarik antara bumi dengan benda-benda langit yang lain terutama bulan dan matahari (Yuwono, 1996). Pengaruh gaya tarik-menarik antara bulan dan matahari terutama dalam posisinya terhadap bumi.

Ada dua macam tipe pasang surut utama yaitu:

1. Pasang Surut Harian ganda (*Semi Diurnal Tide*):

Pasang surut yang mempunyai periode 12.4 jam. Jadi dalam satu hari terjadi dua kali pasang dan dua kali surut. Keadaan ini terjadi apabila poros perputaran bumi tegak lurus terhadap garis yang menghubungkan pusat bumi dan bulan. (Gambar 4.1.a).

2. Pasang Surut Harian Tunggal (*Diurnal Tide*):

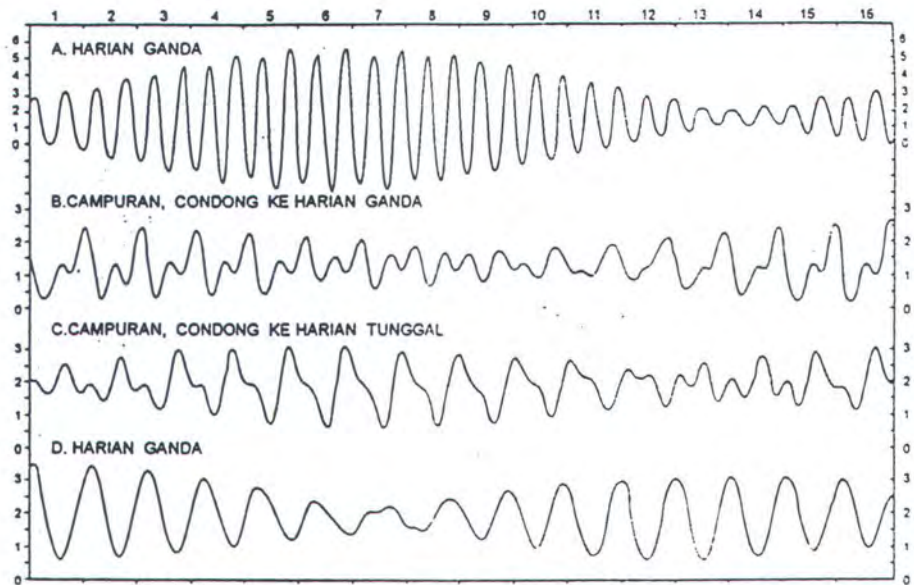
Pasang surut yang mempunyai periode 24 jam. Jadi dalam sehari terjadi satu kali pasang dan satu kali surut. Keadaan ini terjadi bila poros perputaran bumi tidak tegak lurus terhadap garis yang menghubungkan pusat bumi dan bulan. (Gambar 4.1.b)

3. Pasang Surut Campuran Condong ke Harian Ganda

Dalam periode ini terjadi dua kali pasang dan dua kali surut, tetapi tinggi dan periodenya berbeda (Gambar 4.1.c)

4. Pasang Surut Condong ke Harian Tunggal.

Pasang surut tipe ini dalam satu hari terjadi satu kali pasang dan satu kali surut, tetapi kadang-kadang untuk sementara waktu terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dengan tinggi dan periode yang sangat berbeda. (Gambar 4.1.d)



Gambar 4.3 Tipe Pasang Surut (Triatmodjo,1996)

Pengamatan fluktuasi muka air akibat pengaruh pasang surut dilakukan untuk menentukan konstanta-konstanta pasang surut. Dari konstanta pasang surut digunakan untuk menganalisa muka air rata-rata (MSL), muka air rendah (LWS) dan muka air tinggi (HWL).

Dalam menentukan tipe pasang surut di daerah Tanah Lot telah dilakukan pengukuran oleh pihak Nippon Koei Co., sebagai konsultan Proyek Pengamanan Pantai Daerah Bali. Pengukuran ini bertujuan untuk mendapatkan tipe pasang surut yang terjadi di daerah lokasi

Komponen pasang surut utama dari hasil pengukuran dapat dilihat pada Tabel 4.1 berikut;

Tabel 4.1 Komponen Pasang Surut Utama

Simbol	Nama Komponen	Amplitude (cm)
K1	Lunar Solar Diurnal	29,25
O1	Principal lunar Diurnal	18,36
M2	Principal Lunar	57,86
S2	Principal Solar	30,01

Dari tabel 4.1 diatas, dapat ditentukan tipe pasang surut yang terjadi di daerah studi dengan cara (Sorensen, 1978) ;

- Jika amplitude $M2 + S2 > \text{amplitude } K1 + O1$, maka akan terjadi pasang surut semi-diurnal.
- Jika sebaliknya, maka akan terjadi tipe pasang surut diurnal.

Selanjutnya, dari hasil pengukuran setelah dimasukan dalam persamaan maka diperoleh $M2 + S2 = 87,87$ dan harga dari $K1 + O1 = 47,61$. Ini berarti bahwa harga $M2 + S2$ lebih besar dari $K1 + O1$.

Dari perhitungan diatas menunjukkan bahwa tipe pasang surut yang terjadi di Tanah Lot adalah tipe semi-diurnal (campuran condong ke harian ganda). Hal ini berarti bahwa pasang surut di daerah Tanah Lot terjadi dua kali dalam sehari, artinya dalam sehari terjadi dua kali pasang dan dua kali surut tetapi dengan tinggi dan periode yang berbeda, dengan level pasang surut sebagai berikut :

☐ HWL	= + 1,7 meter
☐ MSL	= + 0,7 meter
☐ SWL	= + 0,0 meter
☐ LWL	= - 0,4 meter

4.2.2 Analisa Data Arus

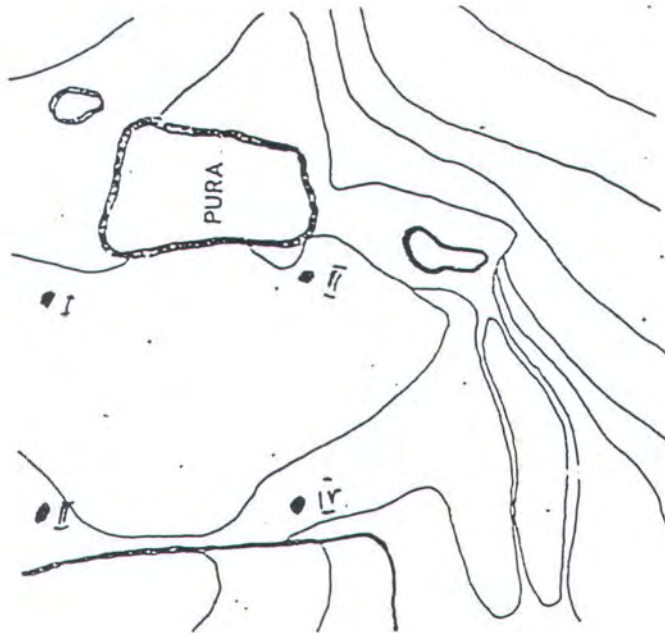
Data ini diperlukan untuk mengetahui arah dan kecepatan arus di daerah penelitian. Untuk data arus yang digunakan dalam penelitian ini adalah merupakan data sekunder, yang peroleh dari Nippon Koei Co selaku pihak konsultan Proyek Pengamanan pantai Daerah Bali.

Pada daerah pantai akibat adanya gelombang yang membentuk sudut terhadap garis pantai menyebabkan terjadinya arus yang sejajar garis pantai (*longshore current*). Hal ini berperan penting dalam pendistribusian sedimen di sepanjang garis pantai.

Untuk kondisi Tanah Lot, arus yang membawa material sedimen bergerak sejajar garis pantai. Karena adanya pemecah gelombang di sebelah Selatan - Barat pura, maka arus yang membawa

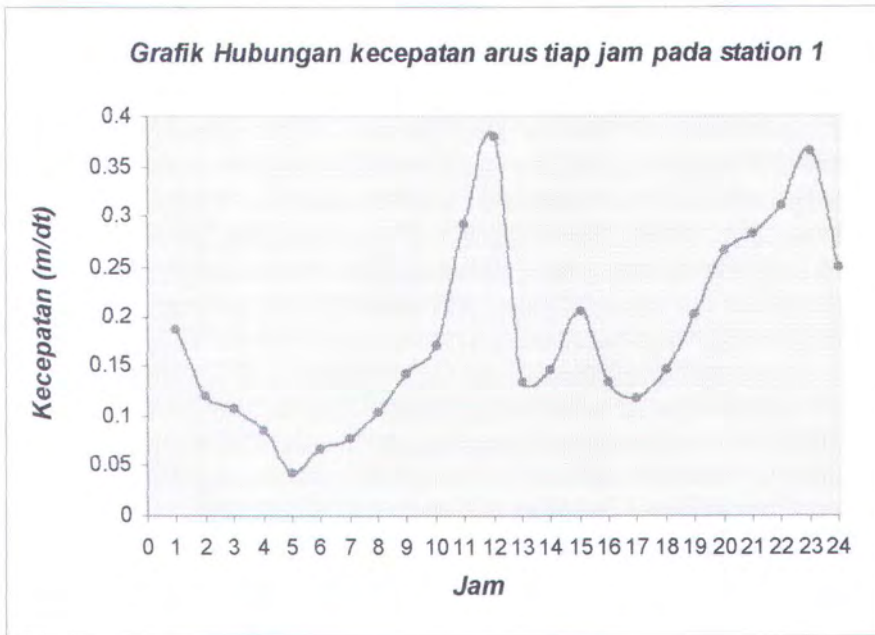
Selatan - Barat pura, maka arus yang membawa material sedimen menjadi terperangkap. Pemecah gelombang yang telah ada menyebabkan, material yang terperangkap tersebut kemudian diendapkan di belakang pura.

Secara teoritis proses sedimentasi di laut, pada dasarnya sangat dipengaruhi oleh arah dan besarnya arus yang terjadi. Arus yang terjadi dapat disebabkan oleh gelombang atau dapat juga disebabkan oleh pasang surut. Untuk lokasi survey arus dapat dilihat pada Gambar 4.4 dibawah

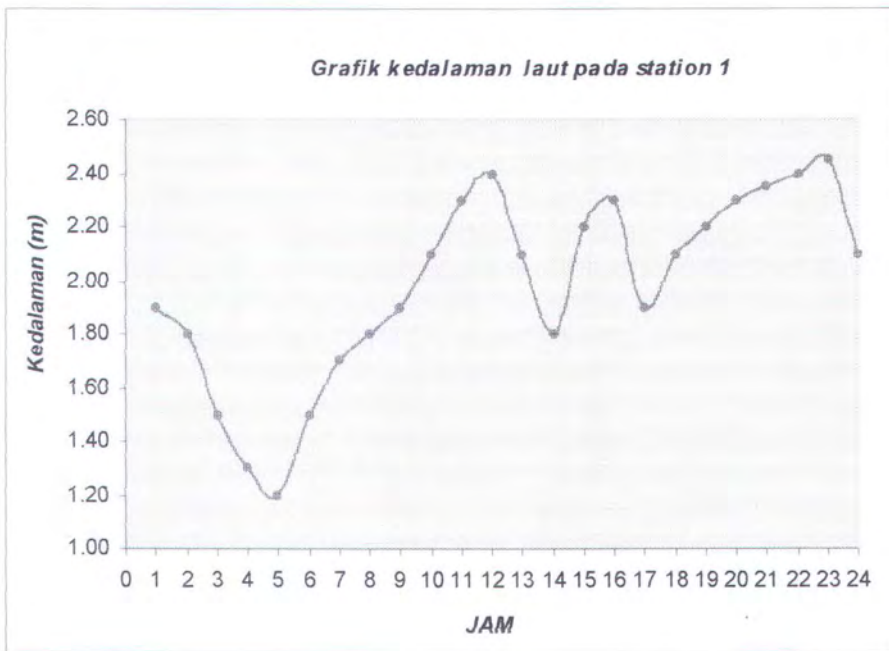


Gambar 4.4 Lokasi survey Arus

Lokasi survey kecepatan dan arah arus dibagi menjadi 4 titik/station, dari masing-masing station tersebut didapat kecepatan dan arahnya seperti dalam gambar



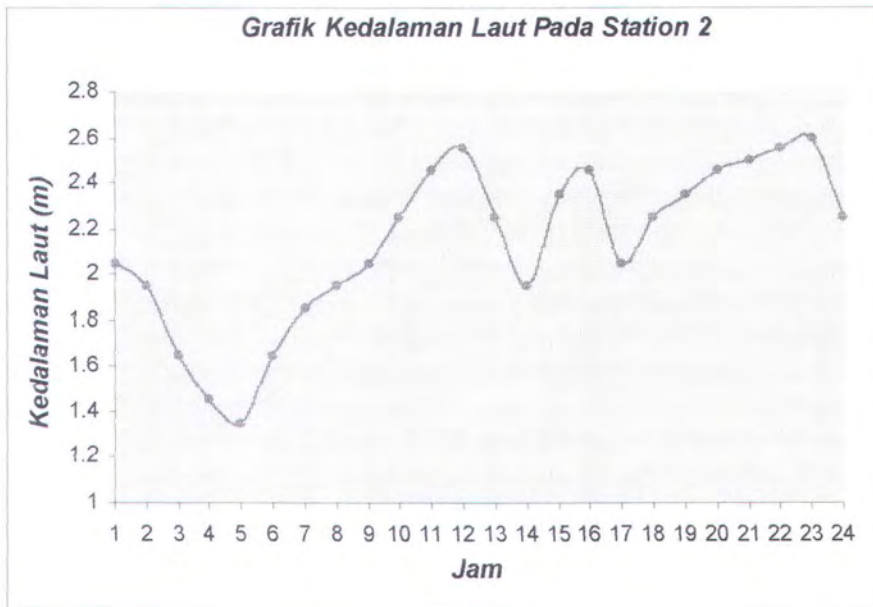
a. grafik kecepatan arus tiap jam pada station 1



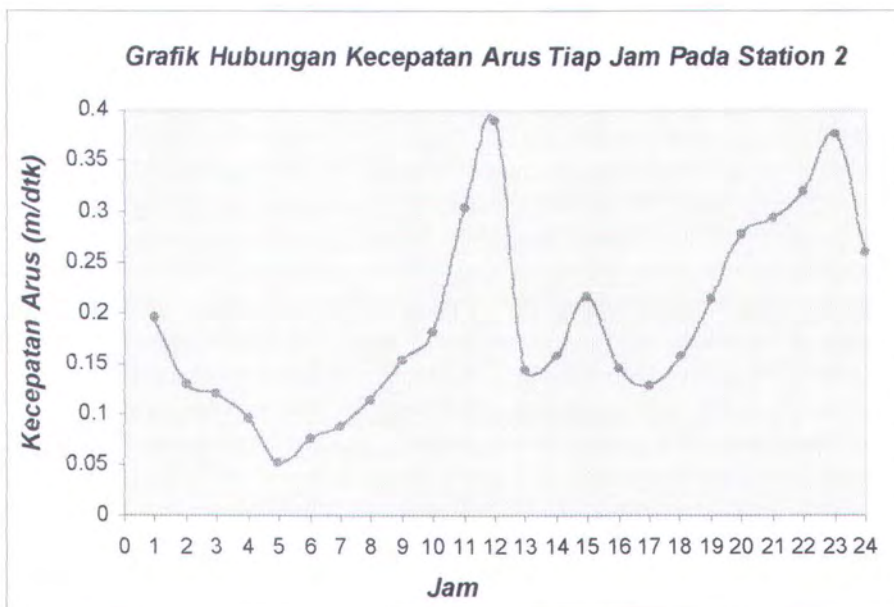
b. grafik kedalaman laut setiap jam pada station 1

Gambar 4.5 Hubungan Kecepatan Arus dan Kedalaman Pada Station 1



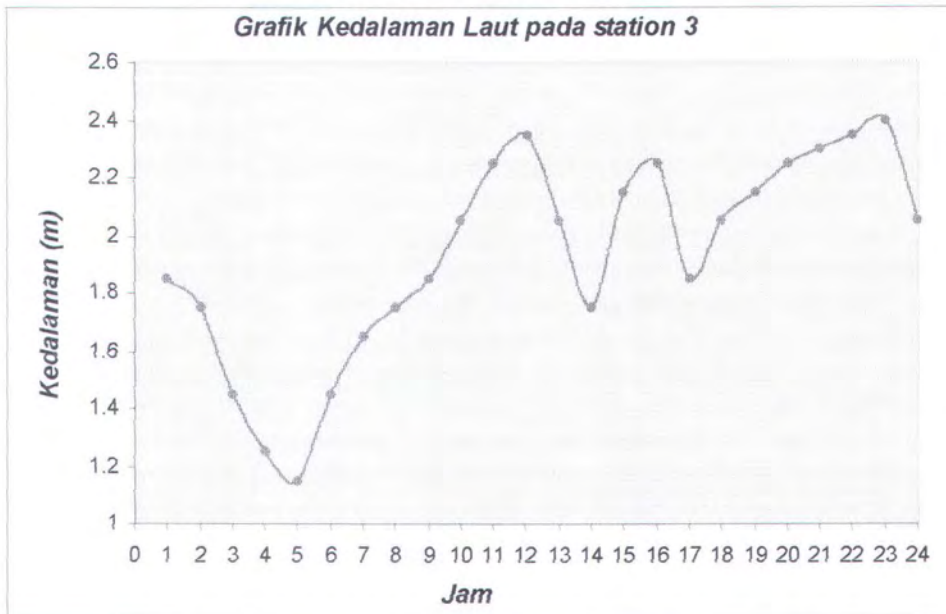


a. grafik kedalaman laut tiap jam pada station 2

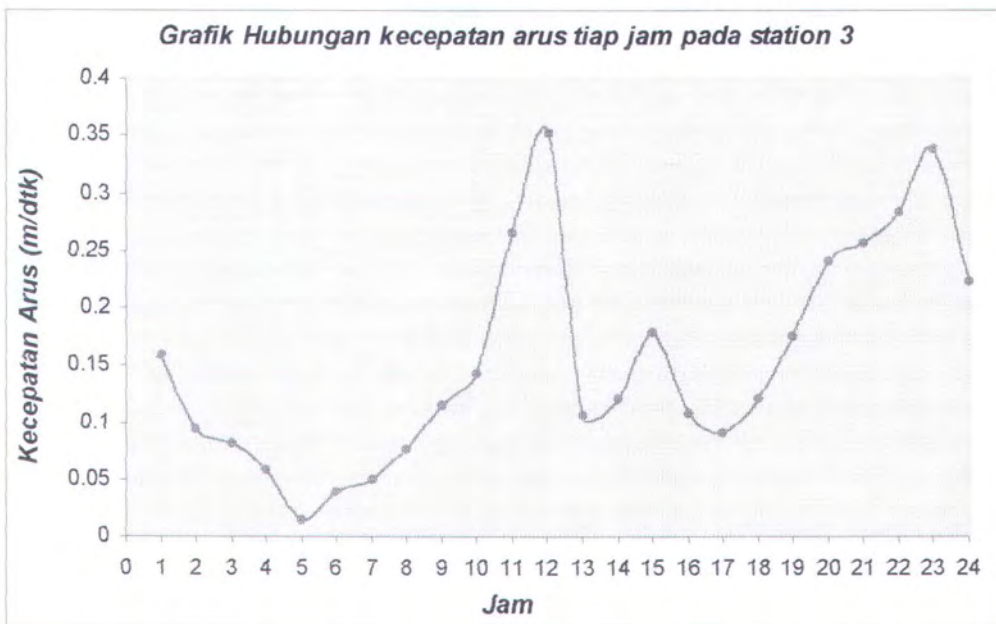


b. grafik kecepatan arus tiap jam pada station 2

Gambar 4.6 Hubungan Kecepatan Arus dan Kedalaman Pada Station 2



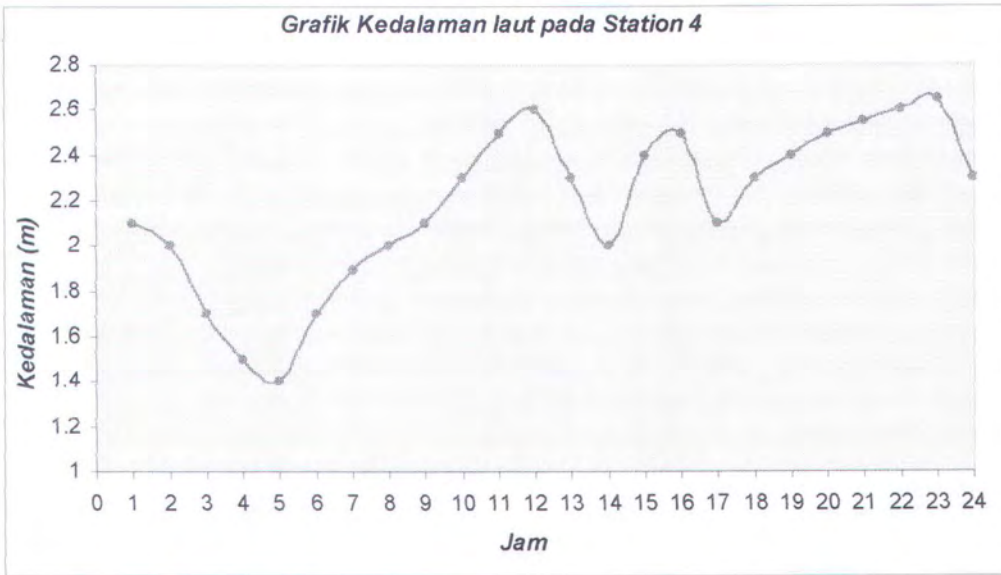
a. grafik kedalaman laut tiap jam pada station 3



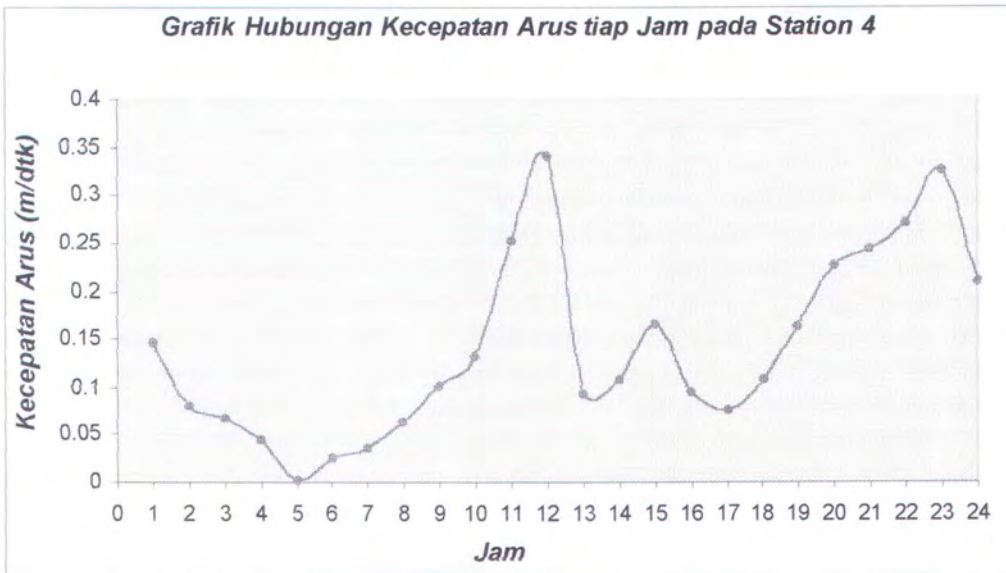
b. grafik kecepatan arus tiap jam pada station 3

Gambar 4.7 Hubungan kecaepatan arus dan kedalammam pada station 3





a. grafik kedalaman laut tiap jam pada station 4



b. grafik kecepatan arus tiap jam pada station 4

Gambar 4.8 Hubungan Kecepatan Arus dan Kedalaman Pada Station 4

Dari data tersebut digunakan untuk menghitung transpor sedimen, dan untuk mengetahui hubungan antara kecepatan dan kedalaman pada tiap station dapat dilihat pada grafik diatas ini.

4.2.3 Analisa Kondisi Angin dan Gelombang

Angin dan gelombang merupakan dua kejadian yang saling berkaitan sehingga tidak bisa dipisahkan. Gelombang yang terjadi karena adanya gaya angin merupakan porsi yang terbesar pada gelombang laut, dibanding dengan terjadinya gelombang-gelombang lain seperti; gelombang tektonik maupun gelombang pasang surut. Mekanisme terjadinya gelombang oleh gerakan angin belum sepenuhnya dapat dijelaskan secara sepenuhnya. Hembusan angin yang terus menerus di permukaan laut akan membentuk riak-riak yang searah dengan hembusan angin. Bila angin berhembus dalam waktu yang cukup lama dan meliputi jarak permukaan (*fetch*) yang cukup panjang, maka riak tersebut tumbuh menjadi gelombang.

▪ Analisa Data Angin

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

Dari data angin yang tersedia maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Utara : angin berhembus dengan kecepatan antara 5 - 18 knot. Fekwensi angin terbesar terjadi pada bulan Januari dengan kecepatan 3 - 5 knot.
- Timur : angin berhembus dengan kecepatan 3 - 17 knot. Angin yang berhembus dari arah timur mempunyai frekwensi yang lebih tinggi dari yang datang dari arah utara. Frekwensi yang paling tinggi terjadi pada bulan Mei dengan kecepatan 6 - 8 knot.
- Selatan : angin berhembus dengan kecepatan 3 - 18 knot. Angin yang berhembus pada bulan April - Agustus memiliki frekwensi lebih rendah dibandingkan dengan angin yang berhembus pada bulan September - Maret. Frekwensi angin tertinggi terjadi pada bulan Nopember dengan kecepatan antara 4 - 8 knot.. Kecepatan angin tertinggi adalah 17 knot.
- Barat : angin berhembus dengan kecepatan antara 2 - 16 knot. Pada bulan Oktober - Maret frekwensi angin lebih tinggi dibandingkan yang terjadi pada bulan April - September. Frekwensi angin yang tertinggi terjadi dengan kecepatan 8 - 16 kont pada bulan Januari.

Badan Meteorologi dan Geofisika, Indonesia menyebutkan bahwa angin terbanyak pada daerah Pantai Tanah Lot adalah dari Selatan dan

Barat Daya. Arah angin ini perlu dipertimbangkan karena pengaruhnya terhadap gelombang sangat besar pada kerusakan tebing batuan karang sebelah Selatan pura. Kecepatan angin rata-rata yang terjadi di pantai Tanah Lot mencapai 18,5 m/dtk dengan panjang fetch yang sangat besar karena berhadapan dengan laut lepas (samudera Indonesia).

▪ Analisa Data Gelombang

Data gelombang diperlukan untuk memperkirakan transports sediment dan pemasangan pemecah gelombang. Peramalan gelombang menggunakan data gelombang yang diperoleh dari hasil analisis/perhitungan terhadap data angin. Data angin dibedakan menjadi delapan daerah pembangkitan (Utara, Timur Laut, Timur, Tenggara, Selatan, Barat Daya, Barat, dan Barat Laut) dan empat kelompok berdasarkan tinggi gelombangnya (0-1 m, 1-2 m, 2-3 m, >3 m). Persentase kejadian tinggi gelombang dapat kita lihat pada Tabel 4.6, beserta *wind rose*-nya.

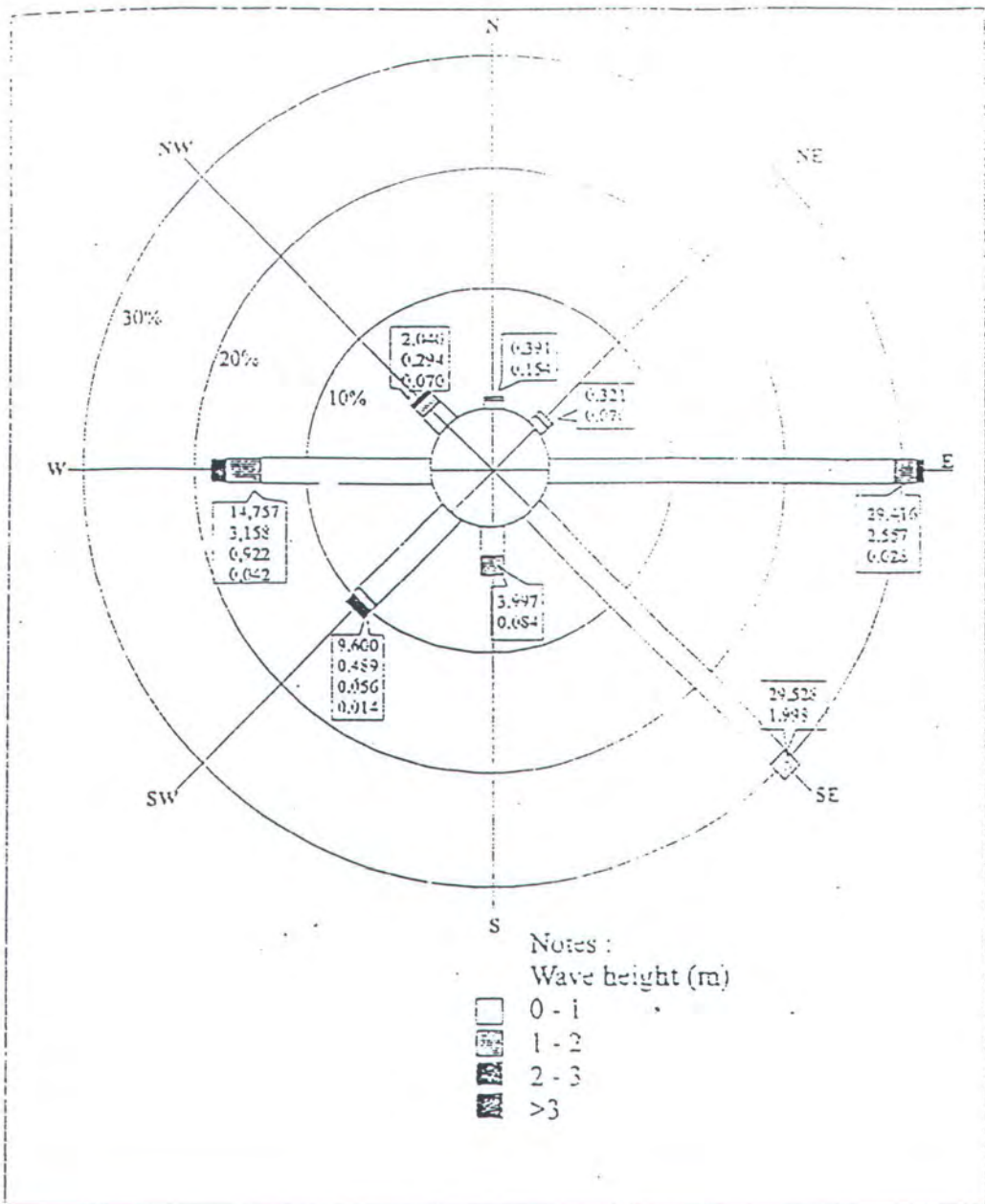
Dari persentase kejadian gelombang diatas maka arah gelombang dari Timur (32,001%) dan Tenggara (31,526%) adalah merupakan arah gelombang paling dominan, namun arah gelombang yang datang dari selatan (10.159%) dan Barat Daya (18.879%) mempunyai tinggi gelombang diatas 2 meter. Kedua arah gelombang ini mempunyai peluang besar

menyebabkan kerusakan yang terjadi pada Pantai Tanah Lot.

Tabel 4.6 Persentase Kejadian Tinggi Gelombang
(Data Angin 1977 - 1996) (P.U Bali, 1998)

Pembangkit Gelombang	Persentase kejadian gelombang (%)				Persentase Total (%)
	0-1 m	1-2 m	2-3 m	>3 m	
Utara./ N	0.391	0.154	-	-	1.545
Timur Laut./ NE	0.321	0.070	-	-	0.391
Timur. /E	29.416	2.557	0.028	-	32.001
Tenggara./ SE	29.528	1.998	-	-	31.526
Selatan./ S	3.997	0.084	0.056	0.014	10.159
Barat Daya./ SW	9.600	0.489	0.922	0.042	18.879
Barat. /W	14.757	3.158	-	-	4.081
Barat Laut./ NW	2.040	0.294	0.070	-	2.404
Unclear direction	0.014				0.014
	Total				100.00 %

Distribusi gelombang oleh angin dengan based data angin dari tahun 1977 sampai 1996 dapat dilihat dalam gambar dibawah ini:



Gambar 4.9 Mawar Gelombang Pada Selatan Pulau Bali
(P.U Bali, 1998)



Simulasi menurut JICA adalah berdasarkan gelombang swell dengan periode 8 detik, tinggi gelombang rata-rata 2 meter. Arah gelombang ini adalah antara Tenggara dan Barat Daya. Sifat gelombang swell jika menyebar diatas samudera adalah bertambah periodenya dan berkurang tingginya. Di dalam simulasi ini periode gelombang dipilih 10 dan 15 detik, dengan arah Tenggara, Selatan dan Barat Daya.

Hasil analisa wave rays JICA tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut. Bentuk Pulau Bali di ujung Selatan menyerupai semenanjung berpengaruh terhadap pembelokan arah gelombang. Arah gelombang yang datang dari laut dalam arah Tenggara dan Selatan akan berubah arah setelah melewati ujung Selatan Pulau Bali. Arah gelombang tersebut berubah menjadi mendekati arah Barat Daya setelah mendekati Pantai Tanah Lot. Beberapa hasil dari simulasi yang dilakukan oleh JICA dapat dilihat pada lampiran.

4.3 KONDISI BATHIMETRY.

Data bathymetri adalah menunjukkan kedalaman dasar laut dan kontur dasar laut di sekitar daerah penelitian. Data ini penting untuk menentukan dimensi geometris dari konstruksi *breakwater* yang dibangun serta menentukan gelombang pada titik yang ditinjau. Data topografi merupakan informasi detail mengenai topografi dasar laut, atau topografi merupakan bentuk-bentuk

dasar laut. Berdasarkan hasil survei bathymeti terhadap daerah lokasi , maka dapat disimpulkan ;

1. Kedalaman 1 meter terletak pada jarak 0 - 25 meter dari garis pantai.
2. Kedalaman 2 meter terletak pada jarak 26 - 80 meter dari garis pantai.
3. Kedalaman 3 meter terletak pada jarak 81 -110 meter dari garis pantai.
4. Kedalaman 4 meter terletak pada jarak 111 - 135 meter dari garis pantai.
5. Kedalaman 5 meter terletak pada jarak 136 - 165 meter dari garis pantai.
6. Kedalaman 6 meter terletak pada jarak + 166 meter dari garis pantai.

Dari data diatas disimpulkan bahwa kemiringan pantai Tanah Lot adalah 0.04 pada kedalaman antara 0 - 6 meter, setelah kedalaman 6 meter kemiringan pantai 0.02. Jadi kedalaman laut disekitar pantai Tanah Lot termasuk perairan Yang cukup dangkal dan landai. Untuk design pemecah gelombang tambahan *sea bed slope* (kemiringan dasar laut) yang dipakai 0.02 atau 1 : 50.

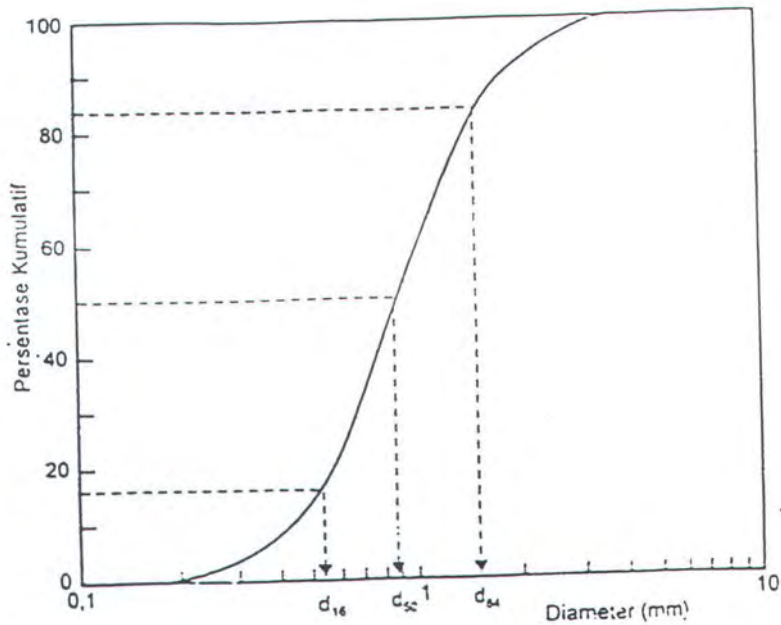
4.4 KONDISI DASAR LAUT

Terjadinya littoral transport disebabkan karena adanya interaksi antara angin, gelombang, pasang surut, arus dan material yang terdapat di dasar laut. Pada analisa contoh dasar laut, diperlukan untuk mengetahui material dasar laut (*bed load*). Berkaitan dengan studi sedimentasi maka ukuran (diameter) butiran dasar laut sangat penting untuk diketahui.

dengan notasi D_p adalah ukuran dimana $p\%$ dari berat sampel adalah lebih halus dari diameter butir tersebut.

Tabel 4.7 Klasifikasi ukuran butir dan sedimen (SPM 1984, VOL. I , hal 4 -13).

Unified Soils Classification		ASTM Mesh	mm Size	Phi Value	Wentworth Classification	
COBBLE			256.0	-8.0		BOULDER
			76.0	-6.25		COBBLE
COARSE GRAVEL			64.0	-6.0		PEBBLE
			19.0	-4.25		
FINE GRAVEL			4	4.75	-2.25	GRAVEL
			5	4.0	-2.0	
SAND	coarse		10	2.0	-1.0	very coarse
			25	0.71	0.5	coarse
	medium		35	0.5	1.0	medium
			40	0.42	1.25	fine
	fine		50	0.25	2.0	
			120	0.125	3.0	very fine
SILT		200	0.074	3.75	SILT	
		230	0.062	4.0		
CLAY			0.0039	8.0	CLAY	
			0.0024	8.7	COLLOID	



Gambar 4.10 Distribusi ukuran butiran
(Triatmodjo, 1999).

4.5 PERHITUNGAN TRANSPORTASI SEDIMEN

Dalam perhitungan laju sedimentasi, yang terjadi di lokasi penelitian dipakai metode yang disampaikan oleh Bijker. Menurut Tanaka (Pratikto, dkk, 1996) bangunan-bangunan tambahan yang ada di pantai secara tidak langsung akan mempengaruhi distribusi sedimen di lokasi tersebut. Bangunan yang dimaksud diantaranya, pemecah gelombang (*breakwater*), groin, jetty dan lain lainnya.

Dari penyelidikan tanah yang dilakukan oleh P.U Bali, bahwa sebagian besar material dasar laut berupa pasir. Keberadaan pasir ini sampai pada kedalaman 8 meter, dan

setelah kedalaman diatas itu terdapat lapisan karang yang keras. Untuk data ukuran partikel sediment yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah data ukuran partikel dari Pantai Kuta. Dengan asumsi kondisi pantai hampir sama, disamping juga karena jarak Pantai Kuta relatif berdekatan dengan Pantai Tanah Lot. Setelah dilakukan analisa kondisi Pantai Tanah Lot, ternyata jenis material dasar laut hampir sama yaitu berupa pasir. Untuk perairan Pantai Tanah Lot, besarnya D_{50} adalah 0.1178 mm, $D_{10} = 0.0740$ mm, $D_{30} = 0.0990$ mm, $D_{60} = 0.1303$ mm, $D_{90} = 0.20$ mm.

Perhitungan laju sedimen dibagi dalam 4 titik pengamatan, laju sedimen yang dihitung adalah akibat arus yang dari Timur karena di sebelah Baratnya terdapat penghalang yang berupa breakwater sehingga arus yang datang akan dikembalikan ke arah Timur. Perhitungan pada tiap titik pengamatan dapat dilihat pada lampiran.

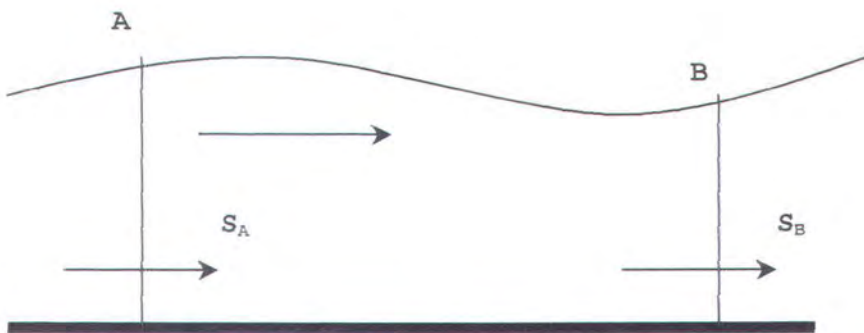
Hasil dari perhitungan tersebut dapat dirangkum seperti dalam tabel dibawah ini

Tabel 4.8 Transpor Sedimen Tiap Station

Station	Transpor Sedimen (m^3/th)	
	Ke Utara	Ke Timur
1	12597.484	5864.538
2	13463.072	6494.019
3	11695.950	4890.093
4	12158.958	4959.603

Besarnya tingkat pengendapan akibat transpor sedimen, diperlukan dua titik yang dijadikan sebagai kontrol.

Dari kedua titik ini ditinjau berapa besar sedimen yang masuk maupun berapa sedimen yang keluar dari daerah tersebut. Apabila transpor sedimen yang masuk lebih kecil dari yang keluar maka akan terjadi pengerusan atau sebaliknya.



$$S_A = S_B \text{ (seimbang)}$$

$$S_A > S_B \text{ (terjadi pengendapan)}$$

$$S_A < S_B \text{ (terjadi erosi)}$$

Gambar 4.11 Proses Transpor Sedimen

Untuk perhitungan sedimen rate-nya dapat dilihat pada Tabel 4.9 dibawah ini

Tabel 4.9 Laju Sedimen

- Arah Arus ke Utara

Arah transpor sedimen	Sedimen rate (m ³ /th)
St 1 ke St 3	901.534
St 1 ke St 4	438.526
St 2 ke St 3	1767.122
St 2 ke St 4	1304.114

- **Arah Arus ke Timur**

Arah transpor sedimen	Sedimen rate (m ³ /th)
St 3 ke St 1	2625.555
St 3 ke St 2	1996.074
St 4 ke St 1	-904.935
St 4 ke St 2	-1534.42

Keterangan; (+) terjadi pengendapan
(-) terjadi erosi.

Berdasarkan pada peninjauan arah dan hasil perhitungan, maka rata-rata pengendapan sebesar **9032.925 m³/th** dan rata-rata penggerusan **2439.355 m³/th**. Sehingga dalam 1 tahun volume sedimen yang diendapkan **6593.57 m³/th**. Bila luas daerah yang dijadikan survey adalah **10.000 m²** maka endapan pasir yang terjadi selama 1 tahun adalah sebesar **0,6594 m** atau **65,94 cm**.

4.6 PERENCANAAN KONTRUKSI SUBMERGED-BREAKWATER

4.6.1 Lay Out Breakwater

Data gelombang diperlukan dalam perencanaan pemasangan pemecah gelombang. Dari data yang ada diambil tinggi gelombang signifikan ($H_{1/3}$) dari banyaknya kejadian gelombang. Gelombang signifikan adalah rata-rata dari sepertiga seluruh gelombang yang tertinggi. Dari data yang ada diketahui bahwa tinggi gelombang signifikan pada perairan Pantai Tanah Lot adalah $H_{1/3} = 1.2$ meter pada tinggi gelombang laut dalam yang terjadi $H_o = 1.3$ meter, dan periode gelombang signifikan $T_{1/3} = 8.50$ dtk.



Setelah diketahui significant wave height, maka kita dapat mencari panjang fetch diperairan tersebut. Untuk mendapatkan panjang fetch-nya maka sebelumnya harus kita cari dahulu wind speed (U_w) dengan menggunakan pendekatan formulasi Bretschneider spektrum, (Cakrabharthy, 1987). Hubungan antara tinggi gelombang, periode gelombang, dan kecepatan angin diperoleh dengan pendekatan empiris Bretschneider, yaitu ;

$$\frac{gH_{1/3}}{U_w^2} = 0,282$$

dimana;

g = kecepatan gravitasi (ft/sec).

$H_{1/3}$ = significant wave height (ft)

U_w = significant wind speed (ft/sec).

Dengan mensubstitusikan harga g , $H_{1/3}$, ke persamaan tersebut maka;

$$\frac{32,2 \cdot (1,2 \times 3,048)}{U_w^2} = 0,282$$

$$U_w = 20,43 \text{ ftt/sec}$$

$$= 13,04 \text{ knot.}$$

Setelah didapat significant wind speed, maka dengan menggunakan diagram Bretschneider kita dapat ketahui panjang fetch, yaitu 400 km. Dari hasil ini diverifikasi dengan menggunakan formulasi P-M spektrum (Silvester, 1974), yaitu ;

$$H_{1/3} = 0,0185 \times (U_w)^2$$

Dengan mensubstitusikan nilai-kecepatan angin tersebut tersebut ke dalam persamaan, maka;

$$\begin{aligned} H_{1/3} &= 0,0185 \times (13,04)^2 \\ &= 3,14 \text{ ft} \\ &= 0,987 \text{ meter.} \end{aligned}$$

Dari hasil diatas dapat dilihat bahwa hasil $H_{1/3}$ yang diperoleh dari pengolahan data dan uyang diperoleh dengan menggunakan formulasi spektrum memperlihatkan hasil dari pengolahan data lebih besar 23% dibandingkan dengan menggunakan formulasi spektrum. Sehingga $H_{1/3}$ yang didapat dari pengolahan data yang ada cukup valid untuk digunakan.

Pada perhitungan refraksi diasumsikan bahwa penjalaran gelombang tersebut puncaknya paralel terhadap kontur kedalaman, sehingga koefisien refraksi (K_r) = 1, dan $H_o = H_o'$. Kemudian dilakukan perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} H_o' &= H_o = 1.3 \text{ meter} \\ m &= \text{kemiringan dasar laut} \\ &= 0.02 \\ T &= \text{periode gelombang} \\ &= 8.50 \text{ dtk} \end{aligned}$$

$$L_o = \frac{gT^2}{2\pi} = 113 \text{ meter}$$

Selanjutnya :

$$\frac{H_o'}{gT^2} = 1.3/9.81(8.5)^2 = 0.00167$$

Dengan menggunakan gambar 4.6 maka didapat nilai H_b :

$$H_b/H_o' = 1.5$$

$$H_b = 1.5 \times 1.2 = 1.8 \text{ meter}$$

Dari nilai H_b yang diketahui maka didapat :

$$H_b/gT^2 = 1.8/9,81(8.5)^2 = 0.00254$$

Dengan melihat Gambar 4.7 maka didapat harga :

$$\alpha = 1.5$$

$$\beta = 1.025$$

dimana ;

$$\alpha = \left[\frac{d_b}{H_b} \right]_{\max} \quad \text{dan} \quad \beta = \left[\frac{d_b}{H_b} \right]_{\min}$$

sehingga :

$$\begin{aligned} d_{b\max} &= 1.5 \times 1.8 \\ &= 2.7 \text{ meter} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d_{b\min} &= 1.025 \times 1.8 \\ &= 1.86 \text{ meter.} \end{aligned}$$

Pada Gambar 4.12 kedalaman air (d) diukur dari SWL ke dasar laut, sehingga agar sama dengan peta bathymetri maka perhitungan diatas menjadi :

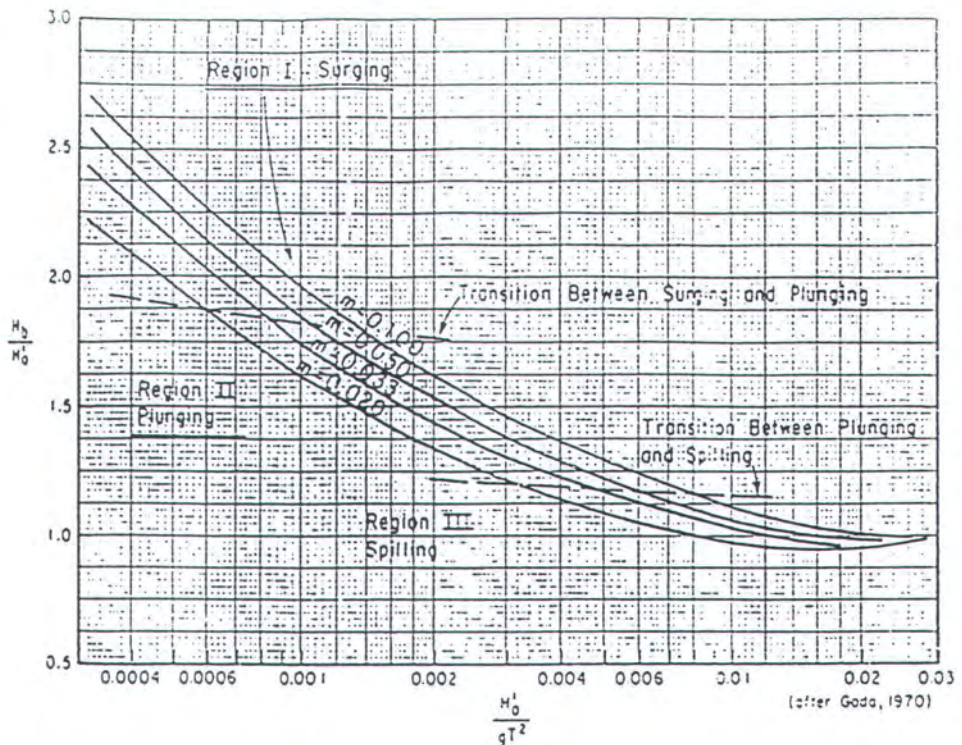
$$\begin{aligned} d_{b\max} &= 2.7 + \text{elevasi MSL} \\ &= 2.7 + 0.7 \\ &= 3.4 \text{ meter} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d_{b\min} &= 1.86 + \text{elevasi MSL} \\ &= 1.86 + 0.7 \\ &= 2.56 \text{ meter.} \end{aligned}$$

Maka dari perhitungan diatas dapat dilihat bahwa gelombang akan pecah pada kedalaman antara 2.56 meter - 3.4 meter yang dikur dari MSL

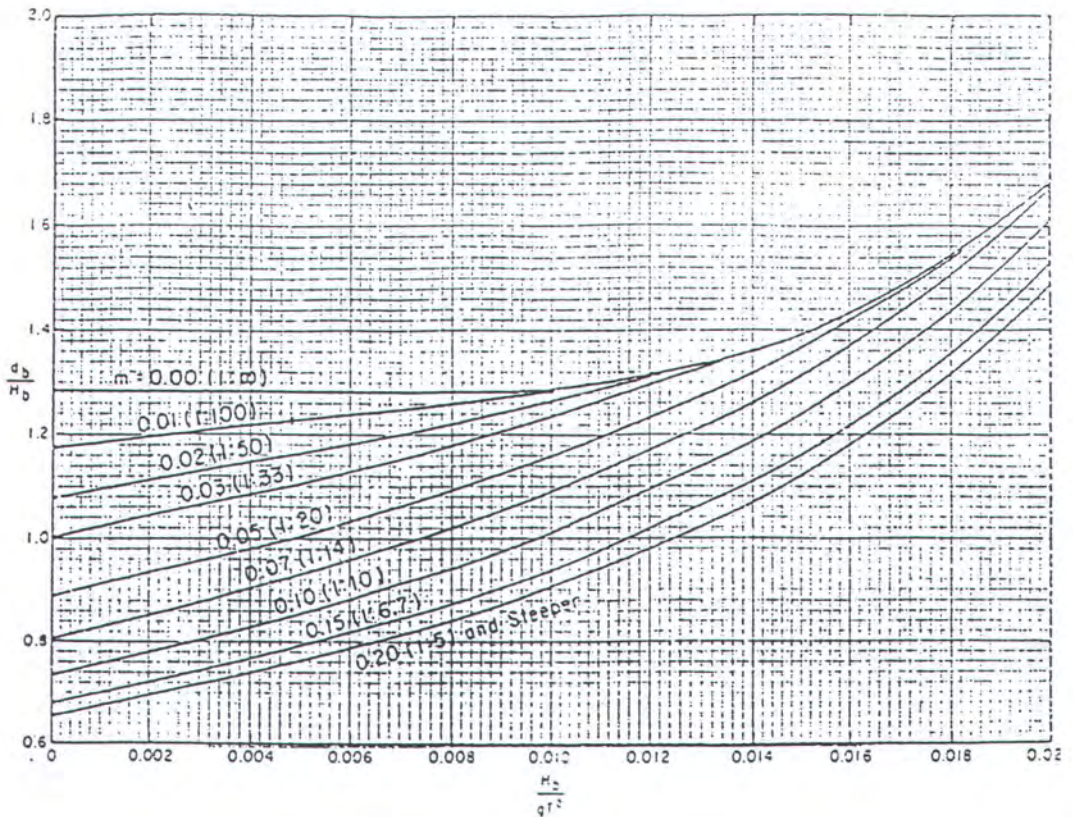
Bentuk dari kemiringan dasar laut akan mengakibatkan terjadinya gelombang pecah.

Hubungan antara wave steepness dengan kemiringan dasar laut dapat dilihat dalam Gambar 4.12



Gambar 4.12 Penentuan Tinggi Gelombang Pecah
(SPM. Vol. I, 1984)

Untuk memperkirakan kedalaman dimana terjadinya gelombang pecah (d_b) dan tinggi gelombang pecah (H_b) digunakan diagram seperti Gambar 4.13



Gambar 4.13 Perhitungan α dan β Terhadap H_b/gT^2 .

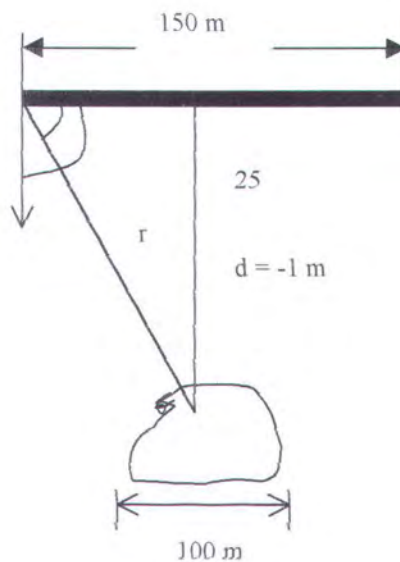
(SPM, Vol. 1, 1984)

Untuk kasus di daerah Tanah Lot, analisa refraksi dilakukan untuk mendapatkan lokasi pemasangan dan panjang *breakwater* yang paling efektif. Adapun daerah yang dilindungi adalah karang pura dengan panjang daerah yang dilindungi sekitar 100 meter. Perlindungan ini menggunakan *single breakwater* dengan panjang *breakwater* 150 meter. Untuk mendapatkan letak *breakwater* yang paling efektif maka dilakukan beberapa alternatif penempatan diantaranya pada 25 m, 50 m, 80 m, 120 m, dan pada jarak 140 m.

Pemilihan lokasi dan panjang dari breakwater didasarkan pada filosofi bahwa panjang minimum dari breakwater yang akan dibangun minimal sama dengan daerah yang akan dilindungi. Pertimbangan lain jarak yang terlalu dekat dengan pura akan menyebabkan adanya endapan pasir dibelakang pura dan panjang breakwater yang dibuat diperkirakan mampu mengantisipasi pengaruh gelombang.

Dari alternatif diatas, maka dapat ketahui posisi letak penempatan breakwater yang akan dipasang pada lokasi.

1. Pada jarak 25 m di depan pura



Diketahui :

$$\phi = 90^\circ$$

$$d_b = -1 \text{ m}$$

$$r = (25^2 + 75^2)^{0.5}$$

$$= 79.06 \text{ m}$$

$$\beta = 18.6^\circ$$

- a. Tinggi gelombang datang pada ujung breakwater, yaitu pada kedalaman $d = -1$ meter

$$d/L_0 = 1/113 = 0.0088.$$

Dari tabel C - 1 Shore Protection Manual volume II, untuk $d/L_0 = 0.0088$

$$H_b/H_0' = 1.48 ; H_0' = 1.3$$

Sehingga :

$$H_b = 1.48 \times 1.3 = 1.77 \text{ m.}$$

- b. Kedalaman rata-rata pada daerah dibelakang breakwater (d_A) = 0.5 m, sehingga panjang gelombang dibelakang breakwater adalah ;

$$\tau^2 = gk \tanh kd$$

$$\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 = g\left(\frac{2\pi}{L}\right) \tanh \frac{2\pi}{L} d$$

$$\left(\frac{2\pi}{gT^2}\right) = 1/L \tanh \frac{2\pi}{L} d$$

Dengan persamaan Eckart (SPM, Vol. I, 1984), maka persamaan diatas dapat diselesaikan dengan cara :

$$L = \frac{gT^2}{2\pi} \sqrt{\tanh\left(\frac{4\pi^2 d}{T^2 g}\right)}$$

$$L = \frac{9,81 \cdot 8,5^2}{2 \cdot \pi} \sqrt{\tanh\left(\frac{4\pi^2 \cdot 0,5}{8,5^2 \cdot 9,81}\right)}$$

$$L = 18,8 \text{ meter.}$$

- c. Analisa Difraksi di belakang breakwater

$$d/L_0 = 0,5/113 = 0,0044$$

dengan tabel C-1 SPM, Vol. II (1984), maka

$$H/H_0' = \text{koefisien shoaling (Ks)} = 1,746.$$

Koefisien refraksi (Kr) diasumsikan = 1, maka koefisien difraksi dapat dicari dengan cara;

$$r/L = 79,05/18,8 = 4,2$$

Untuk $\phi = 90^\circ$, $\beta = 18,42$ dari tabel difraksi kita dapatkan harga $K_d = 0,12$.

Sehingga tinggi gelombang di belakang breakwater adalah :

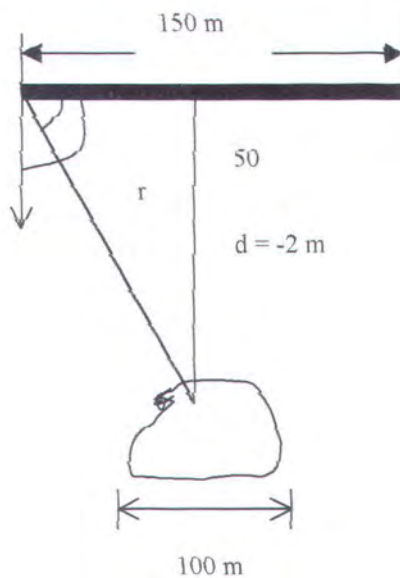
$$\begin{aligned} H_A &= H_b \cdot K_r \cdot K_s \cdot K_d \\ &= 1,77 \cdot 1 \cdot 1,746 \cdot 0,12 \\ &= 0,37 \text{ meter.} \end{aligned}$$

Perhitungan diatas, dapat kita lihat terjadi pengurangan tinggi gelombang sebesar ;

$$\begin{aligned} H_b - H_A &= 1,77 - 0,37 \\ &= 1,4 \text{ meter.} \end{aligned}$$

Dengan jarak 25 meter di depan pura ini akan terjadi pengurangan tinggi gelombang datang sebesar 77,1% dari tinggi gelombang yang datang pada ujung breakwater.

2. Pada jarak 50 m di depan pura



Diketahui : $\phi = 90^\circ$

$$d_b = -2 \text{ m}$$

$$r = (50^2 + 75^2)^{0.5}$$

$$= 90.14 \text{ m}$$

$$\square = 33,676.1^\circ$$

- a. Tinggi gelombang datang pada ujung *breakwater*, yaitu pada kedalaman $d = -2$ meter

$$d/L_o = 2/113 = 0.018.$$

Dari tabel C - 1 Shore Protection Manual volume II, untuk $d/L_o = 0.018$

$$H_b/H_o' = 1.255 ; H_o' = 1.3$$

Sehingga :

$$H_b = 1.255 \times 1.3 = 1.506 \text{ m.}$$

- b. Kedalaman rata-rata pada daerah dibelakang *breakwater* (d_A) = 1.5 m, sehingga panjang gelombang di belakang *breakwater* adalah ;

$$\tau^2 = gk \tanh kd$$

$$\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 = g \left(\frac{2\pi}{L}\right) \tanh \frac{2\pi}{L} d$$

$$\left(\frac{2\pi}{gT^2}\right) = 1/L \tanh \frac{2\pi}{L} d$$

Dengan persamaan Eckart (SPM, Vol. I, 1984), maka persamaan diatas dapat diselesaikan dengan cara :

$$L = \frac{gT^2}{2\pi} \sqrt{\tanh\left(\frac{4\pi^2 d}{T^2 g}\right)}$$

$$L = \frac{9,81 \cdot 8,5^2}{2 \cdot \pi} \sqrt{\tanh\left(\frac{4\pi^2 \cdot 1,5}{8,5^2 \cdot 9,81}\right)}$$

$$L = 53,65 \text{ meter}$$

c. Analisa difraksi pada daerah di belakang breakwater

$$d/L_0 = 1,5/113 = 0,013$$

dengan menggunakan tabel C-1 SPM, Vol. II (1984), maka

$$H/H_0' = \text{koefisien shoaling (Ks)} = 1,350$$

Koefisien refraksi (Kr) diasumsikan = 1, maka koefisien difraksi dapat dicari dengan cara;

$$r/L = 90,14/53,65 = 1,68$$

Untuk $\phi = 90^\circ$, $\beta = 33,676$ dari tabel difraksi kita dapatkan harga $K_d = 0,2208$.

Sehingga tinggi gelombang di belakang breakwater adalah :

$$\begin{aligned} H_A &= H_b \cdot K_r \cdot K_s \cdot K_d \\ &= 1,506 \cdot 1 \cdot 1,350 \cdot 0,2208 \\ &= 0,45. \end{aligned}$$

Perhitungan diatas, maka kita dapat lihat terjadi pengurangan tinggi gelombang sebesar ;

$$\begin{aligned} H_b - H_A &= 1,506 - 0,45 \\ &= 1,057 \text{ meter} \end{aligned}$$

Dengan jarak 50 meter di depan pura ini akan terjadi pengurangan tinggi gelombang datang sebesar 70,2% dari tinggi gelombang yang datang pada ujung breakwater.

$$\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 = g \left(\frac{2\pi}{L}\right) \tanh \frac{2\pi}{L} d$$

$$\left(\frac{2\pi}{gT^2}\right) = 1/L \tanh \frac{2\pi}{L} d$$

Dengan persamaan Eckart (SPM, Vol. I, 1984), maka persamaan diatas dapat diselesaikan dengan cara :

$$L = \frac{gT^2}{2\pi} \sqrt{\tanh\left(\frac{4\pi^2 d}{T^2 g}\right)}$$

$$L = \frac{9,81 \cdot 8,5^2}{2 \cdot \pi} \sqrt{\tanh\left(\frac{4\pi^2 \cdot 2}{8,5^2 \cdot 9,81}\right)}$$

$$L = 37,57 \text{ meter}$$

c. Analisa difraksi pada daerah di belakang breakwater

$$d/L_0 = 2/113 = 0,018$$

dengan menggunakan tabel C-1 SPM, Vol. II (1984), maka

$$H/H_0' = \text{koefisien shoaling (Ks)} = 1,255$$

Koefisien refraksi (Kr) diasumsikan = 1, maka koefisien difraksi dapat dicari dengan cara;

$$r/L = 109,66/37,57 = 2,92$$

Untuk $\phi = 90^\circ$, $\beta = 46,89$ dari tabel difraksi kita dapatkan harga $K_d = 0,1766$.

Sehingga tinggi gelombang di belakang breakwater adalah :

$$H_A = H_b \cdot K_r \cdot K_s \cdot K_d$$

$$= 1,8 \cdot 1 \cdot 1,255 \cdot 0,1766$$

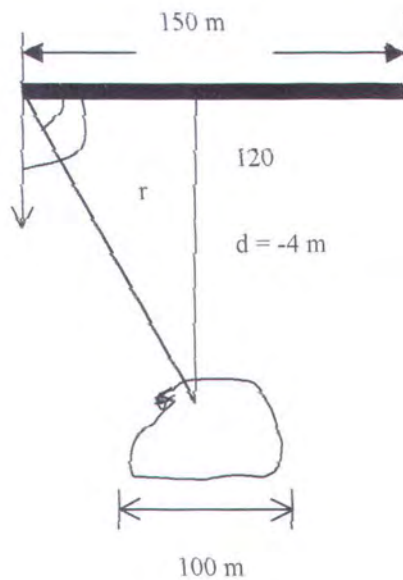
$$= 0,39.$$

Perhitungan diatas, maka kita dapat lihat terjadi pengurangan tinggi gelombang sebesar ;

$$\begin{aligned} H_b - H_A &= 1,8 - 0,39 \\ &= 1,41 \text{ meter.} \end{aligned}$$

Dengan jarak 80 meter di depan pura ini akan terjadi pengurangan tinggi gelombang datang sebesar 78% dari tinggi gelombang yang datang pada ujung *breakwater*.

4. Jarak 120 meter di depan pura



Diketahui : $\phi = 90^\circ$

$$d_b = -4 \text{ m}$$

$$r = (120^2 + 75^2)^{0.5}$$

$$= 141,51 \text{ m}$$

$$\beta = 60,35^\circ$$

a. Tinggi gelombang datang pada ujung *breakwater*, yaitu pada kedalaman $d = -4$ meter

$$d/L_o = 4/113 = 0.035.$$

Dari tabel C - 1 *Shore Protection Manual volume II*, untuk $d/L_o = 0.035$

$$H_b/H_o' = 1.092 \quad ; \quad H_o' = 1.3$$

Sehingga :

$$H_b = 1.092 \times 1.3 = 1.31 \text{ m.}$$

- b. Kedalaman rata-rata pada daerah dibelakang breakwater (d_A) = 2,25 m, sehingga panjang gelombang di belakang breakwater adalah ;

$$\tau^2 = gk \tanh kd$$

$$\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 = g \left(\frac{2\pi}{L}\right) \tanh \frac{2\pi}{L} d$$

$$\left(\frac{2\pi}{gT^2}\right) = 1/L \tanh \frac{2\pi}{L} d$$

Dengan persamaan Eckart (SPM, Vol. I, 1984), maka persamaan diatas dapat diselesaikan dengan cara :

$$L = \frac{gT^2}{2\pi} \sqrt{\tanh\left(\frac{4\pi^2 d}{T^2 g}\right)}$$

$$L = \frac{9,81 \cdot 8,5^2}{2\pi} \sqrt{\tanh\left(\frac{4\pi^2 \cdot 2,25}{8,5^2 \cdot 9,81}\right)}$$

$$L = 52,41 \text{ meter}$$

- c. Analisa difraksi pada daerah di belakang breakwater

$$d/L_o = 2,25/113 = 0,012$$

dengan menggunakan tabel C-1 SPM, Vol. II (1984), maka

$$H/H_o' = \text{koefisien shoaling (Ks)} = 1,375$$

Koefisien refraksi (Kr) diasumsikan = 1, maka koefisien difraksi dapat dicari dengan cara;

$$r/L = 141,51/52,41 = 2,7$$



Untuk $\phi = 90^\circ$, $\beta = 60,53$, $r/L = 2,7$ maka dari tabel difraksi kita dapatkan harga $K_d = 0,23$.

Sehingga tinggi gelombang di belakang breakwater adalah :

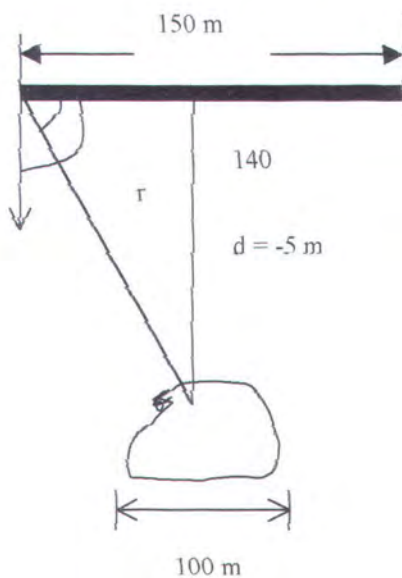
$$\begin{aligned} H_A &= H_b \cdot K_r \cdot K_s \cdot K_d \\ &= 1,31 \cdot 1 \cdot 1,375 \cdot 0,23 \\ &= 0,41. \end{aligned}$$

Perhitungan diatas, maka kita dapat lihat terjadi pengurangan tinggi gelombang sebesar ;

$$\begin{aligned} H_b - H_A &= 1,31 - 0,41 \\ &= 0,9 \text{ meter} \end{aligned}$$

Dengan jarak 120 meter di depan pura ini akan terjadi pengurangan tinggi gelombang datang sebesar 68,7% dari tinggi gelombang yang datang pada ujung breakwater.

5. Jarak 140 meter di depan pura



Diketahui : $\phi = 90^\circ$

$$d_b = - 5 \text{ m}$$

$$r = (140^2 + 75^2)^{0.5}$$

$$= 158,82 \text{ m}$$

$$\beta = 61,64^\circ$$

- a. Tinggi gelombang datang pada ujung breakwater, yaitu pada kedalaman $d = - 5$ meter

$$d/L_o = 5/113 = 0.044.$$

Dari tabel C - 1 Shore Protection Manual volume II, untuk $d/L_o = 0.044$

$$H_b/H_o' = 1.046 ; H_o' = 1.3$$

Sehingga :

$$H_b = 1.046 \times 1.3 = 1.26 \text{ m.}$$

- b. Kedalaman rata-rata pada daerah dibelakang breakwater (d_A) = - 3 m, sehingga panjang gelombang di belakang breakwater adalah;

$$\tau^2 = gk \tanh kd$$

$$\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 = g\left(\frac{2\pi}{L}\right) \tanh \frac{2\pi}{L} d$$

$$\left(\frac{2\pi}{gT^2}\right) = 1/L \tanh \frac{2\pi}{L} d$$

Dengan persamaan Eckart (SPM, Vol. I, 1984), maka persamaan diatas dapat diselesaikan dengan cara :

$$L = \frac{gT^2}{2\pi} \sqrt{\tanh\left(\frac{4\pi^2 d}{T^2 g}\right)}$$

$$L = \frac{9,81 \cdot 8,5^2}{2 \cdot \pi} \sqrt{\tanh\left(\frac{4\pi^2 \cdot 3}{8,5^2 \cdot 9,81}\right)}$$

$$L = 46,68 \text{ meter}$$

c. Analisa difraksi pada daerah di belakang breakwater

$$d/L_0 = 3/113 = 0,027$$

dengan menggunakan tabel C-1 SPM, Vol. II (1984), maka

$$H/H_0' = \text{koefisien shoaling (Ks)} = 1,15$$

Koefisien refraksi (Kr) diasumsikan = 1, maka koefisien difraksi dapat dicari dengan cara;

$$r/L = 158,82/46,68 = 3,41$$

Untuk $\phi = 90^\circ$, $\beta = 61,64$, $r/L = 3,41$ maka dari tabel difraksi kita dapatkan harga $K_d = 0,19$.

Sehingga tinggi gelombang di belakang breakwater adalah :

$$\begin{aligned} H_A &= H_b \cdot K_r \cdot K_s \cdot K_d \\ &= 1,26 \cdot 1 \cdot 1,15 \cdot 0,19 \\ &= 0,27. \end{aligned}$$

Perhitungan diatas, maka kita dapat lihat terjadi pengurangan tinggi gelombang sebesar ;

$$\begin{aligned} H_b - H_A &= 1,26 - 0,27 \\ &= 0,99 \text{ meter} \end{aligned}$$

Dengan jarak 140 meter di depan pura ini akan terjadi pengurangan tinggi gelombang datang sebesar 78,6% dari tinggi gelombang yang datang pada ujung breakwater.

Dari perhitungan alternatif di atas kita dapat membandingkan prosentase pengurangan tinggi gelombang dari masing-masing alternatif diatas, seperti dalam tabel dibawah :

Tabel 4.10 Prosentase Pengurangan Tinggi Gelombang

No	Panjang Breakwater (meter)	Alternatif (meter)	% Pengurangan Gelombang
1	150	25	77,1
2	150	50	70,2
3	150	80	78
4	150	120	68,7
5	150	140	78,6

Dari tabel di atas dapat kita ketahui bahwa alternatif ke - 5 memberikan prosentase pengurangan tinggi gelombang yang terbesar. Hal ini berarti alternatif yang ke- 5 memberikan perlindungan yang paling efektif terhadap pengamanan tebing karang bebatuan pura.

4.6.2 Penentuan Elevasi Breakwater

Perencanaan elevasi puncak breakwater ditentukan oleh tinggi muka air maksimum di lokasi, ketinggian gelombang rencana, perhitungan wave run-up dan kondisi perencanaan apakah gelombang datang boleh melewati breakwater atau tidak. Dengan mempertimbangkan berbagai faktor, maka wave run-up dan overtopping masih diperbolehkan sehingga breakwater yang direncanakan boleh dilewati oleh air. Hal ini adalah karena

pertimbangan bahwa Pantai Tanah Lot adalah merupakan salah satu kawasan wisata di Bali .

Pada saat gelombang menghantam konstruksi *breakwater*, gelombang tersebut akan naik (*run-up*) pad permukaan *breakwater*. Di sini *run-up* tergantung pada kemiringan dasar laut di depan bangunan, kedalaman air pada lokasi *breakwater*, bentuk dan kekasaran permukaan *breakwater* dan karakteristik gelombang yang terjadi (Triatmodjo, 1999).

Perhitungan *run-up* yang terjadi pada bangunan, sebagai berikut :

$$\xi = \frac{\tan\Phi}{\left(\frac{H}{L_0}\right)^{0.5}}$$

dimana ;

ξ = bilangan tidak berdimensi

Φ = sudut kemiringan sisi pemecah gelombang, direncanakan 1:2

H = tinggi gelombang di lokasi bangunan.

L_0 = panjang gelombang laut dalam.

Sehingga;

$$\xi = \frac{0,5}{\left(\frac{1,04}{113}\right)^{0.5}}$$

$$\xi = 5,21$$

Dengan mencocokkan nilai ξ dengan R_s/H_s untuk struktur tetrapod pada grafik perhitungan *run-up* , didapatkan :

$$R_s/H_s = 1,38$$

$$R_s = 1,38 \times H_s = 1,38 \times 1,2$$

$R_s = 1,656$ meter.

Dari perhitungan tersebut diketahui besarnya tinggi gelombang *run-up* adalah 1,656 meter, hal ini berarti bahwa gelombang akan merambat naik 1,656 meter dari ketinggian pada saat gelombang menghantam struktur *breakwater*. Jadi ketinggian gelombang total yang akan menghantam *breakwater* sebagai akibat gelombang datang dan gelombang *run-up* yang terjadi adalah :

$$\begin{aligned} \text{Tinggi total} &= H_s + R_u \\ &= 1,3 + 1,656 = 2,969 \text{ meter.} \end{aligned}$$

Untuk perencanaan elevasi pemecah gelombang (Triatmodjo, 1999) :

$$El_{\text{ pemecah}} = \text{HWL} + R_u + T_k.$$

Karena jenis konstruksi *breakwater* yang direncanakan di Pantai Tanah Lot adalah tipe *over-topping*, maka nilai T_k (tingkat kebebasan) tidak dimasukkan ke dalam perhitungan. HWL diambil dari data lingkungan sebesar 1,7 meter dan R_u (*run-up*) dari hasil perhitungan sebesar 2,969 meter, sehingga :

$$\begin{aligned} El_{\text{ pemecah}} &= 1,7 + 2,969 \\ El_{\text{ pemecah}} &= 4,47 \text{ meter.} \end{aligned}$$

Ketinggian *breakwater* sebesar 4,47 meter adalah ketinggian *breakwater* dihitung dari muka air rata-rata (SWL), sehingga tinggi *breakwater* total ditentukan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} El_{\text{ Pem. Gel}} &= El_{\text{ pemecah}} + El_{\text{ Dsr. laut.}} \\ El_{\text{ Pem. Gel}} &= 4,47 + 1,7 \\ &= 6,17 \text{ meter.} \end{aligned}$$



dari perhitungan diatas diketahui bahwa : ketinggian total breakwater dari dasar laut adalah 6,17 meter.

4.6.3 Perhitungan Berat Batu Pelindung

Konstruksi dari breakwater yang akan dibangun di Pantai Tanah Lot tersusun atas tumpukan beton yang disusun sedemikian rupa, oleh karena jenis konstruksi gravitasi sehingga berat batuan pelindung merupakan faktor yang penting yang berpengaruh terhadap keandalan (*reliability*) dan kelayakan (*serviceability*) struktur. Penentuan berat batu pelindung untuk konstruksi *breakwater* menggunakan rumus Hudson (Triatmodjo, 1999) :

$$W = \frac{W_r \cdot H^3}{Kd \cdot (Sr - 1)^3 \cdot \cot g \phi}$$

Dimana ;

W = berat satuan armor unit

W_r = berat jenis beton , diambil 2200kg/m³.

Kd = koefisien stabilitas badan atau kepala.

Sr = perbandingan berat jenis beton dengan berat jenis air laut.

φ = sudut kemiringan konstruksi.

H = ketinggian gelombang di lokasi, signifikan terhadap kerusakan.

Penentuan berat satuan batu pelindung (armor unit) dapat juga dilakukan dengan menggunakan formulasi yang dikembangkan oleh CERC, US Army (CERC, SPM Vol. I, 1984) sebagai berikut :

$$N_s = \frac{(Ht^2 \cdot Lp)^{1/3}}{\left(\frac{W}{W_r}\right)^{1/3} \left(\frac{W_r}{W_w} - 1\right)}$$

Dimana ;

W = berat satuan batu pelindung

W_r = berat jenis beton

W_w = berat jenis air laut.

H_t = tinggi gelombang dilokasi.

L_p = panjang gelombang pada perairan yang ditinjau.

$N_s < 6$ untuk pergerakan kerusakan yang sangat kecil.

$N_s > 8$ untuk kerusakan yang mengakibatkan perubahan bentuk dari breakwater.

Penentuan berat satuan batu pelindung yang akan digunakan sebagai armor unit harus pula memperhitungkan masalah prosentase kerusakan struktur *breakwater* yang dapat terjadi dan masih dalam batas yang diijinkan. Prosentase kerusakan yang terjadi pada *breakwater* dinyatakan dalam perbandingan H/H_d seperti pada Tabel 4.14. Nilai K_d yang akan direncanakan dapat dilihat pada Tabel 4.15, dimana pada tabel ini ditunjukkan no-damage criteria dan kondisi minor *over-topping*. Prosentase kerusakan struktur *breakwater* di Pantai tanah Lot yang diijinkan adalah antara 5% - 10%. Dari Tabel 4.5 diketahui bahwa untuk tingkat kerusakan 5% - 10% untuk penyusun dari tetrapod perbandingan H/H_d adalah 1.09. karena ketinggian gelombang (H) yang menyebabkan kerusakan sebesar 5% - 10% adalah 1,2 meter, maka :

$$\frac{H}{H_{D=0}} = 1,09$$

$$H_{D=0} = H/1,09$$

$$H_{D=0} = 1,2/1,09 = 1,1$$

Dari Tabel 4.7 untuk kondisi breaking wave, struktur head untuk tetrapod didapat $K_D = 6,0$ dan $\cotg \theta = 1,5$. Untuk kondisi breakwater dengan kedalaman 5 meter, berat satuan batu pelindung adalah:

$$\bar{W} = \frac{(2200)(1,1)^3}{6.(2,2-1)^3 \cdot 5}$$

$$W = 156,96$$

$$= 157 \text{ kg.}$$

Perhitungan berat satuan batu pelindung dengan menggunakan rumus CERC, SPM. Vol. 1, 1984 didapatkan hasil sebagai berikut :

- $N_s = 8$ (untuk kondisi kerusakan maksimum)
- $H_t = 1,1$ meter.
- $W_r = 2200 \text{ kg/m}^3$
- $L_p = 46,68$ meter

Sehingga :

$$8 = \frac{(1,1 \cdot 46,68)^{\frac{1}{3}}}{\left(\frac{W}{2200}\right)^{\frac{1}{3}} \cdot (2,2-1)}$$

$$8 \cdot 1,2 \left(\frac{W}{2,2}\right)^{\frac{1}{3}} = 3,72$$

$$W = 0,1576.$$

$$W = 0,1576 \times (1000 \text{ kg})$$

$$W = 157,6 \text{ kg.}$$

Dari kedua cara perhitungan tersebut diatas nilai berat batu pelindung tidak begitu beda jauh, dan untuk pertimbangan teknis diambil nilai yang terkecil. Dengan demikian maka dapat diambil nilai berat satuan batu pelindung sebesar $W = 157 \text{ kg}$, sedangkan untuk berat batu pelindung lapisan

pendukung dan lapisan inti perencanaannya mengikuti berat lapisan utama, (CERC, SPM. Vol.II, 1984) :

- Untuk lapisan pendukung dipakai $W_p = W/10$,
atau $W_p = 15,7$ kg .
- Untuk lapisan inti dipakai $W_i = W/200$ atau
 $W_i = 0,785$ kg.

4.6.4 Perhitungan Lebar Bidang Datar

Penentuan lebar bidang datar breakwater dengan tipe rouble mound digunakan formulasi pada CERC, SPM. Vol. I, 1984, yaitu :

$$B = n.K_{\Delta} \left(\frac{W}{W_r} \right)^{1/3}$$

dimana ;

$n = 3$ (jumlah lapisan pada bagian atas breakwater adalah 3)

$K_{\Delta} = 1,04$ (dari tabel ,diambil dari SPM,Vol. II, 1984)

Perhitungan lebar bidang datar *breakwater* dengan menggunakan persamaan diatas, adalah sebagai berikut :

$$B = 3 \cdot 1,04 \left(\frac{157}{2200} \right)^{1/3}$$

$B = 1,29$ meter.

Dari perhitungan diatas didapat lebar bidang datar breakwater adalah sebesar 1,29 meter, sedangakn untuk pertimbangan keamanan diambil lebar breakwater sebesar 1,3 meter. Perhitungan

lebar mercu breakwater dengan metode lain, dimana tinggi gelombang rencana dilokasi 1,3 mdan periode gelombang sebesar 8,5 dtk serta kedalaman perairan adalah 5 meter maka didapat $L_p = 46,68$ meter, sehingga didapatkan lebar puncak breakwater :

$$B = 0,3 \times L_p$$

$$B = 0,3 \times (46,68)$$

$$B = 14,004 \text{ meter.}$$

Tabel 4.11 $H/H_{D=0}$ Sebagai Fungsi Cover Layer Damage dari Setiap Armor Unit (SPM.Vol.II, 1984).

Unit		Damage (D) in Percent						
		0 to 5	5 to 10	10 to 15	15 to 20	20 to 30	30 to 40	40 to 50
Corallstone (smooth)	$H/H_{D=0}$	1.00	1.08	1.14	1.20	1.29	1.41	1.54
Corallstone (rough)	$H/H_{D=0}$	1.00	1.08	1.19	1.27	1.37	1.47	1.56 ²
Corallpods & shellpods	$H/H_{D=0}$	1.00	1.09	1.17 ³	1.24 ³	1.32 ³	1.41 ³	1.50 ³
Bar	$H/H_{D=0}$	1.00	1.11	1.25 ³	1.36 ³	1.50 ³	1.59 ³	1.64 ³
Se	$H/H_{D=0}$	1.00	1.10	1.14 ³	1.17 ³	1.20 ³	1.24 ³	1.27 ³

Tabel 4.12 Layer Coefisien dan Porositas Untuk Berbagai Tipe Armor
(SPM. Vol. II, 1984)

Armor Unit	N	Petakan	$K\Delta$	P%	Referensi
Quarray Stone	2	Acak	1,02	38	Hudson (1974)
Quarray Stone	2	Acak	1,00	37	Carver (1983)
Quarray Stone	> 3	Acak	1,00	40	Hudson (1974)
Quarray Stone	2	Special	-	27	-
Cube	2	Acak	1,10	47	Hudson (1974)
Tetrapod	2	Acak	1,04	50	Hudson (1974)
Quadripod	2	Acak	0,95	49	Hudson (1974)
Hexipod	2	Acak	1,15	47	Hudson (1974)
Tribar	2	Acak	1,02	54	Hudson (1974)
Dolos	2	Acak	0,94	56	Caerver & Davidson (1974)
Toskane	2	Acak	1,03	52	Carver (1983)
Tribar	2	Uniform	1,13	47	Hudson (1974)
Quarray Stone	Grade	Acak	-	37	-

Tabel 4.13 Penentuan Nilai K_D untuk Pemilihan Berat Armor Unit
(SPM. Vol.II,1984)

No-Damage Criteria and Minor Overtopping							
Armor Units	n	Placement	Structure Trunk		Structure Head		Slope Co: 1
			K_D^2		K_D		
			Breaking Wave	Nonbreaking Wave	Breaking Wave	Nonbreaking Wave	
Quarystone	2	Random	1.2	2.4	1.1	1.9	1.5 to 2.5
Smooth rounded	>3	Random	1.6	3.2	1.4	2.3	
Smooth rounded	1	Random		2.9		2.3	
Rough angular	2	Random	2.0	4.0	1.3	3.2	1.5
					1.6	2.8	2.0
					1.3	2.3	3.0
Rough angular	2	Random			2.1	4.2	1.5
Rough angular	>3	Random	2.2	4.6	5.3	6.4	1.5
Rough angular	2	Special	5.8	7.0	--	--	1.5
Parallelepiped	2	Special	7.0 - 20.0	8.5 - 24.0	--	--	1.5
Tetrapod and Quadripod	2	Random	7.0	8.0	6.0	6.0	1.5
					4.6	5.5	2.0
					3.5	4.0	3.0
Tribar	2	Random	9.0	10.0	8.3	9.0	1.5
					7.8	8.5	2.0
					6.0	6.5	3.0
Dolos	2	Random	15.8 ⁸	31.8 ⁸	8.0	16.0	2.0 ¹
					7.0	14.0	3.0
Modified cube	2	Random	6.5	7.5	---	5.0	3
Hexapod	2	Random	8.0	9.5	5.0	7.0	3
Toskane	2	Random	11.0	22.0	--	--	3
Tribar	1	Uniform	12.0	15.0	7.5	9.5	3
Quarystone (K_{FD})							
Graded angular	-	Random	2.2	2.5	--	--	

4.6.5 Perhitungan Ketebalan Lapisan dan Jumlah Butiran

◆ Perhitungan Ketebalan lapisan Utama.

Untuk menentukan ketebalan lapisan pelindung breakwater digunakan persamaan (Triatmodjo, 1999) sebagai berikut ;

$$t = n.K_{\Delta} \left(\frac{W}{Wr} \right)^{\frac{1}{3}}$$

dimana ;

n = Jumlah lapisan batu dalam lapis pelindung, diambil 3.

K_{Δ} = Koefisien ketebalan lapisan batuan, dari tabel didapatkan 1,04.

W = berat batuan pelapis , 157 kg.

Wr = berat jenis batuan pelapis, 2200 kg/m³.

Sehingga didapatkan ;

$$t = 3.1,04 \left(\frac{157}{2200} \right)^{\frac{1}{3}}$$

$$t = 1,29 \text{ meter.}$$

Dari perhitungan diatas didapatkan tebal lapisan pelindung untuk kontruksi *breakwater* diambil 1,3 meter.

◆ Perhitungan Jumlah Butir Beton.

Untuk memperkirakan jumlah butir beton yang diperlukan pada stiap luasan tertentu dapat digunakan rumus pendekatan sebagai berikut (Triatmodjo, 1999) ;

$$N = A.n.K_{\Delta} \left(1 - \frac{P}{100} \right) \left(\frac{Wr}{W} \right)^{\frac{2}{3}}$$

Dengan ;

A = luasan permukaan, diambil 10 m^2 .

P = porositas rerata dari lapis pelindung dari Tabel 4.6 diketahui untuk tetrapod = 50%.

n = jumlah lapis batu dalam lapisan pelindung.

$K\Delta$ = koefisien ketebalan lapisan batu , dari Tabel 4.6 didapat $K\Delta=1,04$.

Sehingga ;

$$N = (10) \cdot (3) \cdot (1,04) \cdot \left(1 - \frac{50}{100}\right) \left(\frac{2200}{157}\right)^{2/3}$$

$$N = 91,473 \text{ buah.}$$

Dari perhitungan diatas didapatkan jumlah butir beton yang diperlukan untuk setiap luas permukaan 10 m^2 lapisan pelindung adalah : 92 buah.

4.7 PERHITUNGAN ENERGI YANG DISERAP BREAKWATER

Setelah berbagai dimensi perencanaan breakwater diketahui, maka diperhitungkan besarnya energi yang diserap oleh breakwater dapat ditentukan. Dari perhitungan sebelumnya diketahui :

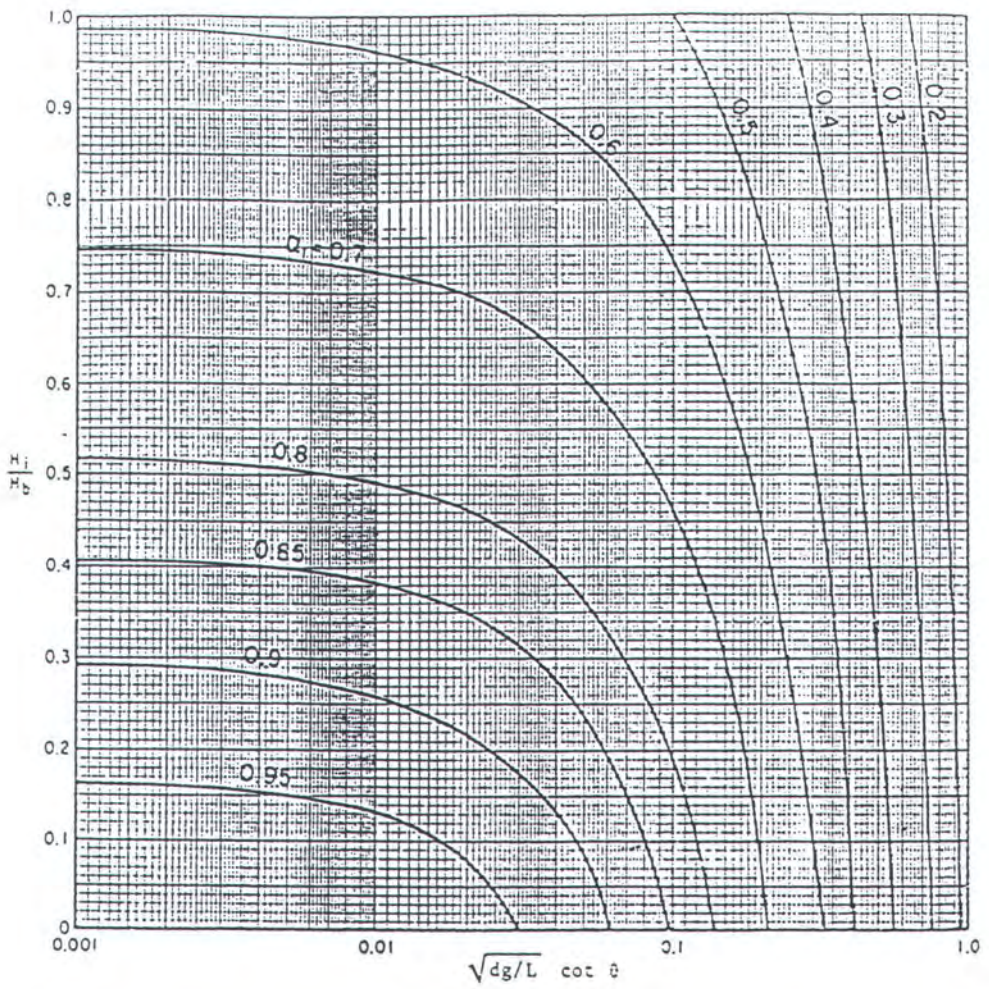
$$H_I = 1.2 \text{ meter.}$$

$$L_o = 46,68 \text{ meter}$$

$$\text{Cotg } \theta = 2$$

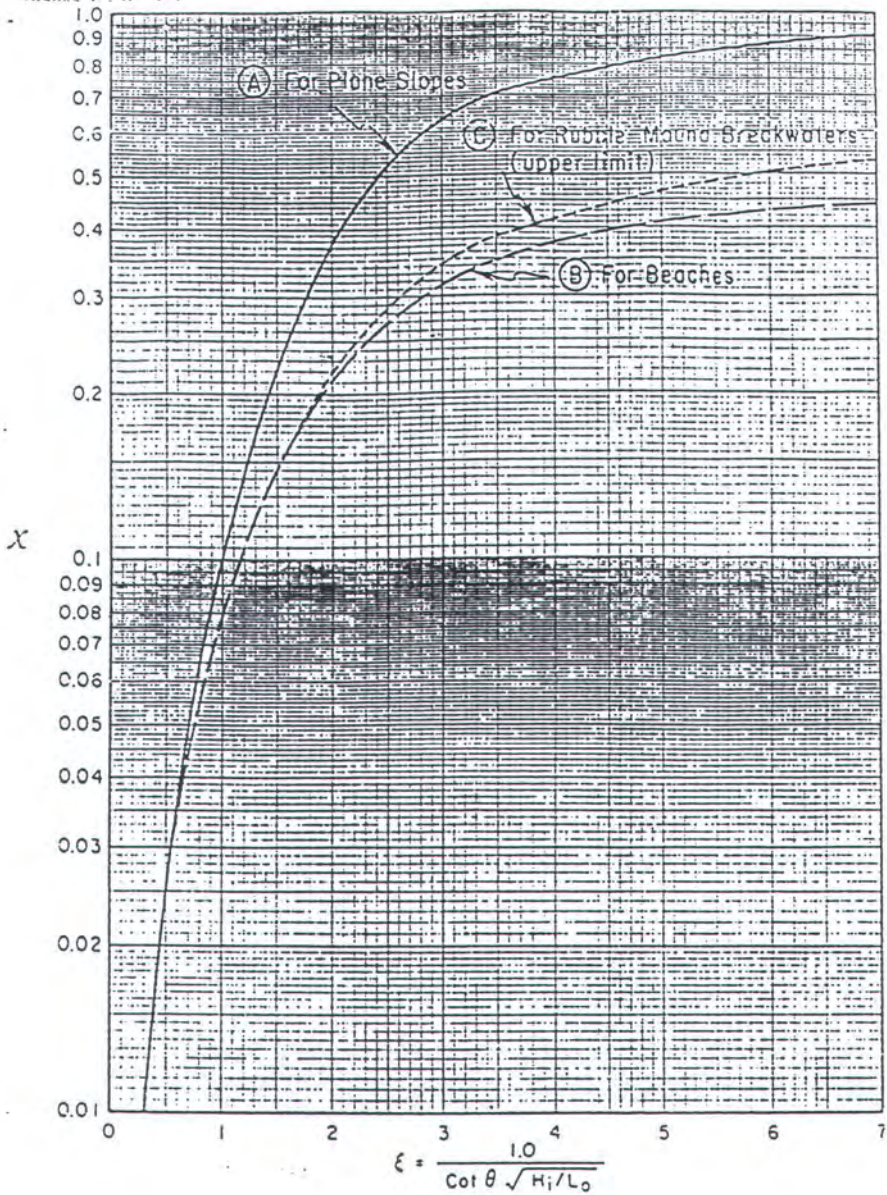
Dengan menggunakan persamaan ;

$$\xi = \frac{1,0}{\text{cotg } \theta \sqrt{H_i/L_o}}$$



Gambar 4.14 Faktor Koreksi Sebagai Akibat Adanya Gelombang Pecah
(CERC, SPM. Vol, I. 1984)





Gambar 1.15 Koefisien Refleksi Gelombang untuk Slope, Beaches dan Rouble-mound Breakwater (CERC, SPM. Vol. I, 1984)

Untuk perhitungan koefisien tak berdimensi ;

$$\sqrt{\frac{dg}{L}} \cdot \cot g\theta = \sqrt{\frac{1}{46,68}} \cdot (2)$$

$$= 2,92$$

$$\frac{H_i}{H_b} = \frac{1,2}{1,26} = 0,93$$

dari Gambar 4.8 didapatkan $\alpha_1 = 0,42$

$$\frac{dg}{H_i} = \frac{1}{1,2} = 0,83$$

dari Tabel 4.5 dengan nilai d_g/H_i $0,75 < s/d < 2,0$ dan $n = 3$ maka didapatkan $\alpha_2 = 0,70$.

Besarnya koefisien refleksi setelah mengalami koreksi dapat dihitung sebagai berikut :

$$\chi = (\alpha_1)(\alpha_2)(0,292)$$

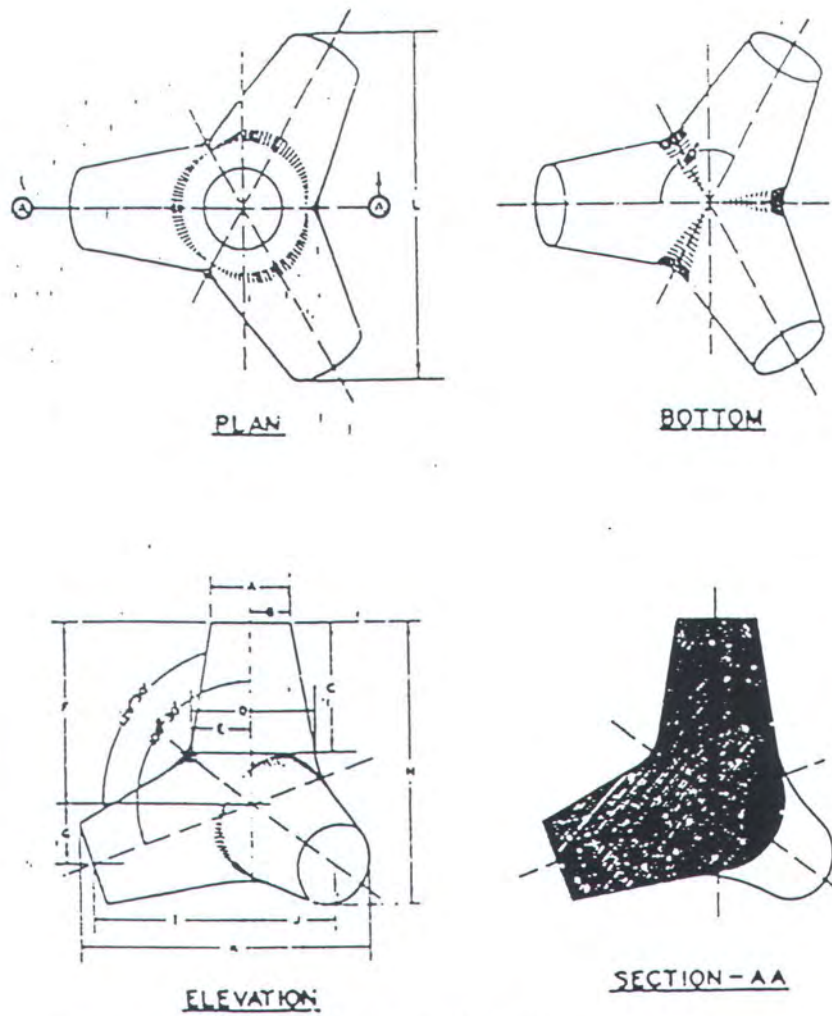
$$\chi = (0,42) \cdot (0,70) \cdot (0,292)$$

$$\chi = 0,08585 \text{ atau } 8,585 \%$$

dari perhitungan diatas dapat diketahui bahwa sebanyak 91,415% energi yang datang harus dapat diserap oleh struktur breakwater.

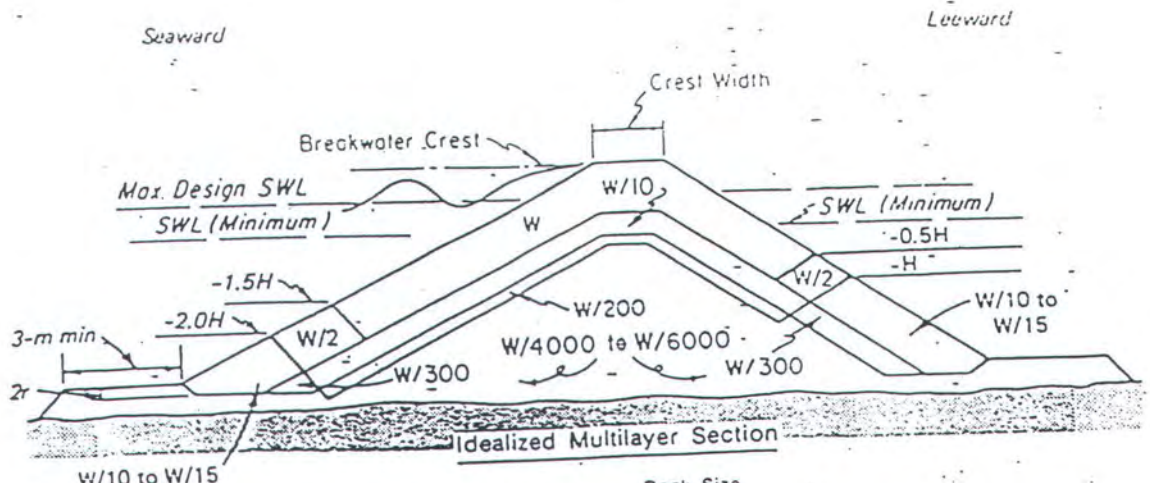
4.8 ANALISA PEMILIHAN MATERIAL PENYUSUN

Jenis dan bentuk batuan pelindung yang digunakan dalam pembuatan konstruksi breakwater harus dipilih dengan mempertimbangkan berbagai faktor. Pemilihan harus dilakukan secara teliti karena disamping sebagai penyusun dari konstruksi breakwater juga akan mempengaruhi tingkat stabilitas struktur terhadap gelombang yang datang. Oleh karena itu, sebagai bahan



NOTE: DATA BASED ON TETRAPODS USED IN MODEL TESTS
CONDUCTED AT THE WATERWAYS EXPERIMENT STATION

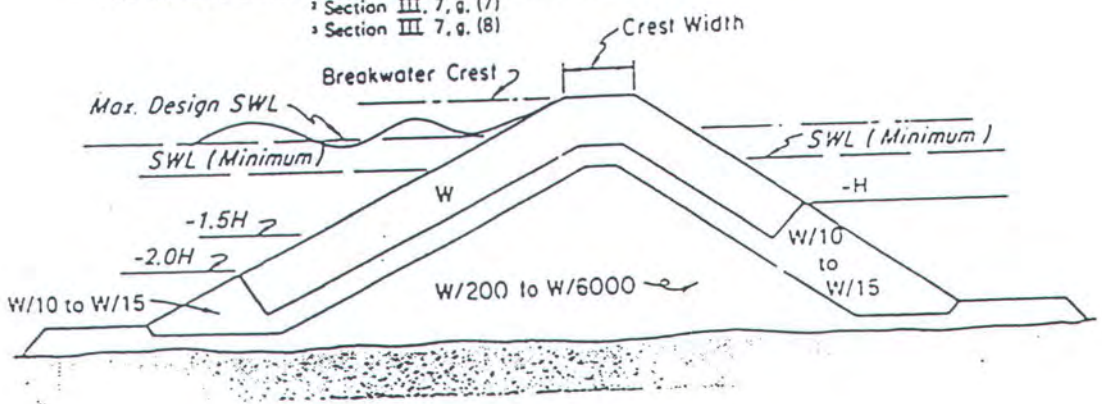
Gambar 4.16 Material Penyusun Breakwater (tetrapod)



Rock Size	Layer	Rock Size Gradation (%)
W	Primary Cover Layer ¹	125 to 75
W/2 and W/15	Secondary Cover Layer ²	125 to 75
W/10 and W/300	First Underlayer ³	130 to 70
W/200	Second Underlayer	150 to 50
W/4000-W/6000	Core and Bedding Layer	170 to 30

H = Wave Height
 W = Weight of Individual Armor Unit
 r = Average Layer Thickness

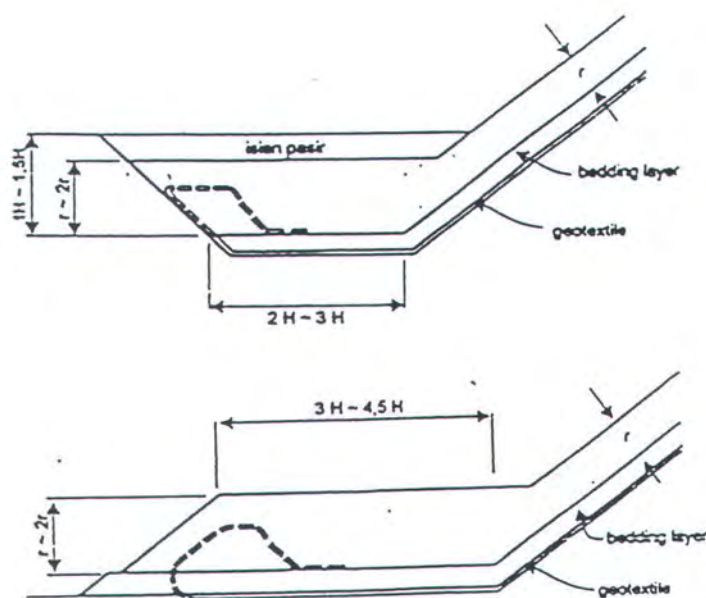
For concrete armor: ¹ Sections III, 7, g. (1), (2) and (6)
² Section III, 7, g. (7)
³ Section III, 7, g. (8)



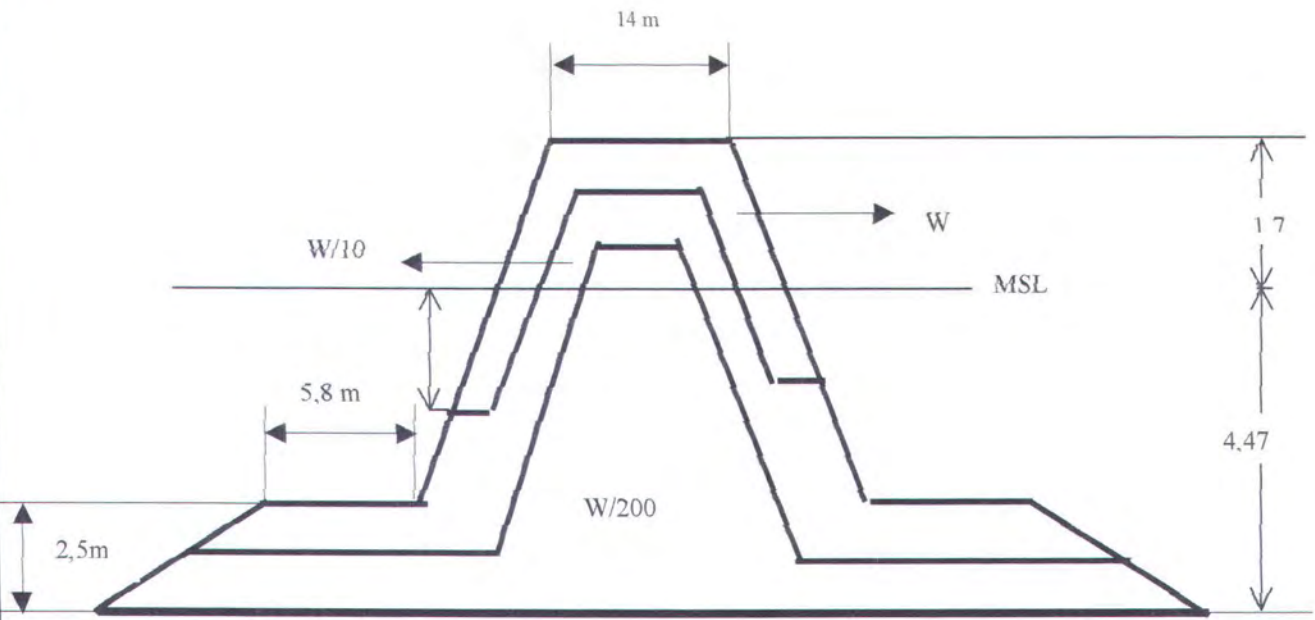
Gambar 4.17 Penampang Breakwater Untuk Kondisi Gelombang Dua Sisi dan Over-topping (CERC, SPM. Vol. I, 1984)

4.9 PERENCANAAN TOE PROTECTION

Konstruksi submerged breakwater harus dibangun sedemikian rupa sehingga cukup stabil terhadap bahaya erosi yang mungkin terjadi. Oleh karena itu, erosi di ujung kaki breakwater harus sedapat mungkin dihindari (Triatmodjo, 1999). Pemakaian geotextile dalam konstruksi ini sangat dianjurkan, karena pemakaian filter sukar dijamin kualitas pelaksanaannya. Tumpukan batu juga sering digunakan sebagai pelindung kaki bangunan pantai dan biasanya ditempatkan pada bagian depan dari konstruksi breakwater dengan maksud melindungi tanah pondasi terhadap kemungkinan penggerusan akibat adanya gelombang. Stabilitas konstruksi sangat tergantung dari kemampuan pondasi menahan serangan gelombang. Gelombang rencana yang digunakan untuk menghitung berat batu pondasi dan pelindung kaki sama dengan yang digunakan untuk perencanaan bangunannya. Perhitungan berat batu pelindung kaki dapat dilihat pada lampiran



Gambar 4.18 Pelindung Kaki Bangunan (Triatmodjo, 1999)



Gambar 19 Penampang Breakwater (Non-Scale)



BAB V

PENUTUP

BAB V**P E N U T U P****5.1 Kesimpulan**

Dari hasil analisa data dan perhitungan diatas dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut ;

1. Berdasarkan hasil perhitungan sedimen dengan metode pendekatan Bijker menunjukkan bahwa transpor sedimen ke arah Utara adalah sebesar 52648,932 m³/th dan bergerak ke arah Timur sebesar 26598,754 m³/th. Sedangkan material yang diendapkan adalah sebesar 9032,925 m³/th dan yang tergerus adalah sebesar 2439,355 m³/th. Sehingga dalam 1 tahun volume sediment yang diendapkan adalah sebesar 6593,57 m³/th dengan kecepatan pengendapan sebesar 65,94 cm/th.
2. Kriteria desain submerged breakwater yang akan dibangun dibangun di Tanah lot adalah;
 - Perencanaan tata letak/lay-out desain;

- kontruksi breakwater diletakkan pada kedalaman \pm 5 meter dengan jarak relatif dari garis pantai (depan karang pura) sebesar 140 meter. Panjang total breakwater yang direncanakan adalah sebesar 150 meter, sehingga diharapkan mampu mengurangi energi gelombang disamping juga mengurangi angkutan sedimen yang dibawa gelombang.
- Jenis atau tipe breakwater yang direncanakan adalah tipe *over-topping* dengan rencana ketinggian awal atau elevasi sebesar 6,17 meter dari dasar laut.
- Kemiringan dari sisi bangunan pemecah gelombang adalah 1 : 2.
- Berat batu pelindung pada lapisan batu utama direncanakan adalah 157,6 kg dengan tebal 1,29 meter dan untuk berat batu pelindung kedua lapisan lainnya berpatokan pada berat batu pelindung lapisan utama, maka didapatkan;
 - ◆ Untuk berat batu lapisan pendukung 15.8 kg dengan tebal lapisan 1 meter.

- ◆ Berat batu pelindung pada lapisan inti 0,785 kg.
- Jumlah lapisan breakwater adalah tiga lapis dan jumlah lapis batuan pada lapisan utama adalah tiga lapis, dengan jumlah butir beton yang dibutuhkan pada setiap 10 m² adalah 92 buah.
- Lebar dari bidang datar breakwater direncanakan adalah sebesar 14 meter, dan lebar dasar breakwater 50,2 meter

5.2 SARAN

Dengan melalui beberapa tahapan yang telah dilakukan dalam merencanakan perlindungan pantai maka ada beberapa saran yang perlu diperhatikan;

- Dalam perencanaan perlindungan pantai Tanah Lot harus memperhatikan nilai estetika, karena daerah pantai yang dilindungi adalah merupakan daerah wisata maka desain yang diambil sedapat mungkin tidak mengurangi keindahan dan keasrian dari lingkungan setempat.
- Kegiatan monitoring secara teratur dan kontinyu dilakukan untuk mendeteksi kemungkinan kerusakan sedini mungkin, sehingga tindakan perbaikan dapat



DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

- Chih T.Y., (1996). **Sediment Transport Theory and Practice**,
The McGraw-Hill Companies, Inc.
- Dyer, Keith R. (1986). **Coastal and Estuarine Sediment
Dynamics**, Institute of Oceanographic Science,
Bidston, UK.
- Ehrlich, L.A and F.H Kulhaway. (1982), **Breakwater, Jetties
and Groins : A Design Guide**, New York, Ithace :
Cornell University Press.
- Kramadibrata, Soedjono (1985), **Perencanaan Pelabuhan**, Ganeca
Exact, Bandung.
- Pratikto, W.A., Armono, H.D. Suntoyo (1986), **Perencanaan
Fasilitas Pantai dan Laut**, BPFE, Yogyakarta.
- Silvester, R. (1974), **Coastal Engineering Volume I**,
Elsevier Scientific Publication Co., New York.
- Sorensen, Robert M. (1978), **Basic Coastal Engineering**, John
Wiley and Sons, USA.
- Soejadi, B. **Sediment transport**, Diktat Kuliah Teknik Sipil,
ITS. Surabaya.
- Triatmodjo, B. (1996) **Pelabuhan**, Beta Offset, Yogyakarta.
- Triatmodjo, B (1996) **Teknik Pantai**, Beta Offset, Yogyakarta.
- U.S. Army Corp Engineering (1984), **Shore Protection Manual**,
Vol. I Mississippi. ✓

U.S. Army Corp Engineering (1984), **Shore Protection Manual**,
Vol. II Mississippi.

Yuwono, Nur (1986) **Teknik Pantai Volume I**, Biro Penerbit
Keluarga Mahasiswa Teknik Sipil, FT-UGM, Yogyakarta

Yuwono, Nur (1986), **Transpotasi Sedimen**, Biro Penerbit
Keluarga Mahasiswa Teknik Sipil, FT-UGM, Yogyakarta

Yuwono, Nur (1986), **Dasar-Dasar Perencanaan Bangunan Pantai
Volume 2**, Biro Penerbit Keluarga Mahasiswa Teknik
Sipil, FT-UGM, Yogyakarta



LAMPIRAN

LAMPIRAN A
KONDISI LINGKUNGAN



47. BENOA (BALI)

Posisi : Lintang (Lat) : 08°.7 S (S)
 (Position) Bujur (Long) : 115°.2 T (E)

Waktu : G.M.T. + 08.00
 (Time)

Gerakan pasang surut diramalkan terhadap suatu Muka Surutan yang letaknya 13 dm di bawah DT.
 (Predictions are referred to Chart Datum 13 dms below MSL).

Tetapan yang digunakan (Tidal constants)	:	M2	S2	N2	K2	K1	O1	P1	M4	MS4	Z0
Amplitudo dalam cm (Amplitude in cm)	:	71	33	-	10	25	12	7	-	-	130
360° - g ⁰	:	73	5	-	5	59	84	59	-	-	-

KOREKSI BULANAN (dalam cm)
 (Monthly correction in cm)

Jan	Peb	Mrt	Apr	Mei	Juni	Juli	Agus	Sept	Okt	Nop	Des
Jan	Feb	Mar	Apr	May	June	July	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

HAL-HAL YANG KHUSUS
 (Particulars)

Keterangan-keterangan yang dikutip dari Berita Pelaut Indonesia, diumumkan setelah penerbitan daftar pasang surut.

(Additional data published in Notice to Mariners)

Tanggal (Date)	Nomor Berita (No.)	Hal-hal yang khusus (Particulars)

47. BENOA (BALI)

08^o,7 S — 115^o,2 T

JANUARI 2000

Waktu : G.M.T. + 08.00

T	J	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	J	T
1		11	13	15	16	16	15	13	11	9	7*	7	8	10	13	16	18	20*	20	19	17	14	12	10	9	1	
2		9	10	12	13	15	15	15	14	12	10	8	8*	8	10	13	16	19	20	21*	20	18	15	12	9	2	
3		8	7*	8	10	12	14	15	15	14	12	10	9	8	9	10	13	16	19	21	22*	21	18	15	11	3	
4		8	6*	6	7	9	12	14	16	16	15	13	11	9	8	9	11	14	17	20	23*	23	21	18	14	4	
5		10	6	4*	4	6	9	12	15	17	17	16	13	11	8	8	8	11	14	19	22	24*	24	21	17	5	
6		13	8	4	3*	3	5	9	13	16	18	18	16	13	10	8	7	8	11	16	20	23	25*	24	21	6	
7		16	11	6	2	1*	3	6	10	15	18	19	18	16	12	9	7	7	9	12	17	22	25*	25	23	7	
8		19	14	8	4	1*	1	3	8	12	17	19	20	18	15	11	8	6	7	10	14	19	23	25*	25	8	
9		22	17	12	6	2	0*	1	5	10	15	18	20	20	17	14	10	7	6	7	11	15	20	24	25*	9	
10		24*	20	15	9	4	1*	1	3	7	12	17	20	21	19	16	12	9	6	6	8	12	17	21	24*	10	
11		24*	22	18	12	7	3	1*	2	5	9	14	18	21	21	19	15	11	8	6	7	9	13	17	21	11	
12		23*	22	20	15	10	6	3	2*	4	7	12	16	19	21	20	18	14	11	8	7	8	10	14	18	12	
13		20	21*	20	17	13	9	5	3*	4	6	9	14	17	20	21*	20	17	14	10	8	8	9	11	14	13	
14		17	19	19	18	15	12	8	6	5*	5	8	11	15	18	20*	20	19	17	14	11	9	8	9	11	14	
15		13	16	17	17	16	14	11	9	7	6*	7	9	12	16	18	20*	20	19	17	14	11	9	9	9	15	
16		10	12	14	15	16	15	13	11	9	8	8*	8	10	13	16	18	20*	20	19	17	15	12	10	8*	16	
17		8*	9	11	12	14	15	15	14	12	10	9	9	9	11	13	16	19	20	21*	20	18	15	12	9	17	
18		8	7*	7	9	11	13	14	15	14	13	11	10	9	9	11	13	16	19	21	22*	21	19	15	12	18	
19		8	6	5*	6	8	11	13	15	16	15	14	12	10	9	9	10	13	16	17	20	22	23*	22	19	15	
20		10	7	4*	4	5	8	11	14	16	17	16	14	12	9	8	8	10	14	17	21	23	24*	22	18	20	
21		13	9	5	2*	2	5	8	12	16	18	18	17	14	11	8	7	8	10	14	19	22	24*	24	22	21	
22		17	12	6	3	1*	2	5	10	14	18	20	19	17	13	10	7	6	8	11	16	20	24	25*	24	22	
23		20	15	9	4	1*	1	3	7	12	17	20	21	19	16	12	8	6	6	8	12	17	22	25*	25	23	
24		23	18	13	7	2	0*	1	4	9	14	19	21	21	19	15	10	7	5	6	9	14	19	23	25*	24	
25		24*	21	16	10	5	1*	1	3	7	12	17	20	22	21	18	13	9	6	5	7	10	15	20	23	25	
26		24*	22	18	13	8	4	1*	2	5	9	14	19	22	22	20	16	12	8	6	6	8	12	16	20	26	
27		22*	22	20	16	11	6	3	2*	4	7	12	17	20	22*	21	19	15	11	8	6	7	9	13	16	27	
28		19	21	20	17	14	9	6	4*	4	6	10	14	18	21	22*	20	16	14	11	8	7	8	10	13	28	
29		16	18	19	18	15	12	9	6	5*	6	8	12	15	19	21*	21	20	17	14	11	9	8	8	10	29	
30		13	15	16	17	16	14	11	9	7*	7	8	10	13	16	19	20*	20	19	17	14	12	10	8	9	30	
31		10	11	13	14	15	14	13	12	10	9	8*	9	11	13	16	18	20*	20	19	17	15	12	10	8*	31	

PEBRUARI 2000

T	J	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	J	T
1		8*	8	10	11	13	14	14	14	13	11	10	10	10	11	13	16	18	20	21*	20	18	16	13	10	1	
2		8	7*	7	8	10	12	14	15	15	14	12	11	10	10	11	13	15	18	20	21*	21	19	16	12	2	
3		9	6	5*	5	7	10	12	15	16	16	15	13	11	9	9	10	12	15	19	21	23*	22	20	16	3	
4		11	7	4	3*	4	7	10	14	17	18	18	16	13	10	8	8	9	12	16	20	23	24*	22	19	4	
5		15	9	5	2*	2	4	7	12	16	19	19	18	15	12	9	7	7	9	13	17	21	24*	24	22	5	
6		18	13	7	3	1*	2	5	9	14	18	20	20	18	14	10	7	6	6	9	14	19	23	25*	24	6	
7		21	16	10	5	1*	1	2	7	12	17	20	22	21	17	13	9	6	5	7	10	15	20	24	25*	7	
8		23	19	13	8	3	1*	1	4	9	15	19	22	22	20	16	11	7	5	5	7	12	17	21	24*	8	
9		24*	21	16	11	5	2	1*	3	7	12	17	21	23	22	19	14	9	6	4	5	9	13	18	22	9	
10		23*	22	19	14	8	4	2*	2	5	10	15	20	22	23*	21	17	12	8	5	5	7	10	15	19	10	
11		21	22	20	16	11	7	4	3*	4	8	13	17	21	23*	22	19	15	11	8	6	6	8	11	15	11	
12		18	20	19	17	14	10	6	5*	5	7	10	15	19	21	22*	21	18	14	11	8	7	7	9	12	12	
13		15	17	18	17	15	12	9	7	6*	7	9	12	16	19	21*	21	20	17	14	11	9	8	8	9	13	
14		11	14	15	16	15	14	12	10	8*	8	9	11	13	16	19	20*	20	19	17	15	12	10	9	8*	14	
15		9*	10	12	13	14	14	13	12	11	10	10	10	11	13	16	18	19	20*	19	18	15	13	10	9*	15	
16		8*	8	9	10	12	13	14	14	13	12	11	11	10	11	13	15	17	19	20*	20	19	16	13	10	16	
17		8	6*	6	7	9	11	14	15	16	15	14	12	11	10	10	12	14	17	19	21*	21	20	17	13	17	
18		10	6	5*	5	6	9	12	15	17	17	16	14	12	10	9	9	11	14	17	20	22*	22	20	17	18	
19		12	8	4	3*	4	6	10	14	17	19	19	17	14	11	8	7	8	10	14	19	22	24*	23	20	19	
20		15	10	6	3	2*	3	7	12	16	20	21	20	17	13	9	6	6	7	11	16	20	23	24*	23	20	
21		19	13	8	3	1*	2	4	9	14	19	22	22	20	15	11	7	5	5	8	12	17	22	24*	24	21	
22		21	17	11	5	2	1*	2	7	12	18	22	23	22	18	14	9	5	4	5	9	14	19	23	24*	22	
23		23*	19	14	8	3	1*	1	5	10	15	20	23*	23	21	17	11	7	4	4	6	10	15	20	23*	23	
24		23	21	17	11	6	2	1*	3	7	13	18	22	24*	23	19	14	9	5	4	4	7	12	17	21	24	
25		22	22	18	14	9	5	2*	3	6	10	16	20	23	24*	21	17	13	8	5	4	6	9	13	17	25	
26		20	21	19	16	11	7	4*	4	5	9	13	18	21	23*	22	20	16	11	8	6	5	7	10	14	26	
27		17	19	18	17	14	10	7	5*	6	8	11	15	19	21	22*	21	18	15	11	8	7	7	8	11	27	
28		14	16	17	16	15	12	10	8	7*	8	10	13	16	19	20	21*	20	17	14	11	9	8	8	9	28	
29		11	12	14	15	14	13	12	11	9	9	10	11	14	16	18	19	20*	19	17	15	12	10	9	8*	29	



47. BENOA (BALI)

08°7 S — 115°2 T

MARET 2000

Waktu : G.M.T. + 08.00

T	J	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	J
1		9*	9	11	12	13	14	14	13	12	11	11	11	12	13	15	17	18	19*	19	18	16	14	11	9*	11
2		8	7*	8	9	11	13	14	15	15	14	13	11	11	11	12	14	16	18	19	20*	19	17	14	11	12
3		8	6	6*	6	8	11	13	16	17	16	15	13	11	10	9	10	12	15	18	20	21*	20	18	14	13
4		10	7	4*	4	5	8	12	15	18	19	18	16	13	10	8	8	9	12	16	19	22*	22	21	17	14
5		13	8	5	3*	3	6	10	14	18	20	20	18	15	11	8	6	6	9	13	17	21	23*	23	21	15
6		16	11	6	3	2*	3	7	12	17	21	22	21	18	13	9	5	4	5	9	14	19	23	24*	23	16
7		19	14	8	4	1*	2	5	10	15	20	23	23	21	16	11	6	4	3	6	10	16	21	24*	24	17
8		22	17	11	6	2	1*	3	7	13	18	23	24*	23	19	14	9	4	3	3	7	12	18	22	24*	18
9		23	19	14	8	4	1*	2	5	10	16	21	24*	24	22	17	12	6	3	3	5	9	14	19	22	19
10		23	21	17	11	6	3	2*	4	8	14	19	23	25*	24	20	15	9	5	3	3	6	11	16	19	10
11		21	21	18	14	9	5	3*	4	7	11	16	21	24*	24	22	18	13	8	5	4	5	8	12	16	11
12		19	20	18	16	12	8	5*	5	6	10	14	18	22	23*	22	20	16	12	8	6	5*	7	10	13	12
13		16	17	18	16	14	11	8	7*	7	9	12	16	19	21	22*	21	18	15	11	9	7*	7	8	10	13
14		12	14	16	15	14	13	11	9	9	9	11	13	16	18	20*	20	19	17	15	12	10	8*	8	9	14
15		10	11	13	14	14	14	13	12	11	10	11	12	13	15	17	18	19*	18	17	15	13	11	9	8*	15
16		8*	9	10	11	13	14	14	14	14	13	12	11	12	12	14	15	17	18	19*	18	17	14	12	9	16
17		8	7*	7	8	10	13	15	16	16	15	14	12	11	10	11	12	14	17	19	20*	19	18	15	12	17
18		9	6	5*	6	8	11	14	17	18	18	17	14	11	9	8	9	11	14	17	20	21*	21	18	15	18
19		11	7	4*	4	5	8	12	16	19	20	19	17	13	10	7	6	7	10	14	18	21	22*	21	18	19
20		13	9	5	3*	3	6	10	15	19	22	22	20	16	11	7	5	5	7	11	16	20	23*	23	21	20
21		17	11	6	3	2*	3	7	13	18	22	24*	22	19	14	9	5	3	4	7	12	18	22	24*	23	21
22		19	14	9	4	2*	2	5	10	16	21	24*	24	22	17	11	6	3	2*	4	9	14	19	23	24*	22
23		22	17	12	6	3	2*	3	8	14	19	24	25*	24	20	14	9	4	2*	2	6	11	16	21	23	23
24		22	19	14	9	4	2*	3	6	11	17	22	25*	25	22	18	12	6	3	2*	4	8	13	18	21	24
25		22	20	16	12	7	4	3*	5	9	14	20	24	25*	24	20	15	10	5	3	3*	5	10	14	18	25
26		20	20	18	14	10	6	4*	5	8	12	17	21	24*	24	22	18	13	8	5	4*	5	7	11	15	26
27		18	19	18	15	12	9	7	6	7	10	14	18	21	23*	22	20	16	12	8	6	5*	6	9	12	27
28		14	16	17	16	14	11	9	8	8	10	12	15	18	20	21*	20	18	15	12	9	7*	7	8	9	28
29		11	13	15	15	14	12	12	11	10	10	11	13	15	17	19	19*	19	17	15	13	10	9	8*	8	29
30		9	10	12	13	14	14	14	13	12	12	12	12	13	14	16	17	18*	18	17	16	14	12	10	8*	30
31		8*	8	9	11	12	14	15	16	15	14	13	12	11	11	12	14	16	17	18*	18	17	15	12	10	31

APRIL 2000

T	J	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	J
1		8	6*	6	8	10	13	15	17	18	17	15	13	11	9	9	10	12	15	18	19	20*	18	16	12	11
2		9	6	5*	5	8	11	15	18	20	20	18	15	12	9	7	7	9	12	16	19	21*	21	19	15	12
3		11	7	4*	4	5	8	13	17	21	22*	21	18	14	9	6	5	6	8	13	17	21	22*	21	18	13
4		14	9	5	3*	3	6	11	16	20	23*	23	21	17	11	7	4	3*	5	9	14	19	22	23*	21	14
5		17	12	7	3	2*	4	8	14	19	23	25*	24	20	14	9	4	2*	2	6	11	16	21	23	23	15
6		19	14	9	5	2	3	6	11	17	22	25*	25	23	18	11	6	2	1*	3	7	13	18	22	23	16
7		21	17	12	7	3	2	4	9	15	20	24	26*	25	21	15	9	4	1*	2	5	9	15	19	22	17
8		22	19	14	9	5	3	4	7	12	18	22	25*	25	23	18	12	7	3	2*	3	7	11	16	20	18
9		21	20	16	12	8	5	4	6	10	15	20	24	25*	24	20	15	10	6	3*	3	5	9	13	17	19
10		19	19	17	14	10	7	6	6	9	13	17	21	23	24*	22	18	13	9	6	4*	5	7	10	14	10
11		16	18	17	15	13	10	8	7	8	11	14	18	21	22*	21	19	16	12	9	7	6*	6	8	11	11
12		13	15	16	15	14	12	11	9	9	10	12	15	17	19	20*	19	18	15	12	10	8	7*	8	9	12
13		10	12	14	15	15	14	13	12	11	11	12	13	14	16	17	18*	18	17	15	13	11	9	8*	8	13
14		8*	9	11	13	14	15	15	15	14	13	12	12	12	13	14	15	17	17*	17	16	15	12	10	8*	14
15		7*	7	8	10	13	15	16	17	17	15	14	12	10	10	11	12	14	16	18	18*	18	16	13	10	15
16		7	6*	6	8	10	14	17	19	19	18	16	13	10	8	8	9	11	14	17	19	20*	19	16	13	16
17		9	6	5*	5	8	12	16	19	21*	21	19	16	12	8	6	5*	7	10	14	18	20	21*	19	16	17
18		11	7	4	4	5	9	14	18	22	23*	22	19	14	9	5	3*	4	7	11	16	20	22	21	18	18
19		14	9	5	3	4	7	11	17	22	24*	24	22	17	12	6	3	2*	4	8	13	18	21	22	21	19
20		17	12	7	4	3	5	9	15	20	24	26*	24	20	15	9	4	1*	1	4	9	15	19	22	22	20
21		19	15	9	5	3	3	7	12	18	23	26*	26	23	18	12	6	2	1*	2	6	11	17	20	22	21
22		21	17	12	7	4	3	5	10	15	21	25	26*	25	21	15	9	4	1*	1	4	8	13	18	21	22
23		21	19	15	10	6	4	5	8	12	18	22	25*	25	23	18	13	7	3	2*	3	6	10	15	18	23
24		20	19	16	13	9	6	5	7	10	15	20	23	25*	24	20	16	11	6	3*	3	4	8	12	15	24
25		18	18	17	15	11	9	7	7	9	13	17	20	22	23*	21	18	14	10	6	5*	5	6	9	12	25
26		15	17	17	16	14	11	9	9	9	11	14	17	19	21*	21	19	16	13	10	7	6*	6	8	10	26
27		12	14	15	16	15	14	12	11	10	11	12	14	16	18	19*	19	18	16	13	11	9	7*	7	8	27
28		10	11	13	15	15	15	14	13	12	12	12	13	14	16	17	17*	17	16	14	12	10	8*	8	8	28
29		8*	9	11	13	15	16	17*	16	15	14	12	11	11	11	12	14	16	17	17*	17	15	13	10	8*	29
30		7*	7	8	10	13	16	18	19*	18	17	14	12	10	9	9	10	13	15	17	18	18	16	13	10	30

47. BENOA (BALI)

08°7 S — 115°2 T

MEI 2000

Waktu : G.M.T. + 08.00

T	J	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	J	T
1	7	6*	6	8	11	14	18	20	21*	20	17	14	10	7	6*	7	9	12	16	18	19	19	16	13	1		
2	9	6	5	6	8	12	17	20	22*	22	20	16	12	8	5	4*	6	9	13	17	20	20	19	16	2		
3	11	7	5	4	6	10	15	20	23	24*	23	19	14	9	5	3*	3	6	10	15	19	21	21	18	3		
4	14	9	6	4	4	7	12	18	22	25*	25	23	18	12	6	2	1*	3	6	12	17	20	21	20	4		
5	17	12	8	4	4	5	10	15	21	25	26*	25	21	15	9	4	1*	3	8	13	18	21	21	5			
6	19	15	10	6	4	4	7	12	18	23	26*	26	23	18	12	6	2	0*	2	5	10	15	19	21	6		
7	20	17	13	8	5	4	6	10	15	21	25	26*	25	21	16	10	5	1*	3	7	12	16	19	7			
8	20	18	15	11	7	6	6	8	13	18	22	25*	25	23	19	13	8	4	2*	2	5	9	13	17	8		
9	19	19	17	13	10	7	7	8	11	15	19	22	24*	23	20	16	11	7	4	3*	4	7	11	14	9		
10	17	18	17	15	13	10	8	8	10	12	16	19	21	22*	21	18	14	11	7	5*	5	6	8	11	10		
11	14	16	17	16	15	13	11	10	10	11	13	16	18	20*	20	19	17	14	11	8	6*	6	7	9	11		
12	11	14	15	16	16	15	14	12	11	11	12	13	15	16	18*	18	17	16	14	11	9	8	7*	8	12		
13	9	11	13	15	16	17*	16	15	14	12	11	11	12	13	14	16	17*	17	16	14	12	10	8	7*	13		
14	7*	9	11	13	15	17	18*	18	17	15	12	11	10	10	11	12	14	16	17	17	15	13	11	8	14		
15	7*	7	8	11	14	17	19	20*	20	18	15	12	9	7*	7	9	11	14	17	18	18	16	13	10	15		
16	8	6	6	8	11	15	19	21	22*	21	18	14	10	7	5*	6	8	11	15	18	19	18	16	13	16		
17	9	6	5	6	9	13	18	21	23*	23	21	17	12	7	4	3*	5	8	12	16	19	20	19	16	17		
18	12	8	5	5	7	10	15	20	24	25*	24	20	15	9	5	2*	2	4	9	13	18	20	20	18	18		
19	14	10	6	5	5	8	13	18	23	26*	26	23	18	12	7	2	1*	2	5	10	15	19	21	20	19		
20	17	13	8	5	4	6	10	15	21	25	26*	25	21	16	9	4	1	0*	3	7	12	17	20	20	20		
21	19	15	11	7	5	5	8	13	18	23	26*	26	24	19	13	7	3	1*	1	4	9	14	18	20	21		
22	20	17	13	9	6	5	7	10	15	20	24	26*	25	22	16	11	5	2	1*	3	6	11	15	18	22		
23	19	18	16	12	9	7	7	9	12	17	21	24	25*	23	19	14	9	5	2*	2	4	8	12	16	23		
24	18	19	17	14	11	9	8	8	10	14	18	21	23*	23	20	17	12	8	5	3*	4	6	10	13	24		
25	16	18	18	16	14	11	10	9	10	12	15	18	20	21*	20	18	15	11	8	6	5*	5	8	10	25		
26	13	16	17	17	16	14	12	11	10	11	12	14	17	18	19*	18	17	14	11	9	7	6*	7	6	26		
27	11	13	16	17	17*	17	15	13	12	11	11	12	13	15	16	17*	17	16	14	12	9	8	7*	7	27		
28	9	11	13	16	17	18*	18	16	15	13	11	10	10	11	13	15	16	16	16	15	13	10	8	7*	28		
29	7*	9	11	14	16	18	19*	19	18	15	12	10	9	8	9	11	13	15	17	17	15	13	11	8	29		
30	7	7	8	11	15	18	20	21*	21	18	15	11	8	7	6*	8	10	13	16	17	17	16	13	10	30		
31	8	6	7	9	12	16	20	22	23*	21	18	14	10	6	4	5*	7	10	14	17	18	16	16	13	31		

JUNI 2000

T	J	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	J	T
1	10	7	6	7	10	14	18	32	24*	24	21	17	12	7	4	3*	4	7	11	15	18	19	18	16	1		
2	12	8	6	6	7	11	16	21	24	25*	24	21	15	10	5	2	1*	4	7	12	16	19	20	18	2		
3	15	11	7	5	6	9	13	18	23	26*	26	23	19	13	7	3	1*	1	4	9	14	18	20	19	3		
4	17	13	9	6	5	7	10	15	20	24	26*	25	22	16	10	5	1	0*	2	6	11	15	19	20	4		
5	19	16	12	8	6	6	8	12	17	22	25	26*	24	20	14	8	3	1*	1	3	8	13	17	19	5		
6	19	18	14	11	8	6	7	10	14	19	23	25*	25	22	17	12	6	3	1*	2	5	10	14	17	6		
7	19	19	17	13	10	8	7	8	12	16	20	23	24*	23	19	15	10	5	3	2*	4	7	11	15	7		
8	18	19	18	16	13	10	8	8	10	13	16	20	22*	22	20	17	13	9	5	4*	4	6	9	12	8		
9	16	18	18	17	15	13	11	9	9	11	13	16	19	20*	20	18	16	12	9	6	5*	5	7	10	9		
10	13	16	18*	18	17	16	13	11	10	10	11	13	15	17	18*	18	17	15	12	9	7	6*	6	8	10		
11	11	14	16	18	18*	18	16	14	12	11	10	10	12	13	15	16	17	16	14	12	10	8	7*	7	11		
12	9	11	14	16	18	19*	19	17	15	13	11	9	9	10	12	13	15	16	16	15	13	10	9	7*	12		
13	8	9	11	14	17	19	20*	20	18	16	12	10	8	7*	8	10	12	15	16	16	15	13	11	9	13		
14	7	7	9	12	15	18	21	22*	21	19	15	12	8	6*	6	7	9	12	15	17	17	16	14	11	14		
15	8	7	7	9	13	17	20	23*	23	22	19	14	10	6	4*	4	6	9	12	16	18	18	16	13	15		
16	10	8	7	7	10	14	18	22	24*	24	22	18	13	8	4	2*	3	6	9	14	17	18	18	16	16		
17	13	9	7	6	8	11	16	20	24	25*	24	21	16	10	5	2	1*	3	6	11	15	18	19	18	17		
18	15	12	8	6	6	9	13	18	22	25	26*	24	20	14	8	3	1*	1	3	8	12	17	19	19	18		
19	18	14	10	7	6	7	10	14	19	24	26*	25	22	17	11	6	2	0*	2	5	10	14	18	20	19		
20	19	17	13	9	7	6	8	11	16	21	24	25*	24	20	15	9	4	1*	1	3	7	12	16	19	20		
21	20	19	16	12	9	7	7	9	13	18	22	24*	24	22	18	13	7	3	1*	2	5	9	13	17	21		
22	19	19	18	15	11	8	7	8	10	14	18	21	23*	22	20	16	11	6	3	2*	4	7	11	15	22		
23	18	19	19	17	14	11	9	8	9	11	15	18	21*	21	20	18	14	10	6	4*	4	5	8	12	23		
24	16	18	19*	19	17	14	11	9	9	10	12	15	17	19*	19	18	16	12	9	6	5*	5	7	10	24		
25	13	16	18	19*	19	17	14	12	10	9	10	12	14	16	17	18	17	15	12	9	7	6*	7	8	25		
26	11	14	17	19	19*	19	17	15	12	10	9	9	11	12	14	15	16	16	14	12	10	8	7*	8	26		
27	9	11	14	17	19	20*	20	18	15	13	10	9	8*	9	11	12	14	15	15	14	13	11	9	8*	27		
28	8	9	12	15	18	20	21*	21	19	16	13	10	8	7*	7	9	11	14	15	16	15	13	11	9	28		
29	8	8	9	12	15	19	21	22*	22	19	16	12	8	6	5*	6	8	11	14	16	17	16	14	11	29		
30	9	8	8	10	13	16	20	23*	23	22	19	15	10	6	4	3*	5	8	11	15	17	17	16	14	30		

47. BENOA (BALI)

08°7'S — 115°2'T

JULI 2000

Waktu : G.M.T. + 08.00

T \ J	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	J	
1	11	9	7	8	10	14	18	22	24*	24	22	18	13	8	4	2*	2	5	8	12	16	18	18	17	11	
2	14	10	8	7	8	11	15	19	23	25*	25	22	17	11	6	3	1*	2	5	10	14	17	19	19	12	
3	16	13	9	7	6	8	12	16	21	24	26*	24	20	15	9	4	1*	1	3	7	11	16	19	20	13	
4	18	15	12	8	6	7	9	13	18	22	25*	25	23	18	13	7	3	1*	1	4	9	14	18	20	14	
5	20	18	14	10	7	6	7	10	15	19	23	25*	24	21	16	10	5	2	1*	2	6	11	16	19	15	
6	20	20	17	13	9	7	6	8	11	16	20	23	24*	22	19	13	8	4	2*	2	4	8	13	17	16	
7	20	20	19	16	12	9	7	7	9	13	17	20	22*	22	20	16	11	7	4	2*	3	6	11	15	17	
8	18	20	20	18	15	12	9	8	8	10	13	17	19	21*	20	18	14	10	6	4*	4	5	8	12	18	
9	16	19	20*	20	18	15	12	9	8	9	11	13	16	18	19	18	16	13	9	7	5*	5	7	10	19	
10	14	17	19	20*	19	17	15	12	10	9	9	10	12	15	16	17	16	15	12	10	8	7*	7	9	10	
11	11	14	17	19	20*	20	18	15	13	10	9	9	10	11	13	15	15	15	14	12	10	9	8*	8	11	
12	10	12	15	18	20	20*	20	18	16	13	10	9	8*	8	10	11	13	14	15	14	13	11	10	9	12	
13	9	10	12	15	18	20	21*	21	19	16	13	10	8	6*	7	8	10	12	14	15	15	14	12	10	13	
14	9	9	10	12	15	18	21	22*	22	20	16	12	9	6	5*	5	5	7	10	13	15	16	15	12	14	
15	10	9	8	10	12	16	19	22	23*	23	20	16	11	7	4	3*	4	7	10	14	16	17	17	15	15	
16	12	10	8	8	10	13	17	21	23	24*	23	19	14	9	5*	2*	2	4	7	11	15	18	19	17	16	
17	15	11	9	7	7	10	14	18	22	25*	25	22	18	13	7	3	1*	2	4	9	13	17	19	19	17	
18	17	14	10	7	6	7	10	15	20	23	25*	24	21	16	10	5	0	1	0*	2	6	11	16	19	21	18
19	20	17	13	9	6	6	8	12	16	21	24	25*	23	19	14	8	3	1	1	4	8	13	18	21	19	
20	21	19	16	11	8	6	6	9	13	18	22	24*	24	21	17	11	6	2	1*	2	6	11	16	20	20	
21	21	21	18	14	10	7	6	7	10	14	19	22	23*	22	19	14	9	5	2*	2	4	8	13	18	21	
22	21	22*	20	17	13	9	7	6	8	11	15	19	21	22*	20	16	12	7	4	3*	4	7	11	15	22	
23	19	21*	21	19	16	12	9	7	7	9	12	15	18	20	20	18	14	10	7	5	4*	6	9	13	23	
24	17	20	21*	21	18	15	12	9	8	8	9	12	15	17	18	18	16	13	10	7	6*	6	8	11	24	
25	14	18	20	21*	20	18	15	12	10	8	8	10	11	14	15	16	16	14	12	10	8	7*	8	9	25	
26	12	15	18	20	20*	20	18	15	13	10	9	8*	9	10	12	13	14	14	14	12	11	9	9	9	26	
27	10	12	15	18	19	20*	20	19	16	13	11	9	8*	8	9	10	12	14	14	14	13	12	11	10	27	
28	9	10	12	15	17	20	21*	21	19	17	14	10	8	6*	6	7	9	11	14	15	15	14	13	11	28	
29	10	9	10	12	15	18	20	22*	22	20	17	13	9	6	5*	5	6	9	12	15	16	17	16	14	29	
30	11	9	9	9	11	15	18	21	23*	23	21	17	12	8	4	3*	3	6	9	13	16	18	18	16	30	
31	13	10	8	8	9	11	15	19	23	24*	23	20	16	10	6	3	2*	3	6	11	15	18	19	19	31	

AGUSTUS 2000

T \ J	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	J
1	16	13	9	7	7	8	12	17	21	24	25*	23	19	14	8	4	1*	1	4	8	13	17	20	21	11
2	19	15	11	8	6	6	9	13	18	22	25*	25	22	17	11	6	2	0*	2	6	11	16	20	22	12
3	21	18	14	9	6	5	6	10	15	20	23	25*	24	20	14	9	4	1*	1	3	8	13	18	21	13
4	22	20	17	12	8	5	5	7	11	16	21	23	24*	22	17	12	6	3	1*	2	6	11	16	20	14
5	22	22	19	15	10	7	5	6	8	13	17	21	23*	22	19	15	9	5	2	5	9	14	18	20	15
6	22	23*	21	18	13	9	6	5	7	10	14	18	20	21	20	17	12	8	5	3*	4	7	11	16	16
7	20	22*	22	20	16	12	9	7	6	8	11	14	17	19	19	17	14	11	7	5*	5	6	10	14	17
8	17	20	22*	21	19	16	12	9	7*	7	9	11	14	16	17	17	15	13	10	8	7*	7	9	11	18
9	15	18	20	21*	20	18	15	12	10	8*	8	9	11	13	14	15	15	14	12	10	9	8*	9	10	19
10	12	15	18	19	20*	20	18	16	13	11	9	8*	8	9	11	12	13	14	14	13	11	10	10	10	10
11	11	13	15	17	19	20*	20	19	17	14	11	9	8	7*	8	9	11	13	14	14	14	13	12	11	11
12	10	11	12	14	16	19	20	21*	20	17	14	11	8	6	6*	6	8	11	13	15	16	15	14	12	12
13	11	10	10	11	13	16	19	21	22*	21	18	14	10	7	4*	4	5	8	11	14	17	18	17	15	13
14	12	10	8	8	10	13	17	20	22	23*	21	18	13	8	5	3*	3	5	9	13	16	19	19	18	14
15	15	11	8	7	7	10	14	18	22*	24	21	17	11	6	3	1*	3	6	11	15	19	21	20	15	15
16	17	14	10	7	6	7	10	15	20	23	25*	23	20	14	9	4	1*	1	4	8	13	18	21	22	16
17	20	16	12	8	5	5	7	11	16	21	24	25*	22	18	12	6	2	1*	2	6	11	16	21	23	17
18	22	19	15	10	6	4	5	8	13	18	22	24*	24	20	15	9	4	1*	1	4	8	14	19	23	18
19	23*	22	18	12	8	5	4	6	10	15	19	23*	23	22	17	12	7	3	1*	3	6	12	17	21	19
20	23*	23	20	16	11	6	4	4	7	11	16	20	22	22	19	15	10	5	3*	3	5	9	15	19	20
21	22	23*	22	18	14	9	6	5	6	9	12	16	19	20	19	16	12	8	5	4*	5	8	12	17	21
22	20	22*	22	20	17	13	9	6*	6	7	10	13	16	18	18	17	14	11	8	6*	6	7	10	14	22
23	18	21	22*	21	19	16	12	9	7*	7	8	10	13	15	15	16	15	13	10	9	8	8	9	12	23
24	15	18	20	21*	20	18	16	13	10	9	8*	9	10	12	13	14	14	14	12	11	10	9	10	11	24
25	13	15	17	19	20*	19	18	16	14	11	9	8*	8	9	10	11	13	13	14	13	13	12	11	11	25
26	11	12	14	16	18	19	19*	19	17	15	12	10	8	7*	7	8	10	12	14	15	15	14	13	12	26
27	11	11	11	13	15	17	19	20*	20	18	15	12	9	6	5*	6	7	10	13	15	17	17	16	14	27
28	11	10	9	10	12	15	18	20	22*	21	19	15	11	7	4	3*	5	7	11	15	17	19	18	16	28
29	13	10	8	7	9	11	15	19	22	23*	22	19	14	9	5	3	2*	5	8	13	17	20	21	19	29
30	16	12	8	6	6	8	12	16	21	23	24*	22	17	12	7	3	1*	2	6	11	16	20	22	22	30
31	19	14	10	6	4	5	8	13	18	22	24*	24	20	15	9	4	1*	1	4	8	14	19	22	23	31

47. BENOA (BALI)

08° 7 S — 115° 2 T

SEPTEMBER 2000

Waktu : G.M.T. + 08.00

J	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	J
1	21	17	12	7	4	3	5	10	15	20	23	24*	22	18	12	7	3	1*	2	6	11	17	22	24*	1
2	23	20	15	10	5	3	3	6	11	17	21	24*	23	20	15	10	5	2*	2	4	9	15	20	24*	2
3	24*	22	18	13	8	4	3	4	8	13	18	22	23	21	17	12	7	4	2*	3	7	12	18	22	3
4	24*	24	21	16	11	6	4*	4	6	10	15	19	21	21	19	15	10	6	4*	4	6	10	15	20	4
5	23	24*	22	19	14	9	6	4*	5	8	11	15	18	19	18	16	12	9	6	5	6	9	13	17	5
6	21	23*	22	20	17	13	9	7	6*	7	9	12	15	17	17	16	14	11	9	7	7	8	11	15	6
7	18	20	21*	21	19	16	13	10	8	7*	8	10	12	14	15	15	14	13	11	10	9	9	10	13	7
8	15	17	19	20*	19	18	16	13	11	9	8*	8	9	11	12	13	14	14	13	12	11	11	11	11	8
9	13	14	16	18	19*	19	18	16	14	12	10	9	8*	8	9	10	12	13	14	14	14	13	12	12	9
10	11	12	13	15	17	18	19*	19	18	16	13	10	8	7	6*	7	9	12	14	16	16	16	14	13	10
11	11	10	10	11	13	16	18	20*	20	19	16	13	9	6	5*	5	7	10	13	16	18	18	17	15	11
12	12	10	8	8	10	13	17	20	21*	21	19	16	12	7	4	3*	4	7	11	15	19	20	20	18	12
13	14	10	7	6	7	10	14	18	21	23*	22	19	15	10	5	3	2*	5	9	14	18	21	22	20	13
14	17	12	8	5	4	6	10	15	20	23	24*	22	18	12	7	3	1*	3	6	11	17	21	23	23	14
15	20	15	10	5	3	4	7	11	17	21	24	23	20	15	10	5	2	1*	4	9	15	20	24	25*	15
16	22	18	12	7	3	2	4	8	13	19	22	24	22	18	13	7	3	1*	3	7	12	18	23	25*	16
17	24*	21	16	10	5	2*	2	5	10	15	20	23	20	15	10	5	2*	2	5	10	16	21	24*	17	17
18	25*	23	19	13	8	4	2*	3	7	12	17	20	22	21	17	12	8	4	3	4	8	13	18	23	18
19	25*	24	21	16	11	6	4	3*	5	9	13	17	20	20	18	15	10	7	5	5	7	11	16	20	19
20	23	24*	22	19	14	10	6	4*	5	7	10	14	17	18	18	16	13	9	7	6	7	10	13	17	20
21	20	22*	22	20	17	13	9	7	6*	7	8	11	14	15	16	16	14	12	10	8	8	10	12	15	21
22	17	20	21*	20	19	16	13	10	8	8*	8	9	11	12	14	14	14	13	12	11	10	10	11	13	22
23	15	16	18	19*	19	18	16	14	12	10	9	8*	9	10	11	12	13	14	14	14	13	12	12	12	23
24	12	13	15	16	17	18*	18	17	15	13	11	9	8	7*	8	10	11	13	15	16	16	15	13	12	24
25	11	11	12	13	15	17	18	19*	18	16	14	11	8	6*	6	7	9	12	15	17	18	17	16	13	25
26	11	9	9	10	12	15	17	20*	20	19	17	13	9	6	5*	5	6	10	14	17	19	20*	19	16	26
27	12	9	7	7	8	11	15	19	21	22*	20	16	12	8	4	3*	4	7	12	16	20	22*	21	19	27
28	15	10	7	5	5	8	12	17	20	23	22	19	15	10	5	3	2*	5	9	15	20	23	24*	22	28
29	18	12	7	4	3	4	8	13	18	22	23	22	18	13	7	3	2*	3	7	12	18	23	25*	24	29
30	21	15	10	5	2*	2	5	10	15	20	23	23	20	16	10	5	2*	2	5	10	16	21	25	26*	30

OKTOBER 2000

J	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	J
1	23	19	13	7	3	1*	3	7	12	17	21	23	22	18	13	8	4	2	4	8	13	19	24	26*	1
2	25*	21	16	10	5	2*	2	4	9	14	19	21	22	19	15	10	6	3	3	6	11	16	22	25*	2
3	25*	23	19	13	8	4	2*	3	6	11	15	19	21	20	17	13	8	5	4	6	9	14	19	23	3
4	25*	24	21	16	11	7	4	3*	5	8	12	16	18	19	17	15	11	8	6	6	8	12	16	20	4
5	23*	23	22	19	14	10	7	5*	5	7	9	13	15	17	17	15	13	10	8	8	8	11	14	17	5
6	20	21*	21	20	17	13	10	8	6*	7	8	10	12	14	15	15	14	13	11	10	10	10	12	14	6
7	17	18	19*	19	18	16	14	11	9	8*	8	8	10	11	13	14	14	14	13	13	12	11	12	12	7
8	14	15	17	18*	18	17	16	14	12	10	9	8*	8	9	10	12	13	15	15	15	15	14	12	12	8
9	12	12	13	15	16	17	18*	17	16	14	11	9	7	7*	7	9	11	14	16	17	17	16	14	12	9
10	11	10	10	11	13	16	18	19	19	17	14	11	8	6	5*	7	9	12	16	18	20*	19	17	14	10
11	11	8	7	8	10	13	16	19	20	20	17	14	10	6	4*	4	7	10	15	18	21	22*	20	17	11
12	13	9	6	5	6	10	14	18	21	21	20	17	12	8	4	3*	4	8	13	17	21	23*	23	20	12
13	15	10	6	3*	4	6	10	15	20	22	22	19	15	10	6	3*	3	5	10	16	21	24	25*	23	13
14	18	13	7	3	2*	3	7	12	17	21	23	21	18	13	8	4	2*	4	8	13	19	24	26*	25	14
15	21	16	10	4	1*	1	4	8	14	19	22	22	20	16	10	6	3	3	6	11	17	22	25	26*	15
16	24	19	13	7	3	1*	2	5	11	16	20	22	21	18	13	8	5	3	5	9	14	20	24	26*	16
17	25*	22	16	10	5	2	1*	3	8	13	17	20	21	19	15	11	7	5	5	7	12	17	22	25*	17
18	25*	23	19	14	8	4	2*	3	5	10	14	18	19	19	17	13	9	7	6	7	10	14	19	22	18
19	24*	24	21	17	12	7	4	3*	4	7	11	15	17	18	17	15	12	9	7	7	9	12	16	19	19
20	22	23*	21	19	15	11	7	5*	5	6	9	12	14	16	16	15	14	12	10	9	9	11	13	16	20
21	19	20*	20	19	17	14	11	8	7	7*	7	9	11	13	15	15	15	14	13	11	11	11	12	14	21
22	15	17	18	18*	18	16	14	12	10	8	8*	8	9	10	12	14	15	15	15	14	13	12	12	12	22
23	13	14	15	16	17*	17	16	15	13	11	9	8	7*	8	10	12	14	16	17*	17	16	15	13	11	23
24	11	11	11	13	15	17	18	17	16	14	11	9	7	6*	7	9	12	15	17	19*	19	17	15	12	24
25	10	8	8	10	12	15	17	19	19	17	14	11	8	6	5*	7	10	13	17	20	21*	20	18	14	25
26	11	8	6	6	8	12	15	18	20	20	17	14	10	6	5*	5	7	11	16	20	22	23*	21	17	26
27	13	8	5	4*	5	8	12	17	20	21	20	17	12	8	5	4*	5	9	13	19	23	24*	24	21	27
28	16	10	5	3	2*	5	9	14	18	21	21	19	15	10	6	4	4	6	11	17	22	25	26*	23	28
29	19	13	7	3	1*	2	6	11	16	20	22	21	18	13	8	5	3	5	9	14	20	24	26*	26	29
30	22	16	10	5	1*	1	3	7	13	18	21	21	19	16	11	7	4*	4	7	11	17	22	26*	26	30
31	24	19	13	7	3	1*	1	4	9	14	19	21	20	18	13	9	6	4	6	9	14	20	24	26*	31

47. BENOA (BALI)

08°7'S — 115°2'T

NOPEMBER 2000

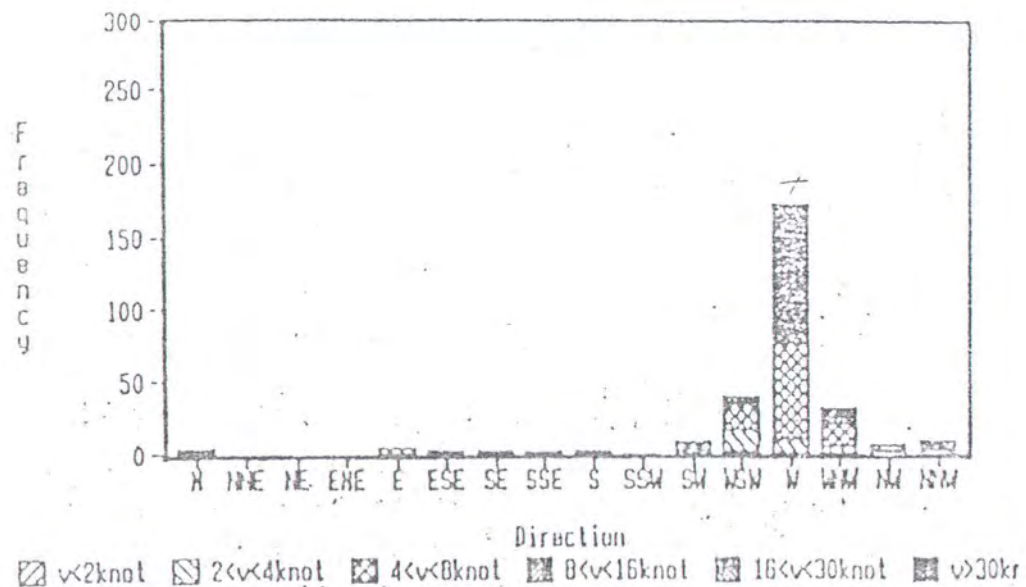
Waktu : G.M.T. + 08.00

J	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	J
1	25*	22	17	11	6	2	1*	3	7	11	16	19	20	18	15	12	8	6	6	8	12	17	21	24	11
2	25*	23	19	14	9	5	2*	3	5	8	13	16	18	18	17	14	11	8	7	8	10	14	18	21	12
3	23*	23	21	17	12	8	5	4*	4	7	10	13	16	17	17	15	13	11	9	9	10	12	15	18	13
4	21	22*	21	19	15	12	8	6	5*	6	8	10	13	15	16	16	15	13	11	10	10	11	13	15	14
5	17	19	19*	17	14	12	9	7	7*	7	8	10	13	14	15	16	15	14	13	12	11	12	13	15	15
6	14	15	17	17*	17	16	15	12	10	8	7*	7	8	10	12	14	16	17*	17	16	14	13	12	11	16
7	11	12	13	15	16	17	17	15	13	11	9	8	7*	8	9	12	14	17	18*	18	17	16	13	11	17
8	10	9	10	12	14	16	17	17	16	14	12	9	7	6*	7	9	13	16	19	20*	20	19	16	12	18
9	9	7	7	8	10	13	16	18	18	17	14	11	8	6*	6	7	10	14	18	21	22*	22	19	15	19
10	16	7	5*	5	7	10	14	17	19	19	17	14	10	7	5*	5	8	12	17	21	23	24*	22	18	10
11	13	8	4	3*	4	7	11	16	19	20	19	17	13	8	5	4	6	9	14	19	23	25*	24	21	11
12	16	10	5	2*	2	4	8	13	17	20	21	19	15	11	7	4	4	7	12	17	22	25	26*	24	12
13	19	13	7	3	1*	1	4	9	14	19	21	20	18	13*	9	6	4	6	9	14	20	24	26*	26	13
14	22	17	11	5	1	0*	2	6	11	16	19	20	19	16	11	8	5	5	7	12	17	22	25	26*	14
15	24	20	14	8	3	1*	1	4	8	13	17	20	20	18	14	10	7	5	6	10	14	19	23	25*	15
16	25*	22	17	12	6	3	1*	2	6	10	14	18	19	18	16	13	9	7	7	8	12	16	20	23	16
17	24*	23	20	15	10	6	3*	3	4	7	11	15	17	18	17	15	12	9	8	8	10	13	17	20	17
18	22*	22	21	17	13	9	6	4*	4	6	9	12	15	17	17	16	14	12	10	9	10	12	14	17	18
19	19	20*	20	19	16	12	9	7	5*	6	7	10	12	15	16	17	16	15	13	11	11	11	12	14	19
20	16	17	18*	18	17	15	12	10	8	7*	7	8	10	12	14	16	17	17	16	14	13	12	11	11	20
21	12	14	15	17	17	16	15	13	11	9	7*	7	8	10	12	15	17	18*	18	17	15	13	12	10	21
22	10	11	12	14	15	16	16	16	14	11	9	8	7*	8*	10	12	15	18	19*	20	19	16	13	11	22
23	9	8	8	10	13	15	17	17	16	14	12	9	7	6*	7	10	13	17	20	21*	21	19	16	12	23
24	9	6*	6	7	9	12	15	18	18	17	14	11	8	6*	6	8	11	15	19	22	23*	22	19	15	24
25	10	6	4*	4	6	9	13	16	19	19	17	14	10	7	6	6	8	12	17	21	24	25*	22	18	25
26	13	8	4	2*	3	6	10	14	18	19	19	17	13	9	6	5	6	10	15	20	24	26*	25	22	26
27	16	11	5	2	1*	3	6	11	16	19	20	19	15	11	8	5	5	8	12	17	22	25	26*	24	27
28	20	14	8	3	1*	1	4	8	13	17	20	20	18	14	10	7	5	6	9	14	20	24	26*	26	28
29	23	17	11	6	2	0*	2	5	10	15	18	20	19	16	12	9	6	6	8	12	17	21	25	26*	29
30	24	20	15	9	4	1*	1	3	7	12	16	19	19	18	15	11	8	6	7	9	14	18	22	25*	30

DESEMBER 2000

J	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	J
1	25*	22	18	13	7	3	2*	2	5	9	13	17	19	19	17	14	11	8	7	8	11	15	19	22	11
2	23*	23	20	16	11	7	4	3*	4	7	10	14	17	18	18	16	13	11	9	9	10	12	16	19	12
3	21	22*	20	18	14	10	6	4*	4	5	8	11	15	17	18	17	16	13	11	10	10	11	13	15	13
4	18	19	20*	18	16	13	10	7	6	5*	7	9	12	15	17	18	17	16	14	12	11	10	11	12	14
5	14	16	17	18*	17	15	13	10	8	7*	7	8	10	12	15	17	18*	18	17	15	13	11	10	10	15
6	11	12	14	16	16	16	15	13	11	9	7*	7	8	10	13	15	18	19*	19	18	16	14	11	10	16
7	9	9	11	13	14	16	16	15	14	12	9	8	7*	8	10	13	16	19	21*	21	19	17	13	10	17
8	8	7*	7	9	11	14	16	17	16	14	12	9	7*	7	8	11	14	18	21	22*	22	20	17	12	18
9	9	6	5*	6	8	11	14	17	18	17	15	12	9	7	7	8	11	16	20	23	24*	23	20	15	19
10	11	6	4	3*	5	8	12	15	18	18	17	14	11	8	6	7	9	13	17	22	24	25*	23	19	10
11	14	8	4	2*	2	5	9	13	17	19	19	17	13	10	7	6	7	10	15	20	24	26*	25	22	11
12	17	11	6	2	1*	2	5	10	14	18	19	19	16	12	9	6	6	8	12	17	22	25	26*	24	12
13	20	15	9	4	1*	1	3	7	12	16	19	19	18	15	11	8	6	7	9	14	19	23	26*	26	13
14	23	18	12	7	2	1*	1	4	9	13	17	19	19	17	14	10	7	6	8	11	15	20	24	25*	14
15	24*	21	16	10	5	2	1*	3	6	11	15	18	19	19	16	13	9	7	7	9	12	17	21	24*	15
16	24*	22	19	14	8	4	2*	2	4	8	12	16	19	19	18	15	12	9	8	8	10	14	17	21	16
17	22*	22	20	16	12	7	4	3*	4	6	10	14	17	19	19	17	15	12	10	9	9	11	14	17	17
18	20	21*	20	18	15	11	7	5	4*	5	8	11	15	17	19	19	17	15	12	10	9	10	11	14	18
19	16	18	19*	18	16	13	10	7	6	5*	7	9	12	15	18	19*	19	17	15	13	11	10	10	11	19
20	13	15	16	17	17	15	13	10	8	7*	7	8	10	13	16	18	19*	19	18	16	14	11	10	9	20
21	10	11	13	15	16	16	15	13	11	9	8	7*	8	10	13	16	19	20*	20	19	17	14	11	9	21
22	8*	8	10	11	13	15	16	15	14	12	10	8*	8	9	11	14	17	20	21*	21	20	17	14	10	22
23	8	6*	7	8	10	13	15	16	16	14	12	10	8	8	9	11	14	18	21	23*	22	20	17	13	23
24	9	6	5*	5	7	10	13	16	17	16	15	12	10	8	7	9	12	16	20	23	24*	23	20	16	24
25	11	7	4	3*	4	7	10	14	17	18	17	15	12	9	7	7	9	13	17	21	24	25*	23	20	25
26	15	9	5	2*	2	4	7	12	16	18	19	17	14	11	8	7	7	10	14	19	23	25*	25	23	26
27	18	12	7	3	1*	2	4	9	13	17	19	19	17	13	10	7	6	8	11	16	20	24	26*	25	27
28	21	16	10	5	1	0*	2	6	11	15	18	20	19	16	12	9	7	6	9	13	17	22	25*	25	28
29	23	19	14	8	3	1*	1	3	8	13	17	19	20	18	15	11	8	6	7	10	14	19	22	25*	29
30	24*	21	17	11	6	2	1*	2	5	10	15	18	20	20	17	14	10	8	7	8	11	15	19	22	30
31	24*	22	19	14	9	5	2*	2	4	8	12	16	19	20	19	16	13	10	8	7	9	12	16	19	31

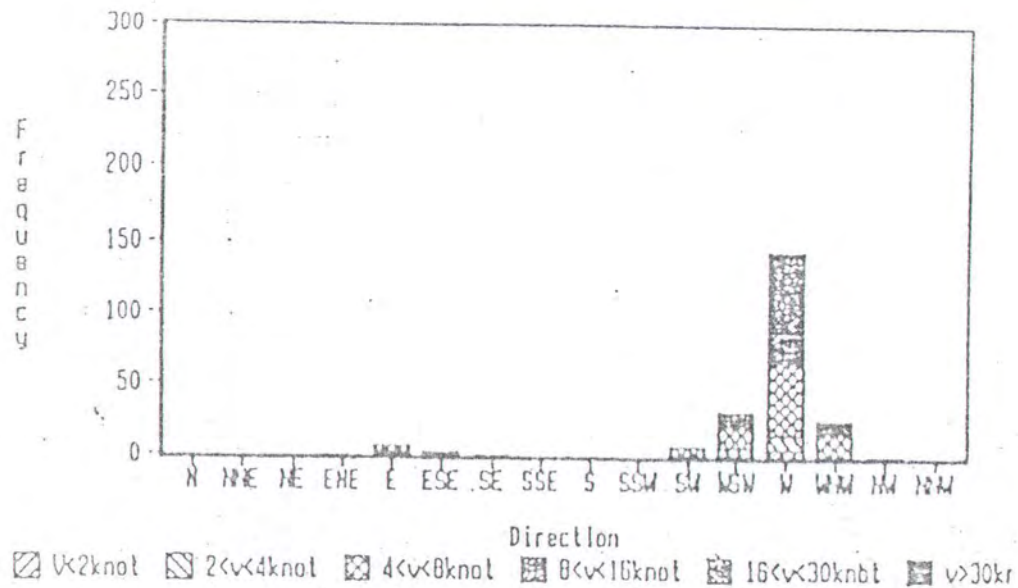
JANUARY



JANUARY

	Total	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	TOTAL
v<2knot	49	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	2	1	1	0	0	57
2knot<v<4knot	75	0	0	0	0	3	1	2	2	2	0	3	14	9	4	0	0	115
4knot<v<8knot	24	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	4	18	66	16	2	3	135
8knot<v<16knot	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	5	88	11	4	5	118
16knot<v<30knot	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	9
v>30knot	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	148	4	0	0	0	4	3	3	2	3	1	8	39	173	32	6	8	434

APP. Fig. 2-2 2 (1) Wind Frequency

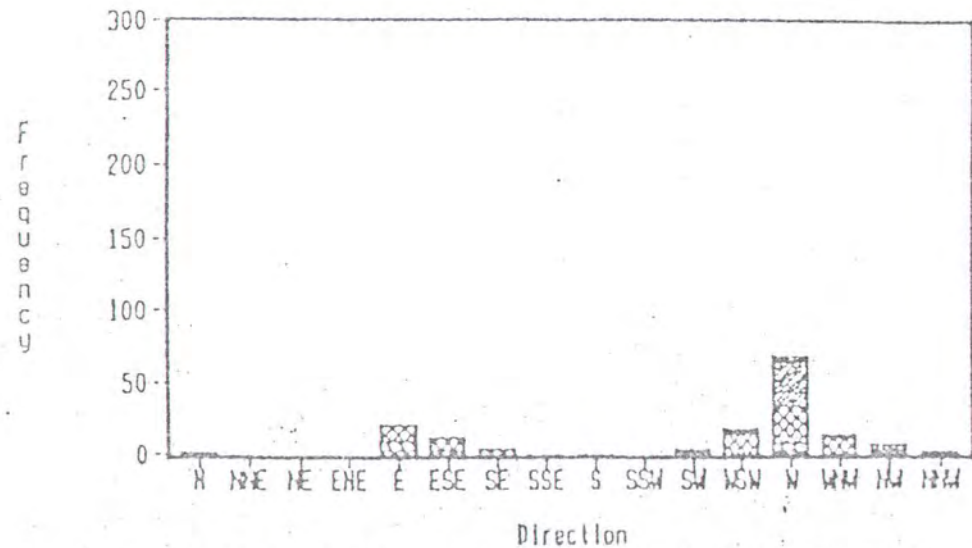


FEBRUARY

	Calm	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	TOTAL
$v < 2\text{ knot}$	68	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	1	4	0	0	0	76
$2\text{ knot} < v < 4\text{ knot}$	92	0	0	0	1	1	2	0	0	0	0	1	4	10	1	1	0	113
$4\text{ knot} < v < 8\text{ knot}$	16	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0	5	16	51	14	0	0	106
$8\text{ knot} < v < 16\text{ knot}$	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	77	10	0	0	98
$16\text{ knot} < v < 30\text{ knot}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2
$v > 30\text{ knot}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL:	177	0	0	0	1	6	3	1	0	0	0	6	31	144	25	1	0	395

APP Fig. 2.2.2 (2) Wind Frequency

MARCH

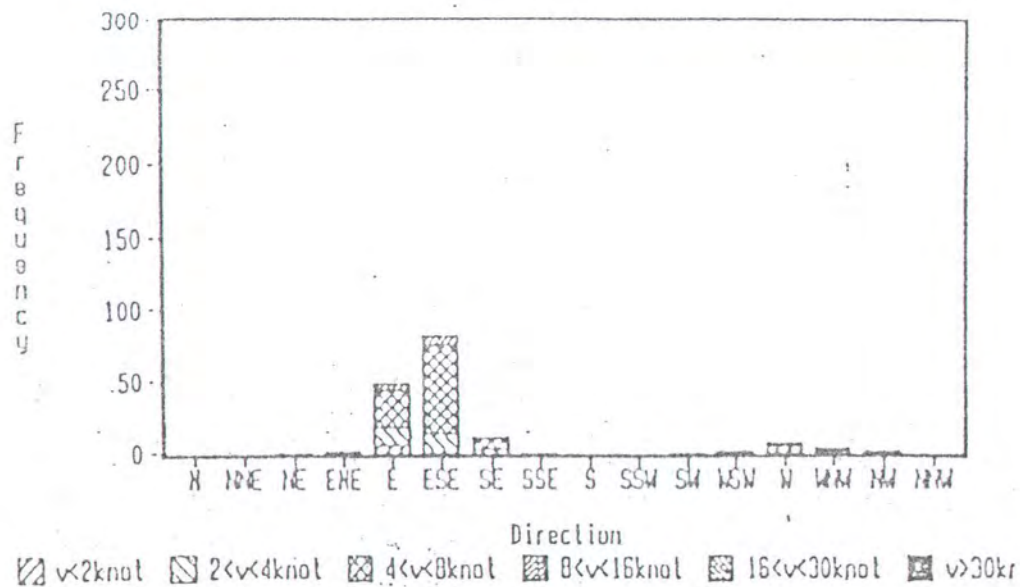


<2knot
 2<<4knot
 4<<8knot
 8<<16knot
 16<<30knot
 >30k

MARCH

	Cal	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	TOTAL
<2knot	128	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	134
2knot<<4knot	135	0	0	0	0	5	3	0	0	1	0	2	0	4	1	1	1	153
4knot<<8knot	16	0	0	0	0	11	8	4	1	0	0	1	14	25	10	2	2	94
8knot<<16knot	1	2	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	4	32	3	4	0	49
16knot<<30knot	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	4
>30knot	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	280	2	0	0	0	20	12	4	1	1	0	4	18	68	14	7	3	434

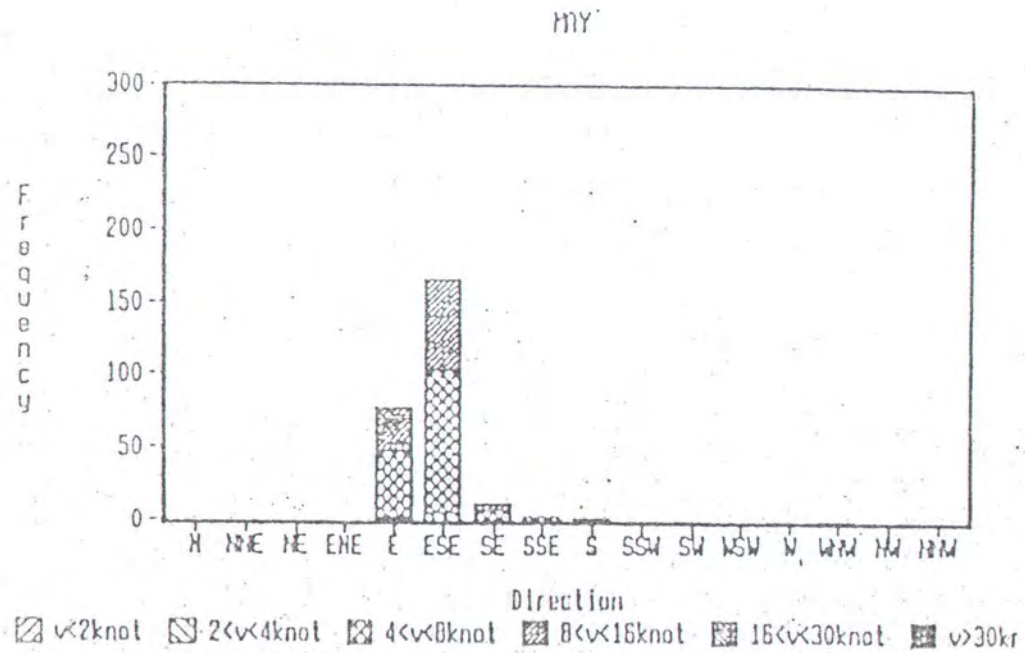
APP. Fig. 2 2 2 (C) Wind Frequency



APRIL

	Calm	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	TOTAL
v < 2knot	83	0	0	0	0	6	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	9
2knot < v < 4knot	131	0	0	0	0	12	12	3	0	0	0	0	1	3	2	1	0	16
4knot < v < 8knot	43	0	0	0	1	26	62	7	1	0	0	1	1	2	2	1	0	14
8knot < v < 16knot	0	0	0	1	1	6	7	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
16knot < v < 30knot	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
v > 30knot	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	257	0	0	1	2	50	82	11	1	0	0	1	2	7	4	2	0	120

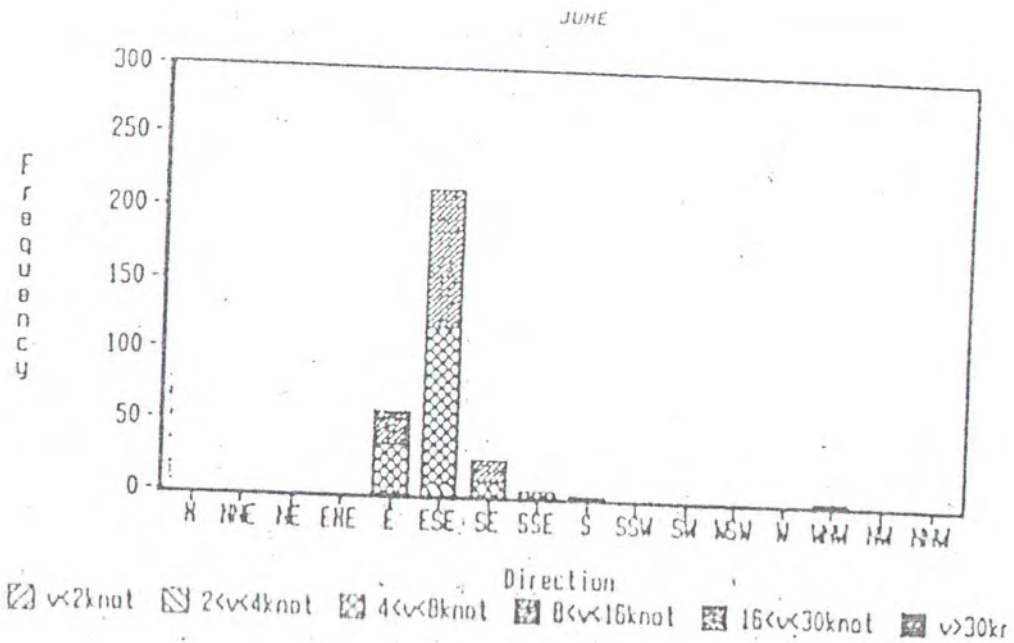
APP. Fig. 2 2 2 (4) Wind Frequency



MAY

	Calm	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	TOTAL
<v<2knot	38	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39
2knot<v<4knot	104	0	0	0	0	2	5	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	113
4knot<v<8knot	33	0	0	0	0	44	97	5	3	0	0	0	0	0	0	0	0	182
8knot<v<16knot	0	0	0	0	0	30	63	5	0	2	0	0	0	0	0	0	0	100
16knot<v<30knot	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
>v>30knot	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	175	0	0	0	0	77	165	11	3	2	0	0	0	0	1	0	0	434

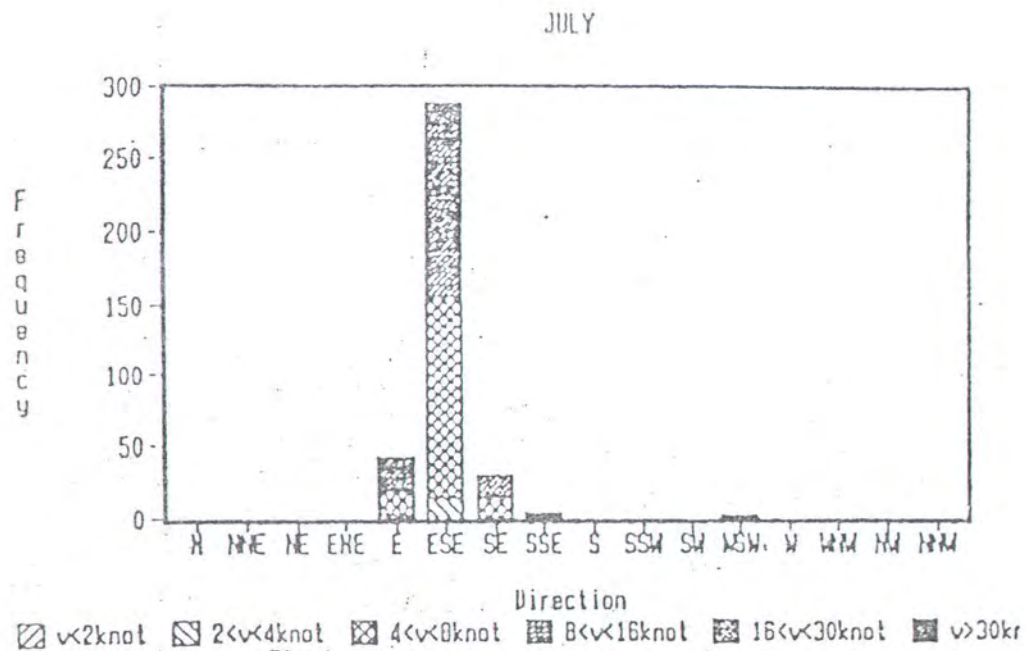
APP. Fig. 2.2.2 (5) Wind Frequency



JUNE

	Total	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WW	WNW	NNW
<2knot	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2knot<v<4knot	58	0	0	0	0	1	8	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
4knot<v<8knot	12	0	0	0	0	33	111	10	4	0	0	0	0	0	2	0	0
8knot<v<16knot	0	0	0	0	0	24	97	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16knot<v<30knot	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
>30knot	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	113	0	0	0	0	58	216	25	4	2	0	0	0	0	2	0	0

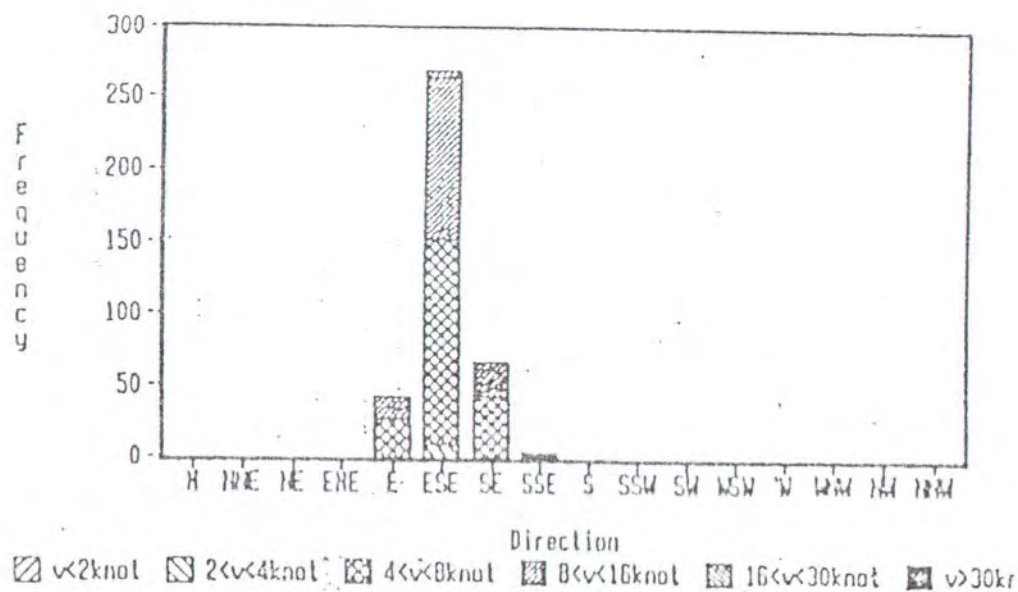
APP. Fig. 2 2 2 (b) Wind Frequency



JULY

	Total	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	TOTAL
$v < 2\text{ knot}$	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16
$2\text{ knot} < v < 4\text{ knot}$	29	0	0	0	0	3	14	1	1	0	0	0	2	0	0	0	0	50
$4\text{ knot} < v < 8\text{ knot}$	22	0	0	0	0	16	141	13	2	0	0	0	1	0	0	0	0	195
$8\text{ knot} < v < 16\text{ knot}$	0	0	0	0	0	23	134	15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	173
$16\text{ knot} < v < 30\text{ knot}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$v > 30\text{ knot}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	67	0	0	0	0	42	289	29	4	0	0	0	3	0	0	0	0	434

APP. Fig. 2 2 2 (7) Wind Frequency

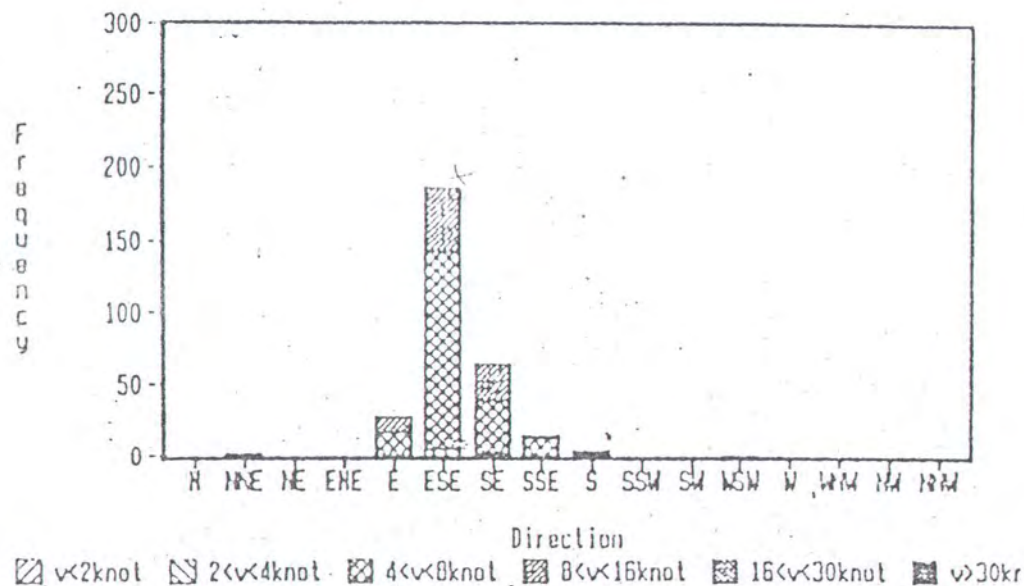


AUGUST

	dir	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	TOTAL
<2knot	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
2knot<v<4knot	32	0	0	0	0	0	9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42
4knot<v<8knot	11	0	0	0	0	27	143	41	2	0	0	0	0	0	0	0	0	224
8knot<v<16knot	0	0	0	0	0	17	118	24	2	0	0	0	0	0	0	0	0	161
16knot<v<30knot	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
>30knot	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	50	0	0	0	0	44	270	66	4	0	0	0	0	0	0	0	0	434

APP. Fig. 2 2 2 (8) Wind Frequency

SEPTEMBER

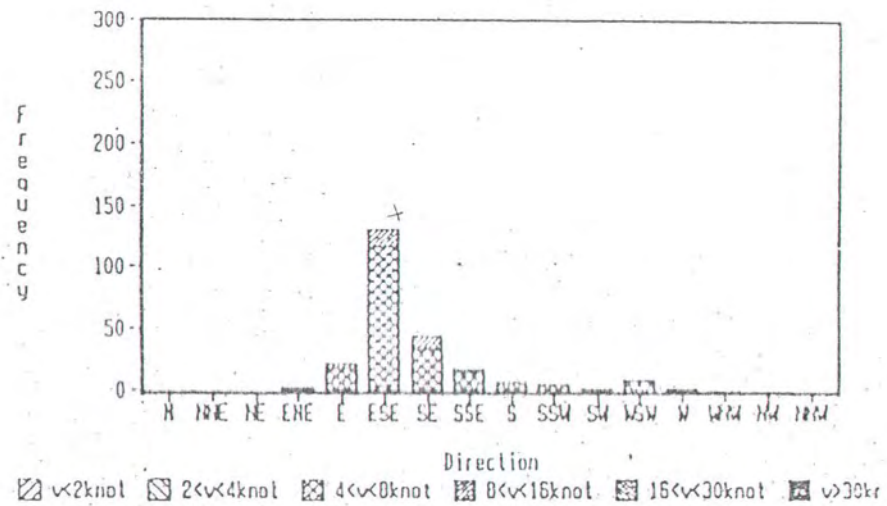


SEPTEMBER

	all	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	TOTAL
$v < 2\text{knol}$	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
$2\text{knol} < v < 4\text{knol}$	72	0	0	0	0	0	4	2	1	2	0	0	0	0	0	0	0	81
$4\text{knol} < v < 8\text{knol}$	36	0	1	0	0	15	138	37	11	1	0	0	1	0	0	0	0	240
$8\text{knol} < v < 16\text{knol}$	0	0	1	0	0	12	44	25	2	1	0	0	0	0	0	0	0	85
$16\text{knol} < v < 30\text{knol}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$v > 30\text{knol}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	122	0	2	0	0	27	186	64	14	4	0	0	1	0	0	0	0	420

APP. Fig. 2.2.2 (9) Wind Frequency



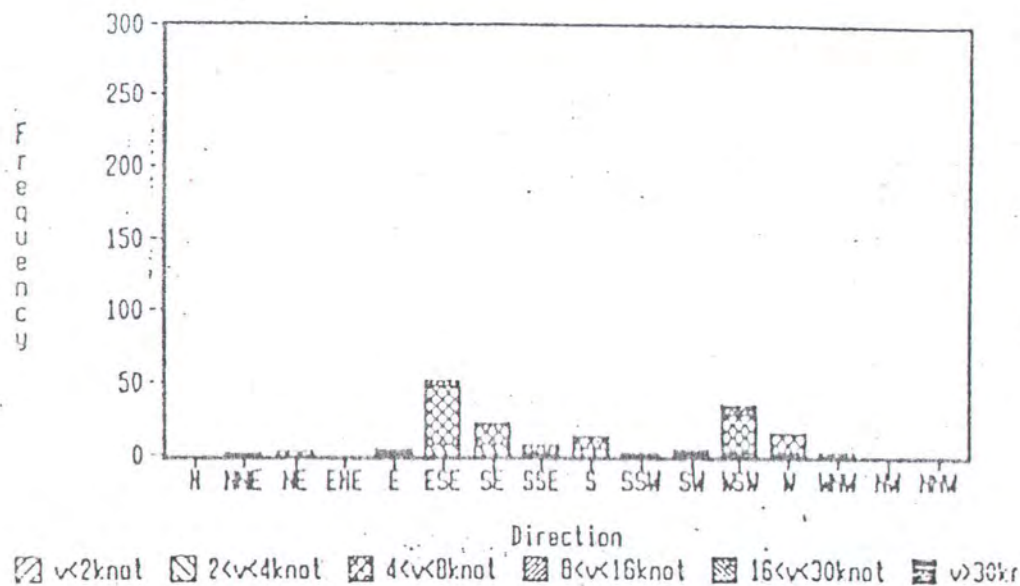


OCTOBER

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	TOTAL
<2knot	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34
2knot<<4knot	0	0	0	1	1	3	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	130
4knot<<8knot	0	0	0	2	15	113	31	13	5	5	2	8	1	1	0	0	234
8knot<<16knot	0	0	0	0	5	14	12	3	0	0	0	1	1	0	0	0	36
16knot<<30knot	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
>30knot	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	0	0	0	3	21	130	44	17	6	5	2	9	2	1	0	0	434

APP. Fig. 2 2 2 00 Wind Frequency

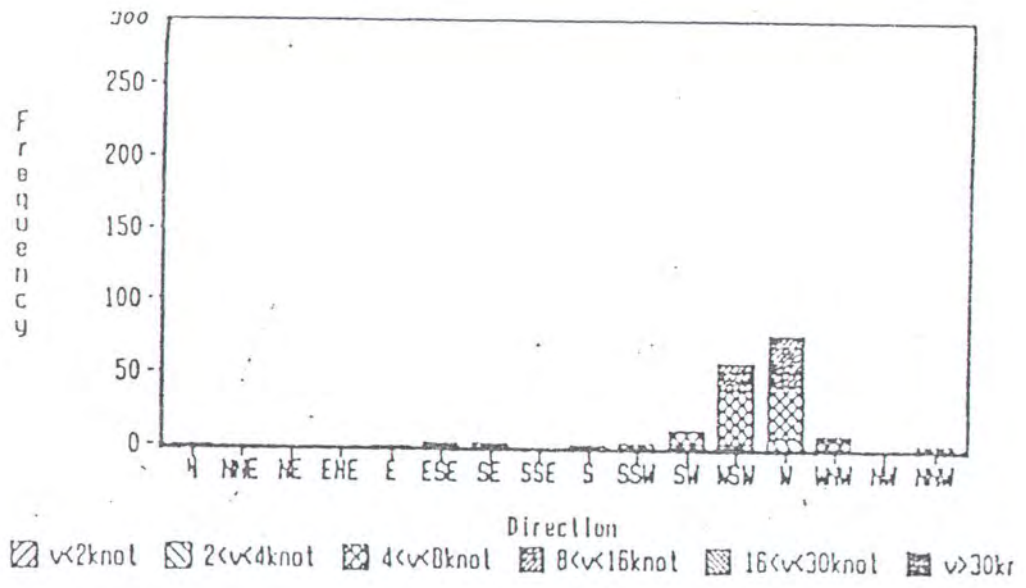
NOVEMBER



NOVEMBER

	all	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	TOTAL
$v < 2\text{ knot}$	65	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	67
$2\text{ knot} < v < 4\text{ knot}$	156	0	0	3	0	2	7	7	2	4	0	2	2	2	0	0	0	187
$4\text{ knot} < v < 8\text{ knot}$	36	0	1	0	0	2	41	14	6	8	1	2	24	12	3	0	0	150
$8\text{ knot} < v < 16\text{ knot}$	0	0	1	0	0	0	3	2	0	1	0	0	8	1	0	0	0	16
$16\text{ knot} < v < 30\text{ knot}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$v > 30\text{ knot}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	257	0	2	3	0	4	51	23	8	13	2	4	35	15	3	0	0	420

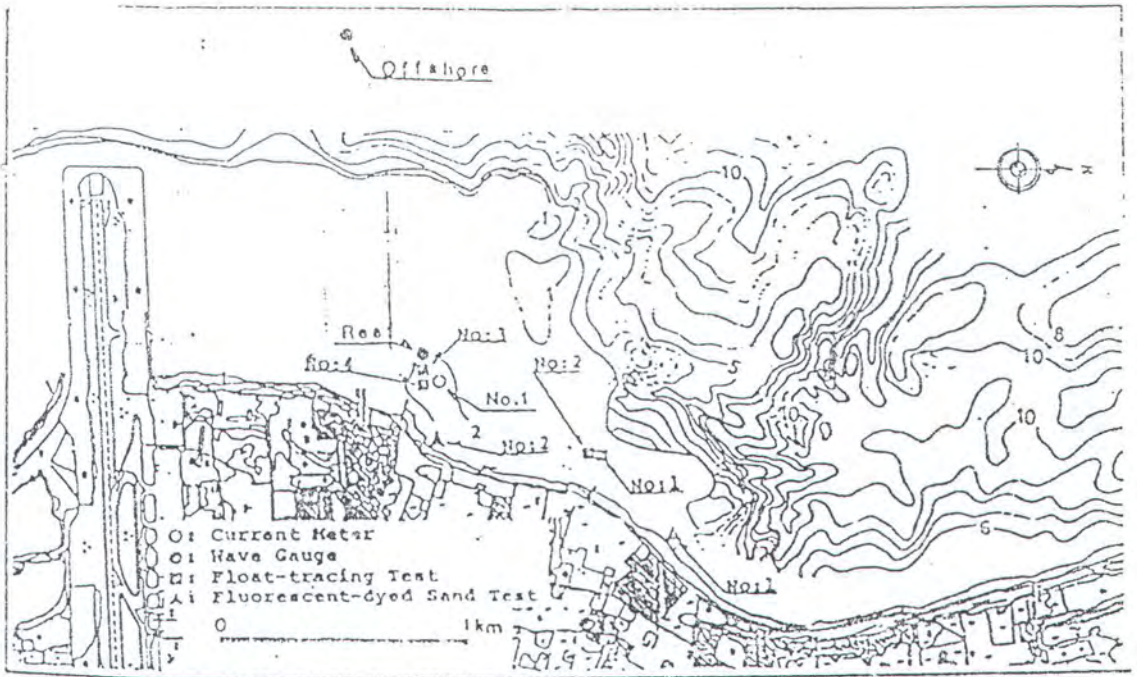
APP. Fig. 2 2 2 (D) Wind Frequency



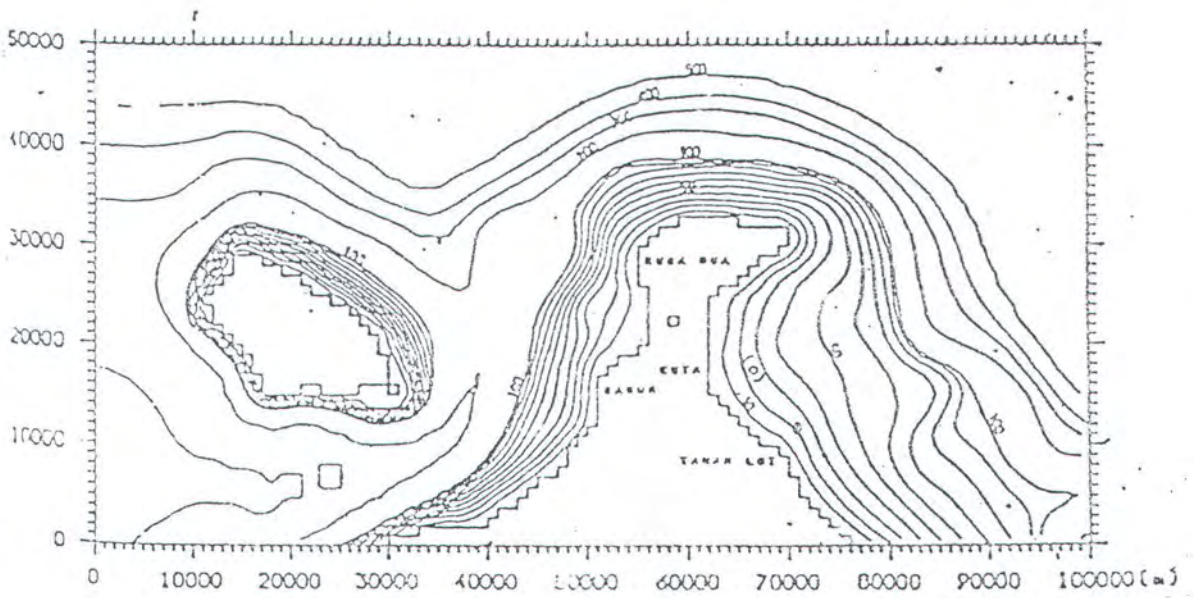
DECEMBER

	all	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	TOT
v<2knot	104	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	104
2knot<v<4knot	129	0	0	0	0	1	1	2	0	1	0	3	3	7	1	0	0	147
4knot<v<8knot	27	1	0	0	0	0	2	1	0	1	3	8	37	37	4	0	0	123
8knot<v<16knot	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	18	34	3	0	0	0	56
16knot<v<30knot	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	2
v>30knot	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	260	1	0	0	0	1	3	3	0	2	3	12	59	79	8	0	3	433

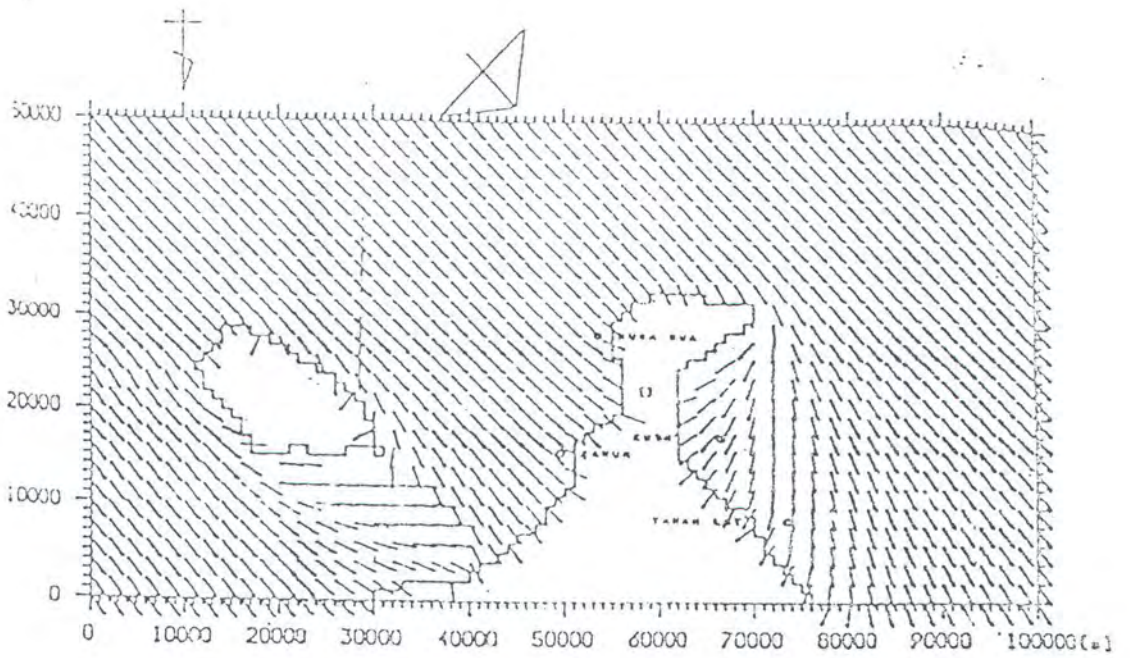
APP. Fig. 2 2 2 00 Wind Frequency



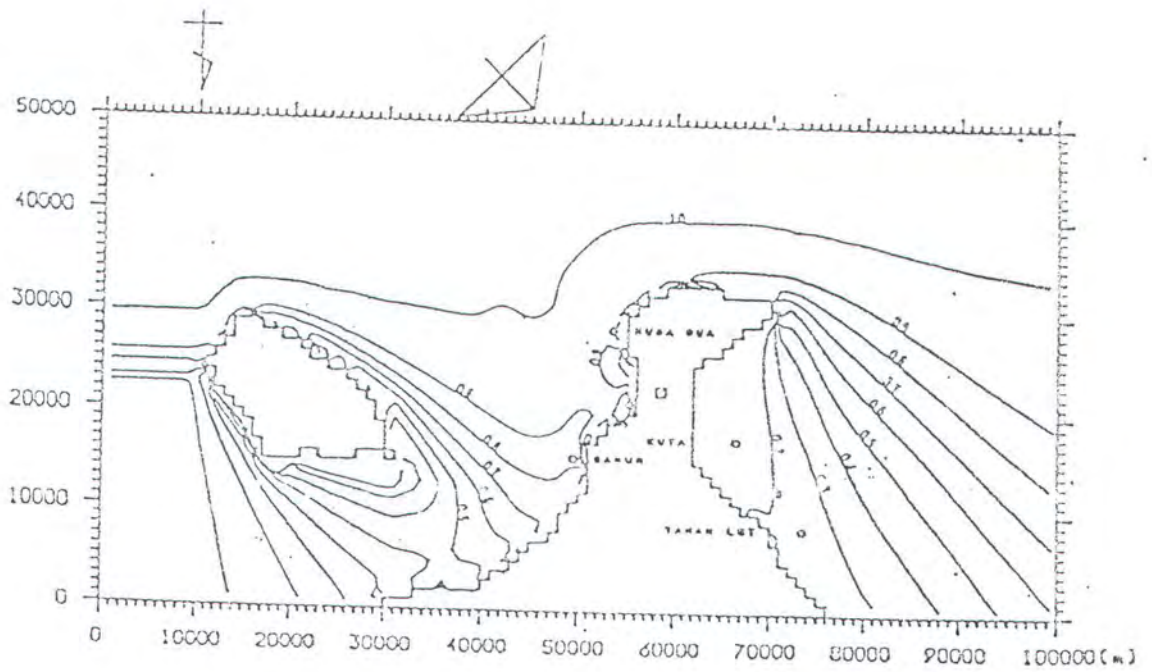
Gambar II.1.1.a. Lokasi penelitian JICA



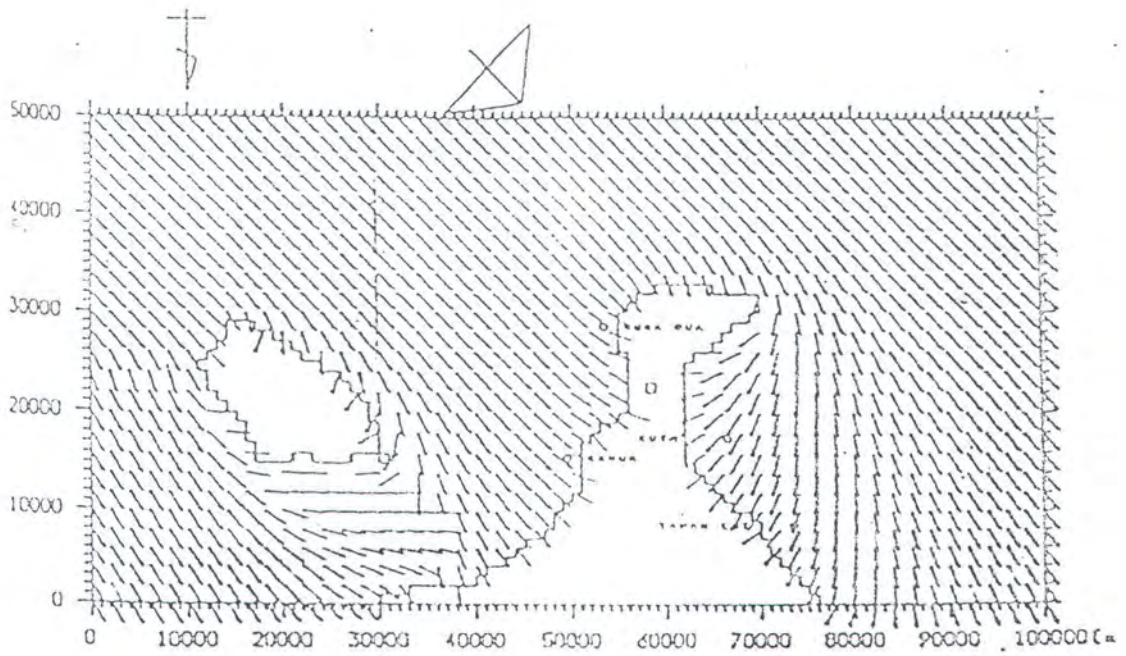
Gambar II.1.1.b. Kontur kedalaman laut dan titik output



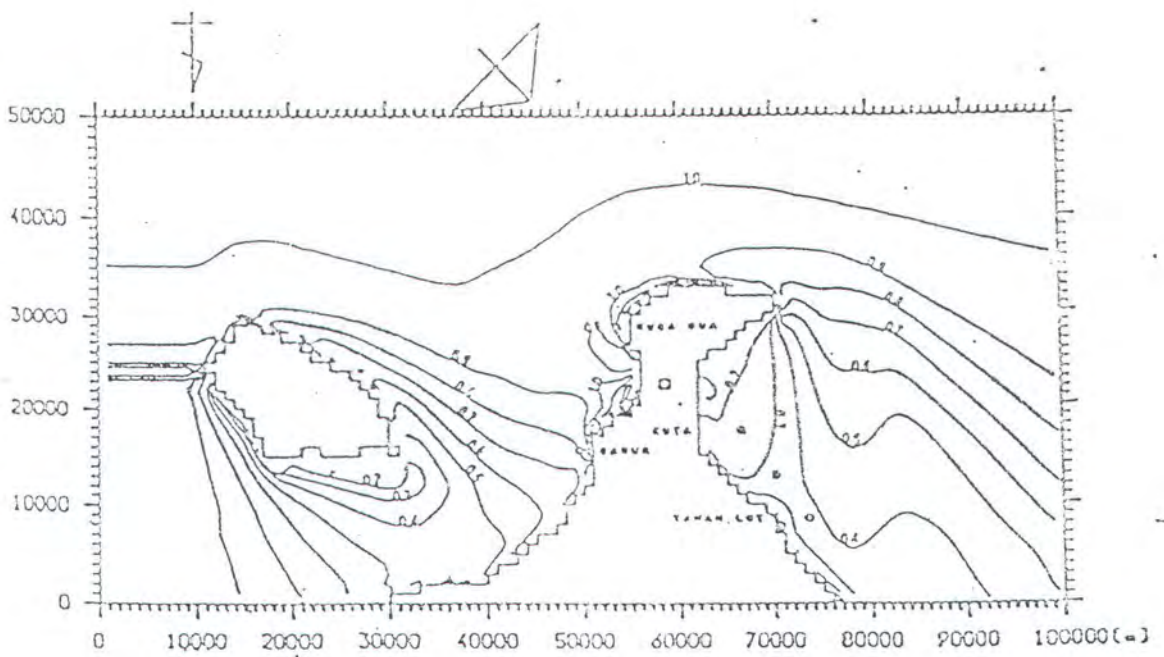
Gambar II. 1. 2. a. Wave rays arah gelombang (untuk $T=10$ det, dari arah Tenggara)



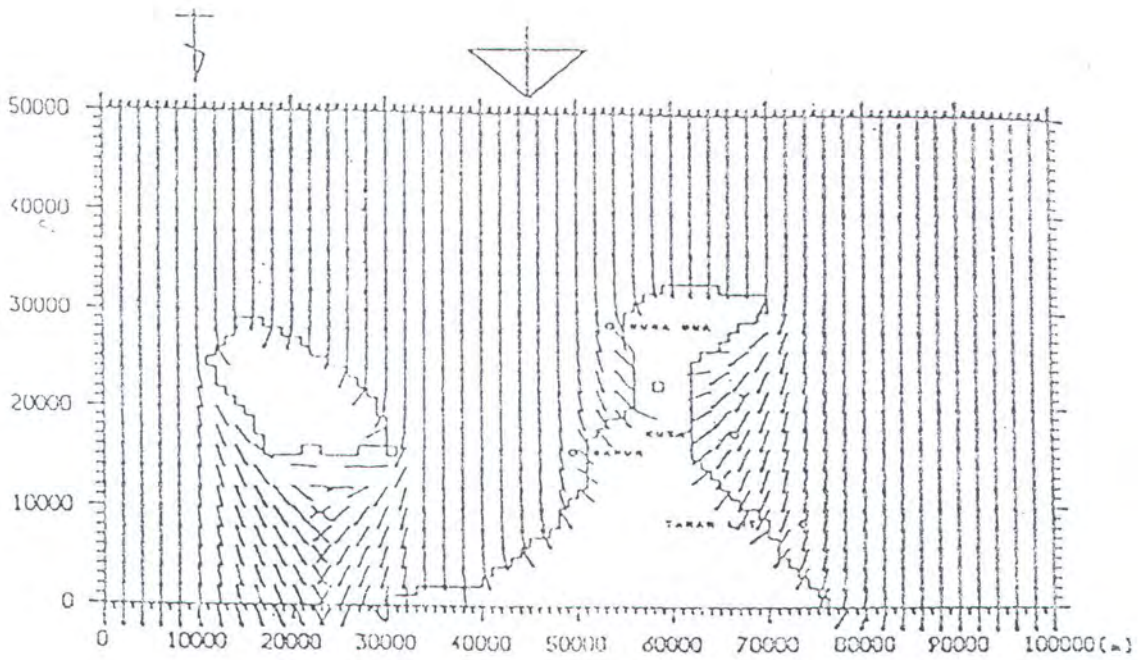
Gambar II. 1. 2. b. Rasio tinggi gelombang (untuk $T=10$ det, dari arah Tenggara)



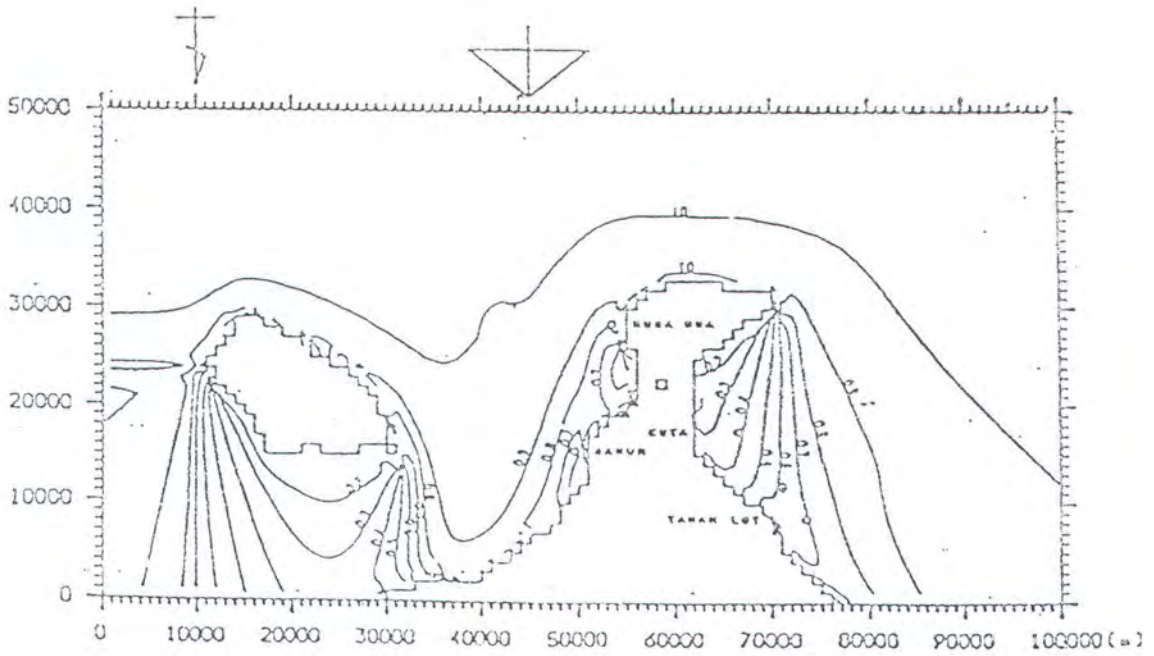
Gambar II. 1. 3. a. Wave rays arah gelombang (untuk $T=15$ det, dari arah Tenggara)



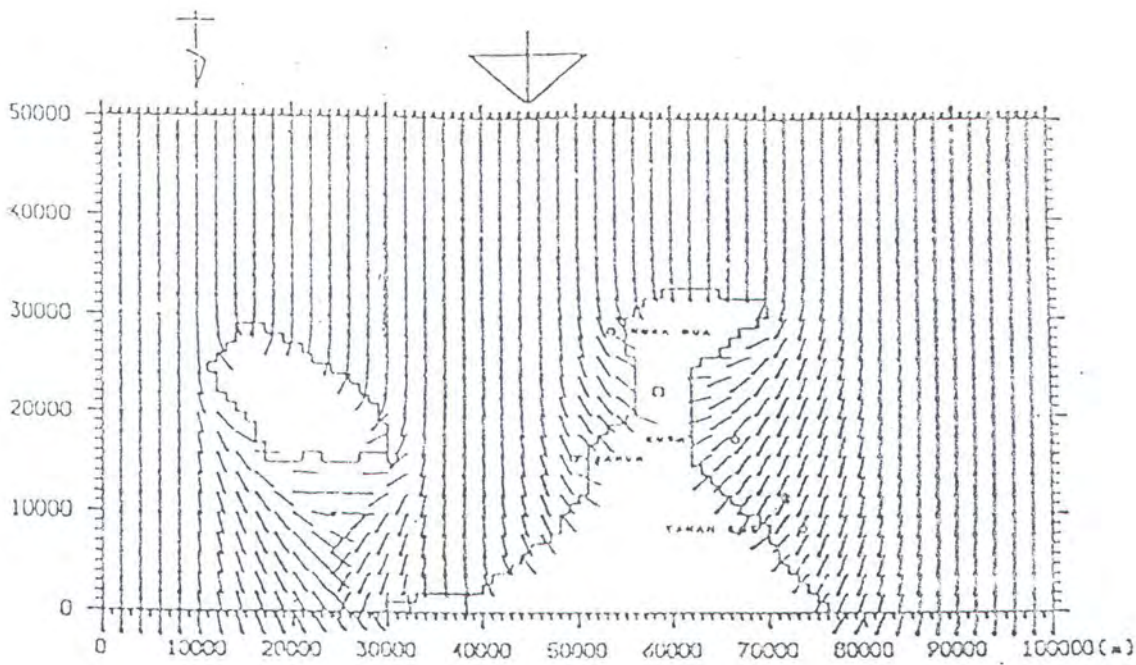
Gambar II. 1. 3. b. Rasio tinggi gelombang (untuk $T=15$ det, dari arah Tenggara)



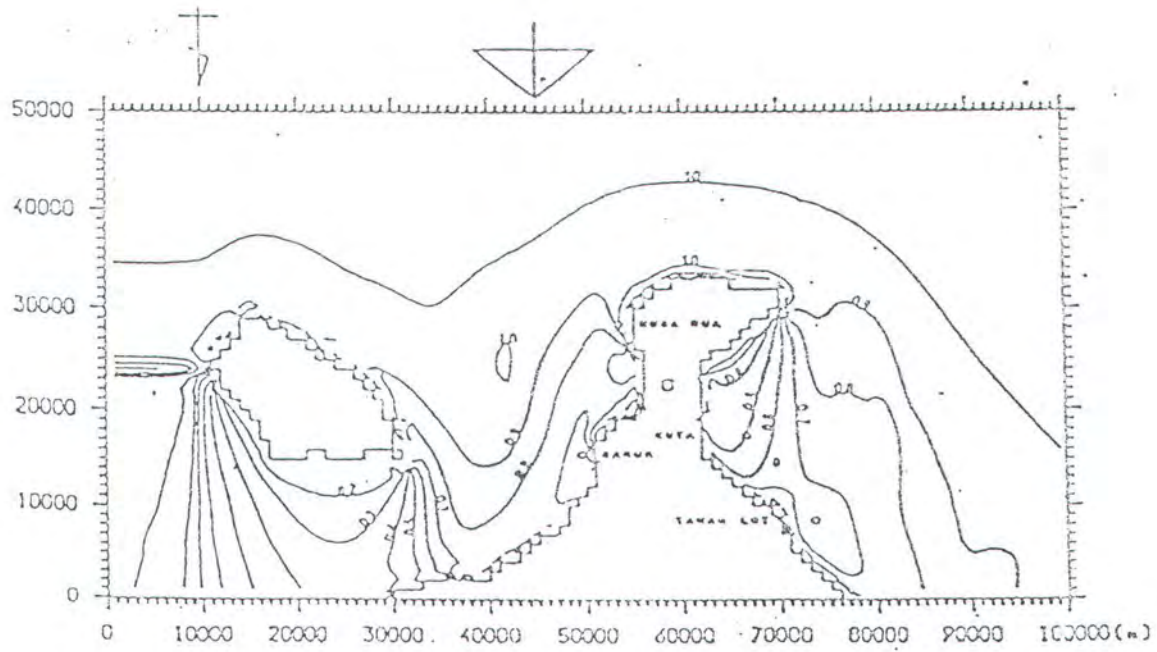
Gambar II. 1. 4. a. Wave rays arah gelombang (untuk $T=10$ det, dari arah Selatan)



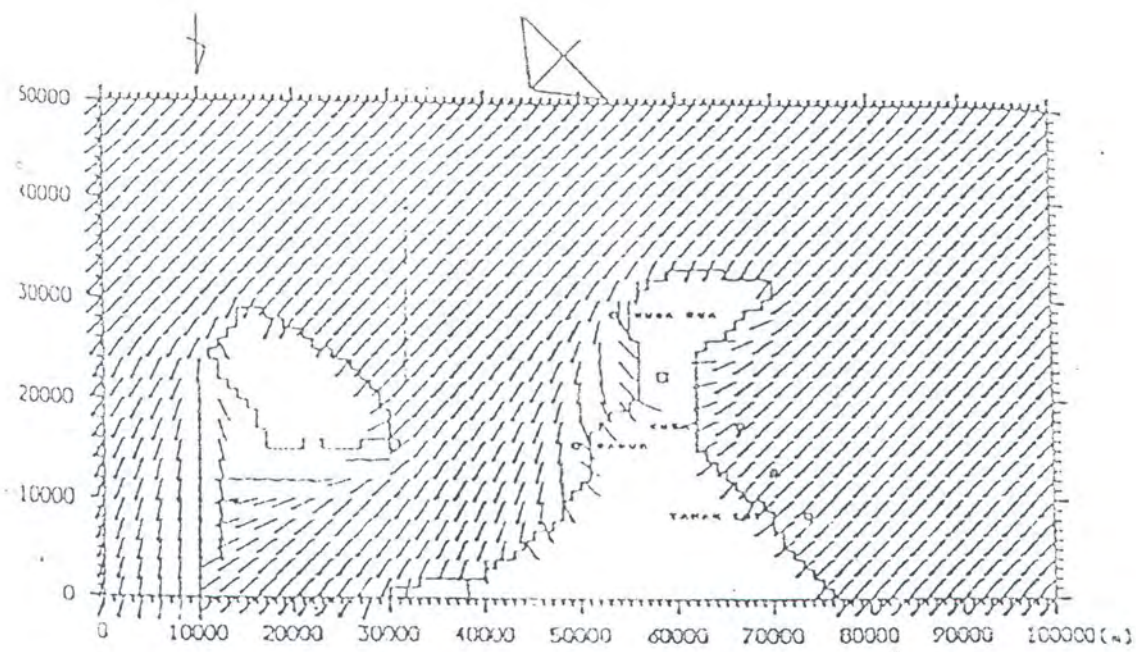
Gambar II. 1. 4. b. Rasio tinggi gelombang (untuk $T=10$ det, dari arah Selatan)



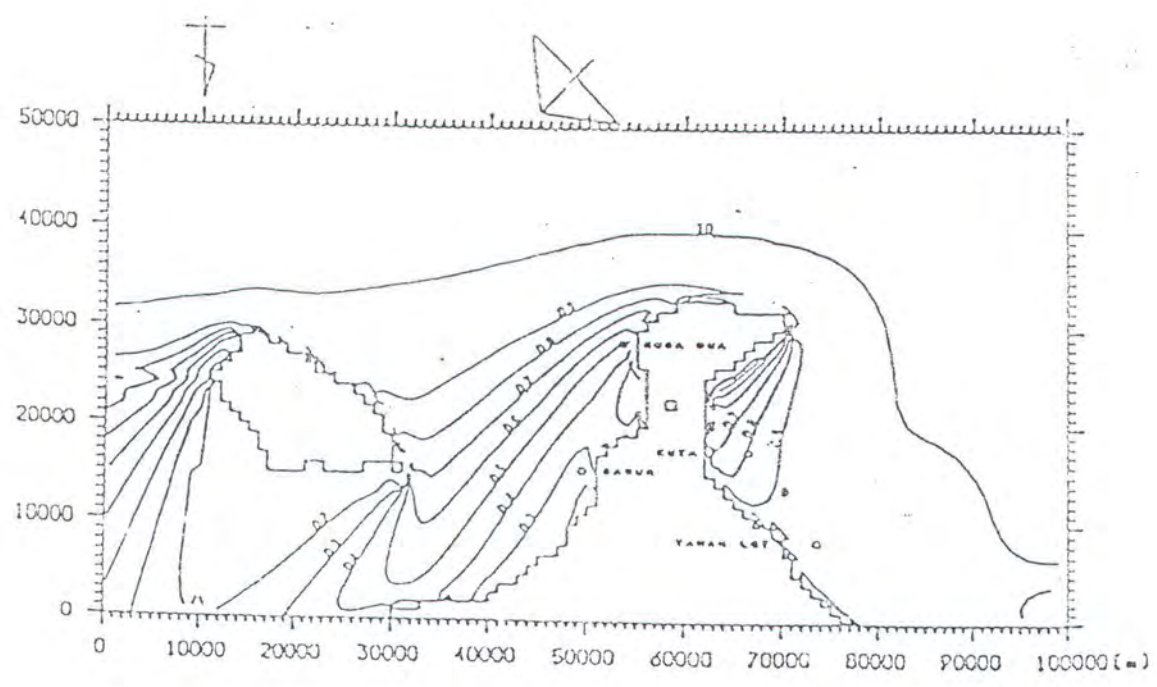
Gambar II. 1. 5. a. Wave rays arah gelombang (untuk $T=15$ det, dari arah Selatan)



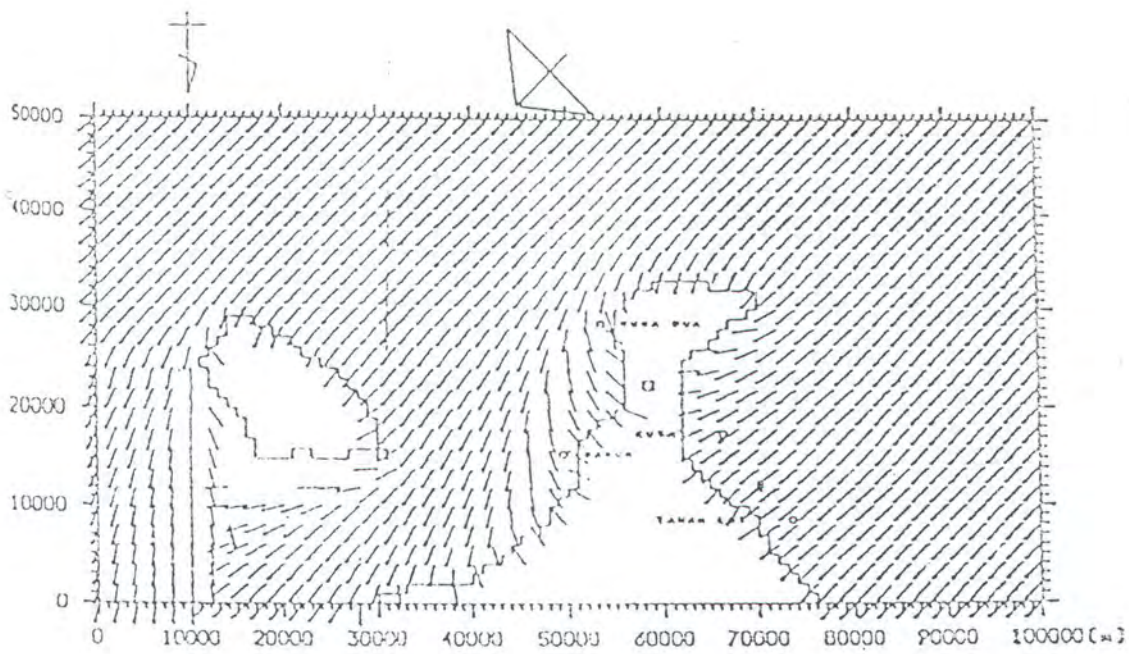
Gambar II. 1. 5. b. Rasio tinggi gelombang (untuk $T=15$ det, arah dari Selatan)



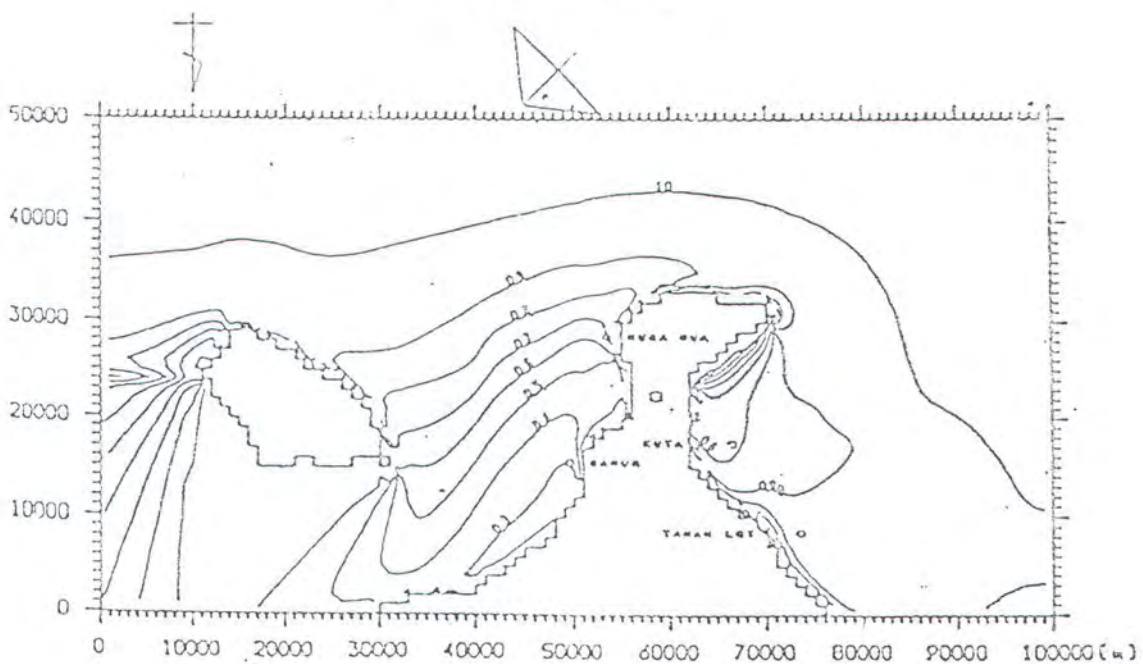
Gambar II.1.6.a. Wave rays arah gelombang (untuk $T=10$ det, dari arah Barat Daya)



Gambar II.1.6.b. Rasio tinggi gelombang (untuk $T=10$ det, arah dari Barat Daya)



Gambar II. 1. 7. a. Wave rays arah gelombang (untuk $T=15$ det, dari arah Barat Daya)



Gambar II. 1. 7. b. Rasio tinggi gelombang (untuk $T=15$ det, arah dari Barat Daya)

Particle size distribution
Tr-K2 at Kuta

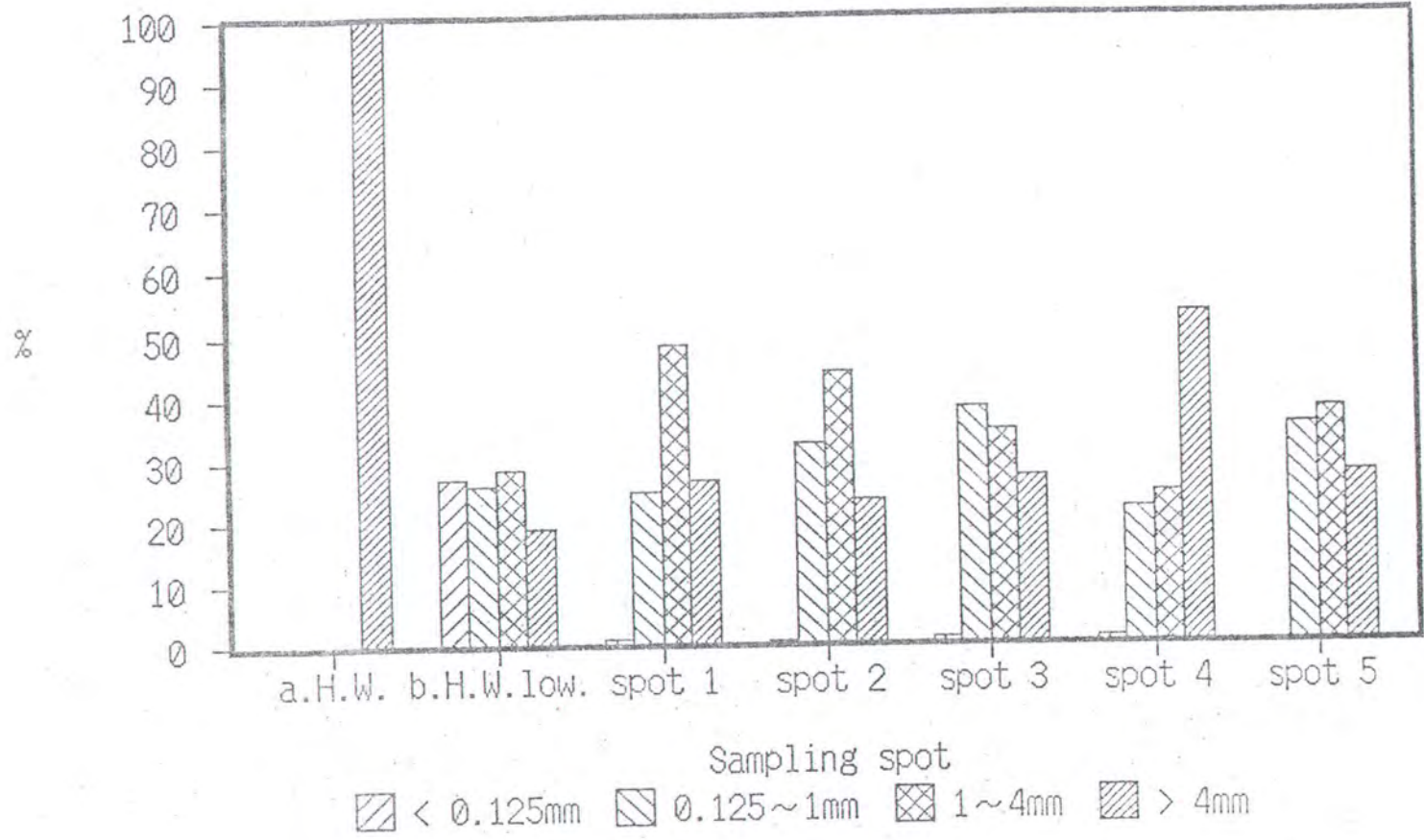


Fig. 3.23 Particle size distribution of Tr-K2 at Kuta



Particle size distribution
Tr-K1 at Kuta

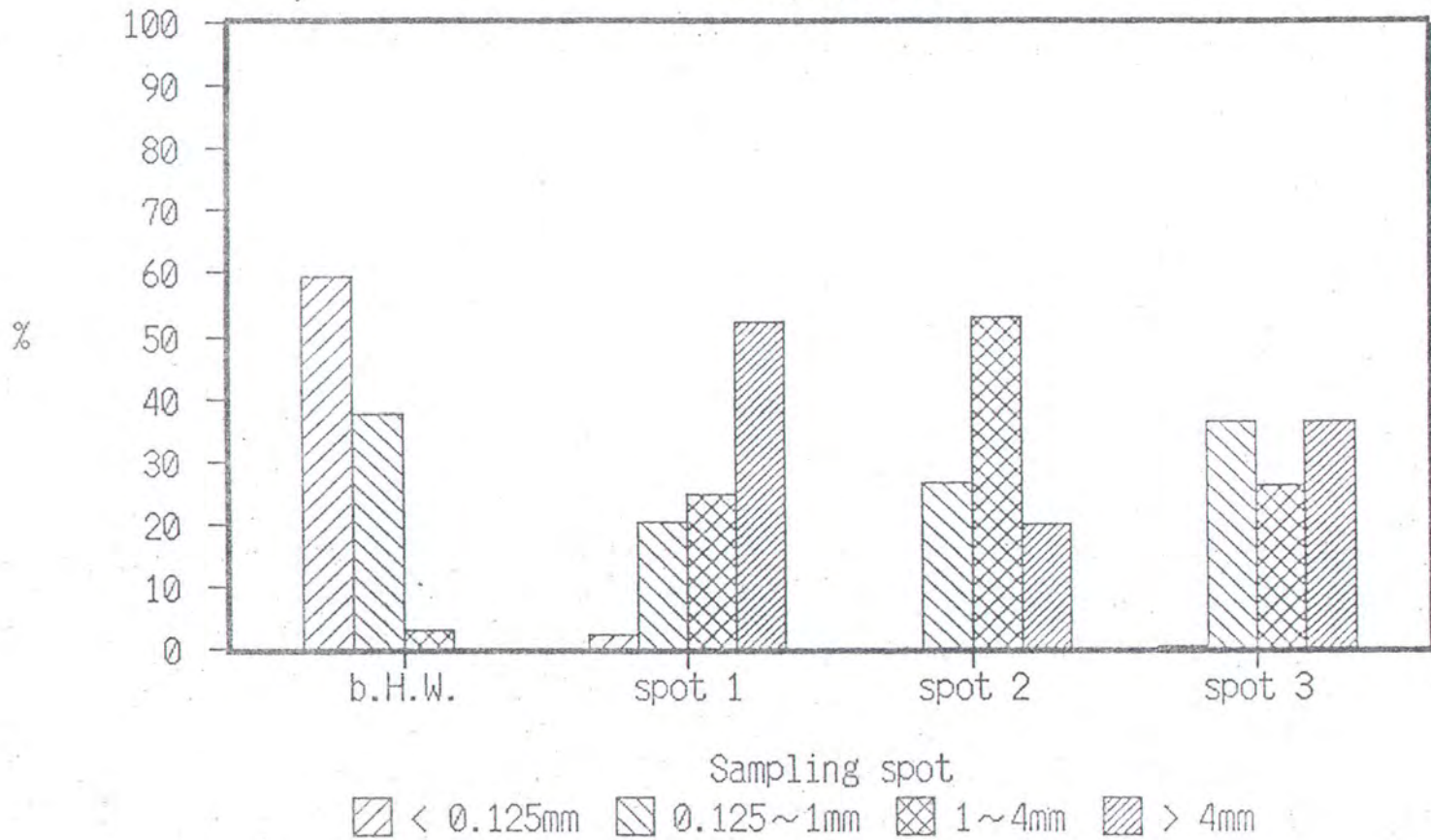


Fig. 3.22 Particle size distribution of Tr-K1 at Kuta

Particle size distribution
Tr-K3 at Kuta

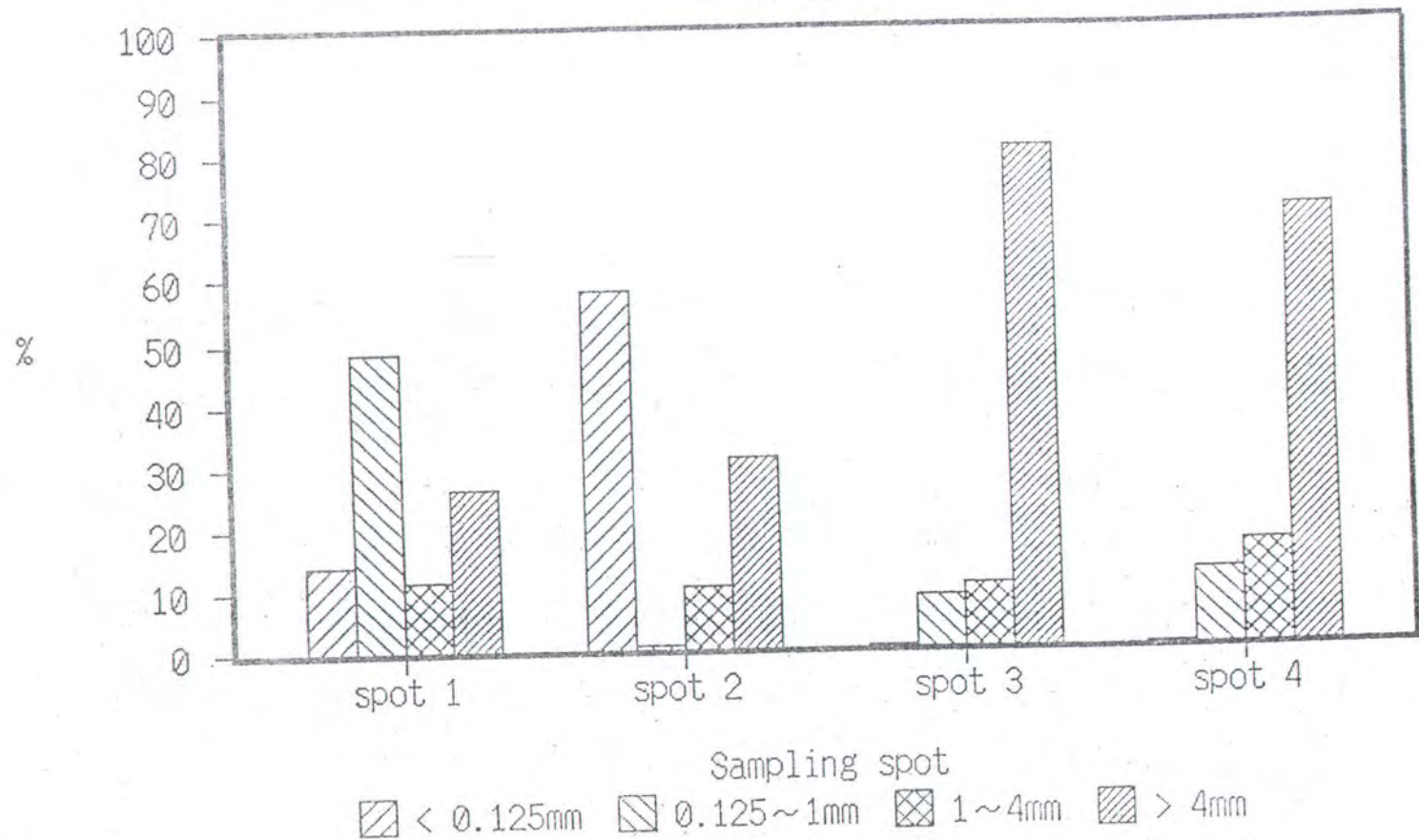


Fig. 3.24 Particle size distribution of Tr-K3 at Kuta

DATA GELOMBANG

Kuta Beach			Nusa Dua Beach			Sanur Beach		
Date	Wave Height	Wave Period	Date	Wave Height	Wave Period	Date	Wave Height	Wave Period
27.12.91	0.35	10.10	28.12.91			28.12.91		
27.12.91	0.45	5.00	29.12.91	0.43	7.70	29.12.91	0.26	7.70
28.12.91	0.55	9.60	30.12.91	0.49	7.00	30.12.91	0.42	8.60
29.12.91	0.51	8.50	31.12.91	0.56	7.40	31.12.91	0.53	8.40
1.1.92	0.46	9.50	1.1.92	0.52	7.20	1.1.92	0.49	7.90
2.1.92	0.50	9.80	2.1.92	0.66	7.20	2.1.92	0.51	8.60
3.1.92	0.69	11.40	3.1.92	0.75	11.10	3.1.92	0.56	11.50
4.1.92	0.97	7.00	4.1.92	0.76	12.40	4.1.92	0.48	10.00
5.1.92	0.91	6.50	5.1.92	0.66	12.70	5.1.92	0.62	8.00
6.1.92	1.02	7.60	6.1.92	0.76	11.20	6.1.92	0.68	7.80
7.1.92	1.00	8.90	7.1.92	0.96	16.90	7.1.92	0.59	7.90
8.1.92	0.97	11.50	8.1.92	0.79	12.30	8.1.92	0.54	9.40
9.1.92	0.96	13.30	9.1.92	0.59	17.50	9.1.92	0.48	10.00
10.1.92	1.13	15.60	10.1.92	1.27	16.20	10.1.92	0.40	12.50
11.1.92	1.14	13.50	11.1.92	1.03	16.00	11.1.92	0.39	13.10
12.1.92	1.01	13.50	12.1.92	0.66	11.80	12.1.92	0.40	10.60
13.1.92	0.92	11.20	13.1.92	0.54	10.90	13.1.92	0.43	9.10
14.1.92	0.75	10.40	14.1.92	0.49	9.50	14.1.92	0.40	8.70
15.1.92	0.78	12.60	15.1.92	0.92	15.10	15.1.92	0.50	13.70
16.1.92	0.90	13.60	16.1.92	0.91	10.90	16.1.92	0.47	12.30
17.1.92	0.83	12.50	17.1.92	0.80	11.80	17.1.92	0.39	9.40
18.1.92	0.65	9.30	18.1.92	0.71	8.70	18.1.92	0.37	7.80
19.1.92	0.57	7.60	19.1.92	0.55	7.20	19.1.92	0.43	7.00
20.1.92	0.53	8.30	20.1.92	0.66	7.20	20.1.92	0.41	6.90
21.1.92	0.65	11.50	21.1.92	0.76	9.60	21.1.92	0.39	6.30
22.1.92	0.71	11.70	22.1.92	0.70	9.20	22.1.92	0.44	8.50
23.1.92	0.58	11.30	23.1.92	0.65	10.40	23.1.92	0.43	8.00
24.1.92	0.59	12.20	24.1.92	0.60	9.80	24.1.92	0.46	10.80
25.1.92	0.67	13.30	25.1.92	0.99	13.30	25.1.92	0.46	11.10
26.1.92	0.84	15.30	26.1.92	0.96	16.60	26.1.92	0.46	10.30
27.1.92	1.20	15.50	27.1.92	1.13	15.80	27.1.92	0.53	9.40
28.1.92	0.89	14.10	28.1.92	0.67	13.70	28.1.92	0.47	11.40
29.1.92	0.69	13.20	29.1.92	0.45	11.30	29.1.92	0.37	9.30
30.1.92	0.50	12.40	30.1.92	0.50	13.60	30.1.92	0.28	8.50
31.1.92			31.1.92	0.25	9.60	31.1.92	0.20	8.60
7.2.92	0.50	11.20	8.2.92	1.01	13.80	7.2.92		
8.2.92	1.18	15.00	9.2.92	1.44	17.70	8.2.92		
9.2.92	1.44	16.30	10.2.92	1.31	15.70	9.2.92		
10.2.92	1.22	15.90	11.2.92	1.38	13.70	10.2.92	0.82	12.30
11.2.92	1.16	10.40	12.2.92	1.25	17.10	11.2.92	1.15	11.50
12.2.92	1.08	16.20	13.2.92	1.15	16.30	12.2.92	0.67	9.50
13.2.92	1.25	16.20	14.2.92	1.04	15.40	13.2.92	0.62	9.70
14.2.92	1.68	8.50	15.2.92	0.58	8.50	14.2.92	0.63	6.00
15.2.92	0.92	10.30	16.2.92	0.45	10.70	15.2.92	0.50	5.80
16.2.92	0.74	10.60	17.2.92	0.34	7.00	16.2.92	0.37	6.20
17.2.92	0.66	10.60	18.2.92	2.35	15.80	17.2.92	0.31	6.80
18.2.92	1.49	15.10	19.2.92	2.01	15.30	18.2.92	0.97	15.80
19.2.92	1.61	15.20	20.2.92	1.34	14.00	19.2.92	0.84	13.40
20.2.92	1.28	12.50	21.2.92	0.72	12.40	20.2.92	0.60	8.20
21.2.92	0.89	7.10	22.2.92	1.18	14.90	21.2.92	0.51	5.90
22.2.92	1.19	13.80	23.2.92	0.90	13.60	22.2.92	0.60	6.50
23.2.92	1.00	14.00	24.2.92	0.67	9.70	23.2.92	0.54	9.00
24.2.92	0.89	10.60	25.2.92	0.73	15.60	24.2.92	0.70	7.00
25.2.92	0.78	13.90	26.2.92	0.68	14.70	25.2.92	0.45	9.80
26.2.92	0.79	13.30	27.2.92	0.60	14.60	26.2.92	0.56	5.90
27.2.92	1.10	8.10	28.2.92	0.94	12.00	27.2.92	0.45	7.30
28.2.92	1.60	9.00	29.2.92	1.23	10.30	28.2.92	0.95	8.50
29.2.92	1.48	16.50	1.3.92	1.45	10.90	29.2.92	0.90	7.90
1.3.92	1.20	14.80	2.3.92	1.27	11.60	1.3.92	0.93	9.20
2.3.92	1.07	14.00	3.3.92	1.25	11.60	2.3.92	0.74	10.60
3.3.92	0.91	12.10	4.3.92	1.31	11.20	3.3.92	1.00	9.20
4.3.92	1.07	13.20	5.3.92	1.57	15.40	4.3.92	0.89	8.90
5.3.92	1.25	14.80	6.3.92	1.52	14.80	5.3.92	0.75	9.20
6.3.92	1.33	13.80	7.3.92	0.89	12.80	6.3.92	0.67	9.30
7.3.92	1.05	13.00	8.3.92	1.00	16.20	7.3.92	0.71	8.70
8.3.92	0.93	13.70	9.3.92	1.09	13.40	8.3.92	0.67	9.40
9.3.92	1.02	14.20	10.3.92	1.17	14.00	9.3.92	0.64	10.50
10.3.92	1.13	15.20	11.3.92	0.70	10.80	10.3.92	0.74	8.50
11.3.92	0.83	13.10	12.3.92			11.3.92		

DATA GELOMBANG

12.3.92	0.61	11.50	13.3.92	0.34	7.00	12.3.92		
21.3.92	0.36	12.10	21.3.92	0.38	11.90	13.3.92		
22.3.92	0.64	13.70	22.3.92	0.48	11.10	14.3.92		
23.3.92	0.87	13.70	23.3.92	1.08	14.30	15.3.92		
24.3.92	1.07	13.10	24.3.92	0.85	11.50	16.3.92		
25.3.92	0.94	12.30	25.3.92	0.66	9.50	17.3.92		
26.3.92	0.73	11.90	26.3.92	0.51	8.70	18.3.92		
27.3.92	0.62	11.70	27.3.92	0.69	6.20	19.3.92	0.32	9.30
28.3.92	0.72	13.40	28.3.92	0.68	11.60	20.3.92	0.36	9.20
29.3.92	0.71	13.00	29.3.92	0.59	9.10	21.3.92	0.33	8.90
30.3.92	0.64	11.80	30.3.92	0.71	7.70	22.3.92	0.29	7.10
31.3.92	0.70	14.80	31.3.92	0.76	13.10	23.3.92	0.31	9.60
1.4.92	0.94	14.20	1.4.92	0.67	10.50	24.3.92	0.41	9.80
2.4.92	0.81	14.00	2.4.92	0.68	12.20	25.3.92	0.65	12.20
3.4.92	0.77	13.10	3.4.92	0.53	6.40	26.3.92	0.54	6.60
4.4.92	0.74	13.20	4.4.92	0.53	12.70	27.3.92	0.47	8.70
5.4.92	0.79	13.20	5.4.92	0.61	12.40	28.3.92	0.62	8.70
6.4.92	0.80	12.10	6.4.92	0.51	10.50	29.3.92	0.88	10.30
7.4.92	0.75	12.30	7.4.92	0.63	12.60	30.3.92	0.60	8.60
8.4.92	0.63	11.80	8.4.92	0.56	11.60	31.3.92	0.58	6.00
9.4.92	0.56	11.00	9.4.92	0.46	10.90	1.4.92	0.76	10.10
10.4.92	0.61	13.70	10.4.92	0.50	13.00	2.4.92	0.64	9.90
11.4.92	0.85	13.00	11.4.92	0.69	9.50	3.4.92	0.54	11.60
12.4.92	0.73	12.40	12.4.92	0.80	9.20	4.4.92	0.47	10.20
13.4.92	0.40	10.30	13.4.92	0.76	13.70	5.4.92	0.56	12.10
14.4.92	0.73	17.00	14.4.92	0.87	15.40	6.4.92	0.64	7.40
15.4.92	0.79	14.50	15.4.92	0.62	13.80	7.4.92	0.52	6.90
16.4.92	0.78	14.00	16.4.92	0.49	10.60	8.4.92	0.66	9.90
17.4.92	0.69	12.60	17.4.92	1.03	15.00	9.4.92	0.51	9.20
18.4.92	0.67	13.30	18.4.92	1.11	14.10	10.4.92	0.40	8.10
19.4.92	0.70	13.50	19.4.92	1.05	6.30	11.4.92	0.44	5.40
20.4.92	0.63	12.90	20.4.92	1.10	12.20	12.4.92	0.56	7.50
21.4.92	0.94	14.70	21.4.92	1.44	14.50	13.4.92	0.52	7.00
22.4.92	1.23	14.60				14.4.92	0.53	8.30
23.4.92	0.96	14.00				15.4.92	0.48	9.30
						16.4.92	0.40	6.80
						17.4.92	0.38	8.20
						18.4.92	0.52	12.40
						19.4.92	0.67	8.40
						20.4.92	0.59	5.60
						21.4.92	0.48	6.50

MINISTRY OF PUBLIC WORKS
 DIRECTORATE GENERAL OF WATER RESOURCES
 DIRECTORATE OF RIVERS
 The Urgent Bali Beach Conservation Project
 Jl. Kap. Cok Agung Tresna 9, Ph (0351) 26763-27203
 Denpasar - Bali

TRACER COMPUTATION
 Project Location : Kuta
 No. And Color Of Tracer: S. Red

Station-1 : P33.(EM.3)
 Long / Easting : 297493.150
 Lat / Northing : 9032733.280
 Refl.Object : 10 50 60
 Observ. Date : 30/3/1992

Station-2 : P33.(EM.4)
 Long / Easting : 297590.025
 Lat / Northing : 9033738.671
 Refl.Object : 183 43 00

No. of Fix	Horizontal Angle		COORDINATES (Meter)		Azimuth Deg Min Sec	Distance (Meter)	Velocity (m/sec)	Time Hrs Min Sec	No. of Fix
	Station-1 Deg Min Sec	Station-2 Deg Min Sec	Easting	Northing					
	1	36 33 30.00	73 45 00.00	296959.651	9033619.221	335 30 40.52	42.808	0.054	13 50 20.00
2	36 15 30.00	77 25 10.00	296942.569	9033658.483	355 0 46.90	28.269	0.047	14 3 32.00	2
3	35 37 10.00	79 54 10.00	296940.132	9033666.644	342 5 57.98	9.550	0.020	14 13 29.00	3
4	35 30 55.00	80 43 00.00	296937.156	9033695.732	300 17 30.11	14.355	0.037	14 21 19.00	4
5	35 52 40.00	81 24 30.00	296924.602	9033702.972	319 8 50.12	13.338	0.028	14 27 50.00	5
6	36 0 00.00	82 13 15.00	296916.677	9033713.051	196 11 29.42	17.319	0.027	14 35 40.00	6
7	36 36 30.00	80 55 10.00	296911.247	9033695.429	126 5 48.66	86.655	0.057	14 45 16.00	7
8	34 48 00.00	75 45 10.00	296931.426	9033645.258				15 7 53.00	8

Tide Table : 30/3/1992

01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
07	07	08	10	12	14	16	17	17	15	14	12	10	10	10	11	14	16	18	19	19	16	14	11

MINISTRY OF PUBLIC WORKS
 DIRECTORATE GENERAL OF WATER RESOURCES
 DIRECTORATE OF RIVERS
 The Urgent Bali Beach Conservation Project
 Jl. Kap. Cok Agung Trestra 9, Pb (0361) 26769-27208
 Denpasar - Bali

TRACER COMPUTATION
 Project Location : Kuta
 No. And Color Of Tracer: 2. Yellow

Station-1 : P33.(EM.3)
 Long / Easting : 297493.150
 Lat / Northing : 9032733.280
 Refl.Object : 10 59 0
 Observ. Date : 30/3/1992

Station-2 : P33.(EM.4)
 Long / Easting : 297500.025
 Lat / Northing : 9033735.871
 Refl.Object : 183 48 00

No. of Fix	Horizontal Angle		COORDINATES (Meter)		Azimuth Deg Min Sec	Distance (Meter)	Velocity (m/sec)	Time Hrs Min Sec	No. of Fix
	Station-1	Station-2	Easting	Northing					
	Deg Min Sec	Deg Min Sec							
1	80 37 30.00	41 10 30.00	296736.807	9032934.212				13 46 15.00	1
2	80 49 30.00	41 17 30.00	296731.729	9032932.718	253 36 37.59	5.294	0.009	13 56 0.00	2
3	80 23 30.00	41 26 15.00	296733.443	9032938.422	16 43 25.01	5.955	0.008	14 8 39.00	3
4	80 7 0.00	41 23 15.00	296737.634	9032941.131	58 19 39.19	5.155	0.009	14 17 44.00	4
5	80 31 0.00	40 56 30.00	296743.473	9032933.959	141 49 4.81	9.123	0.021	14 24 52.00	5
6	80 52 40.00	41 21 30.00	296729.536	9032932.541	254 11 22.56	14.009	0.033	14 32 1.00	6
7	80 18 30.00	40 52 10.00	296747.521	9032935.784	79 46 44.48	13.275	0.039	14 39 53.00	7
8	80 51 0.00	39 49 30.00	296768.757	9032922.682	121 40 25.99	24.953	0.032	14 52 45.00	8
9	83 25 0.00	37 54 50.00	296752.513	9032825.446	159 43 28.25	39.655	0.076	15 1 28.00	9

Tide Table : 30/3/1992

Tide : 01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Tide : 07	07	08	10	12	14	16	17	17	16	14	12	10	10	10	11	14	16	18	19	18	16	14	11

TRACER COMPUTATION
 Project Location : Kuta
 No. And Color Of Tracer: 4. White

Station-1 : P38.(EM.3)
 Long / Easting : 297493.150
 Lat / Northing : 9032733.250
 Refl.Object : 10 50 0
 Observ. Date : 30/3/1992

Station-2 : P38.(EM.4)
 Long / Easting : 297590.025
 Lat / Northing : 9033733.871
 Refl.Object : 183 48 0

No. of Fix	Horizontal Angle		COORDINATES (Meter)		Azimuth Deg Min Sec	Distance (Meter)	Velocity (m/sec)	Time Hrs Min Sec	No. of Fix
	Station-1 Deg Min Sec	Station-2 Deg Min Sec	Easting	Northing					
	1	47 32 0.00	40 37 30.00	297052.522	9033222.121	7 0 40.79	19.866	0.040	13 43 35.00
2	46 15 10.00	41 36 30.00	297054.947	9033241.838	7 36 46.00	36.616	0.040	13 56 49.00	2
3	44 0 0.00	43 30 30.00	297059.798	9033278.131	22 7 48.74	21.112	0.045	14 11 59.00	3
4	42 30 30.00	44 18 30.00	297067.751	9033297.668	43 32 50.40	13.696	0.034	14 19 19.00	4
5	41 25 0.00	44 26 10.00	297077.187	9033307.615	2 54 49.94	27.459	0.057	14 25 59.00	5
6	40 4 0.00	46 12 10.00	297076.583	9033335.038	57 35 54.21	47.366	0.056	14 34 4.00	6
7	38 21 0.00	45 44 30.00	297118.592	9033360.429	105 37 43.82	59.177	0.048	14 46 14.00	7
8	33 30 0.00	41 41 10.00	297166.913	9033346.912				15 5 49.00	8

Tide Table : 30/3/1992

01	02	03	04	05	05	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
07	07	08	10	12	14	16	17	17	16	14	12	10	10	10	11	14	16	18	19	18	16	14	11

MINISTRY OF PUBLIC WORKS
 DIRECTORATE GENERAL OF WATER RESOURCES
 DIRECTORATE OF RIVERS

The Urgent Bali Beach Conservation Project
 Jl. Kap. Cok Agung Tresna 9, Ph (0361) 25769-27268
 Denpasar - Bali

TRACER COMPUTATION

Project Location : Kuta
 No. And Color Of Tracer: Sa. Wh-B1

Station-1 : P3B. (BM.3)
 Long / Easting : 297493.150
 Lat / Northing : 9032733.260
 Refl.Object : 13 45 18
 Obsrv. Date : 20/2/1992

Station-2 : EP4. (BM.4)
 Long / Easting : 297619.525
 Lat / Northing : 9033534.993
 Refl.Object : 128 15 19

Horizontal Angle		COORDINATES (Meter)		Azimuth Deg Min Sec	Distance (Meter)	Velocity (m/sec)	Time Hrs Min Sec	No. of Fix
Station-1 Deg Min Sec	Station-2 Deg Min Sec	Easting	Northing					
25 1 28.00	114 0 11.00	297180.209	9033819.667				12 26 0.00	1
16 0 18.00	134 6 11.00	297349.675	9033693.694	66 24 10.86	184.929	0.147	12 47 0.00	2
10 24 18.00	149 35 11.00	297462.823	9033933.710	70 36 48.74	119.950	0.154	13 0 0.00	3

Table : 20/2/1992

01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24
 20 14 09 04 01 01 04 09 15 20 23 23 21 17 12 07 04 03 05 10 15 20 23 24

MINISTRY OF PUBLIC WORKS
 DIRECTORATE GENERAL OF WATER RESOURCES
 DIRECTORATE OF RIVERS
 The Urgent Bali Beach Conservation Project
 Jl. Kap. Cok Agung Tresna 9, Ph (0361) 26769-27208
 Denpasar - Bali

TRACER COMPUTATION

Project Location : Kuta
 No. And Color Of Tracer: 2a. Red

Station-1 : P3B. (BM.3)
 Long / Easting : 297493.150
 Lat / Northing : 9032753.220
 Ref. Object : 15 45 18
 Observ. Date : 20/2/1992

Station-2 : HP4. (BM.4)
 Long / Easting : 297519.525
 Lat / Northing : 9033534.998
 Ref. Object : 123 15 19

No. of Fix	Horizontal Angle		COORDINATES (Meter)		Azimuth Deg Min Sec	Distance (Meter)	Velocity (m/sec)	Time Hrs Min Sec	No. of Fix
	Station-1	Station-2	Easting	Northing					
	Deg Min Sec	Deg Min Sec							
1	76 53 8.00	38 20 41.00	296977.324	9032942.445	111 57 50.41	169.029	0.134	11 55 0.00	1
2	76 50 18.00	27 33 11.00	297134.085	9032879.224				12 16 0.00	2

Tide Table : 20/2/1992

01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
01	09	04	01	01	04	09	15	20	23	23	21	17	12	07	04	03	05	10	15	20	23	24	

The Urgent Bali Beach Conservation Project
 Jl. Kap. Coi Agung Tresna 9, Pk (0361) 26769-27208
 Denpasar - Bali

TRACER COMPUTATION

Project Location : Kuta
 No. And Color Of Tracer: 4a. White

Station-1 : P3B. (EM.3)
 Long / Easting : 297493.150
 Lat / Northing: 9032733.220
 Refl.Object : 13 45 18
 Observ. Date : 20/2/1992

Station-2 : HP4. (EM.4)
 Long / Easting : 297619.525
 Lat / Northing : 9033534.398
 Refl.Object : 188 15 19

Horizontal Angle		COORDINATES (Meter)		Azimuth	Distance (Meter)	Velocity (m/sec)	Time Hrs Min Sec	No. of Fix
Station-1 Deg Min Sec	Station-2 Deg Min Sec	Easting	Northing	Deg Min Sec				
26 0 58.00	62 38 41.00	297281.633	9033422.613				12 23 0.00	1
19 10 18.00	79 43 11.00	297349.820	9033528.772	32 42 47.56	126.171	0.100	12 44 0.00	2
19 4 18.00	95 14 41.00	297337.407	9033606.398	350 54 51.96	78.613	0.187	12 51 0.00	3
19 8 18.00	110 47 11.00	297316.267	9033707.141	349 14 34.45	102.544	0.342	12 56 0.00	4
6 22 18.00	136 42 31.00	297534.855	9033658.618	102 34 18.17	222.010	0.453	13 4 0.00	5

Side Table : 20/2/1992

01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24
 20 14 09 04 01 01 04 09 15 20 23 23 21 17 12 07 04 03 05 10 15 20 23 24

MINISTRY OF PUBLIC WORKS
 DIRECTORATE GENERAL OF WATER RESOURCES
 DIRECTORATE OF RIVERS
 The Urgent Bali Beach Conservation Project
 Jl. Kap. Cok Agung Tresna 9, Ph (6351) 26769-27203
 Denpasar - Bali

TRACER COMPUTATION

Project Location : Iuta
 No. And Color Of Tracer: 3. White

Station-1 : P3E. (EM.3)
 Long / Easting : 297433.150
 Lat / Northing: 9032733.230
 Refl.Object : 13 45 18
 Observ. Date : 20/2/1992

Station-2 : HP4. (EM.4)
 Long / Easting : 297619.525
 Lat / Northing : 9033534.998
 Refl.Object : 183 15 19

Horizontal Angle		COORDINATES (Meter)		Asimuth	Distance (Meter)	Velocity (m/sec)	Time Hrs Min Sec	No. of Fix
Station-1 Deg Min Sec	Station-2 Deg Min Sec	Easting	Northing	Deg Min Sec				
60 27 18.00	23 9 11.00	297241.653	9032933.191				12 0 0.00	1
47 7 18.00	13 13 11.00	297361.172	9032901.213	165 0 11.34	123.530	0.103	12 19 0.00	2

Tide Table : 20/2/1992

01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
20	14	09	04	01	01	04	09	15	20	23	23	21	17	12	07	04	03	05	10	15	20	23	24

DATA ARUS

MINISTRY OF PUBLIC WORKS
 DIRECTORATE GENERAL OF WATER RESOURCES
 DIRECTORATE OF RIVERS
 The Urgent Bali Beach Conservation Project
 Jl. Kap. Cok Agung Tresna 9, Pk (0361) 26769-27238
 Denpasar - Bali

TRACER COMPUTATION

Project Location : Kuta
 No. And Color Of Tracer: 1. Yellow

Station-1 : BM.PAP4
 Long / Easting : 298533.349
 Lat / Northing : 9031210.046
 Refl.Object : 329 26 00
 Observ. Date : 19/2/1992

Station-2 : BM.PAP5
 Long / Easting : 296200.000
 Lat / Northing : 9031770.000
 Refl.Object : 143 3

No. of Fix	Horizontal Angle		COORDINATES (Meter)		Azimuth Deg Min Sec	Distance (Meter)	Velocity (m/sec)	Time Hrs Min Sec
	Station-1	Station-2	Easting	Northing				
	Deg Min Sec	Deg Min Sec						
1	31 33 0.00	116 18 20.00	297556.569	9031741.820	126 34 40.41	317.861	0.135	10 40 0.00
2	34 40 0.00	89 18 20.00	297821.827	9031552.462	111 35 30.61	15.717	0.077	11 19 6.00
3	34 35 0.00	87 41 35.00	297836.441	9031546.678	108 49 0.54	63.522	0.138	11 22 30.00
4	33 57 45.00	80 40 20.00	297896.568	9031528.199	98 55 46.68	127.139	0.191	11 30 16.00
5	30 15 30.00	64 6 50.00	296022.166	9031506.455	88 0 14.38	58.467	0.112	11 41 20.00
6	26 58 20.00	55 5 30.00	296080.618	9031508.492	111 47 22.41	73.180	0.122	11 50 0.00
7	25 10 50.00	41 11 50.00	295146.569	9031481.325	112 45 35.62	66.647	0.118	12 0 0.00
8	22 25 0.00	26 21 50.00	298226.469	9031447.867	117 52 31.64	76.797	0.141	12 12 12.00
9	19 56 50.00	16 20 50.00	296296.276	9031411.942	160 9 9.44	60.773	0.116	12 21 17.00
10	13 12 0.00	8 26 35.00	298356.898	9031491.239	126 24 37.40	33.498	0.128	12 30 2.00
11	11 55 0.00	6 12 30.00	298382.346	9031380.418				12 34 27.00

Tide Table : 19/2/1992

x	Time	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
γ	Tide	17	11	06	03	01	03	06	11	16	20	22	18	14	09	06	04	05	09	13	18	22	24	

MINISTRY OF PUBLIC WORKS
 DIREKTORAT PERAIRA DAN SUMBER AIR
 DIRECTORATE OF RIVERS
 The Urgent Bali Beach Conservation Project
 Jl. Kap. Cok Agung Tresna 9, Ph (0361) 26763-27203
 Denpasar - Bali

TRACER COMPUTATION

Project Location : Kuta
 No. and Color Of Tracer: 14 Blue

Station-1 : BM.202
 Long / Easting : 298150.343
 Lat / Northing : 9035163.355
 Refl.Object : 353 29 10
 Observ. Date : 28/3/92

Station-2 : BM.271
 Long / Easting : 298137
 Lat / Northing : 9035741
 Refl.Object : 173 35

No. of Fix	Horizontal Angle		COORDINATES (Meter)		Azimuth Deg Min Sec	Distance (Meter)	Velocity (m/sec)	Time Hrs Min Sec
	Station-1	Station-2	Easting	Northing				
	Deg Min Sec	Deg Min Sec						
1	26 12 10.00	97 16 5.00	298201.265	9035757.973	321 25 7.29	36.927	0.115	11 45 53.00
2	26 37 0.00	102 1 40.00	298178.236	9035786.840	323 34 30.48	46.466	0.103	11 51 15.00
3	26 57 10.00	107 14 20.00	298150.645	9035624.230	321 13 20.34	42.949	0.097	11 58 47.00
4	27 21 10.00	111 2 5.00	298123.746	9035857.712	315 51 14.19	46.739	0.100	12 6 10.00
5	28 1 50.00	113 58 20.00	298091.193	9035291.251	308 55 45.55	64.239	0.119	12 13 58.00
6	29 19 10.00	115 22 20.00	298041.219	9035531.616	298 1 4.60	128.383	0.160	12 23 0.00
7	32 42 10.00	117 33 40.00	297927.683	9035991.924	303 1 45.79	61.248	0.173	12 36 20.00
8	33 48 10.00	118 24 50.00	297876.533	9035025.308				12 42 14.00

Tide Table : 28/3/92

Time :	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
Tide :	10	12	13	14	14	14	13	12	12	11	12	12	13	14	15	17	18	18	17	15	14	12	10	09

MINISTRY OF PUBLIC WORKS
 DIRECTORATE GENERAL OF WATER RESOURCES
 DIRECTORATE OF RIVERS
 The Urgent Bali Beach Conservation Project
 Jl. Kap. Cok Agung Tresna 9, Pk (0361) 25753-25253
 Denpasar - Bali

TRACER COMPUTATION
 Project Location : Kuta
 No. And Color Of Tracer: 13 Red

Station-1 : EM.PU2
 Long / Easting : 298550.343
 Lat / Northing: 9035163.355
 Refl.Object : 353 29 10
 Observ. Date : 28/3/1992

Station-2 : EM.PU
 Long / Easting : 298550.343
 Lat / Northing: 9035163.355
 Refl.Object : 173 3

No. of Fix	Horizontal Angle		COORDINATES (Meter)		Azimuth Deg Min Sec	Distance (Meter)	Velocity (m/sec)	Time Hrs Min Sec
	Station-1	Station-2	Easting	Northing				
	Deg Min Sec	Deg Min Sec						
1	44 50 10.00	33 51 20.00	298501.544	9035379.260	302 26 13.67	41.765	0.050	11 33 5.0
2	45 47 30.00	39 35 50.00	298266.295	9035401.662	291 47 43.79	39.426	0.094	11 41 50.0
3	47 31 10.00	44 44 5.00	298229.688	9035416.300	296 39 43.78	53.292	0.104	11 48 50.0
4	48 51 10.00	51 25 50.00	298162.062	9035440.214	286 52 51.33	48.793	0.115	11 57 24.0
5	50 44 40.00	56 34 5.00	298135.371	9035454.333	289 36 3.57	54.843	0.122	12 4 30.0
6	52 14 20.00	61 50 20.00	298093.707	9035472.761	289 27 36.87	75.568	0.126	12 12 0.00
7	53 54 10.00	68 1 5.00	298012.456	9035497.357	287 40 12.63	112.670	0.141	12 22 0.00
8	56 2 10.00	75 2 50.00	297905.101	9035532.157				12 35 21.00

Tide Table : 28/3/1992

Time : 01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Tide : 10	12	13	14	14	13	12	12	11	12	12	13	14	15	17	18	18	17	16	14	12	10	09

MINISTRY OF PUBLIC WORKS
 DIRECTORATE GENERAL OF WATER RESOURCES
 DIRECTORATE OF RIVERS
 The Urgent Bali Beach Conservation Project
 Jl. Kap. Cok Agung Tresna 9, Pk (0361) 25769-27208
 Denpasar - Bali

TRACER COMPUTATION

Project Location : Kuta
 No. And Color Of Tracer: 12 Black

Station-1 : EM.PU2
 Long / Easting : 298550.343
 Lat / Northing: 9035163.355
 Ref. Object : 353 29 10
 Observ. Date : 28/3/1992

Station-2 : EM.PU
 Long / Easting : 298550.343
 Lat / Northing: 9035163.355
 Ref. Object : 173

No. of Fix	Horizontal Angle		COORDINATES (Meter)		Azimuth Deg Min Sec	Distance (Meter)	Velocity (m/sec)	Time Hrs Min Sec
	Station-1 Deg Min Sec	Station-2 Deg Min Sec	Easting	Northing				
	1	89 12 10.00	32 6 20.00	298150.295	9035141.856	300 23 5.47	52.287	0.075
2	85 5 10.00	36 31 20.00	298145.190	9035163.313	365 41 23.96	40.672	0.085	11 47 0.00
3	82 2 30.00	39 57 35.00	298112.156	9035192.041	349 15 55.37	21.719	0.052	11 55 0.00
4	79 20 0.00	41 19 20.00	298108.111	9035213.380	295 57 37.49	82.404	0.155	12 2 0.00
5	76 10 10.00	48 9 20.00	298034.563	9035250.740	365 12 38.68	65.646	0.116	12 10 50.00
6	73 20 35.00	53 35 40.00	297990.211	9035282.167	314 0 16.44	65.831	0.121	12 20 25.00
7	70 15 40.00	58 55 5.00	297932.859	9035334.901	307 42 55.75	68.766	0.120	12 29 28.00
8	68 9 0.00	64 7 20.00	297875.462	9035378.958				12 39 2.00

Tide Table : 28/3/1992

Tide :	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Tide :	10	12	13	14	14	14	13	12	12	11	12	13	14	16	17	18	18	17	16	14	12	10	09	08

MINISTRY OF PUBLIC WORKS
 DIRECTORATE GENERAL OF WATER RESOURCES
 DIRECTORATE OF RIVERS
 The Urgent Bali Beach Conservation Project
 Jl. Kap. Col Agung Trasna 9, PB (0351) 25769-57208
 Denpasar - Bali

TRACER COMPUTATION

Project Location : Kuta
 No. And Color Of Tracer: 09 Red

Station-1 : P85.(EM.5)
 Long / Easting : 298035.012
 Lat / Northing: 9034543.166
 Ref. Object : 44 5 30
 Observ. Date : 28/3/1992

Station-2 : EM.FU2
 Long / Easting : 298550.3
 Lat / Northing: 9035163.3
 Ref. Object : 222 26

No. of Fix	Horizontal Angle		COORDINATES (Meter)		Azimuth Deg Min Sec	Distance (Meter)	Velocity (m/sec)	Time Hrs Min Sec
	Station-1	Station-2	Easting	Northing				
	Deg Min Sec	Deg Min Sec						
1	165 57 0.00	3 20 30.00	297839.874	9034524.057				13 38 15.00
2	162 17 40.00	4 39 30.00	297802.838	9034521.194	265 34 44.72	37.146	0.065	13 47 50.00
3	160 20 0.00	5 21 0.00	297787.333	9034523.761	279 25 46.65	15.867	0.039	13 54 30.00
4	157 2 0.00	7 1 50.00	297734.422	9034519.146	265 1 14.52	53.162	0.092	14 4 5.00
5	152 11 30.00	8 41 0.00	297714.555	9034541.739	318 40 24.68	30.085	0.066	14 11 42.00
6	148 25 40.00	12 6 0.00	297529.203	9034533.343	266 23 45.59	125.601	0.173	14 23 48.00

Tide Table : 28/3/1992

Tide : 01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
10	12	13	14	14	14	13	12	12	11	12	13	14	14	17	18	18	17	16	14	12	10	09

MINISTRY OF PUBLIC WORKS
 DIRECTORATE GENERAL OF WATER RESOURCES
 DIRECTORATE OF RIVERS
 The Urgent Bali Beach Conservation Project
 Jl. Kap. Cok Agung Tresna 9, Ph (0361) 26763-27268
 Denpasar - Bali

TRACER COMPUTATIONS
 Project Location : Kuta
 No. And Color Of Tracer: 10 Black

Station-1 : P38. (BY.5)
 Long / Easting : 298035.012
 Lat / Northing: 9034643.166
 Refl.Object : 44 05 30
 Observ. Date : 26/3/1992

Station : B
 Long / Easting :
 Lat / Northing : 90
 Refl.Object : 22

No. of Fix	Horizontal Angle		COORDINATES (Meter)		Azimuth Deg Min Sec	Distance (Meter)	Velocity (m/sec)	Time Hrs Min
	Station-1 Deg Min Sec	Station-2 Deg Min Sec	Easting	Northing				
	1	124 16 15.00	7 24 0.00	297911.957	9034655.967			
2	128 41 0.00	9 4 50.00	297565.199	9034661.119	264 4 48.97	47.009	0.068	13 40 5
3	128 33 15.00	10 15 30.00	297839.315	9034664.235	276 56 23.85	26.076	0.067	13 49 0
4	127 27 0.00	12 55 30.00	297781.493	9034675.460	280 56 17.04	58.692	0.103	13 55 29
5	125 9 40.00	14 52 40.00	297747.600	9034691.530	295 22 4.90	37.510	0.082	14 5 0.0
6	122 36 15.00	17 58 40.00	297688.302	9034717.554	293 41 42.16	64.757	0.087	14 12 37.0
7	122 3 40.00	18 41 40.00	297574.333	9034724.132	295 13 39.41	15.435	0.100	14 25 0.0
								14 27 34.00

Tide Table : 23/3/1992

Tide : 01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Tide : 10	12	13	14	14	14	13	12	12	11	12	13	14	14	16	17	18	17	16	14	12	10	03

MINISTRY OF PUBLIC WORKS
 DIRECTORATE GENERAL OF WATER RESOURCES
 DIRECTORATE OF RIVERS
 The Urgent Bali Beach Conservation Project
 Jl. Kap. Cok Agung Tresna 9, Ph (0361) 25763-27203
 Denpasar - Bali

TRACER COMPUTATION

Project Location : Kuta
 No. And Color Of Tracer: 11 R-7

Station-1 : P38.(59.5)
 Long / Easting : 296036.012
 Lat / Northing : 9034643.186
 Refl.Object : 44 05 30
 Observ. Date : 28/3/1992

Station-2 : BM. P12
 Long / Easting : 298550.34
 Lat / Northing : 9035163.35
 Refl.Object : 222 25 3

No. of Fix	Horizontal Angle		COORDINATES (Meter)		Azimuth Deg Min Sec	Distance (Meter)	Velocity (m/sec)	Time Hrs Min Sec
	Station-1	Station-2	Easting	Northing				
	Deg Min Sec	Deg Min Sec						
1	17 18 0.00	14 42 0.00	296197.090	9034954.248	236 27 20.12	93.476	0.197	13 42 5.00
2	26 54 0.00	14 9 30.00	296119.183	9034902.595	256 32 2.80	62.253	0.160	13 50 0.00
3	39 24 0.00	16 5 0.00	296056.631	9034666.096	252 1 13.66	60.755	0.142	13 56 30.00
4	52 25 0.00	18 42 30.00	297976.653	9034676.687	280 21 25.26	40.470	0.082	14 6 0.00
5	65 38 15.00	20 47 0.60	297938.843	9034884.163	291 10 28.02	74.438	0.077	14 14 15.00
6	76 33 13.00	24 59 30.00	297869.431	9034911.050				14 30 20.00

Tide Table : 28/3/1992

Tide : 01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Tide : 10	12	13	14	14	14	13	12	12	11	12	13	14	14	16	17	15	13	17	15	14	12	10	09	09

MINISTRY OF PUBLIC WORKS
 DIRECTORATE GENERAL OF WATER RESOURCES
 DIRECTORATE OF RIVERS
 The Urgent Bali Beach Conservation Project
 Jl. Kap. Cok Agung Tressa 9. Ph (0361) 25763-27298
 Denpasar - Bali

TRACER COMPUTATION
 Project Location : Kuta
 No. And Color Of Tracer: S. Yellow

Station-1 : P33. (EM.4)
 Long / Easting : 297590.025
 Lat / Northing : 9033738.371
 Ref. Object : 28 17 15
 Observ. Date : 30/3/1992

Station-2 : P33. (P)
 Long / Easting : 298036
 Lat / Northing : 9034843
 Ref. Object : 207 5

No. of Fix	Horizontal Angle		COORDINATES (Meter)		Azimuth Deg Min Sec	Distance (Meter)	Velocity (m/sec)	Time Hrs Min Sec
	Station-1 Deg Min Sec	Station-2 Deg Min Sec	Easting	Northing				
	1	51 18 45.00	2 30 10.00	297566.917	9033768.288			
2	43 20 15.00	4 16 0.00	297560.160	9033835.967	351 57 26.41	48.153	0.099	11 44 7.00
3	38 56 45.00	5 25 10.00	297560.096	9033871.736	359 51 55.97	35.769	0.066	11 53 9.00
4	38 40 45.00	6 54 30.00	297553.485	9033904.678	349 39 11.65	33.598	0.076	12 0 32.00
5	36 36 45.00	8 55 0.00	297544.663	9033945.837	347 54 28.21	42.094	0.104	12 7 15.00
6	36 33 25.00	11 41 10.00	297541.047	9034008.234	356 40 42.50	62.501	0.109	12 16 50.00
7	36 1 15.00	13 55 0.00	297535.253	9034051.140	353 37 55.51	43.172	0.089	12 24 6.00
8	34 52 25.00	17 30 10.00	297532.625	9034117.419	355 51 43.84	66.379	0.102	12 34 56.00
9	33 58 45.00	22 7 0.00	297528.761	9034192.322	357 2 48.85	75.003	0.105	12 46 50.00

Tide Table : 30/3/1992

Tide : 01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Tide : 07	07	06	10	12	14	16	17	17	16	14	12	10	10	10	11	14	15	13	19	13	16	14	11

MINISTRY OF PUBLIC WORKS
 DIRECTORATE GENERAL OF WATER RESOURCES
 DIRECTORATE OF RIVERS
 The Urgent Bali Beach Conservation Project
 Jl. Kap. Coi Agung Tresna 9, Ph (0361) 26753-27298
 Denpasar - Bali

TRACER COMPUTATION
 Project Location : Kuta
 No. And Color Of Tracer: 7.White

Station-1 : P3B.(BM.4)
 Long / Easting : 297590.025
 Latt / Northing: 9033739.671
 Reff.Object : 26 17 15
 Observ. Date : 30/3/1992

Station-2 : P3B.(EM.1)
 Long / Easting : 298036.0
 Latt / Northing : 9034643.1
 Reff.Object : 207 5 0

No. of Fix	Horizontal Angle		COORDINATES (Meter)		Azimuth Deg Min Sec	Distance (Meter)	Velocity (m/sec)	Time Hrs Min Sec
	Station-1	Station-2	Easting	Northing				
	Deg Min Sec	Deg Min Sec						
1	2 41 25.00	1 16 10.00	297719.351	9034035.335				11 37 44.00
2	7 56 45.00	4 7 0.00	297696.815	9034067.714	327 35 56.54	38.287	0.081	11 45 35.00
3	13 16 30.00	7 19 10.00	297672.631	9034094.745	315 15 51.17	38.054	0.074	11 54 11.00
4	18 10 45.00	10 59 0.00	297645.384	9034129.201	322 16 57.09	43.557	0.094	12 1 52.00
5	22 2 45.00	15 23 0.00	297622.300	9034177.730	334 34 57.05	53.785	0.123	12 9 11.00
6	25 18 45.00	20 37 5.00	297596.123	9034232.979	336 20 49.68	60.262	0.111	12 16 15.00
7	26 33 25.00	23 45 55.00	297567.210	9034266.519	342 7 34.16	35.556	0.086	12 25 7.00
8	28 10 45.00	31 55 0.00	297539.339	9034353.476	345 20 50.25	86.481	0.124	12 37 3.00
9	30 23 15.00	40 45 5.00	297539.846	9034432.775	333 35 56.67	84.605	0.117	12 49 7.00

Tide Table : 30/3/1992

Tide : 01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Tide : 07	07	08	10	12	14	16	17	17	16	14	12	10	10	10	11	14	16	18	19	18	16	14	11

MINISTRY OF PUBLIC WORKS
 DIRECTORATE GENERAL OF WATER RESOURCES
 DIRECTORATE OF RIVERS
 The Urgent Bali Beach Conservation Project
 Jl. Kap. Coa Agung Tresna 9, Pk (0361) 26760-27208
 Denpasar - Bali

TRACER COMPUTATION

Project Location : Kuta
 No. And Color Of Tracer: 8. Red

Station-1 : P3B.(EM.4)
 Long / Easting : 237590.025
 Lat / Northing : 9033738.671
 Refl.Object : 25 17 15
 Observ. Date : 30/3/1992

Station-2 : P55.(EM.5)
 Long / Easting : 298035.01
 Lat / Northing : 9034643.15
 Refl.Object : 207 5 00

No. of Fix	Horizontal Angle		COORDINATES (Meter)		Azimuth Deg Min Sec	Distance (Meter)	Velocity (m/sec)	Time Hrs Min Sec
	Station-1	Station-2	Easting	Northing				
	Deg Min Sec	Deg Min Sec						
1	4 39 30.00	8 5 5.00	297826.613	9034336.634	316 50 6.17	22.862	0.043	11 39 13.00
2	6 26 25.00	11 33 0.00	297811.565	9034353.845	302 12 48.53	14.674	0.034	11 48 3.00
3	7 41 25.00	13 49 30.00	297799.149	9034361.668	332 30 4.15	34.205	0.072	11 55 12.00
4	9 45 45.00	18 55 0.00	297783.356	9034392.008	343 48 38.04	36.175	0.065	12 3 9.00
5	11 20 5.00	24 16 5.00	297773.270	9034426.748	357 13 32.26	45.872	0.078	12 10 17.00
6	12 23 30.00	30 58 10.00	297771.050	9034472.566	322 7 28.84	24.952	0.066	12 20 6.00
7	13 50 49.00	35 26 50.00	297755.731	9034492.262	14 57 42.85	64.675	0.091	12 26 26.00
8	13 38 57.00	45 12 0.00	297772.428	9034554.744	16 6 18.25	54.173	0.071	12 38 18.00
9	13 26 10.00	55 25 5.00	297787.456	9034606.790				12 51 5.00

Tide Table : 30/3/1992

Time : 01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24
 Tide : 07 07 08 10 12 14 16 17 17 16 14 12 10 10 10 11 14 16 18 19 18 16 14 12

LAMPIRAN B
FUNGSI d/L UNTUK PERTAMBAHAN NILAI d/Lo

Table C-1. Functions of d/L for even increments of d/L₀ (from 0.0001 to 1.000).

d/L ₀	d/L	2π d/L	TANH 2π d/L	SINH 2π d/L	COSH 2π d/L	H/H ₀	K	4π d/L	SINH 4π d/L	COSH 4π d/L	n	C ₀ /c ₀	M
0	0	0	0	0	1	∞	1	0	0	1	1	0	∞
.000100	.003990	.02507	.02506	.02507	1.0003	4.467	.9997	.05014	.05016	1.001	.9998	.02506	7,855
.000200	.005643	.03546	.03544	.03547	1.0006	3.757	.9994	.07097	.07097	1.003	.9996	.03543	3,928
.000300	.006912	.04343	.04340	.04344	1.0009	3.395	.9991	.08686	.08697	1.004	.9994	.04336	2,620
.000400	.007982	.05015	.05011	.05018	1.0013	3.160	.9987	.1003	.1005	1.005	.9992	.05007	1,965
.000500	.008925	.05608	.05602	.05611	1.0016	2.989	.9984	.1122	.1124	1.006	.9990	.05596	1,572
.000600	.009778	.06144	.06136	.06148	1.0019	2.856	.9981	.1229	.1232	1.008	.9988	.06128	1,311
.000700	.01056	.06637	.06627	.06642	1.0022	2.749	.9978	.1327	.1331	1.009	.9985	.06617	1,124
.000800	.01129	.07096	.07084	.07102	1.0025	2.659	.9975	.1419	.1424	1.010	.9983	.07072	933.5
.000900	.01198	.07527	.07513	.07534	1.0028	2.582	.9972	.1505	.1511	1.011	.9981	.07499	874.3
.001000	.01263	.07935	.07918	.07943	1.0032	2.515	.9969	.1587	.1594	1.013	.9979	.07902	787.0
.001100	.01325	.08323	.08304	.08333	1.0035	2.456	.9966	.1665	.1672	1.014	.9977	.08285	715.6
.001200	.01384	.08694	.08672	.08705	1.0038	2.404	.9962	.1739	.1748	1.015	.9975	.08651	656.1
.001300	.01440	.09050	.09026	.09063	1.0041	2.357	.9959	.1810	.1820	1.016	.9973	.09001	605.8
.001400	.01495	.09393	.09365	.09407	1.0044	2.314	.9956	.1879	.1890	1.018	.9971	.09338	562.6
.001500	.01548	.09723	.09693	.09739	1.0047	2.275	.9953	.1945	.1957	1.019	.9969	.09663	525
.001600	.01598	.1004	.1001	.1006	1.0051	2.239	.9949	.2009	.2022	1.020	.9967	.09977	493
.001700	.01648	.1035	.1032	.1037	1.0054	2.205	.9946	.2071	.2086	1.022	.9965	.1028	463
.001800	.01696	.1066	.1062	.1068	1.0057	2.174	.9943	.2131	.2147	1.023	.9962	.1058	438
.001900	.01743	.1095	.1091	.1097	1.0060	2.145	.9940	.2190	.2207	1.024	.9960	.1087	415
.002000	.01788	.1123	.1119	.1125	1.0063	2.119	.9937	.2247	.2266	1.025	.9958	.1114	394
.002100	.01832	.1151	.1146	.1154	1.0066	2.094	.9934	.2303	.2323	1.027	.9956	.1141	376
.002200	.01876	.1178	.1173	.1181	1.0069	2.070	.9931	.2357	.2379	1.028	.9954	.1161	359
.002300	.01918	.1205	.1199	.1208	1.0073	2.047	.9928	.2410	.2433	1.029	.9952	.1193	343
.002400	.01959	.1231	.1225	.1234	1.0076	2.025	.9925	.2462	.2487	1.031	.9950	.1219	329
.002500	.02000	.1257	.1250	.1260	1.0079	2.005	.9922	.2513	.2540	1.032	.9948	.1243	316
.002600	.02040	.1282	.1275	.1285	1.0082	1.986	.9919	.2563	.2592	1.033	.9946	.1268	304
.002700	.02079	.1306	.1299	.1310	1.0085	1.967	.9916	.2612	.2642	1.034	.9944	.1292	292
.002800	.02117	.1330	.1323	.1334	1.0089	1.950	.9912	.2661	.2692	1.036	.9942	.1315	282
.002900	.02155	.1354	.1346	.1358	1.0092	1.933	.9909	.2708	.2741	1.037	.9939	.1338	272
.003000	.02192	.1377	.1369	.1382	1.0095	1.917	.9906	.2755	.2790	1.038	.9937	.1360	263
.003100	.02228	.1400	.1391	.1405	1.0098	1.902	.9903	.2800	.2837	1.040	.9935	.1382	255
.003200	.02264	.1423	.1413	.1427	1.0101	1.887	.9900	.2845	.2884	1.041	.9933	.1404	247
.003300	.02300	.1445	.1435	.1449	1.0104	1.873	.9897	.2890	.2930	1.042	.9931	.1425	240
.003400	.02335	.1467	.1456	.1472	1.0108	1.860	.9893	.2934	.2976	1.043	.9929	.1446	233
.003500	.02369	.1488	.1477	.1494	1.0111	1.847	.9890	.2977	.3021	1.045	.9927	.1466	226
.003600	.02403	.1510	.1498	.1515	1.0114	1.834	.9887	.3020	.3065	1.046	.9925	.1487	220
.003700	.02436	.1531	.1519	.1537	1.0117	1.822	.9884	.3061	.3109	1.047	.9923	.1507	214
.003800	.02469	.1551	.1539	.1558	1.0121	1.810	.9881	.3103	.3153	1.049	.9921	.1527	208
.003900	.02502	.1572	.1559	.1579	1.0124	1.799	.9878	.3144	.3196	1.050	.9919	.1546	203
.004000	.02534	.1592	.1579	.1599	1.0127	1.788	.9875	.3184	.3238	1.051	.9917	.1565	198
.004100	.02566	.1612	.1598	.1619	1.0130	1.777	.9872	.3224	.3280	1.052	.9915	.1584	193
.004200	.02597	.1632	.1617	.1639	1.0133	1.767	.9869	.3263	.3322	1.054	.9912	.1602	189
.004300	.02628	.1651	.1636	.1659	1.0137	1.756	.9865	.3302	.3362	1.055	.9910	.1621	184
.004400	.02659	.1671	.1655	.1678	1.0140	1.746	.9862	.3341	.3403	1.056	.9908	.1640	180
.004500	.02689	.1690	.1674	.1698	1.0143	1.737	.9859	.3380	.3444	1.058	.9906	.1658	176
.004600	.02719	.1708	.1692	.1717	1.0146	1.727	.9856	.3417	.3483	1.059	.9904	.1676	172
.004700	.02749	.1727	.1710	.1736	1.0149	1.718	.9853	.3454	.3523	1.060	.9902	.1693	169
.004800	.02778	.1745	.1728	.1754	1.0153	1.709	.9849	.3491	.3562	1.062	.9900	.1711	165
.004900	.02807	.1764	.1746	.1773	1.0156	1.701	.9846	.3527	.3601	1.063	.9898	.1728	162
.005000	.02836	.1782	.1764	.1791	1.0159	1.692	.9843	.3564	.3640	1.064	.9896	.1746	159
.005100	.02864	.1800	.1781	.1809	1.0162	1.684	.9840	.3599	.3678	1.066	.9894	.1762	156
.005200	.02893	.1818	.1798	.1827	1.0166	1.676	.9837	.3635	.3715	1.067	.9892	.1779	153
.005300	.02921	.1835	.1815	.1845	1.0169	1.669	.9834	.3670	.3753	1.068	.9889	.1795	150
.005400	.02948	.1852	.1832	.1863	1.0172	1.662	.9831	.3705	.3790	1.069	.9887	.1811	147
.005500	.02976	.1870	.1848	.1880	1.0175	1.654	.9828	.3739	.3827	1.071	.9885	.1827	145
.005600	.03003	.1887	.1865	.1898	1.0178	1.647	.9825	.3774	.3864	1.072	.9883	.1843	142
.005700	.03030	.1904	.1881	.1915	1.0182	1.640	.9822	.3808	.3900	1.073	.9881	.1859	140
.005800	.03057	.1921	.1897	.1932	1.0185	1.633	.9818	.3841	.3937	1.075	.9879	.1874	137
.005900	.03083	.1937	.1913	.1949	1.0188	1.626	.9815	.3875	.3972	1.076	.9877	.1890	135

*Also: b₃/a₃, C/C₀, L/L_c

Table C-1. Continued.

d/L ₀	d/L	2π d/L	TANH 2π d/L	SINH 2π d/L	COSH 2π d/L	H/H ₀	K	4πd/L	SINH 4π d/L	COSH 4π d/L	n	c _g /c ₀	μ
.006000	.03110	.1954	.1929	.1967	1.0192	1.620	.9812	.3908	.4008	1.077	.9875	.1905	133
.006100	.03136	.1970	.1945	.1983	1.0195	1.614	.9809	.3941	.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	.3056	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

Table C-1. Continued.

d/L_0	d/L	$2\pi d/L$	$\tanh \frac{2\pi d}{L}$	$\sinh \frac{2\pi d}{L}$	$\cosh \frac{2\pi d}{L}$	H/H_0	K	$4\pi d/L$	$\sinh \frac{4\pi d}{L}$	$\cosh \frac{4\pi d}{L}$	n	C_0/C_∞	M
.03000	.07135	.4483	.4205	.4634	1.1021	1.125	.9073	.8966	1.022	1.430	.9388	.3947	27.4
.03100	.07260	.4562	.4269	.4721	1.1059	1.118	.9042	.9124	1.044	1.446	.9369	.4000	27.1
.03200	.07385	.4640	.4333	.4808	1.1096	1.111	.9012	.9280	1.067	1.462	.9349	.4051	26.3
.03300	.07507	.4717	.4395	.4894	1.1133	1.104	.8982	.9434	1.090	1.479	.9329	.4100	25.6
.03400	.07630	.4794	.4457	.4980	1.1171	1.098	.8952	.9588	1.113	1.496	.9309	.4149	24.8
.03500	.07748	.4868	.4517	.5064	1.1209	1.092	.8921	.9737	1.135	1.513	.9289	.4196	24.19
.03600	.07867	.4943	.4577	.5147	1.1247	1.086	.8891	.9886	1.158	1.530	.9270	.4242	23.56
.03700	.07984	.5017	.4635	.5230	1.1285	1.080	.8861	1.003	1.180	1.547	.9250	.4287	22.97
.03800	.08100	.5090	.4691	.5312	1.1324	1.075	.8831	1.018	1.203	1.564	.9230	.4330	22.42
.03900	.08215	.5162	.4747	.5394	1.1362	1.069	.8801	1.032	1.226	1.582	.9211	.4372	21.90
.04000	.08329	.5233	.4802	.5475	1.1401	1.064	.8771	1.047	1.248	1.600	.9192	.4414	21.40
.04100	.08442	.5304	.4857	.5556	1.1440	1.059	.8741	1.061	1.271	1.617	.9172	.4455	20.92
.04200	.08553	.5374	.4911	.5637	1.1479	1.055	.8711	1.075	1.294	1.636	.9153	.4495	20.46
.04300	.08664	.5444	.4964	.5717	1.1518	1.050	.8688	1.089	1.317	1.654	.9133	.4534	20.03
.04400	.08774	.5513	.5015	.5796	1.1558	1.046	.8652	1.103	1.340	1.672	.9114	.4571	19.62
.04500	.08883	.5581	.5066	.5876	1.1599	1.042	.8621	1.116	1.363	1.691	.9095	.4607	19.23
.04600	.08991	.5649	.5116	.5954	1.1639	1.038	.8592	1.130	1.386	1.709	.9076	.4643	18.85
.04700	.09098	.5717	.5166	.6033	1.1679	1.034	.8562	1.143	1.409	1.728	.9057	.4679	18.49
.04800	.09205	.5784	.5215	.6111	1.1720	1.030	.8532	1.157	1.433	1.747	.9037	.4713	18.15
.04900	.09311	.5850	.5263	.6189	1.1760	1.026	.8503	1.170	1.456	1.766	.9018	.4746	17.82
.05000	.09416	.5916	.5310	.6267	1.1802	1.023	.8473	1.183	1.479	1.786	.8999	.4779	17.50
.05100	.09520	.5981	.5357	.6344	1.1843	1.019	.8444	1.196	1.503	1.805	.8980	.4811	17.19
.05200	.09623	.6046	.5403	.6421	1.1884	1.016	.8415	1.209	1.526	1.825	.8961	.4842	16.90
.05300	.09726	.6111	.5449	.6499	1.1926	1.013	.8385	1.222	1.550	1.845	.8943	.4873	16.62
.05400	.09829	.6176	.5494	.6575	1.1968	1.010	.8356	1.235	1.574	1.865	.8924	.4903	16.35
.05500	.09930	.6239	.5538	.6652	1.2011	1.007	.8326	1.248	1.598	1.885	.8905	.4932	16.09
.05600	.1003	.6303	.5582	.6729	1.2053	1.004	.8297	1.261	1.622	1.906	.8886	.4960	15.84
.05700	.1013	.6366	.5626	.6805	1.2096	1.001	.8267	1.273	1.646	1.926	.8867	.4988	15.60
.05800	.1023	.6428	.5668	.6880	1.2138	.9985	.8239	1.286	1.670	1.947	.8849	.5015	15.36
.05900	.1033	.6491	.5711	.6956	1.2181	.9958	.8209	1.298	1.695	1.968	.8830	.5042	15.13
.06000	.1043	.6553	.5753	.7033	1.2225	.9932	.8180	1.311	1.719	1.989	.8811	.5068	14.91
.06100	.1053	.6616	.5794	.7110	1.2270	.9907	.8150	1.323	1.744	2.011	.8792	.5094	14.70
.06200	.1063	.6678	.5834	.7187	1.2315	.9883	.8121	1.336	1.770	2.033	.8773	.5119	14.50
.06300	.1073	.6739	.5874	.7265	1.2355	.9860	.8093	1.348	1.795	2.055	.8755	.5143	14.30
.06400	.1082	.6799	.5914	.7335	1.2402	.9837	.8063	1.360	1.819	2.076	.8737	.5167	14.11
.06500	.1092	.6860	.5954	.7411	1.2447	.9815	.8035	1.372	1.845	2.098	.8719	.5191	13.92
.06600	.1101	.6920	.5993	.7486	1.2492	.9793	.8005	1.384	1.870	2.121	.8700	.5214	13.74
.06700	.1111	.6981	.6031	.7561	1.2537	.9772	.7977	1.396	1.896	2.144	.8682	.5236	13.57
.06800	.1120	.7037	.6069	.7633	1.2580	.9752	.7948	1.408	1.921	2.166	.8664	.5258	13.40
.06900	.1130	.7099	.6106	.7711	1.2628	.9732	.7919	1.420	1.948	2.189	.8646	.5279	13.24
.07000	.1139	.7157	.6144	.7783	1.2672	.9713	.7890	1.432	1.974	2.213	.8627	.5300	13.08
.07100	.1149	.7219	.6181	.7863	1.2721	.9694	.7861	1.444	2.000	2.236	.8609	.5321	12.92
.07200	.1158	.7277	.6217	.7937	1.2767	.9676	.7833	1.455	2.025	2.260	.8591	.5341	12.77
.07300	.1168	.7336	.6252	.8011	1.2813	.9658	.7804	1.467	2.053	2.284	.8572	.5360	12.62
.07400	.1177	.7395	.6289	.8088	1.2861	.9641	.7775	1.479	2.080	2.308	.8554	.5380	12.48
.07500	.1186	.7453	.6324	.8162	1.2908	.9624	.7747	1.490	2.107	2.332	.8537	.5399	12.34
.07600	.1195	.7511	.6359	.8237	1.2956	.9607	.7719	1.502	2.135	2.357	.8519	.5417	12.21
.07700	.1205	.7569	.6392	.8312	1.3004	.9591	.7690	1.514	2.162	2.382	.8501	.5435	12.08
.07800	.1214	.7625	.6427	.8386	1.3051	.9576	.7662	1.525	2.189	2.407	.8483	.5452	11.95
.07900	.1223	.7683	.6460	.8462	1.3100	.9562	.7634	1.537	2.217	2.432	.8465	.5469	11.83
.08000	.1232	.7741	.6493	.8538	1.3149	.9548	.7605	1.548	2.245	2.458	.8448	.5485	11.71
.08100	.1241	.7799	.6526	.8614	1.3198	.9534	.7577	1.560	2.274	2.484	.8430	.5501	11.59
.08200	.1251	.7854	.6558	.8687	1.3246	.9520	.7549	1.571	2.303	2.511	.8413	.5517	11.47
.08300	.1259	.7911	.6590	.8762	1.3295	.9506	.7522	1.583	2.331	2.537	.8395	.5533	11.36
.08400	.1268	.7967	.6622	.8837	1.3345	.9493	.7494	1.594	2.360	2.563	.8378	.5548	11.25
.08500	.1277	.8026	.6655	.8915	1.3397	.9481	.7464	1.605	2.389	2.590	.8360	.5563	11.14
.08600	.1286	.8080	.6685	.8989	1.3446	.9469	.7437	1.616	2.418	2.617	.8342	.5577	11.04
.08700	.1295	.8137	.6716	.9064	1.3497	.9457	.7409	1.628	2.448	2.644	.8325	.5591	10.94
.08800	.1304	.8193	.6747	.9141	1.3548	.9445	.7381	1.639	2.478	2.672	.8308	.5605	10.84
.08900	.1313	.8250	.6778	.9218	1.3600	.9433	.7353	1.650	2.508	2.700	.8290	.5619	10.74

Table C-1. Continued.

d/L ₀	d/L	2πd/L	TANH 2πd/L	SINH 2πd/L	COSH 2πd/L	H/H ₀	K	hπd/L	SINH hπd/L	COSH hπd/L	n	c _c /c ₀	κ
.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	.7241	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	1.014	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	2.104	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	1.640	.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

Table C-1. Continued.

d/L ₀	d/L	2π d/L	TANH 2π d/L	SINH 2π d/L	COSH 2π d/L	H/H ₀ °	K	4π d/L	SINH 4π d/L	COSH 4π d/L	n	C ₀ /C ₀	M
.1500	.1833	1.152	.8183	1.424	1.740	.9133	.5718	2.303	4.954	5.054	.7325	.5994	7.369
.1510	.1841	1.157	.8200	1.433	1.747	.9133	.5723	2.314	5.007	5.106	.7311	.5994	7.339
.1520	.1850	1.162	.8217	1.442	1.755	.9132	.5699	2.324	5.061	5.159	.7296	.5995	7.309
.1530	.1858	1.167	.8234	1.451	1.762	.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	.2108	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

Table C-1. Continued

d/L ₀	d/L	2π d/L	TANH 2π d/L	SINH 2π d/L	COSH 2π d/L	H/H ₀	K	4π d/L	SINH 4π d/L	COSH 4π d/L	n	c _G /c ₀	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	2.218	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

Table C-1. Continued

d/L ₀	d/L	2 ^π d/L	TANH 2 ^π d/L	SINH 2 ^π d/L	COSH 2 ^π d/L	H/H' ₀	K	4 ^π d/L	SINH 4 ^π d/L	COSH 4 ^π d/L	n	C ₀ /C ₀	M
.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

Table C-1. Continued.

d/L ₀	d/L	2π d/L	TANH 2π d/L	SINH 2π d/L	COSH 2π d/L	H/H ₀	K	4π d/L	SINH 4π d/L	COSH 4π d/L	n	C ₀ /C ₀	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	4.404	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

Table C-1. Continued.

d/L ₀	d/L	2 ^π d/L	TANH 2 ^π d/L	SINH 2 ^π d/L	COSH 2 ^π d/L	H/H ₀	K	4 ^π d/L	SINH 4 ^π d/L	COSH 4 ^π d/L	n	C _G /C ₀	M
.3900	.3955	2.485	.9862	5.957	6.040	.9739	.1654	4.970	71.97	71.98	.5315	.5271	5.074
.3910	.3964	2.491	.9864	5.993	6.076	.9741	.1646	4.982	72.85	72.86	.5312	.5269	5.072
.3920	.3974	2.497	.9865	6.029	6.112	.9743	.1636	4.993	73.72	73.72	.5339	.5267	5.071
.3930	.3983	2.503	.9867	6.066	6.148	.9745	.1627	5.005	74.58	74.59	.5336	.5265	5.069
.3940	.3993	2.509	.9869	6.103	6.185	.9748	.1617	5.017	75.48	75.49	.5332	.5262	5.067
.3950	.4002	2.515	.9870	6.140	6.221	.9750	.1608	5.029	76.40	76.40	.5329	.5260	5.066
.3960	.4012	2.521	.9872	6.177	6.258	.9752	.1598	5.041	77.31	77.32	.5326	.5258	5.064
.3970	.4021	2.527	.9873	6.215	6.295	.9754	.1589	5.053	78.24	78.24	.5323	.5255	5.063
.3980	.4031	2.532	.9874	6.252	6.332	.9756	.1579	5.065	79.19	79.19	.5320	.5253	5.062
.3990	.4040	2.538	.9876	6.290	6.369	.9758	.1570	5.077	80.13	80.13	.5317	.5251	5.060
.4000	.4050	2.544	.9877	6.329	6.407	.9761	.1561	5.089	81.12	81.12	.5314	.5248	5.058
.4010	.4059	2.550	.9879	6.367	6.445	.9763	.1552	5.101	82.07	82.08	.5311	.5246	5.056
.4020	.4069	2.556	.9880	6.406	6.483	.9765	.1542	5.113	83.06	83.06	.5308	.5244	5.055
.4030	.4078	2.562	.9882	6.444	6.521	.9766	.1533	5.125	84.07	84.07	.5305	.5242	5.053
.4040	.4088	2.568	.9883	6.484	6.561	.9768	.1524	5.137	85.11	85.12	.5302	.5240	5.052
.4050	.4098	2.575	.9885	6.525	6.601	.9770	.1515	5.149	86.14	86.14	.5299	.5238	5.050
.4060	.4107	2.581	.9886	6.564	6.640	.9772	.1506	5.161	87.17	87.17	.5296	.5236	5.049
.4070	.4116	2.586	.9887	6.603	6.679	.9774	.1497	5.173	88.19	88.20	.5293	.5234	5.048
.4080	.4126	2.592	.9889	6.644	6.718	.9776	.1488	5.185	89.28	89.28	.5290	.5232	5.046
.4090	.4136	2.598	.9890	6.684	6.758	.9778	.1480	5.197	90.38	90.39	.5287	.5229	5.045
.4100	.4145	2.604	.9891	6.725	6.799	.9780	.1471	5.209	91.44	91.44	.5285	.5227	5.044
.4110	.4155	2.610	.9892	6.766	6.839	.9782	.1462	5.221	92.54	92.55	.5282	.5225	5.043
.4120	.4164	2.616	.9894	6.806	6.879	.9784	.1454	5.233	93.67	93.67	.5279	.5223	5.041
.4130	.4174	2.623	.9895	6.849	6.921	.9786	.1445	5.245	94.83	94.83	.5277	.5221	5.040
.4140	.4183	2.629	.9896	6.890	6.963	.9788	.1436	5.257	95.95	95.96	.5274	.5219	5.039
.4150	.4193	2.635	.9898	6.932	7.004	.9790	.1428	5.269	97.13	97.13	.5271	.5217	5.037
.4160	.4203	2.641	.9899	6.974	7.046	.9792	.1419	5.281	98.29	98.30	.5269	.5215	5.036
.4170	.4212	2.647	.9900	7.018	7.088	.9794	.1411	5.294	99.52	99.52	.5266	.5213	5.035
.4180	.4222	2.653	.9901	7.060	7.130	.9795	.1403	5.305	100.7	100.7	.5263	.5211	5.034
.4190	.4231	2.659	.9902	7.102	7.173	.9797	.1394	5.317	101.9	101.9	.5261	.5209	5.033
.4200	.4241	2.665	.9904	7.146	7.215	.9798	.1386	5.329	103.1	103.1	.5258	.5208	5.031
.4210	.4251	2.671	.9905	7.190	7.259	.9800	.1378	5.341	104.4	104.4	.5256	.5206	5.030
.4220	.4260	2.677	.9906	7.234	7.303	.9802	.1369	5.353	105.7	105.7	.5253	.5204	5.029
.4230	.4270	2.683	.9907	7.279	7.349	.9804	.1361	5.366	107.0	107.0	.5251	.5202	5.028
.4240	.4280	2.689	.9908	7.325	7.392	.9806	.1353	5.378	108.3	108.3	.5248	.5200	5.027
.4250	.4289	2.695	.9909	7.371	7.438	.9808	.1345	5.390	109.7	109.7	.5246	.5198	5.026
.4260	.4298	2.701	.9910	7.412	7.479	.9810	.1337	5.402	110.9	110.9	.5244	.5196	5.025
.4270	.4308	2.707	.9911	7.457	7.524	.9811	.1329	5.414	112.2	112.2	.5241	.5195	5.024
.4280	.4318	2.713	.9912	7.503	7.570	.9812	.1321	5.426	113.6	113.6	.5239	.5193	5.023
.4290	.4328	2.719	.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	.4414	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

Table C-1. Continued.

d/L	d/L	2 π d/L	TANH 2 π d/L	SINH 2 π d/L	COSH 2 d/L	H/H ₀	K	4 π d/L	SINH 4 π d/L	COSH 4 π d/L	n	C _g /C ₀	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	8.630	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	9.410	.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	2.999	.9951	10.01	10.07	.9878	.09942	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	.5142	.5117	4.982
.4810	.4832	3.036	.9954	10.39	10.43	.9886	.09583	6.072	216.8	216.8	.5140	.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	.08741	6.257	260.8	260.8	.5120	.5100	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

Table C-1. Continued.

d/L	d/L	2π d/L	TANH 2π d/L	SINH 2π d/L	COSH 2π d/L	H/H'	K	4π d/L	SINH 4π d/L	COSH 4π 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

Table C-1. Continued.

d/L _o	d/L	2π d/L	TANH 2π d/L	SINH 2π d/L	COSH 2π d/L	H/H' °	K	4π d/L	SINH 4π d/L	COSH 4π d/L	n	c _g /c _o	M
.5700	.5709	3.587	.9985	18.05	18.08	.9953	.05532	7.174	652.4	652.4	.5055	.5047	4.950
.5710	.5719	3.593	.9985	18.16	18.19	.9953	.05497	7.186	660.5	660.5	.5054	.5047	4.950
.5720	.5729	3.600	.9985	18.28	18.31	.9954	.05463	7.199	668.8	668.8	.5054	.5046	4.950
.5730	.5738	3.606	.9985	18.39	18.42	.9954	.05430	7.211	677.2	677.2	.5053	.5046	4.950
.5740	.5748	3.612	.9985	18.50	18.53	.9955	.05396	7.224	685.6	685.6	.5053	.5045	4.950
.5750	.5758	3.618	.9986	18.62	18.64	.9955	.05363	7.236	694.3	694.3	.5052	.5045	4.949
.5760	.5768	3.624	.9986	18.73	18.76	.9956	.05330	7.249	703.2	703.2	.5052	.5044	4.949
.5770	.5778	3.630	.9986	18.85	18.88	.9956	.05297	7.261	711.5	711.9	.5051	.5044	4.949
.5780	.5788	3.637	.9986	18.97	19.00	.9957	.05264	7.274	720.8	720.8	.5051	.5043	4.949
.5790	.5798	3.643	.9986	19.09	19.12	.9957	.05231	7.286	729.9	729.9	.5050	.5043	4.949
.5800	.5808	3.649	.9987	19.21	19.24	.9957	.05198	7.298	739.0	739.0	.5049	.5043	4.948
.5810	.5818	3.656	.9987	19.33	19.36	.9958	.05166	7.311	748.1	748.1	.5049	.5042	4.948
.5820	.5828	3.662	.9987	19.45	19.48	.9958	.05134	7.323	757.5	757.5	.5048	.5042	4.948
.5830	.5838	3.668	.9987	19.58	19.60	.9959	.05102	7.336	767.0	767.0	.5048	.5041	4.948
.5840	.5848	3.674	.9987	19.70	19.73	.9959	.05070	7.348	776.7	776.7	.5047	.5041	4.948
.5850	.5858	3.680	.9987	19.81	19.84	.9960	.05040	7.361	786.5	786.5	.5047	.5040	4.948
.5860	.5867	3.686	.9987	19.94	19.96	.9960	.05009	7.373	796.4	796.4	.5046	.5040	4.948
.5870	.5877	3.693	.9988	20.06	20.09	.9960	.04978	7.386	806.5	806.5	.5046	.5040	4.947
.5880	.5887	3.699	.9988	20.19	20.21	.9961	.04947	7.398	816.5	816.5	.5045	.5039	4.947
.5890	.5897	3.705	.9988	20.32	20.34	.9961	.04916	7.411	826.7	826.7	.5045	.5039	4.947
.5900	.5907	3.712	.9988	20.45	20.47	.9962	.04885	7.423	837.1	837.1	.5044	.5038	4.947
.5910	.5917	3.718	.9988	20.57	20.60	.9962	.04855	7.436	847.6	847.6	.5044	.5038	4.947
.5920	.5927	3.724	.9988	20.70	20.73	.9963	.04824	7.448	858.2	858.2	.5043	.5037	4.947
.5930	.5937	3.730	.9989	20.83	20.86	.9963	.04794	7.460	868.9	868.9	.5043	.5037	4.946
.5940	.5947	3.737	.9989	20.97	20.99	.9963	.04764	7.473	879.8	879.8	.5043	.5037	4.946
.5950	.5957	3.743	.9989	21.10	21.12	.9964	.04735	7.485	890.8	890.8	.5042	.5036	4.946
.5960	.5967	3.749	.9989	21.23	21.25	.9964	.04706	7.498	901.9	901.9	.5042	.5036	4.946
.5970	.5977	3.755	.9989	21.35	21.37	.9964	.04677	7.510	913.4	913.4	.5041	.5036	4.946
.5980	.5987	3.761	.9989	21.49	21.51	.9965	.04648	7.523	925.0	925.0	.5041	.5035	4.946
.5990	.5996	3.767	.9989	21.62	21.64	.9965	.04619	7.535	936.5	936.5	.5040	.5035	4.946
.6000	.6006	3.774	.9990	21.76	21.78	.9965	.04591	7.548	948.1	948.1	.5040	.5035	4.945
.6100	.6106	3.836	.9991	23.17	23.19	.9969	.04313	7.673	1,074	1,074	.5036	.5031	4.944
.6200	.6205	3.899	.9992	24.66	24.68	.9972	.04052	7.798	1,217	1,217	.5032	.5028	4.943
.6300	.6305	3.961	.9993	26.25	26.27	.9975	.03806	7.923	1,379	1,379	.5029	.5025	4.942
.6400	.6404	4.024	.9994	27.95	27.97	.9977	.03576	8.048	1,527	1,527	.5026	.5023	4.941
.6500	.6504	4.086	.9994	29.75	29.77	.9980	.03359	8.173	1,771	1,771	.5023	.5020	4.940
.6600	.6603	4.149	.9995	31.68	31.69	.9982	.03155	8.298	2,008	2,008	.5021	.5018	4.940
.6700	.6703	4.212	.9996	33.73	33.74	.9983	.02964	8.423	2,275	2,275	.5019	.5017	4.939
.6800	.6803	4.274	.9996	35.90	35.92	.9985	.02784	8.548	2,579	2,579	.5017	.5015	4.939
.6900	.6902	4.337	.9997	38.23	38.24	.9987	.02615	8.674	2,923	2,923	.5015	.5013	4.938
.7000	.7002	4.400	.9997	40.71	40.72	.9988	.02456	8.799	3,314	3,314	.5013	.5012	4.938
.7100	.7102	4.462	.9997	43.34	43.35	.9989	.02307	8.925	3,757	3,757	.5012	.5011	4.937
.7200	.7202	4.525	.9998	46.14	46.15	.9990	.02167	9.050	4,258	4,258	.5011	.5010	4.937
.7300	.7302	4.588	.9998	49.13	49.14	.9991	.02035	9.175	4,828	4,828	.5010	.5009	4.937
.7400	.7401	4.650	.9998	52.31	52.32	.9992	.01911	9.301	5,473	5,473	.5009	.5008	4.937
.7500	.7501	4.713	.9998	55.70	55.71	.9993	.01795	9.426	6,204	6,204	.5008	.5007	4.936
.7600	.7601	4.776	.9999	59.31	59.31	.9994	.01686	9.552	7,034	7,034	.5007	.5006	4.936
.7700	.7701	4.839	.9999	63.15	63.16	.9995	.01583	9.677	7,976	7,976	.5006	.5005	4.936
.7800	.7801	4.902	.9999	67.24	67.25	.9996	.01487	9.803	9,042	9,042	.5005	.5004	4.936
.7900	.7901	4.964	.9999	71.60	71.60	.9996	.01397	9.929	10,250	10,250	.5005	.5004	4.936
.8000	.8001	5.027	.9999	76.24	76.24	.9996	.01312	10.05	11,620	11,620	.5004	.5004	4.936
.8100	.8101	5.090	.9999	81.18	81.19	.9996	.01232	10.18	13,180	13,180	.5004	.5004	4.936
.8200	.8201	5.153	.9999	86.44	86.44	.9997	.01157	10.31	14,940	14,940	.5003	.5003	4.935
.8300	.8301	5.215	.9999	92.04	92.05	.9997	.01086	10.43	17,340	17,340	.5003	.5003	4.935
.8400	.8400	5.278	1.000	98.00	98.01	.9997	.01020	10.56	19,210	19,210	.5003	.5003	4.935
.8500	.8500	5.341	1.000	104.4	104.4	.9998	.009582	10.68	21,780	21,780	.5002	.5002	4.935
.8600	.8600	5.404	1.000	111.1	111.1	.9998	.009000	10.81	24,690	24,690	.5002	.5002	4.935
.8700	.8700	5.467	1.000	118.3	118.3	.9998	.008451	10.93	28,000	28,000	.5002	.5002	4.935
.8800	.8800	5.529	1.000	126.0	126.0	.9998	.007934	11.06	31,750	31,750	.5002	.5002	4.935
.8900	.8900	5.592	1.000	134.2	134.2	.9998	.007454	11.18	36,000	36,000	.5002	.5002	4.935

Table C-1. Concluded.

d/L ₀	d/L	2π d/L	TANH 2π d/L	SINH 2π d/L	COSH 2π d/L	H/H' ₀	K	4π d/L	SINH 4π d/L	COSH 4π d/L	n	
.9000	.9000	5.655	1.000	142.9	142.9	.9999	.007000	11.31	40,810	40,810	.5001	
.9100	.9100	5.718	1.000	152.1	152.1	.9999	.006571	11.44	46,280	46,280	.5001	.5001
.9200	.9200	5.781	1.000	162.0	162.0	.9999	.006173	11.56	52,470	52,470	.5001	.5001
.9300	.9300	5.844	1.000	172.5	172.5	.9999	.005797	11.69	59,500	59,500	.5001	.5001
.9400	.9400	5.906	1.000	183.7	183.7	.9999	.005445	11.81	67,470	67,470	.5001	.5001
.9500	.9500	5.969	1.000	195.6	195.6	.9999	.005114	11.94	76,490	76,490	.5001	.5001
.9600	.9600	6.032	1.000	208.2	208.2	.9999	.004802	12.06	86,740	86,740	.5001	.5001
.9700	.9700	6.095	1.000	221.7	221.7	.9999	.004510	12.19	98,340	98,340	.5001	.5001
.9800	.9800	6.158	1.000	236.1	236.1	.9999	.004235	12.32	111,500	111,500	.5001	.5001
.9900	.9900	6.220	1.000	251.4	251.4	1.0000	.003977	12.44	126,500	126,500	.5000	.5000
1.000	1.000	6.283	1.000	267.7	267.7	1.0000	.003735	12.57	143,400	143,400	.5000	.5000

after Wiegel, 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	d/L ₀	2π d/L	TANH 2π d/L	SINH 2π d/L	COSH 2π d/L	H/H' ₀	K	4π d/L	SINH 4π d/L	COSH 4π d/L	n	C ₀ /C ₀	M
0	0	0	0	0	1.0000	∞	1.000	0	0	1.000	1.000	0	∞
.000100	6.283 × 10 ⁻⁸	.0006283	.0006283	.0006283	1.0000	28.21	1.000	.001257	.001257	1.000	1.000	.0006283	12,500,000
.000200	2.514 × 10 ⁻⁷	.001257	.001257	.001257	1.0000	19.95	1.000	.002513	.002513	1.000	1.000	.001257	3,125,000
.000300	5.655 × 10 ⁻⁷	.001885	.001885	.001885	1.0000	16.79	1.000	.003770	.003770	1.000	1.000	.001885	1,389,000
.000400	1.005 × 10 ⁻⁶	.002513	.002513	.002513	1.0000	14.10	1.000	.005027	.005027	1.000	1.000	.002513	781,300
.000500	1.571 × 10 ⁻⁶	.003142	.003142	.003142	1.0000	12.62	1.000	.006283	.006283	1.000	1.000	.003142	500,000
.000600	2.226 × 10 ⁻⁶	.003770	.003770	.003770	1.0000	11.52	1.000	.007510	.007510	1.000	1.000	.003770	347,200
.000700	3.079 × 10 ⁻⁶	.004398	.004398	.004398	1.0000	10.66	1.000	.008796	.008797	1.000	1.000	.004398	255,100
.000800	4.022 × 10 ⁻⁶	.005027	.005027	.005027	1.0000	9.974	1.000	.01005	.01005	1.000	1.000	.005026	195,300
.000900	5.090 × 10 ⁻⁶	.005655	.005655	.005655	1.0000	9.403	1.000	.01131	.01131	1.000	1.000	.005655	154,300
.001000	6.283 × 10 ⁻⁶	.006283	.006283	.006283	1.0000	8.921	1.000	.01257	.01257	1.000	1.000	.006283	125,000
.001100	7.603 × 10 ⁻⁶	.006912	.006912	.006912	1.0000	8.506	1.000	.01382	.01382	1.000	1.000	.006911	103,300
.001200	9.048 × 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	7.824	1.000	.01634	.01634	1.000	1.000	.008168	73,970
.001400	.00001231	.008796	.008796	.008797	1.0000	7.539	1.000	.01759	.01759	1.000	1.000	.008796	63,780
.001500	.00001414	.009425	.009425	.009425	1.0000	7.284	1.000	.01885	.01885	1.000	1.000	.009424	55,560
.001600	.00001608	.01005	.01005	.01005	1.0001	7.052	.9999	.02011	.02011	1.000	1.000	.01005	48,830
.001700	.00001816	.01068	.01068	.01068	1.0001	6.842	.9999	.02136	.02136	1.000	1.000	.01068	43,260
.001800	.00002036	.01131	.01131	.01131	1.0001	6.649	.9999	.02262	.02262	1.000	1.000	.01131	38,580
.001900	.00002269	.01194	.01194	.01194	1.0001	6.472	.9999	.02388	.02388	1.000	1.000	.01194	34,630

LAMPIRAN C
KOEFISIEN REFRAKSI GELOMBANG

Table 6.2 Wave Diffraction Coefficients, K_D ,
As a Function (Sorensen, 1978)

r/L	β (Degrees)												
	0	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180
$\theta = 15^\circ$													
1/2	0.49	0.79	0.83	0.90	0.97	1.01	1.03	1.02	1.01	0.99	0.99	1.00	1.00
1	0.38	0.73	0.83	0.95	1.04	1.04	0.99	0.98	1.01	1.01	1.00	1.00	1.00
2	0.21	0.68	0.85	1.05	1.03	0.97	1.02	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
5	0.13	0.63	0.99	1.04	1.03	1.02	0.99	0.99	1.00	1.01	1.00	1.00	1.00
10	0.35	0.58	1.10	1.05	0.98	0.99	1.01	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
$\theta = 30^\circ$													
1/2	0.61	0.63	0.68	0.76	0.87	0.97	1.03	1.05	1.03	1.01	0.99	0.95	1.00
1	0.50	0.53	0.63	0.78	0.95	1.06	1.05	0.98	0.98	1.01	1.01	0.97	1.00
2	0.40	0.44	0.59	0.84	1.07	1.03	0.96	1.02	0.98	1.01	0.99	0.95	1.00
5	0.27	0.32	0.55	1.00	1.04	1.04	1.02	0.99	0.99	1.00	1.01	0.97	1.00
10	0.20	0.24	0.54	1.12	1.06	0.97	0.99	1.01	1.00	1.00	1.00	0.98	1.00
$\theta = 45^\circ$													
1/2	0.49	0.50	0.55	0.63	0.73	0.85	0.96	1.04	1.06	1.04	1.00	0.99	1.00
1	0.38	0.40	0.47	0.59	0.76	0.95	1.07	1.06	0.98	0.97	1.01	1.01	1.00
2	0.29	0.31	0.39	0.56	0.83	1.08	1.04	0.96	1.03	0.98	1.01	1.00	1.00
5	0.18	0.20	0.29	0.54	1.01	1.04	1.05	1.03	1.00	0.99	1.01	1.00	1.00
10	0.13	0.15	0.22	0.53	1.13	1.07	0.96	0.98	1.02	0.99	1.00	1.00	1.00
$\theta = 60^\circ$													
1/2	0.40	0.41	0.45	0.52	0.60	0.72	0.85	1.13	1.04	1.06	1.03	1.01	1.00
1	0.31	0.32	0.36	0.44	0.57	0.75	0.96	1.08	1.06	0.98	0.98	1.01	1.00
2	0.22	0.23	0.28	0.37	0.55	0.83	1.08	1.04	0.96	1.03	0.98	1.01	1.00
5	0.14	0.15	0.18	0.28	0.53	1.01	1.04	1.05	1.03	0.99	0.99	1.00	1.00
10	0.10	0.11	0.13	0.21	0.52	1.14	1.07	0.96	0.98	1.01	1.00	1.00	1.00
$\theta = 75^\circ$													
1/2	0.34	0.35	0.38	0.42	0.50	0.59	0.71	0.85	0.97	1.04	1.05	1.02	1.00
1	0.25	0.26	0.29	0.34	0.43	0.56	0.75	0.95	1.02	1.06	0.98	0.98	1.00
2	0.18	0.19	0.22	0.26	0.36	0.54	0.83	1.09	1.04	0.96	1.03	0.99	1.00
5	0.12	0.12	0.13	0.17	0.27	0.52	1.01	1.04	1.05	1.03	0.99	0.99	1.00
10	0.08	0.08	0.10	0.13	0.20	0.52	1.14	1.07	0.96	0.98	1.01	1.00	1.00
$\theta = 90^\circ$													
1/2	0.31	0.31	0.33	0.36	0.41	0.49	0.59	0.71	0.85	0.96	1.03	1.03	1.00
1	0.22	0.23	0.24	0.28	0.33	0.42	0.56	0.75	0.96	1.07	1.05	0.99	1.00
2	0.16	0.16	0.18	0.20	0.26	0.35	0.54	0.69	1.08	1.04	0.96	1.02	1.00
5	0.10	0.10	0.11	0.13	0.16	0.27	0.53	1.01	1.04	1.05	1.02	0.99	1.00
10	0.07	0.07	0.08	0.09	0.13	0.20	0.52	1.14	1.07	0.96	0.99	1.01	1.00

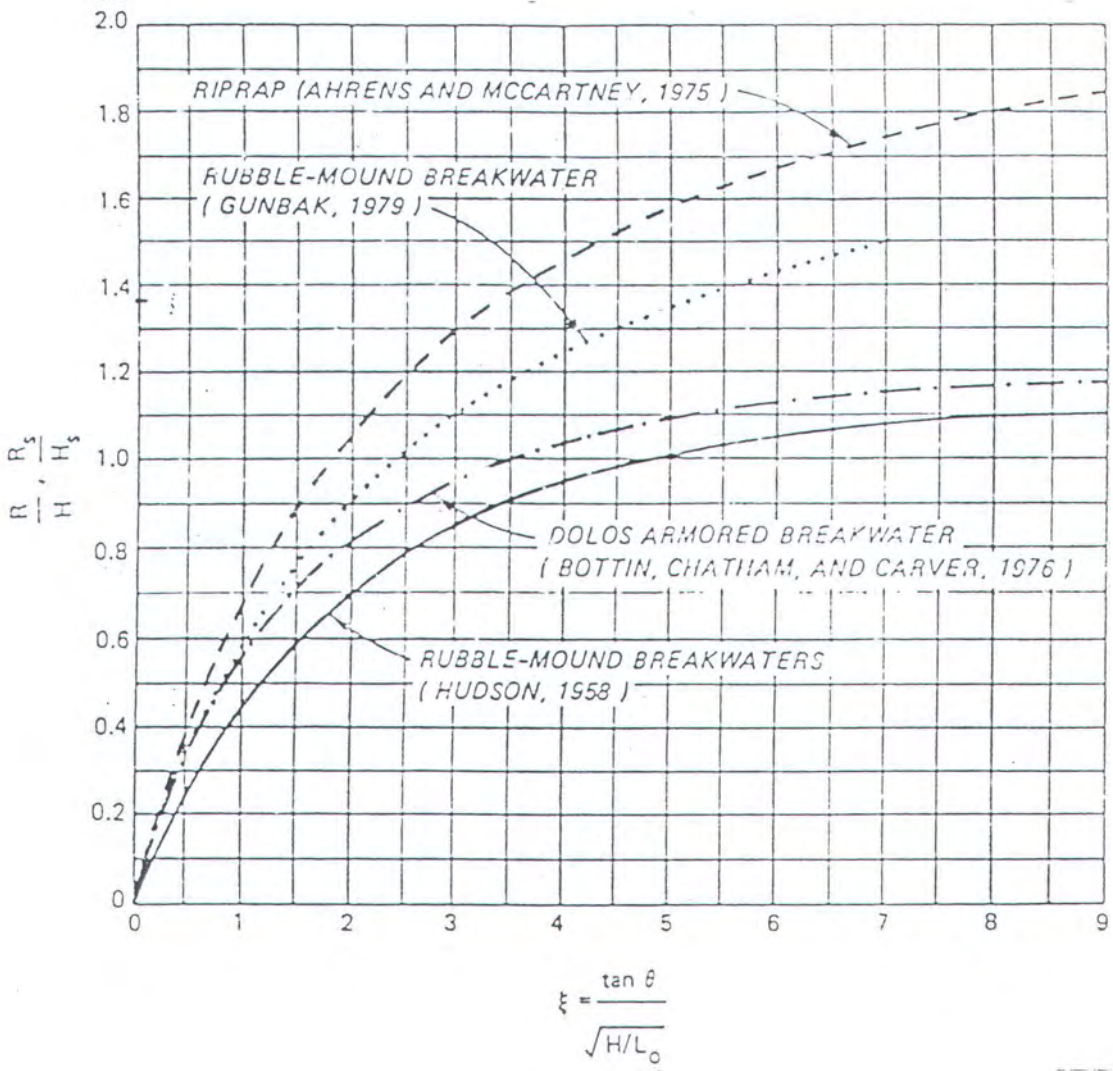
Table 6.2 Wave Diffraction Coefficients, K_D ,

As a Function (Sorensen, 1978)

r/L	β (Degrees)												
	0	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180
$\theta = 105^\circ$													
1/2	0.28	0.28	0.29	0.32	0.35	0.41	0.49	0.59	0.72	0.85	0.97	1.01	1.00
1	0.20	0.20	0.24	0.23	0.27	0.33	0.42	0.56	0.75	0.95	1.06	1.04	1.00
2	0.14	0.14	0.13	0.17	0.20	0.25	0.35	0.54	0.83	1.08	1.03	0.97	1.00
5	0.09	0.09	0.10	0.11	0.13	0.17	0.27	0.52	1.02	1.04	1.04	1.02	1.00
10	0.07	0.06	0.08	0.08	0.09	0.12	0.20	0.52	1.14	1.07	0.97	0.99	1.00
$\theta = 120^\circ$													
1/2	0.25	0.26	0.27	0.28	0.31	0.35	0.41	0.50	0.60	0.73	0.87	0.97	1.00
1	0.18	0.19	0.19	0.21	0.23	0.27	0.33	0.43	0.57	0.76	0.95	1.04	1.00
2	0.13	0.13	0.14	0.14	0.17	0.20	0.26	0.16	0.55	0.83	1.07	1.03	1.00
5	0.08	0.08	0.08	0.09	0.11	0.13	0.16	0.27	0.53	1.01	1.04	1.03	1.00
10	0.06	0.06	0.06	0.07	0.07	0.09	0.13	0.20	0.52	1.13	1.06	0.98	1.00
$\theta = 135^\circ$													
1/2	0.24	0.24	0.25	0.26	0.28	0.32	0.36	0.42	0.52	0.63	0.76	0.90	1.00
1	0.18	0.17	0.18	0.19	0.21	0.23	0.28	0.34	0.44	0.59	0.78	0.95	1.00
2	0.12	0.12	0.13	0.14	0.14	0.17	0.20	0.26	0.37	0.56	0.84	1.05	1.00
5	0.08	0.07	0.08	0.08	0.09	0.11	0.13	0.17	0.28	0.54	1.00	1.04	1.00
10	0.05	0.06	0.06	0.06	0.07	0.08	0.09	0.13	0.21	0.53	1.12	1.05	1.00
$\theta = 150^\circ$													
1/2	0.23	0.23	0.24	0.25	0.27	0.29	0.33	0.38	0.45	0.55	0.68	0.83	1.00
1	0.16	0.17	0.17	0.18	0.19	0.22	0.24	0.29	0.36	0.47	0.63	0.83	1.00
2	0.12	0.12	0.12	0.13	0.14	0.15	0.18	0.22	0.28	0.39	0.59	0.86	1.00
5	0.07	0.07	0.08	0.08	0.08	0.10	0.11	0.13	0.18	0.29	0.55	0.99	1.00
10	0.05	0.05	0.05	0.05	0.06	0.07	0.08	0.10	0.13	0.22	0.54	1.10	1.00
$\theta = 165^\circ$													
1/2	0.23	0.23	0.23	0.24	0.26	0.28	0.31	0.35	0.41	0.50	0.63	0.79	1.00
1	0.16	0.16	0.17	0.17	0.19	0.20	0.23	0.26	0.32	0.40	0.53	0.73	1.00
2	0.11	0.11	0.12	0.12	0.13	0.14	0.16	0.19	0.23	0.31	0.44	0.68	1.00
5	0.07	0.07	0.07	0.07	0.08	0.09	0.10	0.12	0.15	0.20	0.32	0.63	1.00
10	0.05	0.05	0.05	0.06	0.06	0.06	0.07	0.08	0.11	0.11	0.21	0.58	1.00
$\theta = 180^\circ$													
1/2	0.20	0.25	0.23	0.24	0.25	0.28	0.31	0.34	0.40	0.49	0.61	0.78	1.00
1	0.10	0.17	0.16	0.18	0.18	0.23	0.22	0.25	0.31	0.38	0.50	0.70	1.00
2	0.02	0.09	0.12	0.12	0.13	0.18	0.16	0.18	0.22	0.29	0.40	0.60	1.00
5	0.02	0.06	0.07	0.07	0.07	0.08	0.10	0.12	0.14	0.18	0.27	0.46	1.00
10	0.01	0.05	0.05	0.04	0.06	0.07	0.07	0.08	0.10	0.13	0.20	0.36	1.00

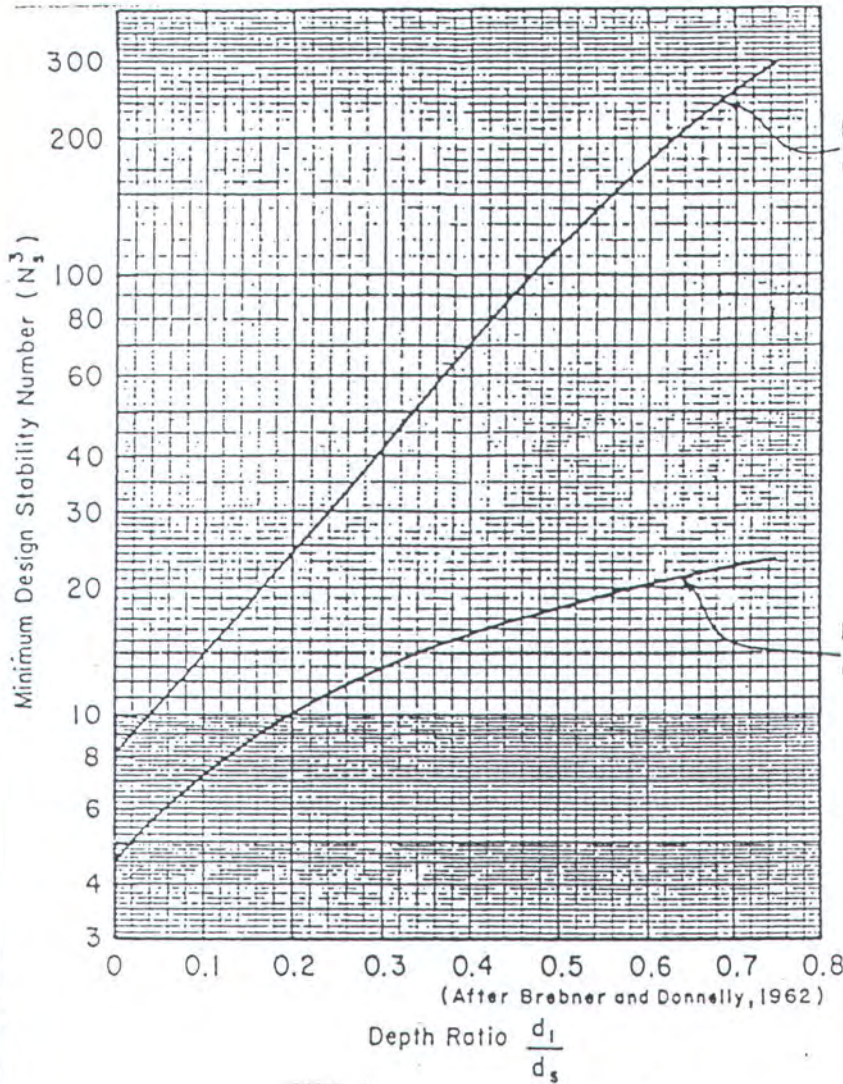
LAMPIRAN D
GRAFIK RUN-UP

GRAFIK PERHITUNGAN RUN-UP

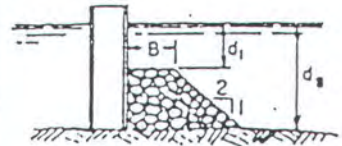


LAMPIRAN E
PERHITUNGAN BERAT BATU KAKI PELINDUNG

GRAFIK PERHITUNGAN BERAT BATU PELINDUNG



Rubble
as Toe Protection

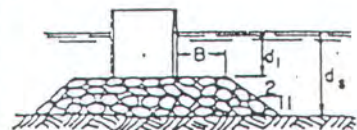


Rubble Toe Protection

$$W = \frac{W_r H^3}{N_s^3 (S_r - 1)^3}$$

and $B = 0.4 d_s$

Rubble
as Foundation



Rubble Foundation

LAMPIRAN F
HASIL PERHITUNGAN TRASPOR SEDIMEN

TRANSPORT SEDIMENT DARI ARAH UTARA & TIMUR STATION 4

No	Kedalaman Laut h (m)	Kec. Arus V (m/dt)	Arah Arus Thd U (o)	C (m/dt)	C90 (m/dt)	μ	μ_0 (m/dt)	t_c (N/m ²)	a_c	r_w	ξ	t_{cv} (N/m ²)	Sb (m ³ /dt)	V#	ϵ	Cb	Cl	Se (m ³ /dt)	Stot (m ³ /dt)
1	2,10	0,15	100	47,218	91,807	0,265	3,767	9,61E-02	5,098	0,023	1,61	41,793	4,74E-06	0,202	0,068	6,18E-05	5,01E-05	2,13E-05	2,60E-05
2	2,00	0,08	110	46,837	91,425	0,262	3,956	2,93E-02	5,354	0,022	1,58	45,071	2,98E-06	0,210	0,067	3,73E-05	3,05E-05	1,28E-05	1,58E-05
3	1,70	0,07	60	45,567	90,155	0,255	4,657	2,24E-02	6,303	0,021	1,49	58,337	2,63E-06	0,239	0,065	2,90E-05	2,42E-05	9,85E-06	1,25E-05
4	1,50	0,05	94	44,568	89,176	0,250	5,280	1,02E-02	7,146	0,020	1,42	71,248	1,82E-06	0,264	0,063	1,82E-05	1,55E-05	6,12E-06	7,94E-06
5	1,46	0,04	81	44,649	88,637	0,247	5,657	8,29E-03	7,657	0,019	1,39	79,594	1,65E-06	0,279	0,062	1,55E-05	1,33E-05	5,29E-06	6,85E-06
6	1,70	0,03	6	45,567	90,155	0,255	4,657	3,27E-03	6,303	0,021	1,49	58,318	1,05E-06	0,239	0,065	1,15E-05	9,65E-06	3,91E-06	4,96E-06
7	1,86	0,04	5	46,436	91,024	0,260	4,165	6,38E-03	5,637	0,022	1,55	48,864	1,45E-06	0,218	0,066	1,75E-05	1,44E-05	5,97E-06	7,43E-06
8	2,00	0,06	11	46,837	91,425	0,262	3,956	1,82E-02	5,354	0,022	1,58	45,060	2,40E-06	0,210	0,067	3,00E-05	2,46E-05	1,03E-05	1,27E-05
9	2,10	0,10	4	47,218	91,807	0,265	3,767	4,69E-02	5,098	0,023	1,61	41,743	3,64E-06	0,202	0,068	4,74E-05	3,85E-05	1,63E-05	2,00E-05
10	2,30	0,13	1	47,930	92,518	0,268	3,438	7,51E-02	4,653	0,024	1,67	36,199	4,38E-06	0,188	0,069	6,12E-05	4,89E-05	2,11E-05	2,55E-05
11	2,50	0,25	2	48,561	93,170	0,272	3,161	2,71E-01	4,279	0,025	1,73	31,959	5,78E-06	0,177	0,071	8,60E-05	6,78E-05	2,99E-05	3,57E-05
12	2,60	0,34	7	48,888	93,476	0,274	3,039	4,86E-01	4,113	0,025	1,75	30,286	5,21E-06	0,172	0,072	7,97E-05	6,24E-05	2,79E-05	3,31E-05
13	2,30	0,09	57	47,930	92,518	0,268	3,438	3,87E-02	4,653	0,024	1,67	36,163	3,36E-06	0,188	0,069	4,71E-05	3,76E-05	1,63E-05	1,96E-05
14	2,00	0,11	71	46,837	91,425	0,262	3,956	5,25E-02	5,354	0,022	1,58	45,094	3,81E-06	0,210	0,067	4,77E-05	3,90E-05	1,64E-05	2,02E-05
15	2,40	0,17	10	48,262	92,851	0,270	3,294	1,18E-01	4,458	0,024	1,70	33,903	5,06E-06	0,182	0,070	7,31E-05	5,80E-05	2,53E-05	3,04E-05
16	2,50	0,10	4	48,591	93,170	0,272	3,161	3,85E-02	4,279	0,025	1,73	31,727	3,36E-06	0,176	0,070	5,02E-05	3,95E-05	1,74E-05	2,07E-05
17	2,10	0,08	79	47,218	91,807	0,265	3,767	2,67E-02	5,098	0,023	1,61	41,723	2,86E-06	0,202	0,068	3,72E-05	3,02E-05	1,28E-05	1,57E-05
18	2,30	0,11	20	47,930	92,518	0,268	3,438	5,01E-02	4,653	0,024	1,67	36,174	3,75E-06	0,188	0,069	5,24E-05	4,19E-05	1,81E-05	2,19E-05
19	2,40	0,16	13	48,262	92,851	0,270	3,294	1,13E-01	4,458	0,024	1,70	33,899	5,01E-06	0,182	0,070	7,24E-05	5,74E-05	2,51E-05	3,01E-05
20	2,50	0,23	11	48,591	93,170	0,272	3,161	2,20E-01	4,279	0,025	1,73	31,908	5,72E-06	0,176	0,071	8,53E-05	6,72E-05	2,97E-05	3,54E-05
21	2,55	0,24	14	48,736	93,324	0,273	3,099	2,50E-01	4,194	0,025	1,74	30,970	5,78E-06	0,174	0,071	8,74E-05	6,87E-05	3,04E-05	3,62E-05
22	2,60	0,27	19	48,888	93,476	0,274	3,039	3,07E-01	4,113	0,025	1,75	30,107	5,77E-06	0,171	0,071	8,85E-05	6,92E-05	3,09E-05	3,67E-05
23	2,65	0,33	8	49,037	93,625	0,274	2,981	4,42E-01	4,035	0,025	1,76	29,387	5,41E-06	0,169	0,072	8,40E-05	6,56E-05	2,94E-05	3,48E-05
24	2,30	0,21	103	47,930	92,518	0,268	3,438	1,93E-01	4,653	0,024	1,67	36,317	5,61E-06	0,188	0,069	7,84E-05	6,27E-05	2,71E-05	3,28E-05

Sedimen transport ke arah Utara

0,0003856 m³/dt

12158,958 m³/th

Sedimen transport ke arah Timur

0,0001573 m³/dt

4959,603 m³/th

TRANSPORT SEDIMENT DARI ARAH UTARA & TIMUR STATION 1

No	Kedalaman (Laut h (m))	Rec. Arus V (g/dt)	Arah Arus Thd U (S)	C (m/dt)	C90 (m/dt)	μ	μ_0 (m/dt)	t_c (N/m ²)	ω_0	ω_w	ξ	T_{CW} (N/m ²)	Sp (m ³ /dt)	V#	ϵ	Cb	C1	Ss (m ³ /dt)	Stot (m ³ /dt)
1	1.90	0.12	108	46.436	91.024	0.260	4.165	1.61E-01	5.637	0.022	1.55	49.019	5.40E-06	0.219	0.066	6.49E-05	5.35E-05	2.22E-05	2.76E-05
2	1.80	0.12	118	46.013	90.602	0.258	4.397	6.84E-02	5.952	0.021	1.52	53.308	4.21E-06	0.228	0.066	4.85E-05	4.02E-05	1.65E-05	2.07E-05
3	1.50	0.11	68	44.588	89.176	0.250	5.280	5.90E-02	7.146	0.020	1.42	71.257	3.95E-06	0.264	0.063	3.95E-05	3.36E-05	1.33E-05	1.73E-05
4	1.30	0.09	102	43.470	88.056	0.244	6.094	3.84E-02	8.240	0.019	1.35	89.717	3.33E-06	0.296	0.062	2.96E-05	2.56E-05	9.85E-06	1.32E-05
5	1.20	0.04	89	42.844	87.432	0.240	6.602	9.66E-03	8.936	0.018	1.31	102.076	1.77E-06	0.316	0.061	1.48E-05	1.29E-05	4.88E-06	6.65E-06
6	1.50	0.07	7	44.588	89.176	0.250	5.280	2.20E-02	7.146	0.020	1.42	71.260	2.61E-06	0.264	0.063	2.60E-05	2.22E-05	8.76E-06	1.14E-05
7	1.70	0.08	13	45.567	90.155	0.255	4.657	2.87E-02	6.303	0.021	1.49	58.343	2.94E-06	0.239	0.065	3.24E-05	2.72E-05	1.10E-05	1.40E-05
8	1.80	0.10	8	46.013	90.602	0.258	4.397	5.04E-02	5.952	0.021	1.52	53.290	3.74E-06	0.228	0.066	4.31E-05	3.58E-05	1.47E-05	1.84E-05
9	1.90	0.14	12	46.436	91.024	0.260	4.165	9.40E-02	5.637	0.022	1.55	48.951	4.70E-06	0.219	0.066	5.65E-05	4.66E-05	1.93E-05	2.40E-05
10	2.10	0.17	9	47.218	91.807	0.265	3.767	1.32E-01	5.098	0.023	1.61	41.828	5.19E-06	0.202	0.068	6.75E-05	5.48E-05	2.32E-05	2.84E-05
11	2.30	0.29	10	47.930	92.518	0.268	3.438	3.73E-01	4.653	0.024	1.67	36.497	5.55E-06	0.189	0.069	7.74E-05	6.19E-05	2.69E-05	3.24E-05
12	2.40	0.38	15	48.262	92.851	0.270	3.294	6.23E-01	4.458	0.024	1.70	34.409	4.51E-06	0.183	0.070	6.47E-05	5.15E-05	2.26E-05	2.71E-05
13	2.10	0.13	65	47.218	91.807	0.265	3.767	8.10E-02	5.098	0.023	1.61	41.777	4.49E-06	0.202	0.068	5.84E-05	4.74E-05	2.01E-05	2.46E-05
14	1.80	0.15	79	46.013	90.602	0.258	4.397	1.03E-01	5.952	0.021	1.52	53.343	4.82E-06	0.228	0.066	5.55E-05	4.61E-05	1.89E-05	2.37E-05
15	2.20	0.21	18	47.582	92.170	0.267	3.595	1.87E-01	4.866	0.023	1.64	38.931	5.57E-06	0.195	0.069	7.52E-05	6.06E-05	2.60E-05	3.15E-05
16	2.30	0.14	12	47.930	92.518	0.268	3.438	7.98E-02	4.653	0.024	1.67	36.204	4.47E-06	0.188	0.069	6.25E-05	5.00E-05	2.16E-05	2.61E-05
17	1.90	0.12	87	46.436	91.024	0.260	4.165	6.38E-02	5.637	0.022	1.55	48.921	4.10E-06	0.218	0.066	4.94E-05	4.07E-05	1.69E-05	2.10E-05
18	2.10	0.15	28	47.218	91.807	0.265	3.767	9.75E-02	5.098	0.023	1.61	41.794	4.76E-06	0.202	0.068	6.20E-05	5.03E-05	2.13E-05	2.61E-05
19	2.20	0.20	21	47.582	92.170	0.267	3.595	1.81E-01	4.866	0.023	1.64	38.926	5.55E-06	0.195	0.069	7.48E-05	6.03E-05	2.59E-05	3.14E-05
20	2.30	0.27	19	47.930	92.518	0.268	3.438	3.12E-01	4.653	0.024	1.67	36.436	5.70E-06	0.189	0.069	7.95E-05	6.36E-05	2.76E-05	3.33E-05
21	2.35	0.28	22	48.098	92.686	0.269	3.364	3.48E-01	4.553	0.024	1.69	35.271	5.64E-06	0.186	0.070	7.99E-05	6.37E-05	2.78E-05	3.34E-05
22	2.40	0.31	27	48.262	92.851	0.270	3.294	4.15E-01	4.458	0.024	1.70	34.201	5.44E-06	0.183	0.070	7.83E-05	6.22E-05	2.73E-05	3.27E-05
23	2.45	0.37	16	48.424	93.012	0.271	3.226	5.71E-01	4.366	0.025	1.71	33.281	4.78E-06	0.180	0.071	6.97E-05	5.52E-05	2.44E-05	2.91E-05
24	2.10	0.25	106	47.218	91.807	0.265	3.767	2.82E-01	5.098	0.023	1.61	41.978	5.69E-06	0.202	0.068	7.39E-05	6.00E-05	2.55E-05	3.12E-05

Sedimen transport ke arah Utara

0.0003995 m³/dt

12597.484 m³/th

Sedimen transport ke arah Timur

0.0001860 m³/dt

5864.538 m³/th

TRANSPORT SEDIMENT DARI ARAH UTARA & TIMUR STATION 2

No	Kedalaman Laut h (m)	Kec. Arus V (m/dt)	Arah Arus Thd U (o)	C (m/dt)	C90 (m/dt)	μ	μ_0 (m/dt)	τ_0 (N/m ²)	α_0	fw	ξ	τ_{ow} (N/m ²)	sb (m ³ /dt)	V#	e	Cb	C1	Sa (m ³ /dt)	Stot (m ³ /dt)
1	2.05	0.29	110	47.030	91.618	0.264	3.859	1.76E-01	5.223	0.023	1.60	43.492	5.50E-06	0.206	0.068	7.02E-05	5.72E-05	2.42E-05	2.97E-05
2	1.95	0.13	120	46.639	91.227	0.261	4.058	7.93E-02	5.492	0.022	1.57	46.965	4.44E-06	0.214	0.067	5.46E-05	4.46E-05	1.87E-05	2.31E-05
3	1.65	0.12	70	45.333	89.921	0.254	4.798	6.93E-02	6.495	0.021	1.47	61.230	4.22E-06	0.244	0.065	4.54E-05	3.81E-05	1.54E-05	1.96E-05
4	1.45	0.10	104	44.323	88.911	0.249	5.462	4.72E-02	7.393	0.020	1.40	78.268	3.63E-06	0.271	0.063	3.52E-05	3.01E-05	1.18E-05	1.55E-05
5	1.35	0.05	91	43.765	88.353	0.245	5.867	1.47E-02	7.942	0.019	1.37	84.399	2.17E-06	0.287	0.062	1.99E-05	1.71E-05	6.63E-06	8.80E-06
6	1.65	0.08	9	45.333	89.921	0.254	4.798	2.90E-02	6.495	0.021	1.47	61.189	2.96E-06	0.244	0.065	3.18E-05	2.67E-05	1.08E-05	1.37E-05
7	1.85	0.09	15	46.228	90.816	0.259	4.278	3.64E-02	5.790	0.022	1.54	51.007	3.27E-06	0.223	0.066	3.85E-05	3.19E-05	1.32E-05	1.64E-05
8	1.95	0.11	10	46.639	91.227	0.261	4.058	6.01E-02	5.492	0.022	1.57	46.945	4.01E-06	0.214	0.067	4.93E-05	4.05E-05	1.69E-05	2.09E-05
9	2.05	0.15	14	47.030	91.618	0.264	3.859	1.06E-01	5.223	0.023	1.60	43.422	4.89E-06	0.206	0.068	6.25E-05	5.09E-05	2.15E-05	2.64E-05
10	2.25	0.18	11	47.758	92.346	0.267	3.515	1.46E-01	4.757	0.024	1.66	37.542	5.33E-06	0.191	0.069	7.32E-05	5.88E-05	2.53E-05	3.06E-05
11	2.45	0.30	12	48.424	93.012	0.271	3.226	3.94E-01	4.366	0.025	1.71	33.103	5.53E-06	0.180	0.070	8.09E-05	6.40E-05	2.82E-05	3.37E-05
12	2.55	0.39	17	48.736	93.324	0.273	3.099	6.47E-01	4.194	0.025	1.74	31.368	4.44E-06	0.175	0.071	6.68E-05	5.26E-05	2.34E-05	2.79E-05
13	2.25	0.15	67	47.758	92.346	0.267	3.515	9.27E-02	4.757	0.024	1.66	37.489	4.70E-06	0.191	0.069	6.46E-05	5.18E-05	2.23E-05	2.70E-05
14	1.95	0.16	81	46.639	91.227	0.261	4.058	1.15E-01	5.492	0.022	1.57	47.001	5.00E-06	0.214	0.067	6.13E-05	5.04E-05	2.10E-05	2.60E-05
15	2.35	0.22	20	48.098	92.686	0.269	3.364	2.03E-01	4.553	0.024	1.69	35.125	5.66E-06	0.185	0.070	8.03E-05	6.40E-05	2.78E-05	3.35E-05
16	2.45	0.15	14	48.424	93.012	0.271	3.226	9.14E-02	4.366	0.025	1.71	32.801	4.69E-06	0.179	0.070	6.89E-05	5.45E-05	2.39E-05	2.86E-05
17	2.05	0.13	89	47.030	91.618	0.264	3.859	7.45E-02	5.223	0.023	1.60	43.390	4.35E-06	0.206	0.067	5.56E-05	4.52E-05	1.91E-05	2.34E-05
18	2.25	0.16	30	47.758	92.346	0.267	3.515	1.10E-01	4.757	0.024	1.66	37.506	4.95E-06	0.191	0.069	6.81E-05	5.46E-05	2.35E-05	2.85E-05
19	2.35	0.21	23	48.098	92.686	0.269	3.364	1.97E-01	4.553	0.024	1.69	35.120	5.64E-06	0.185	0.070	8.00E-05	6.38E-05	2.77E-05	3.34E-05
20	2.45	0.28	21	48.424	93.012	0.271	3.226	3.31E-01	4.366	0.025	1.71	33.041	5.70E-06	0.180	0.070	8.34E-05	6.60E-05	2.90E-05	3.47E-05
21	2.50	0.29	24	48.581	93.170	0.272	3.161	3.68E-01	4.279	0.025	1.73	32.057	5.62E-06	0.177	0.071	6.35E-05	6.59E-05	2.91E-05	3.47E-05
22	2.55	0.32	29	48.736	93.324	0.273	3.099	4.36E-01	4.194	0.025	1.74	31.157	5.40E-06	0.174	0.071	8.14E-05	6.40E-05	2.85E-05	3.39E-05
23	2.60	0.38	18	48.888	93.476	0.274	3.039	5.95E-01	4.113	0.025	1.75	30.395	4.71E-06	0.172	0.072	7.19E-05	5.64E-05	2.53E-05	3.00E-05
24	2.25	0.26	108	47.758	92.346	0.267	3.515	3.00E-01	4.757	0.024	1.66	37.696	5.71E-06	0.192	0.069	7.82E-05	6.26E-05	2.71E-05	3.28E-05

Sedimen transport ke arah Utara

0.0004269 m³/dt

13463.072 m³/th

Sedimen transport ke arah Timur

0.0002059 m³/dt

6494.019 m³/th

TRANSPORT SEDIMENT DARI ARAH UTARA & TIMUR STATION 3

No	Kedalaman Laut h (m)	Kec. Arus V (m/dt)	Arah Arus Thd U (o)	C (m/dt)	C90 (m/dt)	μ	μc (m/dt)	Tc (N/m2)	ac	fw	ξ	Tcw (N/m2)	Sb (m3/dt)	V#	e	Cb	C1	Ss (m3/dt)	Stot (m3/dt)
1	1,85	0,16	105	46,228	90,816	0,259	4,278	1,19E-01	5,790	0,022	1,54	51,090	5,03E-06	0,223	0,066	5,92E-05	4,90E-05	2,02E-05	2,53E-05
2	1,75	0,09	115	45,793	90,381	0,257	4,523	4,15E-02	6,122	0,021	1,51	55,723	3,45E-06	0,223	0,065	3,89E-05	3,25E-05	1,32E-05	1,67E-05
3	1,45	0,08	65	44,323	88,911	0,249	5,462	3,36E-02	7,393	0,020	1,40	75,255	3,15E-06	0,271	0,063	3,05E-05	2,61E-05	1,03E-05	1,34E-05
4	1,25	0,06	99	43,163	87,751	0,242	6,338	1,82E-02	8,578	0,019	1,33	95,561	2,39E-06	0,305	0,061	3,05E-05	1,75E-05	6,82E-06	9,20E-06
5	1,15	0,02	86	42,511	87,099	0,238	6,890	1,25E-03	9,325	0,018	1,29	109,356	6,45E-07	0,327	0,060	5,22E-06	4,58E-06	1,72E-06	2,37E-06
6	1,45	0,04	4	44,323	88,911	0,249	5,462	7,79E-03	7,393	0,020	1,40	75,229	1,60E-06	0,271	0,063	1,55E-05	1,32E-05	5,20E-06	6,80E-06
7	1,65	0,05	10	45,332	89,921	0,254	4,798	1,22E-02	6,495	0,021	1,47	61,172	1,99E-06	0,244	0,064	2,14E-05	1,80E-05	7,24E-06	9,22E-06
8	1,75	0,08	5	45,793	90,381	0,257	4,523	2,71E-02	6,122	0,021	1,51	55,710	2,90E-06	0,233	0,065	3,27E-05	2,73E-05	1,11E-05	1,40E-05
9	1,85	0,12	9	46,228	90,816	0,259	4,278	6,22E-02	5,790	0,022	1,54	51,033	4,06E-06	0,223	0,066	4,79E-05	3,96E-05	1,63E-05	2,04E-05
10	2,05	0,14	6	47,030	91,618	0,264	3,859	9,43E-02	5,223	0,023	1,60	43,410	4,71E-06	0,206	0,068	6,02E-05	4,90E-05	2,07E-05	2,54E-05
11	2,25	0,27	7	47,758	92,346	0,267	3,515	3,10E-01	4,757	0,024	1,66	37,706	5,69E-06	0,192	0,069	7,80E-05	6,27E-05	2,70E-05	3,27E-05
12	2,35	0,35	12	48,098	92,686	0,269	3,364	5,42E-01	4,353	0,024	1,69	35,464	4,86E-06	0,186	0,070	6,90E-05	5,51E-05	2,41E-05	2,90E-05
13	2,05	0,11	62	47,030	91,618	0,264	3,859	5,20E-02	5,223	0,023	1,60	43,368	3,80E-06	0,206	0,067	4,85E-05	3,95E-05	1,67E-05	2,05E-05
14	1,75	0,12	76	45,793	90,381	0,257	4,523	6,90E-02	6,122	0,021	1,51	55,751	4,22E-06	0,233	0,065	4,75E-05	3,96E-05	1,62E-05	2,04E-05
15	2,15	0,18	15	47,402	91,991	0,266	3,679	1,42E-01	4,979	0,023	1,63	40,317	5,28E-06	0,198	0,068	7,00E-05	5,66E-05	2,42E-05	2,94E-05
16	2,25	0,11	9	47,758	92,346	0,267	3,515	5,14E-02	4,757	0,024	1,66	37,448	3,79E-06	0,191	0,069	5,20E-05	4,18E-05	1,80E-05	2,17E-05
17	1,85	0,09	84	46,228	90,816	0,259	4,278	3,61E-02	5,790	0,022	1,54	51,009	3,33E-06	0,223	0,066	3,93E-05	3,25E-05	1,34E-05	1,67E-05
18	2,05	0,12	25	47,030	91,618	0,264	3,859	6,55E-02	5,223	0,023	1,60	43,391	4,15E-06	0,206	0,067	5,30E-05	4,32E-05	1,62E-05	2,04E-05
19	2,15	0,18	18	47,402	91,991	0,266	3,679	1,37E-01	4,979	0,023	1,63	40,312	5,24E-06	0,198	0,068	6,95E-05	5,62E-05	2,40E-05	2,92E-05
20	2,25	0,24	16	47,758	92,346	0,267	3,515	2,54E-01	4,757	0,024	1,66	37,650	5,73E-06	0,192	0,069	7,66E-05	6,31E-05	2,72E-05	3,29E-05
21	2,30	0,26	19	47,930	92,518	0,268	3,436	2,87E-01	4,653	0,024	1,67	36,411	5,73E-06	0,188	0,069	7,99E-05	6,40E-05	2,77E-05	3,35E-05
22	2,35	0,28	24	48,098	92,686	0,269	3,364	3,46E-01	4,553	0,024	1,69	35,271	5,64E-06	0,186	0,070	7,99E-05	6,37E-05	2,76E-05	3,34E-05
23	2,40	0,34	13	48,262	92,851	0,270	3,294	4,93E-01	4,458	0,024	1,70	34,279	5,12E-06	0,183	0,070	7,36E-05	5,85E-05	2,57E-05	3,08E-05
24	2,05	0,22	103	47,030	91,618	0,264	3,859	2,26E-01	5,223	0,023	1,60	43,542	5,66E-06	0,206	0,068	7,22E-05	5,88E-05	2,49E-05	3,05E-05

Sedimen transport ke arah Utara

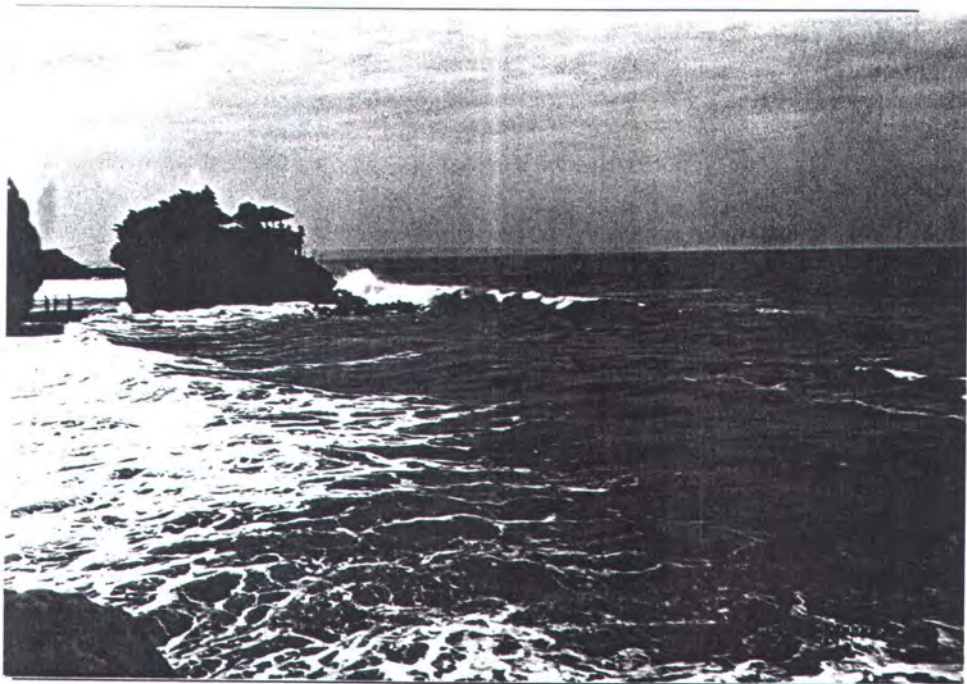
0.0003709 m3/dt

11695.950 m3/th

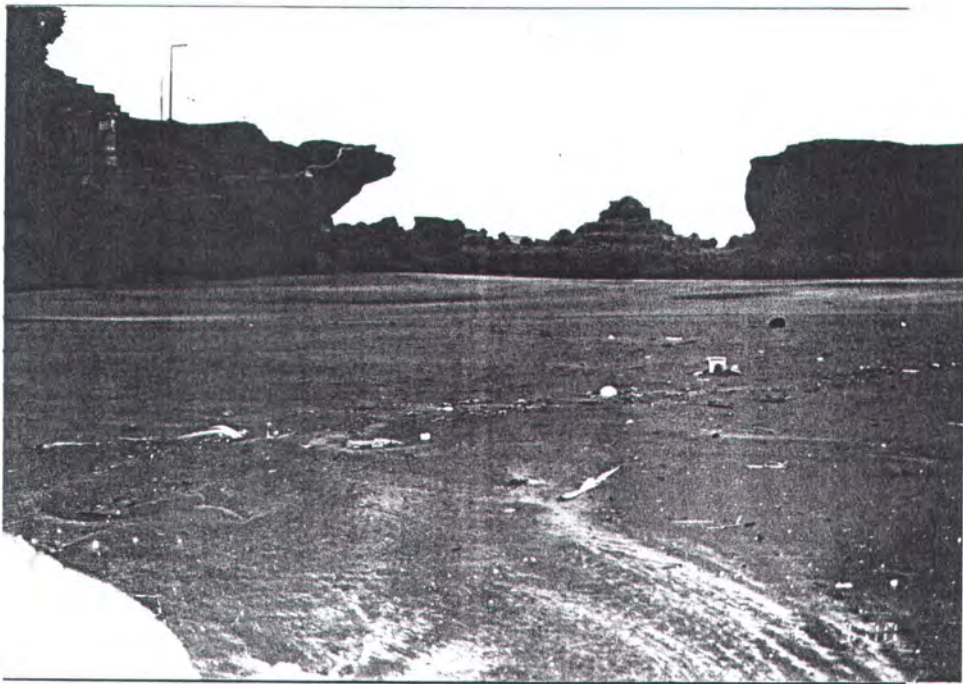
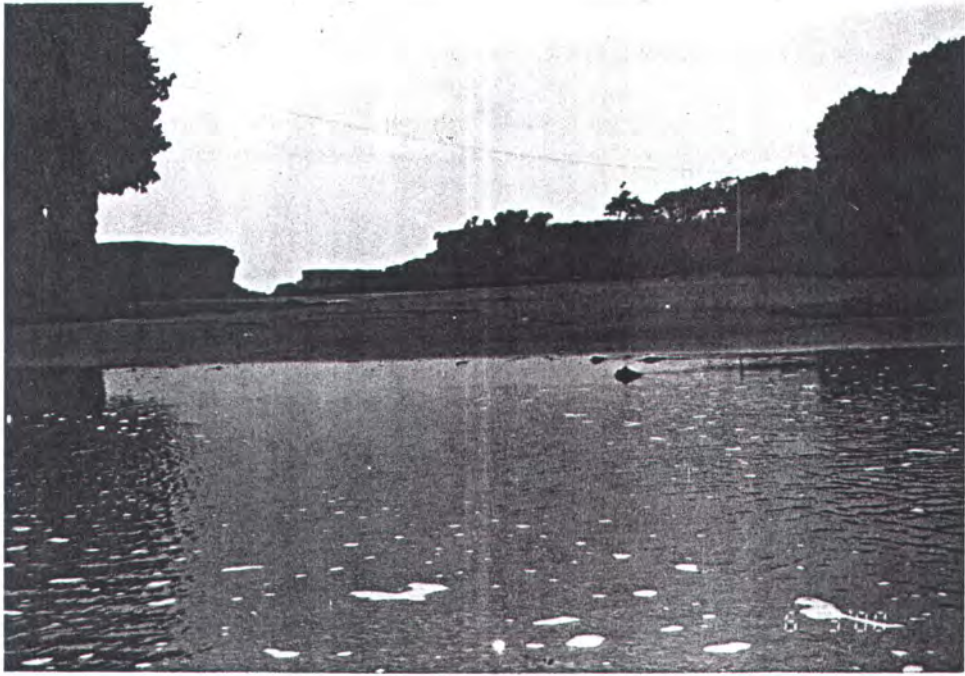
Sedimen transport ke arah Timur

0.0001551 m3/dt

4890.093 m3/th



Kondisi Laut Pada Saat Pasang



Endapan Pasir di Belakang Pura

LAMPIRAN H
KECEPATAN ARUS DAN ARAH PADA MASING-
MASING STATION

Kecepatan Arus dan Arah Pada Station 1

No	Jam	Kedalaman Laut (m)	Kecepatan Arus (m/dt)	Arah arus rata-rata thd Arah Utara (o)
1	1.00	1.90	0.186	108
2	2.00	1.80	0.12	118
3	3.00	1.50	0.108	68
4	4.00	1.30	0.085	102
5	5.00	1.20	0.042	69
6	6.00	1.50	0.066	7
7	7.00	1.70	0.077	13
8	8.00	1.80	0.103	8
9	9.00	1.90	0.142	12
10	10.00	2.10	0.171	9
11	11.00	2.30	0.292	10
12	12.00	2.40	0.38	15
13	13.00	2.10	0.134	65
14	14.00	1.80	0.147	79
15	15.00	2.20	0.205	18
16	16.00	2.30	0.135	12
17	17.00	1.90	0.117	87
18	18.00	2.10	0.147	28
19	19.00	2.20	0.202	21
20	20.00	2.30	0.267	19
21	21.00	2.35	0.283	22
22	22.00	2.40	0.31	27
23	23.00	2.45	0.365	16
24	24.00	2.10	0.25	106

Kecepatan Arus dan Arah Pada Station 2

No	Jam	Kedalaman Laut (m)	Kecepatan Arus (m/dt)	Arah arus rata-rata thd Arah Utara (o)
1	1.00	2.05	0.197	110
2	2.00	1.95	0.131	120
3	3.00	1.65	0.119	70
4	4.00	1.45	0.096	104
5	5.00	1.35	0.053	91
6	6.00	1.65	0.077	9
7	7.00	1.85	0.088	15
8	8.00	1.95	0.114	10
9	9.00	2.05	0.153	14
10	10.00	2.25	0.182	11
11	11.00	2.45	0.303	12
12	12.00	2.55	0.391	17
13	13.00	2.25	0.145	67
14	14.00	1.95	0.158	81
15	15.00	2.35	0.216	20
16	16.00	2.45	0.146	14
17	17.00	2.05	0.128	89
18	18.00	2.25	0.158	30
19	19.00	2.35	0.213	23
20	20.00	2.45	0.278	21
21	21.00	2.50	0.294	24
22	22.00	2.55	0.321	29
23	23.00	2.60	0.376	18
24	24.00	2.25	0.261	108

Kecepatan Arus dan Arah Pada Station 3

No	Jam	Kedalaman Laut (m)	Kecepatan Arus (m/dt)	Arah arus rata-rata thd Arah Utara (o)
1	1.00	1.85	0.159	105
2	2.00	1.75	0.093	115
3	3.00	1.45	0.081	65
4	4.00	1.25	0.058	99
5	5.00	1.15	0.015	86
6	6.00	1.45	0.039	4
7	7.00	1.65	0.05	10
8	8.00	1.75	0.076	5
9	9.00	1.85	0.115	9
10	10.00	2.05	0.144	6
11	11.00	2.25	0.265	7
12	12.00	2.35	0.353	12
13	13.00	2.05	0.107	62
14	14.00	1.75	0.120	76
15	15.00	2.15	0.178	15
16	16.00	2.25	0.108	9
17	17.00	1.85	0.09	84
18	18.00	2.05	0.12	25
19	19.00	2.15	0.175	18
20	20.00	2.25	0.24	16
21	21.00	2.30	0.256	19
22	22.00	2.35	0.283	24
23	23.00	2.40	0.338	13
24	24.00	2.05	0.223	103

Kecepatan Arus dan Arah Pada Station 4

No	Jam	Kedalaman Laut (m)	Kecepatan Arus (m/dt)	Arah arus rata-rata thd Arah Utara (o)
1	1.00	2.10	0.146	100
2	2.00	2.00	0.08	110
3	3.00	1.70	0.068	60
4	4.00	1.50	0.045	94
5	5.00	1.40	0.002	81
6	6.00	1.70	0.026	6
7	7.00	1.90	0.037	5
8	8.00	2.00	0.063	11
9	9.00	2.10	0.102	4
10	10.00	2.30	0.131	1
11	11.00	2.50	0.252	2
12	12.00	2.60	0.34	7
13	13.00	2.30	0.094	57
14	14.00	2.00	0.107	71
15	15.00	2.40	0.165	10
16	16.00	2.50	0.095	4
17	17.00	2.10	0.077	79
18	18.00	2.30	0.107	20
19	19.00	2.40	0.162	13
20	20.00	2.50	0.227	11
21	21.00	2.55	0.243	14
22	22.00	2.60	0.27	19
23	23.00	2.65	0.325	8
24	24.00	2.30	0.21	103



DEPARTEMEN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
JURUSAN TEKNIK KELAUTAN

Kampus ITS, Sukolilo Surabaya 60111 Telp. 5928105, 5994251-5 Psw. 1104-7 Telex. 34224 Fax. 5947254

LEMBAR PRESENSI KONSULTASI TUGAS AKHIR

NAMA MAHASISWA : I GEDE MUDANA
NOMOR POKOK : 4394 100 041
DOSEN PEMBIMBING I : Prof. W.A. PRATIKTO, MSc. PhD
DOSEN PEMBIMBING II : Ir. HASAN IKHWANI, MSc
TUGAS DI MULAI : 5 SEPTEMBER 1999
DISELESAIKAN : 31 JULI 2000
TITEL TUGAS AKHIR : ANALISA SEDIMENTASI AKIBAT
PEMASANGAN BREAKWATER DI TANAH LOT -
BALI

No	Tanggal	Konsultasi Mengenai	Tanda Tangan Dosen Pemb.
1	5-12-1999	ASISTENSI BAB I DAN BAB II	<i>Wp</i>
2	6-01-2000	ASISTENSI BAB III & REVISI BAB I DAN BAB II	<i>Wp</i>
3	6-07-2000	ASISTENSI BAB IV	<i>Wp</i>
4	13-07-2000	ANALISA SEDIMEN & PERBAIKAN BAB IV	<i>Wp</i>
5	15-07-2000	PENENTUAN JARAK ALTERNATIF BREAKWATER	<i>Wp</i>
6	18-07-2000	ASISTENSI BAB V	<i>Wp</i>
7	21-07-2000	REVISI BAB V & METODE PENULISAN	<i>Wp</i>
8	24-07-2000	PERBAIKAN	<i>Wp</i>
9			



DEPARTEMEN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
JURUSAN TEKNIK KELAUTAN

Kampus ITS, Sukolilo Surabaya 60111 Telp. 5928105, 5994251-5 Psw. 1104-7 Telex. 34224 Fax. 5947254

LEMBAR PRESENSI KONSULTASI TUGAS AKHIR

NAMA MAHASISWA : I GEDE MUDANA
NOMOR POKOK : 4394 100 041
DOSEN PEMBIMBING I : Prof. W.A. PRATIKTO, MSc. PhD
DOSEN PEMBIMBING II : Ir. HASAN IKHWANI, MSc
TUGAS DI MULAI : 5 SEPTEMBER 1999
DISELESAIKAN : 31 JULI 2000
JUDUL TUGAS AKHIR : ANALISA SEDIMENTASI AKIBAT
PEMASANGAN BREAKWATER DI TANAH LOT -
BALI

No	Tanggal	Konsultasi Mengenai	Tanda Tangan Dosen Pemb.
1	25/2 - 2000	BAB I PENDAHULUAN	
2	10/3 - 2000	BAB II TINJAUAN PUSTAKA & LANDASAN	
3	14/4 - 2000	BAB III. METODOLOGI	
4	6/7 - 2000	PERBAIKAN BAB III	
5	15/7 - 2000	ANALISA DATA & LINGKUNGAN	
6	17/7 - 2000	ANALISA SEDIMEN	
7	19/7 - 2000	BAB V & PERBAIKAN BAB IV	
8	21/7 - 2000	REVISI BAB V	
9	24/7 - 2000	ABSTRAK DAN PERBAIKAN	

