

01012770

TUGAS AKHIR
OE 1701

ANALISA PENDANGKALAN PADA JALUR PELAYARAN
PELABUHAN PERIKANAN CILACAP

PERPUSTAKAAN ITS	
Tgl. Terbit	20-7-2000
Terima	H
No. Agenda Perp.	21.1441



Oleh :

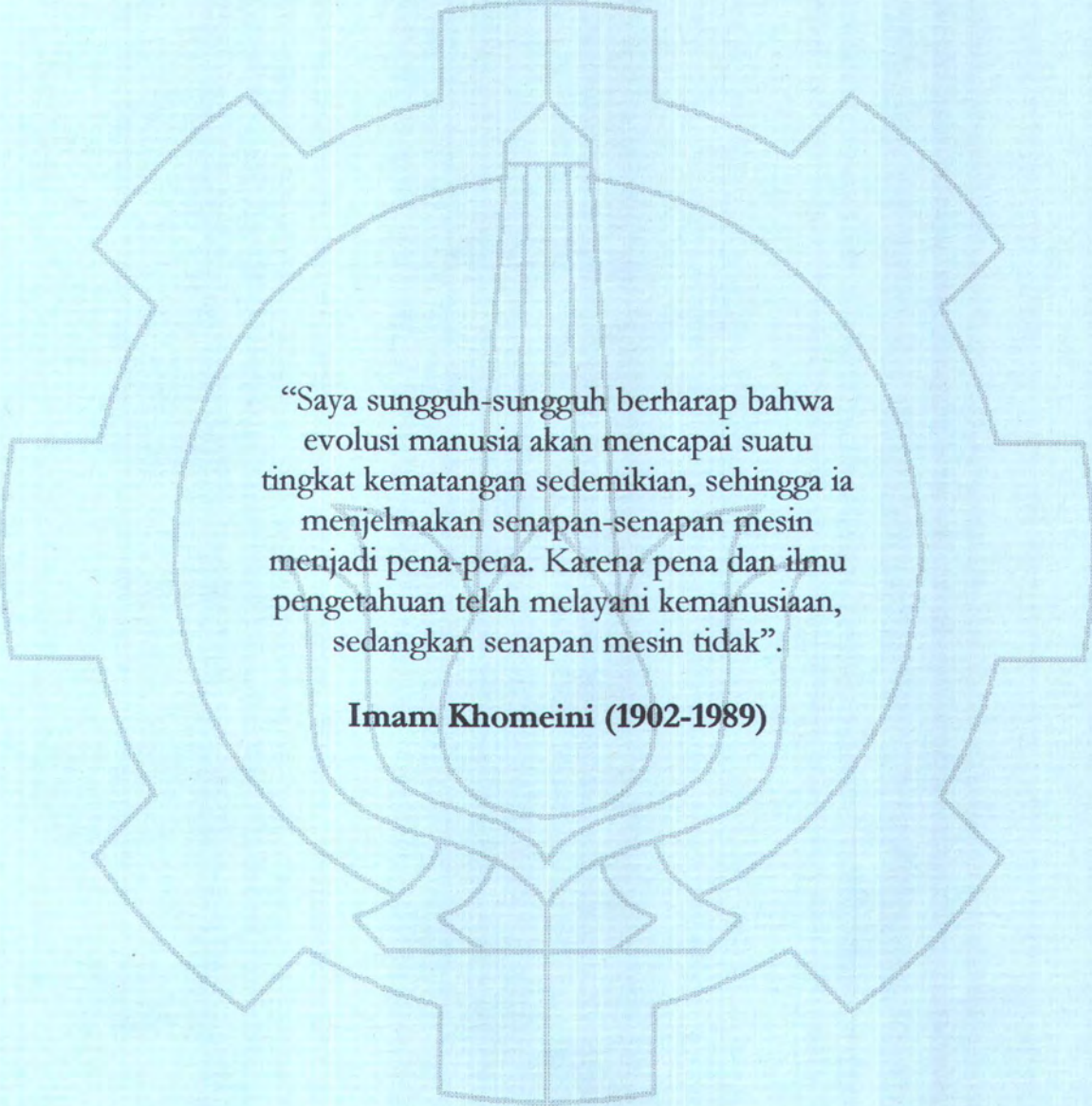
FITRI AGUNGNUGROHO

NRP : 4394 100 003

RSKe
551.303
Agu
a-1
1999

JURUSAN TEKNIK KELAUTAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
1999





“Saya sungguh-sungguh berharap bahwa evolusi manusia akan mencapai suatu tingkat kematangan sedemikian, sehingga ia menjelmakan senapan-senapan mesin menjadi pena-pena. Karena pena dan ilmu pengetahuan telah melayani kemanusiaan, sedangkan senapan mesin tidak”.

Imam Khomeini (1902-1989)

LEMBAR PENGESAHAN

**ANALISA PENDANGKALAN PADA JALUR PELAYARAN
PELABUHAN PERIKANAN CILACAP**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat
Untuk Menyelesaikan Studi Program Sarjana**

Pada

Jurusan Teknik Kelautan

Fakultas Teknologi Industri

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

Surabaya, Agustus 1999

Mengetahui / Menyetujui

Dosen Pembimbing I



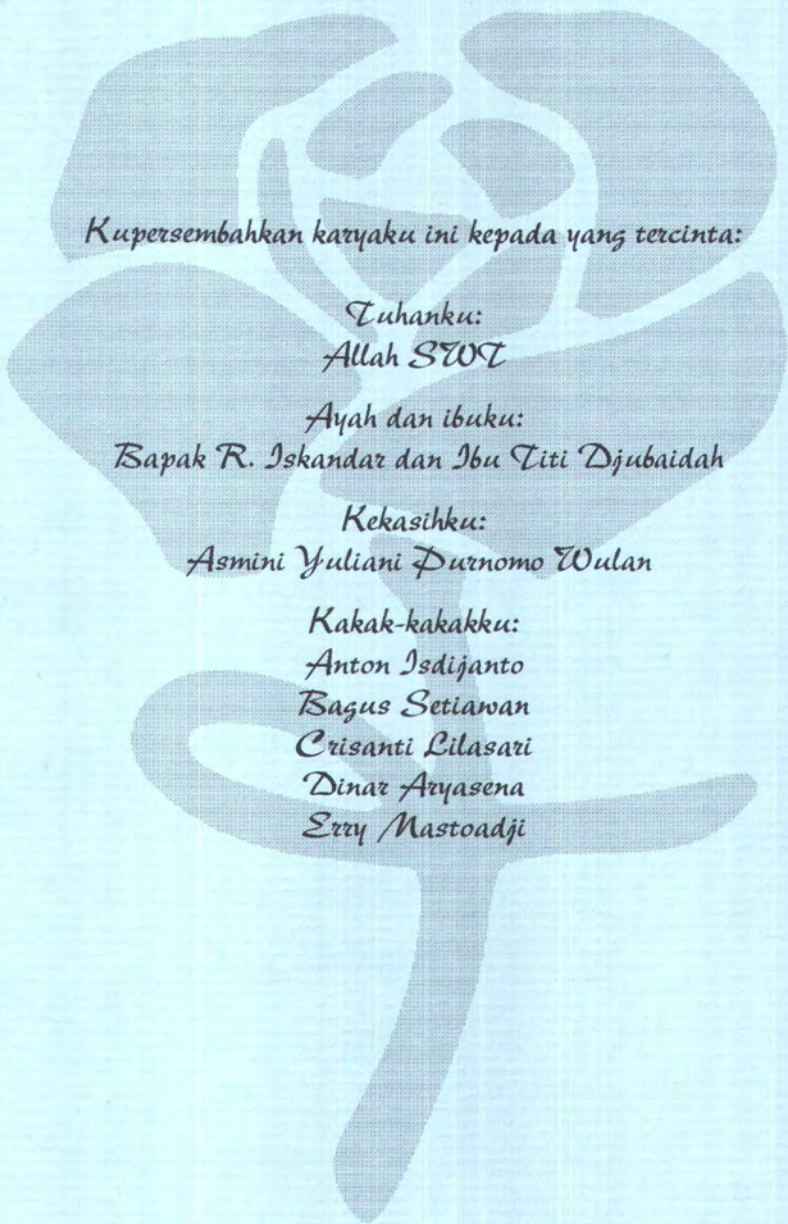
Ir. WIDI AGUS PRATIKTO, M.Sc., Ph.D.
NIP. 130 816 210



Dosen Pembimbing II



Ir. IMAM ROCHANI, M.Sc.
NIP. 131 417 209



Kupersembahkan karya ini kepada yang tercinta:

*Tuhanku:
Allah SWT*

*Ayah dan ibuku:
Bapak R. Iskandar dan Ibu Titi Djubaidah*

*Kekasihku:
Asmini Yuliani Durnomo Wulan*

*Kakak-kakakku:
Anton Isdijanto
Bagus Setiawan
Crisanti Lilasari
Dinar Ariyasena
Erry Mastoadji*

Abstrak

Analisa dalam Tugas Akhir ini adalah bertujuan untuk mengetahui besarnya sediment transport yang memasuki Pelabuhan Perikanan Cilacap dan penyebab terjadinya pendangkalan pada jalur pelayaran pelabuhan tersebut serta memberikan alternatif solusinya. Analisa yang dilakukan meliputi perhitungan longshore sediment transport di Teluk Penyu, perhitungan sediment transport yang memasuki pelabuhan, perhitungan kecepatan pendangkalan pada jalur pelayaran, dan penilaian stabilitas jalur pelayaran terhadap sedimentasi. Dari hasil perhitungan diperoleh longshore sediment transport sebesar $644.725,47 \text{ m}^3/\text{th}$, jumlah sediment transport yang memasuki pelabuhan sebesar $26.770,46 \text{ m}^3/\text{th}$, dan kecepatan pendangkalan $0,43 \text{ m}/\text{th}$. Hasil tersebut bila dibandingkan dengan data record sedimentasi hasil sounding tahun 1997 oleh pihak pelabuhan tidak memiliki perbedaan yang jauh yaitu jumlah sediment transport yang memasuki pelabuhan sebesar $32.528,28 \text{ m}^3/\text{th}$ dan kecepatan pendangkalan $0,6 \text{ m}/\text{th}$. Longshore sediment transport tersebut terjadi akibat pengaruh gelombang. Penyebab dari pendangkalan yang terjadi pada jalur pelayaran Pelabuhan Perikanan Cilacap adalah akibat rendahnya stabilitas jalur pelayaran, yang juga merupakan muara sungai Kali Yasa, terhadap sedimentasi. Untuk menanggulangi/mengurangi masalah pendangkalan tersebut maka perlu dilakukan perbaikan/modifikasi terhadap up drift breakwater untuk mengurangi tinggi gelombang yang menyebabkan terjadinya sediment transport ketika memasuki pelabuhan. Alternatif solusi ini dipilih karena lebih relevan untuk dilakukan dengan pertimbangan kondisi lingkungan tempat lokasi pelabuhan tersebut berada.

KATA PENGANTAR

Alhamdu lillahi Rabbil 'aalamin. Puji Syukur Kehadirat Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya sehingga Tugas Akhir ini dengan judul:

ANALISA PENDANGKALAN PADA JALUR PELAYARAN

PELABUHAN PERIKANAN CILACAP

Dapat diselesaikan dengan baik.

Dalam penyelesaian Tugas Akhir ini penulis berusaha menerapkan apa yang telah penulis dapatkan di bangku kuliah maupun di luar bangku kuliah. Penulis menyadari bahwa hasil dalam penulisan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna.

Pada kesempatan ini penulis ucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Ir. Widi Agus Pratikto M.Sc. Ph.D dan Bapak Ir. Imam Rochani M.Sc. sebagai Dosen Pembimbing Tugas Akhir ini.
2. Bapak Ir. Soegiono sebagai Dosen Wali.
3. Keluarga dan kekasihku tercinta.
4. Bapak-bapak dosen beserta seluruh staf karyawan Jurusan Teknik Kelautan.
5. Segenap staf dan karyawan Pelabuhan Perikanan Cilacap.
6. Rekan-rekan seangkatan yang banyak membantu penyelesaian Tugas Akhir ini.

Dalam penyelesaian Tugas Akhir ini penulis menyadari banyak kekurangan dan jauh dari sempurna, untuk itu penulis mengharapkan saran dan kritik dari pembaca.

Surabaya, Agustus 1999

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR NOTASI	vii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
BAB I PENDAHULUAN	I-1
I.1 Latar Belakang Masalah	I-1
I.2 Tujuan Penulisan	I-4
I.3 Manfaat	I-5
I.4 Batasan Masalah	I-5
I.5 Metodologi	I-6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	II-1
II.1 Tinjauan Sedimentasi	II-1
II.2 Faktor-Faktor Terjadinya Sediment Transport	II-3
II.3 Teori Perhitungan Sediment Transport	II-7
BAB III ANALISA PENDANGKALAN PADA JALUR PELAYARAN	III-1
III.1 Tinjauan Umum	III-1
III.2 Data Hidro-Oceanografi	III-4
III.2.1 Data Pasang-Surut Air Laut	III-4
III.2.2 Data Arus Pasang-Surut	III-6

III.2.3	Data Angin	III-7
III.2.4	Data Gelombang	III-9
III.2.4.1	Perhitungan Tinggi Gelombang	III-9
III.2.4.2	Analisa Refraksi Dan Shoaling	III-13
III.2.4.3	Analisa Gelombang Pecah	III-17
III.3	Analisa Material Dasar	III-20
III.4	Perhitungan Sediment Transport Di Pantai Teluk Penyu	III-22
III.5	Sediment transport Berdasarkan Data Sounding	III-24
III.6	Perhitungan Sediment Transport Yang Masuk Pelabuhan	III-27
III.6.1	Perubahan Tinggi Gelombang Akibat Up Drift	
	Breakwater	III-27
III.6.2	Sediment Transport Berdasarkan Perubahan Tinggi	
	Gelombang	III-30
III.6.3	Kecepatan Sedimentasi Pada Jalur Pelayaran	III-31
III.7	Stabilitas Jalur Pelayaran	III-33
III.8	Rekapitulasi Hasil	III-35
BAB IV	DISKUSI	IV-1
IV.1	Diskusi	IV-1
IV.2	Alternatif Solusi.	IV-4
BAB V	PENUTUP	V-1
V.1	Kesimpulan	V-1
V.2	Saran	V-2

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



DAFTAR GAMBAR

Gambar	I-1. Peta Kabupaten Cilacap	I-2
Gambar	I-2. Peta Lokasi Pelabuhan Perikanan Cilacap	I-3
Gambar	I-3. Diagram Metodologi Pengerjaan Tugas Akhir	I-9
Gambar	III-1. Lay Out Pelabuhan Perikanan Cilacap	III-3
Gambar	III-2. Wind-Rose Perairan Teluk Penyu Untuk Bulan Januari	III-8
Gambar	III-3. Grafik Koefisien Pengaruh Perbedaan Suhu Permukaan Dan Air Laut	III-11
Gambar	III-4. Grafik Koefisien Pengaruh Lokasi	III-12
Gambar	III-5. Grafik Tinggi Gelombang Pecah	III-18
Gambar	III-6. Grafik Kedalaman Gelombang Pecah	III-19
Gambar	III-7. Gambar Melintang Sedimentasi Rata-Rata Kolam Pelabuhan Dan Alur Breakwater Pelabuhan Perikanan Cilacap Sesuai Jalur Sounding Tahun 1997	III-25
Gambar	III-8. Difraksi Gelombang Oleh Up Drift Breakwater Di Pelabuhan Perikanan Cilacap	III-29
Gambar	III-9. Daerah Sedimentasi Pada Jalur Pelayaran Pelabuhan Perikanan Cilacap	III-32

DAFTAR TABEL

Tabel	III-1.	Konstanta Pasang-Surut Di Cilacap Bulan Mei 1973	III-5
Tabel	III-2.	Frekuensi Arah Dan Kecepatan Angin Bulan Januari	III-8
Tabel	III-3.	Frekuensi Arah Dan Kecepatan Angin	III-9
Tabel	III-4.	Prosentase Arah Dan Kecepatan Angin	III-9
Tabel	III-5.	Tinggi Gelombang Untuk Berbagai Kecepatan Angin	III-13
Tabel	III-6.	Analisa Refraksi Dan Shoaling Gelombang Pada Arah Timur	III-16
Tabel	III-7.	Analisa Refraksi Dan Shoaling Gelombang Pada Arah Tenggara	III-16
Tabel	III-8.	Perhitungan Sediment Transport Di Pantai Teluk Penyu	III-23
Tabel	III-9.	Kalkulasi Perhitungan Volume Sedimentasi Pada Alur Breakwater Tahun 1995	III-26
Tabel	III-10.	Kalkulasi Perhitungan Volume Sedimentasi Pada Alur Breakwater Tahun 1997	III-26
Tabel	III-11.	Data Gelombang Setelah Mengalami Proses Difrasi $K'=0,27$	III-29
Tabel	III-12.	Perhitungan Sediment Transport Arah Tenggara Akibat Difraksi Up Drift Breakwater Dengan $K_d=0,27$	III-31
Tabel	III-13.	Rekapitulasi Hasil Perhitungan	III-35

DAFTAR NOTASI

A	= Amplitudo.
A_c	= Luas penampang melintang jalur pelayaran.
C	= Kecepatan gelombang pada kedalaman d .
C_0	= Kecepatan gelombang.
d	= Kedalaman gelombang.
d_b	= Kedalaman gelombang pecah.
$F(\alpha_0)$	= Nilai rata-rata untuk sektor sudut.
f	= Frekwensi kejadian angin.
g	= Percepatan gravitasi.
H_0	= Tinggi gelombang laut dalam.
H_s	= Tinggi gelombang significant.
H'	= Tinggi gelombang setelah mengalami difraksi.
H'_0	= Tinggi gelombang laut dalam yang tidak dipengaruhi refraksi.
H_b	= Tinggi gelombang pecah.
K'	= Koefisien difraksi.
K_r	= Koefisien refraksi.
K_s	= Koefisien shoaling.
K_1	= Komponen utama pasang-surut Diurnal matahari-bulan.
K_2	= Komponen utama pasang-surut Semidiurnal matahari-bulan akibat perubahan sudut deklinasi matahari-bulan.
L	= Panjang gelombang pada kedalaman d .
L_0	= Panjang gelombang laut dalam.
L_{DS}	= Luas sedimentasi pada jalur pelayaran.

M_{tot}	= Angkutan sediment sejajar pantai.
M_2	= Komponen utama pasang-surut Semidiurnal bulan.
N	= Nilai stabilitas jalur pelayaran.
N_2	= Komponen utama pasang-surut bulan akibat variasi bulanan jarak bumi-bulan.
O_1	= Komponen utama pasang-surut Diurnal bulan.
P_1	= Komponen utama pasang-surut Diurnal matahari.
Q	= Jumlah sediment transpor yang berada di jalur pelayaran.
Q_n	= Jumlah longshore sediment transport netto.
$Q(\alpha_o, H_o)$	= Jumlah longshore sediment transport berdasarkan metoda energi.
R_L	= Faktor perbedaan lokasi.
R_T	= Faktor perbedaan suhu.
S	= Persentase sedimantasi di jalur pelayaran.
S_2	= Komponen utama pasang-surut Semidiurnal matahari.
T	= Periode gelombang.
t	= Lama angin berhembus.
U	= Kecepatan angin berhembus.
U_A	= Kecepatan angin yang dikoreksi terhadap wind stress faktor.
U_{10}	= Kecepatan angin berhembus pada ketinggian 10 m.
U_z	= Kecepatan angin berhembus pada ketinggian z.
$U_{max(-d)}$	= Kecepatan arus akibat gelombang.
V_s	= Kecepatan sedimentasi.
α	= Sudut arah datang gelombang pada kedalaman d.
α_o	= Sudut antara arah gelombang datang dengan garis normal pantai.
Ω	= Prisma pasang-surut.

DAFTAR LAMPIRAN

- LAMPIRAN A: Wind-Rose Bulanan Perairan Teluk Penyu Cilacap
- LAMPIRAN B: Gambar Lay Out Pelabuhan Perikanan Cilacap
- LAMPIRAN C: Report Sounding Dan Pengerukan Pelabuhan Perikanan Cilacap



BAB I

PENDAHULUAN

BAB I

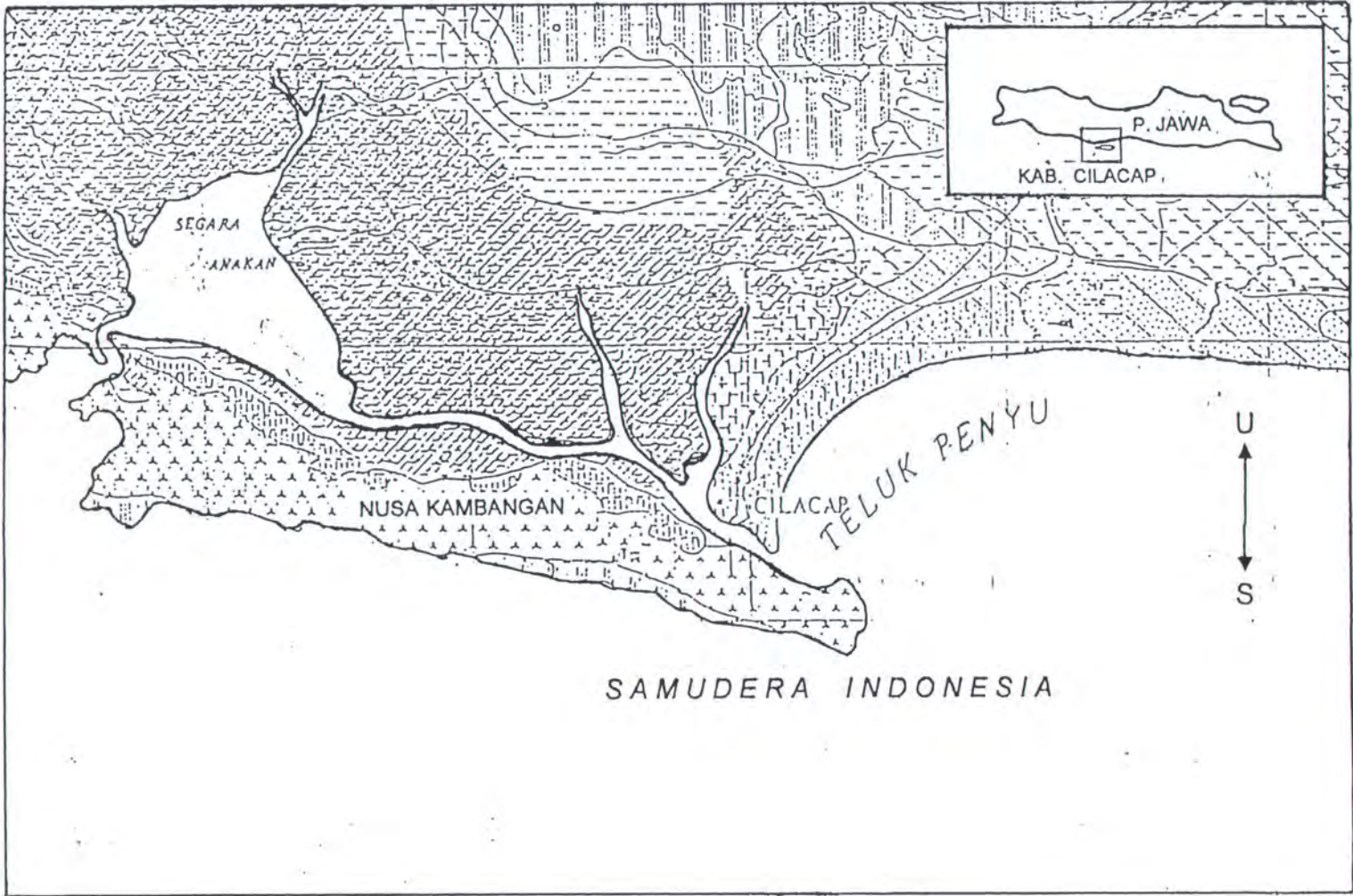
PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang Masalah

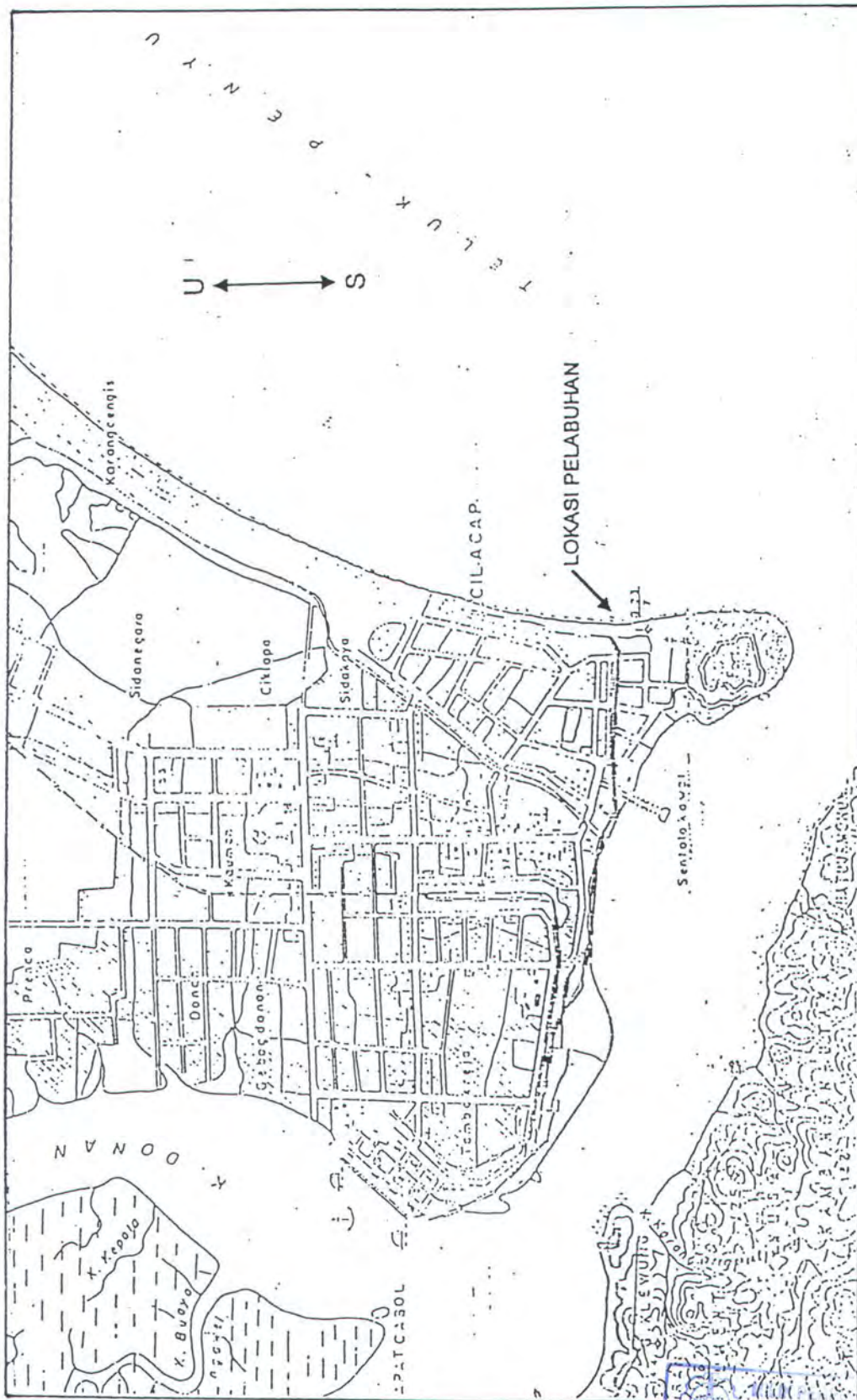
Pelabuhan Perikanan Cilacap berada di lokasi pantai Teluk Penyu yang merupakan pantai Selatan. Pelabuhan ini dibangun untuk menampung aktivitas nelayan yang sebelumnya terpusat pada beberapa TPI (Tempat Pelelangan Ikan) yang umumnya terkait pada desa-desa nelayan tertentu. Pelabuhan ini diproyeksikan untuk tahun 2000 dapat menampung 250 kapal ikan yang berlabuh bersamaan dan juga dapat menampung hasil produksi ikan sebesar 36 ton/hari.

Melihat hal di atas jelaslah bahwa Pelabuhan Perikanan Cilacap merupakan pelabuhan yang sangat vital bagi aktivitas nelayan di Kabupaten Cilacap. Lokasi pelabuhan ini terletak di pantai Teluk Penyu yang merupakan suatu teluk yang cukup lebar di sebelah Timur kota Cilacap yang ditengah-tengahnya memiliki suatu tanjung kecil. Teluk ini mempunyai bagian pantai yang menuju ke Utara menghadap ke Timur sepanjang kurang lebih 5 km, kemudian membujur ke Timur, sehingga menjadi teluk yang terbuka dan menghadap ke arah Selatan dengan fetch bagi ombaknya yang mencapai pantai Utara Australia Barat.

Dengan lokasi pelabuhan di perairan terbuka dengan ombaknya yang cukup tinggi menjadikan Pelabuhan Perikanan Cilacap ini sangat riskan untuk terjadinya proses sedimen transport, baik erosi maupun akresi yang dapat mengakibatkan terjadinya pendangkalan pada jalur pelayaran. Lokasi Pelabuhan Perikanan Cilacap dapat dilihat pada Gambar I-1 dan Gambar I-2 berikut.



Gambar I-1. Peta Kabupaten Cilacap



Gambar I-2. Peta Lokasi Pelabuhan Perikanan Cilacap



Pada dasarnya masalah pendangkalan pada jalur pelayaran lazim terjadi pada suatu pelabuhan. Namun bila proses pendangkalan ini berlangsung terlalu cepat akan mengganggu aktivitas yang ada di pelabuhan tersebut. Dan kejadian semacam ini terjadi di Pelabuhan Perikanan Cilacap. Pada saat perhitungan awal terhadap pendangkalan di pelabuhan tersebut, diperkirakan akan terjadi setiap empat tahun dan sudah harus dilakukan pengerukan. Pendangkalan tersebut diperkirakan akan terjadi di sepanjang jalur pelayaran mulai dari pintu masuk pelabuhan. Namun kenyataannya pendangkalan tersebut terjadi lebih cepat dari perkiraan semula yaitu kurang dari tiga tahun dan sudah harus dilakukan pengerukan

Melihat permasalahan seperti yang diuraikan di atas maka perlu dicari bagaimana sebenarnya proses terjadinya pendangkalan tersebut hingga bisa berlangsung begitu cepat. Dan dengan diketahuinya sebab dari cepatnya pendangkalan tersebut, dapat ditentukan solusi yang tepat untuk mengatasinya.

I.2 Tujuan Penulisan

Pendangkalan yang terjadi pada jalur pelayaran Pelabuhan Perikanan Cilacap diduga berasal dari longshore sediment transport di pantai Teluk Penyus menuju Selatan kemudian masuk ke jalur pelayaran. Adanya sedimentasi ini maka dari pihak pelabuhan telah melakukan dua kali pengerukan yaitu pada tahun 1995 dan tahun 1997 dengan maksud memperdalam jalur pelayaran sampai kedalaman yang disyaratkan yaitu $-3,00$ m.

Tujuan penulisan Tugas Akhir ini adalah untuk menganalisa pendangkalan yang terjadi pada jalur pelayaran Pelabuhan Perikanan Cilacap dan memberikan alternatif solusi terhadap masalah pendangkalan di pelabuhan tersebut. Analisa yang

dilakukan meliputi proses sedimentasi pada jalur pelayaran, sumber material sedimentasi, kecepatan sedimentasi, dan kemungkinan yang menyebabkan cepatnya proses sedimentasi serta alternatif solusi yang memenuhinya.

I.3 Manfaat

Melihat record pengerukan yang telah dilakukan di Pelabuhan Perikanan Cilacap sebanyak dua kali dengan periode yang cukup berdekatan yaitu tahun 1995 dan tahun 1997 jelas menunjukkan adanya proses pendangkalan yang cukup memprihatinkan. Hal ini jelas akan memakan banyak biaya perawatan untuk melakukan pengerukan dan mengganggu aktivitas di pelabuhan tersebut. Untuk itu dari penulisan tugas akhir ini diharapkan dapat memberikan analisa terhadap masalah pendangkalan jalur pelayaran yang terjadi di Pelabuhan Perikanan Cilacap dan memberikan pemecahannya sehingga masalah pendangkalan di pelabuhan tersebut dapat ditanggulangi/diminimalisasi. Dengan demikian dapat dilakukan penghematan biaya pengerukan dan dapat memperlancar kegiatan yang selama ini berlangsung di pelabuhan tersebut.

I.4 Batasan Masalah

Pembatasan masalah diperlukan dalam penulisan Tugas Akhir ini agar ruang lingkup studi tidak melebar. Disamping itu pembatasan masalah ini diperlukan untuk menyederhanakan suatu masalah sehingga bisa diselesaikan yaitu dengan membuat asumsi-asumsi yang benar. Batasan masalah pada penulisan Tugas Akhir ini adalah:

1. Lokasi dibatasi hanya di daerah Pelabuhan Perikanan Cilacap dan sekitarnya termasuk di daerah sekitar breakwater.
2. Perhitungan laju sedimentasi dikhususkan pada longshore transport dengan arah gelombang dipilih yang paling dominan.
3. Data-data lingkungan yang digunakan adalah data yang telah jadi/diolah yang dipakai pada saat perhitungan perencanaan pembangunan pelabuhan.
4. Asumsi dari material sedimen adalah pasir yang berasal dari pantai Teluk Penyu dan karakteristik material diabaikan dalam perhitungan sedimentasi.
5. Tidak melibatkan perhitungan ekonomis dari alternatif solusi yang dipilih.

I.5 Metodologi

Metodologi pengerjaan Tugas Akhir ini pertama-tama adalah dilakukan identifikasi masalah. Identifikasi ini diperlukan untuk mengetahui permasalahan apa yang dihadapi sehingga dapat ditentukan proses penyelesaiannya. Hasil identifikasi masalah yang akan di bahas dalam Tugas Akhir ini adalah masalah pendangkalan yang terjadi di Pelabuhan Perikanan Cilacap.

Dari hasil identifikasi masalah tersebut kemudian dilakukan perumusan masalah untuk memudahkan pencapaian penyelesaian masalah hingga diperoleh suatu kesimpulan. Perumusan masalah dalam hal ini adalah:

1. Pengumpulan data.
2. Perhitungan longshore sediment Transport.
3. Perhitungan sediment transport yang memasuki pelabuhan.
4. Perhitungan kecepatan sedimentasi di jalur pelayaran.
5. Penilaian stabilitas jalur pelayaran.

Data yang dikumpulkan adalah semua data yang ada kaitannya dengan masalah pendangkalan di Pelabuhan Perikanan Cilacap yaitu:

- Lay out pelabuhan.
- Data hidro-oceanografi (angin, gelombang, pasang-surut, dan arus).
- Data record sedimentasi dari hasil sounding oleh pihak pelabuhan.

Untuk menghitung longshore sediment transport di daerah studi dilakukan dengan metode energi yang diberikan *Shore Protection Manual* (SPM) dengan rumus:

$$Q(\alpha_o, H_o) = 2,03 \times 10^6 \times f \times H_o^{5/2} \times F(\alpha_o) \text{ m}^3/\text{th} \dots\dots\dots \text{I-1}$$

$$F(\alpha_o) = [(\cos \alpha_o)^{1/4} \sin 2\alpha_o] \dots\dots\dots \text{I-2}$$

$$= \frac{1}{\Delta\alpha} \int_{\alpha_1}^{\alpha_2} (\cos \alpha)^{1/4} \sin 2\alpha d\alpha$$

$$= \pm \frac{8}{9(\Delta\alpha)} [(\cos \alpha_2)^{9/4} - \cos(\alpha_1)^{9/4}]$$

dengan:

$F(\alpha_o)$ = nilai rata-rata untuk sektor sudut.

$$\alpha_1 = \alpha_o + 22,5^\circ \text{ dan } \alpha_2 = \alpha_o - 22,5^\circ$$

α_o = sudut antara arah gelombang datang dengan garis normal terhadap pantai.

f = percent direction.

H_o = tinggi gelombang laut dalam.

Dan untuk menghitung sediment transport yang memasuki pelabuhan juga digunakan rumus yang sama seperti di atas. Hanya saja tinggi gelombang laut dalam H_o terlebih dulu dikalikan dengan koefisien difraksi akibat up drift breakwater. Untuk

memudahkan perhitungan dengan menggunakan rumus tersebut digunakan komputer dengan program Exel.

Penilaian stabilitas jalur pelayaran ditinjau berdasarkan rasio volume gerakan air pada saat terjadi pasang-surut (Tidal Prism/prisma pasang-surut) dan angkutan sediment di pantai. Prisma pasang-surut menentukan luas penampang jalur pelayaran di bawah muka air laut rerata. Semakin besar prisma pasang-surut, maka semakin besar pula luas penampang jalur pelayaran. Sehingga dapat dikatakan bahwa rasio prisma pasang-surut dan angkutan sediment di pantai menunjukkan kemampuan jalur pelayaran menampung sediment transport yang memasuki jalur tersebut. Semakin besar nilai rasio tersebut maka semakin kecil kemungkinan terjadinya sedimentasi demikian pula sebaliknya. Penilaian tersebut dirumuskan (Bruun, 1978):

$$N = \Omega / M_{tot} \dots\dots\dots I-3$$

$$\Omega = (5,75 \times 10^{-5})^{-1/0,95} A_e^{1/0,95} \text{ ft}^3 \dots\dots\dots I-4$$

dengan:

N = Nilai stabilitas jalur pelayaran.

Ω = volume gerakan air (“*Tidal Prism*”).

M_{tot} = angkutan sedimen sejajar pantai.

A_e = luas penampang melintang jalur pelayaran (ft^2)

Penilaian stabilitas berdasarkan rumus tersebut adalah bila:

$\sim \Omega / M_{tot} > 150$ stabilitas bagus

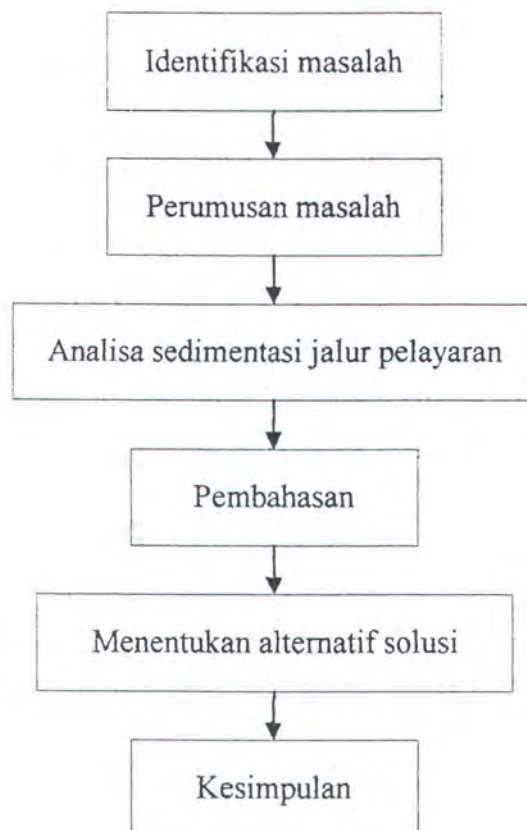
$\sim 100 < \Omega / M_{tot} < 150$ stabilitas sedang/bagus

$\sim 50 < \Omega / M_{tot} < 100$ stabilitas jelek/sedang

$\sim \Omega / M_{tot} < 50$ stabilitas jelek

Dari hasil-hasil perhitungan tersebut selanjutnya dilakukan pembahasan dengan cara membandingkan hasil perhitungan dengan data record sedimentasi yang telah diperoleh sebelumnya. Dalam pembahasan tersebut juga didukung dengan referensi lain yang ada kaitannya dengan masalah yang sedang dibahas. Dari hasil pembahasan tersebut maka dapat diketahui penyebab dari pendangkalan yang terjadi di jalur pelayaran Pelabuhan Perikanan Cilacap. Selanjutnya dari hasil tersebut dapat dipilih alternatif solusi yang mungkin diterapkan untuk menanggulangi/mengurangi pendangkalan yang terjadi di jalur pelayaran pelabuhan tersebut.

Untuk lebih jelasnya metodologi pengerjaan Tugas Akhir yang telah diuraikan di atas dapat dilihat pada diagram berikut ini:



Gambar I-3. Diagram Metodologi Pengerjaan Tugas Akhir



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Tinjauan Sedimentasi

Transpor sedimen pantai adalah gerak sedimen di daerah pantai yang disebabkan oleh gelombang dan arus. Daerah transpor sedimen pantai ini terbentang dari garis pantai sampai tepat di luar daerah gelombang pecah. Transpor sedimen pantai dapat diklasifikasikan menjadi transpor menuju dan meninggalkan pantai (onshore-offshore transport) dan transpor sepanjang pantai (longshore transport). Transpor menuju dan meninggalkan pantai mempunyai arah rata-rata tegak lurus garis pantai. Di daerah lepas pantai biasanya hanya terjadi transpor menuju dan meninggalkan pantai, sedang di daerah dekat pantai terjadi kedua jenis transport sedimen (Triatmodjo, 1998).

Sedimen transport berperan penting dalam berbagai masalah teknik pantai. Erosi yang tidak diinginkan pada bangunan pantai, abrasi garis pantai, atau pengendapan sedimen/pelumpuran pada alur pelabuhan atau muara adalah beberapa contoh permasalahan yang berkaitan dengan sedimen transport ini. Ada dua jenis sedimen transport yaitu Cohesive dan Non Cohesive. Transport sedimen kohesif sering diistilahkan menjadi Suspended Load Transport karena kebanyakan sifatnya yang melayang di air, sementara transport sedimen non kohesif disebut Bed Load Transport (Pratikto dkk., 1997).

Proses erosi dan sedimentasi tergantung pada sedimen dasar dan pengaruh hidrodinamika gelombang dan arus. Jika dasar laut terdiri dari material yang mudah

bergerak, maka arus dan gelombang akan mengerosi sedimen dan membawanya searah dengan arus sehingga terjadi apa yang disebut dengan transpor sedimen. Apabila kecepatan arus berkurang (misalnya di perairan pelabuhan) maka arus tidak mampu lagi mengangkut sedimen sehingga terjadi sedimentasi di daerah tersebut.

Secara fisik transport sedimen sangat dipengaruhi secara langsung oleh interaksi antara angin, arus, gelombang, pasang-surut, jenis dan ukuran sedimen, serta adanya bangunan-bangunan di daerah pantai/litoral zone. 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. Jadi kecepatan jatuh dari partikel sangat tergantung pada: ukuran, bentuk, dan specific gravity (Sorensen, 1978).

Secara umum proses sedimen transport dapat dibagi dalam tiga tahapan yaitu:

- a. teraduknya material kohesif dari dasar laut hingga tersuspensi, atau lepasnya material non kohesif dari dasar laut,
- b. perpindahan material secara horisontal.
- c. pengendapan kembali partikel/material sedimen tersebut.

Masing-masing tahap tersebut tergantung pada gerakan air dan karakteristik sedimen yang terangkut. Pada daerah pesisir pantai gerakan air merupakan kombinasi dari gelombang dan arus. Gelombang terutama lebih bersifat melepaskan material di dasar dan mengaduknya, sementara arus lebih bersifat memindahkan material sedimen ke tempat lain. Hal ini bisa terjadi sebaliknya yaitu gelombang akan memindahkan partikel sedimen ke tempat lain dan arus mampu mengangkut dan mengaduk sedimen dari bagian dasar (Pratikto dkk., 1997).

II.2 Faktor-Faktor Terjadinya Sedimen Transport

Keberadaan sedimen transport pada suatu daerah perairan sangat tergantung pada kondisi di daerah tersebut. Faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya sedimen transport tersebut adalah sungai, angin, gelombang, arus, pasang-surut, dan dasar laut dan morfologi pantai. Untuk lebih jelasnya diuraikan seperti di bawah ini:

1. *Sungai.*

Aliran sungai yang menuju ke control zone merupakan salah satu sumber material sedimen. Tanah longsor dan erosi yang terjadi sejak dari daerah hulu hingga muara sungai merupakan sumber bahan endapan dari ukuran besar berupa bongkahan hingga dalam bentuk lumpur. Material yang tererosi terangkut oleh aliran sungai sebagian akan terbawa hingga ke laut sebagai sedimen yang terdiri dari muatan dasar (bed Load) dan muatan tersuspensi (suspended load). Bahan sedimen yang terangkut ke laut tidak seluruhnya mengalami sedimentasi karena banyak lagi faktor-faktor lingkungan yang mempengaruhi sedimentasi di laut. Sedimentasi yang terjadi di muara sungai terletak pada daerah pertemuan antara air tawar (sungai) dan air asin (laut) dimana pada daerah tersebut terjadi kesetimbangan tertentu antara kecepatan aliran sungai dengan pengaruh gelombang dan arus laut.

2. *Angin.*

Angin sangat berperan dalam transportasi pasir (sumber sedimen) terutama di darat. Total volume pasir yang dipindahkan dari dune dipengaruhi formasi dan waktu angin bertiup. Angin juga berpengaruh terhadap pemindahan material sedimen di daerah pantai secara tidak langsung. Karena angin merupakan pembangkit gelombang

dan yang menentukan arah dari datangnya gelombang, sedangkan gelombang merupakan faktor yang menyebabkan terjadinya sedimen transport.

3. *Gelombang.*

Gelombang merupakan faktor yang paling penting dalam proses transport sedimen di daerah litoral. Pengaruh gelombang terhadap pemindahan material sedimen dapat ditinjau pada dua zone, yaitu:

- zone gelombang laut dangkal (zone of shoaling wave).
- zone pantai (beach)

Untuk lebih memperjelas tentang pembagian zone di atas dijelaskan pada uraian di bawah ini:

☛ *Sedimentasi pada zone gelombang laut dangkal.*

Yang dimaksud dengan zone gelombang laut dangkal adalah daerah perairan yang dibatasi oleh batas awal terjadinya gelombang refraksi sampai dengan zone pecahnya gelombang (breaker zone). Gerakan orbital air yang sinkron dengan gerakan maju gelombang, maka pada lapisan dasar laut akan terbentuk arus yang menuju kearah pantai, selanjutnya arus tersebut dinamakan sebagai rip current. Arus dasar ini dapat berupa aliran laminer maupun turbulen. Kecepatan arus dasar tergantung pada energi yang diberikan gelombang dan dipengaruhi oleh:

- kedalaman laut.
- morfologi dasar laut, dan.
- material dasar laut.

Bersamaan dengan itu maka arus dasar akan mendorong suspended load yang berada di atas bed load. Hal ini dapat dijadikan indikasi bahwa semakin dangkal suatu perairan mengakibatkan potensi sedimentasi semakin besar.

Pada saat gelombang pecah, pada saat itu massa transport akan terangkat ke atas membentuk aliran turbulen dan terbentuk suspensi yang baru dengan densitas yang lebih besar. Gaya yang ditimbulkan oleh aliran turbulen akan mendorong sejumlah massa air untuk kembali ke laut dan sebagian lagi akan terdorong ke arah zone pantai. Aliran massa air yang terdorong ke arah laut akan membentuk arus permukaan. Mekanisme ini akan mengakibatkan kegiatan sedimentasi terkonsentrasi disekitar breaker zone.

☞ *Sedimentasi pada zone pantai*

Zone pantai adalah perairan yang dimulai dari breaker zone sampai batas tertentu di darat yang masih terpengaruh oleh gerakan air laut. Untuk kondisi pantai yang cukup landai, zone pantai dapat dibagi menjadi dua subzone, yaitu:

- subzone surf, dan
- subzone swash and backswash.

Subzone surf adalah daerah perairan yang dibatasi breaker zone dan kedalaman laut 0 (nol) meter atau dengan kata lain daerah yang selalu terendam air. Gerakan massa air di permukaan tersebut akan terus mencapai daratan dengan membentuk lapisan tipis yang disebut swash. Setelah mencapai titik dimana energi massa air telah mencapai nol, maka massa air tersebut akan bergerak kembali ke arah subzone surf. Gerakan balik massa air tersebut disebut backswash, sedangkan daerah tempat terjadinya swash dan backswash disebut subzone swash and backswash. Backswash akan menimbulkan arus dasar (rip current) di subzone

surf yang arahnya menuju breaker zone. Aliran dasar tersebut akan mendorong sejumlah bed load dan suspended load, dan setelah sampai ke breaker zone akan pecah dan membentuk aliran turbulen. Peristiwa ini akan menyebabkan konsentrasi sedimentasi terjadi di daerah breaker zone.

4. Arus

Arus lebih berperan dalam memindahkan material sedimen dari suatu tempat ke tempat lain. Pada kondisi tertentu arus juga bisa mengakibatkan material dari dasar laut teraduk yang mengakibatkan abrasi dan akresi pada bagian pantai.

5. Pasang-Surut.

Kecepatan arus pasang-surut sangat penting dalam pengangkutan material sedimen. Daerah yang terletak antara batas air tertinggi dengan batas air terendah (inter tidal area) mempunyai pengaruh yang paling besar dalam proses transportasi sedimen. Pada daerah pantai yang landai pengaruh pasang-surut akan semakin besar, karena daerah inter tidal akan semakin luas. Akibat pengaruh pasang-surut akan terbentuk tanggul-tanggul dalam bentuk dan ukuran yang berbeda-beda. Hasil sedimentasi pada daerah inter tidal ini akan terbawa ke zone surf karena adanya aktifitas swash dan backswash.

Pengaruh pasang-surut sangat besar pada muara-muara sungai. Jadi bila suatu pelabuhan dibangun pada muara sungai maka ada dua hal yang perlu diperhatikan:

- Navigasi melalui muara cukup aman.
- Pengendapan (sedimentasi) harus cukup kecil.

Kedua hal ini sangat bertentangan satu sama lain. Disatu pihak keamanan navigasi membutuhkan mulut pelabuhan yang besar, tetapi ini menyebabkan kecepatan arus

rendah jadi akan mempermudah terjadinya sedimentasi. Demikian pula sebaliknya, sehingga harus dicari besaran antara kedua masalah di atas.

6. Dasar Laut dan Morfologi Pantai.

Dasar laut yang landai dan curam memberikan respon yang berbeda dalam pengendapan material sedimen yang tersuspensi. Dasar laut yang landai mempunyai potensi yang besar untuk terjadinya sedimentasi karena kondisi yang demikian itu selain mempengaruhi sifat gelombang dan arus di daerah tersebut, juga memberi kesempatan pada partikel sedimen untuk mengalami sedimentasi dalam waktu yang relatif lama.

Morfologi pantai juga memberikan dampak yang berbeda antara tipe pantai yang satu dengan lainnya. Pantai berbatu atau karang akan mengalami abrasi dan akresi yang lebih lambat dibandingkan dengan pantai berpasir. Adanya muara sungai disuatu pantai akan mempercepat terjadinya proses sedimentasi dibandingkan dengan pantai yang tidak ada muara sungainya.

II.3 Teori Perhitungan Sediment Transport

Dari uraian di atas dapat diketahui bahwa peristiwa perpindahan material sedimen (sediment transport) disuatu daerah pantai merupakan masalah yang sangat kompleks. Untuk dapat menyederhanakan permasalahan tersebut banyak dikemukakan teori-teori tentang perhitungan sediment transport.

Pada pantai dengan material sedimen dasar laut berupa pasir, maka dibuat formula khusus untuk pantai pasir. Ini dimungkinkan karena prediksi untuk material dasar laut berupa pasir relatif sederhana, sebab:

- kekohesifan diabaikan, dan
- tegangan geser dapat diabaikan.

Longshore transport adalah proses yang terjadi pada daerah surfzone, sehingga titik berat pada longshore transport hanya ditinjau dari akibat tinggi dan arah gelombang yang berpengaruh. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk menghitung transpor sedimen sepanjang pantai adalah dengan metode energi gelombang yang diberikan oleh Shore Protection Manual. Dari data keadaan gelombang yang diperoleh (meliputi tinggi gelombang, frekuensi dan arah datang), maka longshore transport dihitung dengan menggunakan rumus:

$$Q(\alpha_o, H_o) = 2,03 \times 10^6 \times f \times H_o^{5/2} \times F(\alpha_o) \text{ m}^3/\text{th} \dots\dots\dots\text{II-1}$$

$$F(\alpha_o) = [(\cos \alpha_o)^{1/4} \sin 2\alpha_o] \dots\dots\dots\text{II-2}$$

dengan:

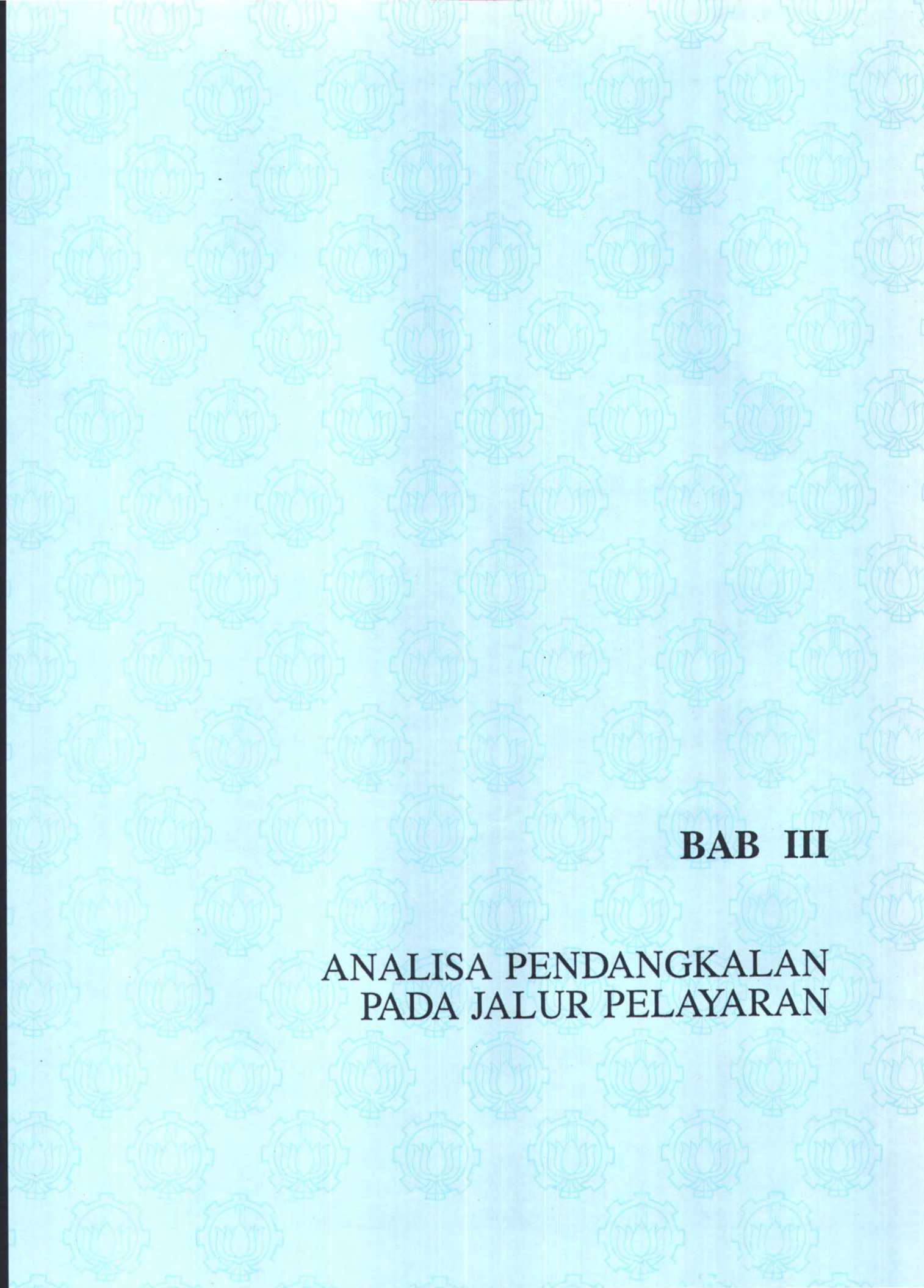
$F(\alpha_o)$ = nilai rata-rata untuk sektor sudut.

= $\alpha_o + 22,5^\circ$ dan $\alpha_o - 22,5^\circ$

α_o = sudut antara arah gelombang datang dengan garis normal terhadap pantai

f = percent direction.

H_o = tinggi gelombang laut dalam.



BAB III

**ANALISA PENDANGKALAN
PADA JALUR PELAYARAN**

BAB III

ANALISA PENDANGKALAN JALUR PELAYARAN

III.1 Tinjauan Umum

Pelabuhan Perikanan Cilacap diresmikan pada tahun 1994 yang dibangun sebagai ganti dari pelabuhan lama yang terletak di muara Kali Yasa dengan TPI Sentolokawat. Pertimbangan yang paling utama untuk memindahkan pelabuhan lama ini adalah karena lalu-lintas kapal nelayan, yang praktis seluruhnya bercorak tradisional, semua melewati alur muara Kali Donan di mana pada daerah tersebut merupakan instalasi bongkar-muat tangki-tangki minyak dan produk minyak. Selain itu muara ini juga banyak dilalui oleh kapal-kapal besar ke arah hulu Kali Donan di mana terdapat berbagai macam pusat industri. Percampuran lalu-lintas kapal nelayan dan kapal-kapal minyak dan kapal barang ini akan dapat menimbulkan berbagai resiko yang dapat membahayakan baik industri minyak, maupun para nelayan sendiri.

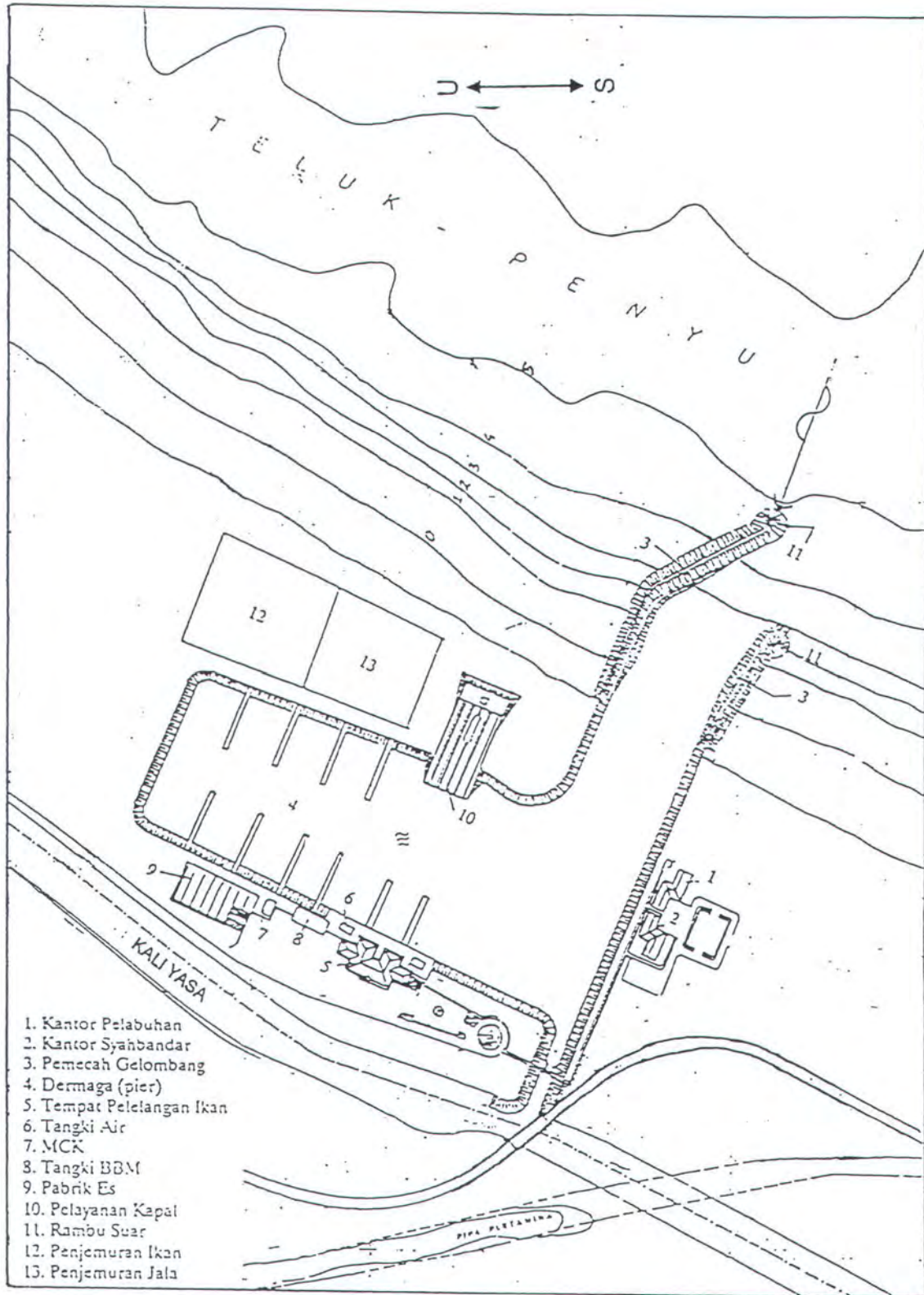
Selain dari pertimbangan keamanan lalu-lintas, pembangunan Pelabuhan Perikanan Cilacap ini juga dimaksudkan sebagai pangkalan yang lengkap bagi kapal nelayan untuk beroperasi dengan leluasa dan berlabuh dengan aman untuk mempersiapkan kapalnya dan membongkar hasil tangkapannya. Pelabuhan ini direncanakan dapat menampung 250 kapal ikan dengan ukuran kapal maximum 40 GRT, dengan dimensi panjang 30 m, lebar 5m, dan draft maximum 2,3 m. Produksi ikan yang diharapkan adalah 36 ton/hari. Fasilitas-fasilitas yang ada pada pelabuhan ini adalah kantor pelabuhan, kantor syahbandar, pemecah gelombang, dermaga (*pier/jetty*), tempat pelelangan ikan, penyediaan air tawar, persediaan bahan bakar

minyak, pabrik es, tempat pelayanan/reparasi kapal (*slipway*), rambu suar, tempat penjemuran ikan, dan perawatan jala.

Lokasi Pelabuhan Perikanan Cilacap ini berada di pantai Teluk Penyu dan menghadap ke Samudra Indonesia dengan gelombang cukup besar, terutama dari arah dominan Tenggara. Pelabuhan tersebut merupakan pelabuhan dalam yang dibuat dengan mengeruk daerah daratan untuk digunakan sebagai kolam pelabuhan dengan luas 50.180 m². Maksud dari pembuatan kolam pelabuhan di daerah darat ini adalah untuk mengurangi panjang pemecah gelombang. Pemecah gelombang tersebut dibuat dari tumpukan batu dengan lapisan pelindung dari tetrapod yang dibuat model jetty berdasarkan Bureau of Ports and Harbours – Ports and Harbour Research Institute, Ministry of Transport, Japan, yaitu:

- Up drift jetty / breakwater dengan panjang 248,565 m dibuat sedemikian rupa sehingga memanfaatkan refleksi gelombang datang untuk menjauhkan posisi akresi atau pengendapan.
- Down drift breakwater dengan panjang 146,838 m ditempatkan disebelah dalam suatu posisi atau lokasi dimana koefisien difraksi akibat up drift breakwater mempunyai nilai $K_d = 1$.

Pemecah gelombang ini hanya berfungsi untuk melindungi gerbang pelabuhan, bukan perairan pelabuhan, sehingga bisa lebih pendek dan murah. Kedalaman gerbang ditentukan sama dengan kedalaman kolam pelabuhan yaitu -3,00 m di bawah LWL. Panjang gerbang adalah 200 m dan lebar 55,5 m dengan maksud agar cukup untuk lalu-lintas dua buah kapal terbesar yang akan keluar dan masuk pelabuhan. Pada pelabuhan ini juga dibuat sudetan yang menghubungkannya dengan Kali Yasa dengan lebar 6 m sebagai jalur lalu-lintas bagi para nelayan yang sudah terbiasa berlabuh di sepanjang Kali Yasa seperti terlihat pada Gambar III-1.



Gambar III-1. Lay Out Pelabuhan Perikanan Cilacap (PFM, 1991)

III.2 Data Hidro-Oceanografi

Data Hidro-Oceanografi di Teluk Penyu diperlukan untuk mengetahui keadaan fisik alam yang diperkirakan akan mempengaruhi dan dipengaruhi oleh keberadaan bangunan pelabuhan yang dibangun. Data Hidro-Oceanografi untuk pantai Teluk Penyu ini didapat dari instansi-instansi yang terkait dan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh:

1. PT. Puri Fadjar Mandiri (PFM) yang digunakan pada saat pembangunan Pelabuhan Perikanan Cilacap dilakukan.
2. Badan Meteorologi dan Geofisika Stasiun Cilacap.
3. Pelabuhan Perikanan Cilacap.

III.2.1 Data Pasang-Surut Air Laut

Pasang-surut adalah peristiwa fluktuasi air laut karena pengaruh gaya tarik menarik antara bumi dengan benda-benda langit lainnya, dalam hal ini terutama karena pengaruh gaya tarik bulan dan matahari dalam segala posisinya terhadap bumi. Terjadinya kenaikan air laut pada suatu bagian permukaan bumi dan penurunan muka air laut pada muka bumi lainnya adalah akibat adanya gaya tarik matahari maupun bulan, terutama oleh gaya tangensial (lebih dikenal dengan tractive force). Dari perhitungan gaya tractive ini maka dapat diketahui bahwa tractive force karena bulan adalah dua kali lebih besar daripada yang disebabkan matahari.

Analisa pasang-surut diperlukan untuk mengetahui kedudukan permukaan air laut dan pola pasang-surut di daerah studi. Data pasang-surut di daerah Cilacap yang diambil dari hasil pengamatan di lapangan oleh PFM dan ditunjang dari prakiraan

pada tahun 1989 yang dikeluarkan oleh Dinas Hidrografi dan Oceanografi adalah sebagai berikut:

- ~ Low Water Surface (LWS) = + 0,00 m
- ~ Mean Sea Level (MSL) = + 1,10 m
- ~ High Water Level (HWL) = + 2,20 m
- ~ Beda Pasang-Surut = 2,20 m

Sedangkan konstanta pasang-surut utama yang diamati pada bulan Mei tahun 1973 di perairan Teluk Penyus Cilacap dapat dilihat pada Tabel III-1 berikut:

Tabel II-1
Konstanta Pasang-Surut di Cilacap Bulan Mei 1973

Konstanta	M ₂	S ₂	N ₂	K ₂	K ₁	O ₁	P ₁
Amlplitudo (cm)	50	22	9	6	15	8	5
Fase (°)	218	307	201	307	50	240	50

Untuk mengetahui tipe pasang-surut yang terjadi digunakan faktor F, yaitu:

$$F = \frac{AK_1 + AO_1}{AM_2 + AS_2} \dots\dots\dots III-1$$

Dimana:

- 0,00 < F < 0,25 : tipe pasang-surut Semi Diurnal.
- 0,25 < F < 1,50 : tipe pasang-surut Mixed, Mainly Semi Diurnal.
- 1,50 < F < 3,00 : tipe pasang-surut Mixed, Mainly Diurnal.
- 3,00 > F : tipe pasang-surut Diurnal.

Dari data-data pasang-surut di atas didapat faktor F di daerah Cilacap adalah sebagai berikut:

$$F = \frac{15 + 8}{50 + 22} = 0,32$$

Dengan diperoleh nilai $F = 0,32$ maka tipe pasang-surut air laut di daerah Cilacap termasuk tipe pasang-surut Mixed Mainly Semi Diurnal atau campuran yang condong ke harian ganda yaitu terdapat dua kali air tinggi dan dua kali air rendah yang tidak beraturan dalam satu hari-bulan rerata. Perbedaan air tertinggi dan air terendah mencapai 1,50 hingga 2,00 m.

III.2.2 Data Arus Pasang-Surut

Analisa data arus dimaksudkan untuk mengetahui arah dan kecepatan arus di daerah studi. Arus akibat pasang-surut berdasarkan data pengukuran pada bulan Mei-Juni 1973 (PFM, 1991) menunjukkan bahwa arus dipermukaan mempunyai kecepatan sekitar 2,00 m/det., arus di lapisan tengah 1,81 m/det., dan arus di dekat dasar 1,05 m/det. Pengukuran ini dilakukan pada waktu arus surut pada saat pasang purnama. Hal ini menunjukkan bahwa arus tersebut merupakan arus yang maksimum. Arus surut tersebut mempunyai kecepatan yang lebih besar daripada arus pasang. Lamanya aliran arus surut juga lebih panjang dibandingkan dengan arus pasang. Hal ini disebabkan karena adanya arus sungai dari daratan yang mengalirkan air tawar ke laut. Pada waktu arus pasang, sungai-sungai di daratan akan tertutup oleh air laut dan terhenti alirannya. Sedangkan pada waktu arus surut, air daratan dominan memegang peranan.

Secara garis besar arus pasang-surut dapat dikatakan bahwa arus bergerak menuju ke Barat pada waktu air mulai menuju air pasang, dan arus bergerak ke Timur pada waktu air menuju air surut. Pada waktu air mencapai air tertinggi dan air terendah maka arus akan tenang. Pergantian arah arus akan terjadi 10 hingga 30 menit sesudah air tertinggi dan air terendah. Kecepatan maksimum arus dicapai setelah 2

hingga 2,5 jam sesudah tinggi air rata-rata. Besarnya debit air yang mengalir pada waktu arus surut sekitar kurang lebih $6000 \text{ m}^3/\text{det}$.

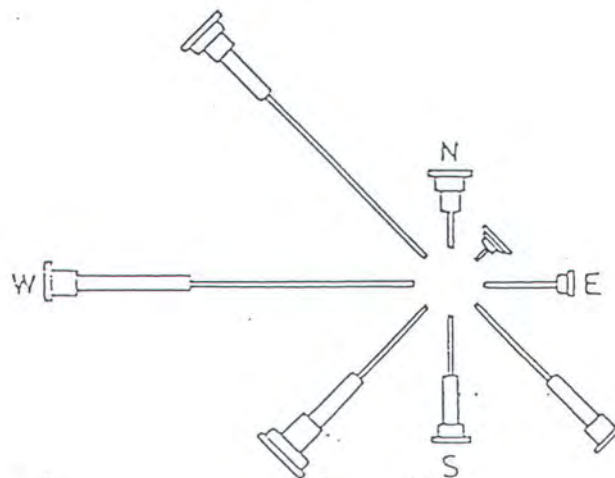
III.2.3 Data Angin

Data angin dibutuhkan berkaitan dengan pengaruh angin terhadap pembentukan gelombang. Berdasarkan data angin yang dicatat dari Badan Meteorologi dan Geofisika Stasiun Cilacap dihitung distribusi dari arah dan kecepatan angin. Untuk memperjelas angin dominan yang terjadi dibuat diagram wind-rose untuk tiap bulan dari periode 1972-1988 seperti ditunjukkan pada Gambar III-2. Hasil dari persentase kejadian dan wind-rose untuk tiap-tiap bulan yang pernah dilakukan oleh PFM dapat dilihat pada "Lampiran A". Dari seluruh persentase kejadian dan wind-rose untuk tiap-tiap bulan tersebut ditentukan distribusi arah dan kecepatan angin untuk periode 1972-1988. Distribusi arah dan kecepatan angin tersebut disajikan pada Tabel III-3 dan Tabel III-4.

Dengan diperoleh distribusi arah dan kecepatan angin selama periode 1972-1988 maka dapat ditentukan arah angin yang dominan. Penentuan arah angin yang dominan tersebut diambil dari persentase kejadian yang paling banyak/sering. Dari analisa terhadap distribusi arah dan kecepatan angin selama periode 1972-1988 tersebut diperoleh arah angin dominan yaitu arah Tenggara (SE) dengan persentase kejadian 39,24 % dari waktu, dan arah Timur (E) dengan persentase kejadian 15,13 % dari waktu.

Tabel III-2
 Frekuensi Arah dan Kecepatan Angin Bulan Januari (PFM, 1991)
 Stasiun : Cilacap
 Elevasi : 6m
 Periode : 1972 - 1988

DD	FREKUENSI ARAH DAN KECEPATAN ANGIN (%)								JUMLAH (%)
	1 - 3 (KNOTS)	4 - 6 (KNOTS)	7 - 10 (KNOTS)	11 - 16 (KNOTS)	17 - 21 (KNOTS)	22 - 27 (KNOTS)	28 - 33 (KNOTS)	34 - 40 (KNOTS)	
N	1,83	1,04	0,57	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	3,59
NE	0,59	0,36	0,03	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	1,07
E	3,93	0,52	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,85
SE	5,58	3,02	0,97	0,24	0,00	0,00	0,00	0,00	9,92
S	3,41	2,41	0,55	0,24	0,00	0,00	0,00	0,04	6,65
SW	5,35	3,59	1,73	0,55	0,04	0,00	0,00	0,00	11,23
W	11,97	5,13	1,32	0,29	0,00	0,00	0,00	0,00	19,71
NW	11,96	3,24	0,97	0,55	0,20	0,00	0,00	0,00	16,93
Angin teduh :									25,33
									74,12



Gambar III-2. Wind-Rose Perairan Teluk Penyul Cilacap Untuk Bulan Januari (PFM, 1991)

Tabel III-3

Frekuensi Arah dan Kecepatan Angin

Stasiun : Cilacap

Periode : 1972 - 1988

Elevasi : 6m

FF	FREKUENSI ARAH DAN KECEPATAN ANGIN								JUMLAH
	1 - 3 (Kn)	4 - 6 (Kn)	7 - 10 (Kn)	11 - 16 (Kn)	17 - 21 (Kn)	22 - 27 (Kn)	28 - 33 (Kn)	34 - 40 (Kn)	
N	49	22	9	2	0	0	0	0	81
NE	37	29	12	4	0	0	0	0	83
E	156	232	321	94	15	1	0	0	910
SE	501	708	731	368	49	3	0	0	2360
S	146	98	44	7	1	0	0	0	297
SW	133	105	47	12	1	0	0	0	298
W	270	135	31	6	0	2	0	0	443
NW	309	104	13	4	1	0	0	0	432
Angin Teduh :	1111								4905

Tabel III-4

Prosentase Frekuensi Arah dan Kecepatan Angin

Stasiun : Cilacap

Periode : 1972 - 1988

Elevasi : 6m

FF	FREKUENSI ARAH DAN KECEPATAN ANGIN (%)								JUMLAH (%)
	1 - 3 (Kn)	4 - 6 (Kn)	7 - 10 (Kn)	11 - 16 (Kn)	17 - 21 (Kn)	22 - 27 (Kn)	28 - 33 (Kn)	34 - 40 (Kn)	
N	0,81	0,36	0,15	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	1,35
NE	0,62	0,48	0,21	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	1,38
E	2,59	5,37	5,34	1,56	0,24	0,02	0,00	0,00	15,13
SE	8,32	11,77	12,16	6,11	0,82	0,05	0,00	0,00	39,24
S	2,43	1,62	0,74	0,12	0,02	0,00	0,00	0,00	4,39
SW	2,21	1,74	0,79	0,20	0,02	0,00	0,00	0,00	4,96
W	4,49	2,25	0,51	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	7,36
NW	5,14	1,74	0,22	0,06	0,02	0,00	0,00	0,00	7,18
Angin Teduh :	18,46								81,54

III.2.4 Data Gelombang

III.2.4.1 Perhitungan Tinggi Gelombang

Gelombang yang terjadi di laut yang terpenting diantaranya di bangkitkan oleh angin. Jenis gelombang dibagi menjadi dua yaitu:

1. *Seas* yaitu gelombang yang terbentuk di daerah pembangkitan gelombang (fetch). Keadaan gelombang pada daerah ini bentuknya curam (steep), panjang gelombang L berkisar 10 – 20 kali tinggi gelombang H .
2. *Swell* yaitu gelombang yang sudah merambat jauh dari daerah pembangkit gelombang (fetch). Dengan panjang gelombang L berkisar antara 30 – 500 kali tinggi gelombang H .

Data tentang karakteristik gelombang sangat diperlukan dalam studi kecepatan sedimentasi. Karena sebagaimana diketahui gelombang dinyatakan sebagai penyebab utama transportasi sedimen di daerah litoral. Pengukuran gelombang ini jarang dilakukan karena kejadiannya sangat dipengaruhi oleh angin yang datangnya juga tidak menentu. Tinggi dan periode gelombang angin yang terbentuk pada suatu perairan tergantung dari beberapa faktor yaitu:

- Kecepatan angin yang berhembus, U .
- Lama angin berhembus atau duration time, t .
- Jarak perairan yang dikuasai angin/panjang fetch, F .
- Arah angin.

Dari pengamatan gelombang yang pernah dilakukan di Cilacap oleh Jammidros tahun 1969 dan PUSLITBANG AIR Departemen Pekerjaan Umum Bandung tahun 1989 dan 1992, diperoleh hasil dari keduanya bahwa arah datang gelombang yang paling dominan adalah dari arah Tenggara. Perhitungan tinggi gelombang untuk arah dominan Tenggara dan Timur di Cilacap dilakukan melalui proses pendekatan. Panjang fetch untuk arah Tenggara adalah 1700 km dan untuk fetch arah Timur adalah 33,5 km (PFM, 1991). Langkah-langkah perhitungan berdasarkan *Shore Protection Manual* (SPM, 1984) untuk menentukan tinggi dan periode gelombang angin adalah sebagai berikut:

1. Menentukan kecepatan angin berdasarkan data angin di Cilacap yaitu U_6 (kecepatan pada ketinggian 6 m berdasarkan data angin).
2. Menentukan kecepatan angin pada ketinggian 10 m dengan rumus:

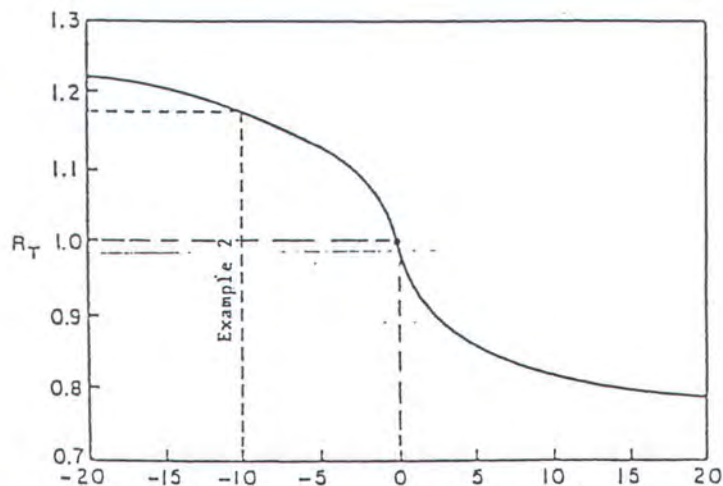
$$U_{10} = U_z \left(\frac{10}{z} \right)^{1/7} \dots\dots\dots \text{III-2}$$

Dalam kasus ini $z = 6$.

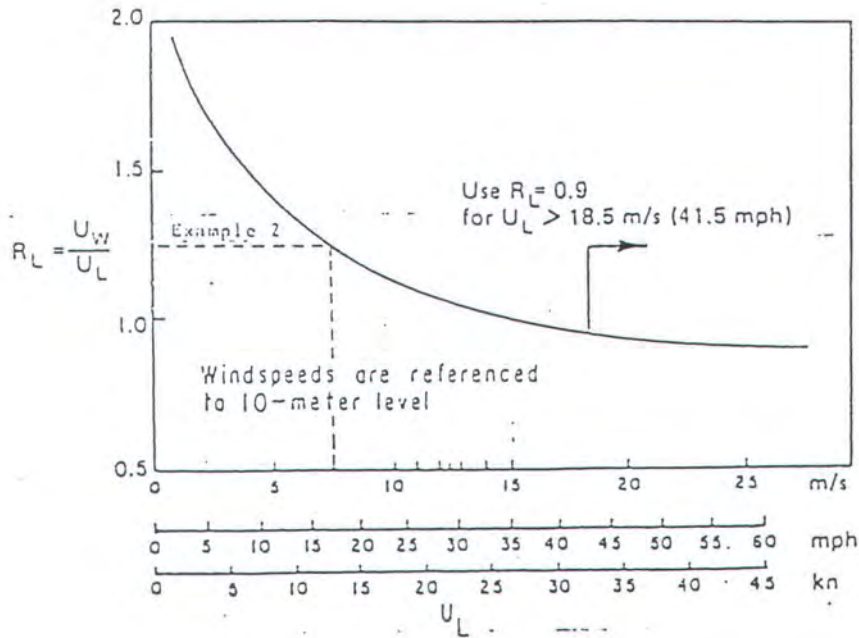
3. Menentukan kecepatan angin yang dikoreksi terhadap faktor perbedaan suhu (R_T) dan lokasi (R_L) yaitu:

$$U = U_{10} \times R_T \times R_L \dots\dots\dots \text{III-3}$$

Koefisien pengaruh perbedaan suhu permukaan dan air laut diasumsikan tidak ada perbedaan yaitu $R_T = 1,0$. Grafik dari R_T dan R_L dapat dilihat pada Gambar III-2 dan Gambar III-3 di bawah ini:



Gambar III-3. Grafik Koefisien Pengaruh Perbedaan Suhu Permukaan Dan Air Laut (SPM, 1984)



Gambar III-4. Grafik Koefisien Pengaruh Lokasi (SPM, 1984)

4. Selanjutnya kecepatan angin tersebut dikoreksi lagi terhadap wind stress factor dengan menggunakan rumus:

$$U_A = 0,71 \times U^{1,23} \quad (U \text{ dalam m/dt}) \dots\dots\dots\text{III-4}$$

5. Menentukan H_o , T , dan t dengan menggunakan rumus yang telah disajikan SPM yaitu:

$$H_o = 2,4821 \times 10^{-2} \times U_A^2 \dots\dots\dots\text{III-5}$$

$$T = 8,30 \times 10^{-1} \times U_A \dots\dots\dots\text{III-6}$$

$$t = 2,027 \times U_A \dots\dots\dots\text{III-7}$$

Hasil dari perhitungan gelombang angin untuk berbagai kecepatan angin dapat dilihat pada Tabel III-5 berikut ini:

Tabel III-5
Tinggi Gelombang Untuk Berbagai Kecepatan Angin

Wind Speed (Knots)	Tenggara (SE)			Timur (E)		
	Ho (m)	T (sec)	t min. (jam)	Ho (m)	T (sec)	t min. (jam)
1 - 3	0,07	1,34	3,40	0,07	1,34	3,40
4 - 6	0,39	3,17	8,03	0,39	3,17	8,03
7 - 10	0,85	4,86	11,86	0,65	4,09	10,37
11 - 16	1,85	6,91	17,50	0,98	5,03	12,74
17 - 21	3,15	9,01	22,83	1,30	5,79	14,67
22 - 27	4,40	10,65	26,99	1,55	6,32	16,02

Dari hasil analisa data gelombang tersebut di atas maka dapat ditentukan tinggi gelombang signifikan yaitu $H_s = H_{1/3}$ di pantai Teluk Penyau sebagai berikut:

$n = 33,3 \% \times 6 = 1,998 \approx 2$ data, maka:

$$\sim \text{Arah Tenggara (SE) : } H_s = \frac{3,15 + 4,40}{2} = 3,78 \text{ m}$$

$$T_s = \frac{9,01 + 10,65}{2} = 9,83 \text{ detik}$$

$$\sim \text{Arah Timur (E) : } H_s = \frac{1,30 + 1,55}{2} = 1,43 \text{ m}$$

$$T_s = \frac{5,79 + 6,32}{2} = 6,06 \text{ detik}$$

III.2.4.2 Analisa Refraksi Dan Shoaling

Suatu gelombang yang bergerak dengan tinggi dan kecepatan tertentu dari suatu arah umumnya berubah arah bila mendekati pantai oleh karena efek lereng dasar laut. Kecepatan gelombang juga akan berkurang dengan berkurangnya kedalaman laut. Gelombang yang datang dari laut yang dalam akan mendorong gelombang yang mulai melambat pada air yang dangkal dan inilah yang menyebabkan refraksi atau berputarnya arah gelombang mengikuti garis kedalaman. Refraksi juga ditimbulkan

aleh adanya endapan-endapan yang disebabkan oleh arus air sepanjang garis pantai yang disebut feel shoaling. Besarnya masing-masing efek ini dinyatakan dalam suatu koefisien yaitu koefisien K_r untuk refraksi murni dan koefisien K_s untuk refraksi yang disebabkan oleh shoaling.

Untuk data gelombang di pantai Teluk Penyau, asumsi-asumsi yang ditetapkan dalam melakukan analisa refraksi dan shoaling adalah:

1. Proses refraksi dan shoaling dilakukan sampai ujung up drift breakwater yaitu pada kedalaman 5,5 m.
2. Sudut datang gelombang dari arah Tenggara 155° dan arah Timur 20° .
3. Kontur dasar laut lurus dan paralel.

Langkah-langkah perhitungan perubahan tinggi gelombang akibat perubahan kedalaman laut adalah sebagai berikut.

1. Data gelombang; $H_o = 0,39$ m, $T = 3,17$ dt, $\alpha_o = 20^\circ$.
2. Menghitung panjang gelombang:

$$L_o = 1,56 T^2 = 1,56 \times 3,17^2 = 15,68 \text{ m}$$

3. Menghitung celerity:

$$C_o = 1,56 T = 1,56 \times 3,17 = 4,95 \text{ m/dt.}$$

4. Menghitung sudut arah gelombang pada kedalaman 5,5 m

$$\frac{d}{L_o} = \frac{5,5}{15,68} = 0,351 \rightarrow \text{dari tabel C-1 (SPM, 1984) didapat } \frac{d}{L} = 0,358$$

$$L = 15,32 \text{ m}$$

$$C = \frac{L}{T} = \frac{15,32}{3,17} = 4,83 \text{ m/dt}$$

Sehingga didapat:

$$\sin \alpha = C/C_o \times \sin \alpha_o$$

$$= 0,334$$

$$\alpha = 19,53^\circ$$

5. Menghitung koefisien refraksi Kr:

$$Kr = \sqrt{\frac{\cos \alpha_o}{\cos \alpha}}$$

$$= \sqrt{\frac{\cos 20^\circ}{\cos 19,53^\circ}} = 0,9805$$

6. Menghitung koefisien shoaling Ks:

$$Ks = 0,4464 \sqrt{\frac{L_o}{d}}$$

$$= 0,4464 \sqrt{\frac{15,68}{5,5}} = 0,5801$$

7. Menghitung tinggi gelombang pada kedalaman 5,5 m:

$$H' = H_o \times Kr \times Ks \dots\dots\dots III-8$$

Untuk selanjutnya proses refraksi untuk masing-masing tinggi gelombang dari arah Timur dan Tenggara dapat dilihat pada Tabel III-6 dan Tabel III-7 di bawah ini:

Tabel III-6

Analisa Refraksi Dan Shoaling Gelombang Pada Arah Timur

Ho	T	Lo	Co	d/Lo	d/L	L	C	sin α	α	cos α	Kr	Ks	H'
0,07	1,34	2,80	2,09	1,963	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,39	3,17	15,68	4,95	0,351	0,359	15,32	4,83	0,334	19,53	0,942	0,9805	0,5800	0,22
0,65	4,09	26,10	6,38	0,211	0,234	23,50	5,75	0,308	17,94	0,951	0,9759	0,6588	0,42
0,98	5,03	39,47	7,85	0,139	0,174	31,61	6,28	0,274	15,90	0,962	0,9706	0,7306	0,69
1,30	5,79	52,30	9,03	0,105	0,145	37,93	6,55	0,248	14,36	0,969	0,9671	0,7839	0,99
1,55	6,32	62,31	9,86	0,088	0,130	42,31	6,69	0,232	13,43	0,973	0,9651	0,8190	1,23

Tabel III-7

Analisa Refraksi Dan Shoaling Gelombang Pada Arah Tenggara

Ho	T	Lo	Co	d/Lo	d/L	L	C	sin α	α	cos α	Kr	Ks	H'
0,07	1,34	2,80	2,09	1,963	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,39	3,17	15,68	4,95	0,351	0,359	15,32	4,83	0,413	24,42	0,911	0,9975	0,5800	0,23
0,85	4,86	36,85	7,58	0,149	0,183	30,05	6,18	0,345	20,18	0,939	0,9825	0,7182	0,60
1,85	6,91	74,49	10,78	0,074	0,118	46,61	6,75	0,265	15,35	0,964	0,9693	0,8564	1,54
3,15	9,01	126,64	14,06	0,043	0,087	63,22	7,02	0,211	12,19	0,977	0,9628	0,9779	2,97
4,40	10,65	176,94	16,61	0,031	0,073	75,34	7,07	0,180	10,38	0,984	0,9597	1,0631	4,49

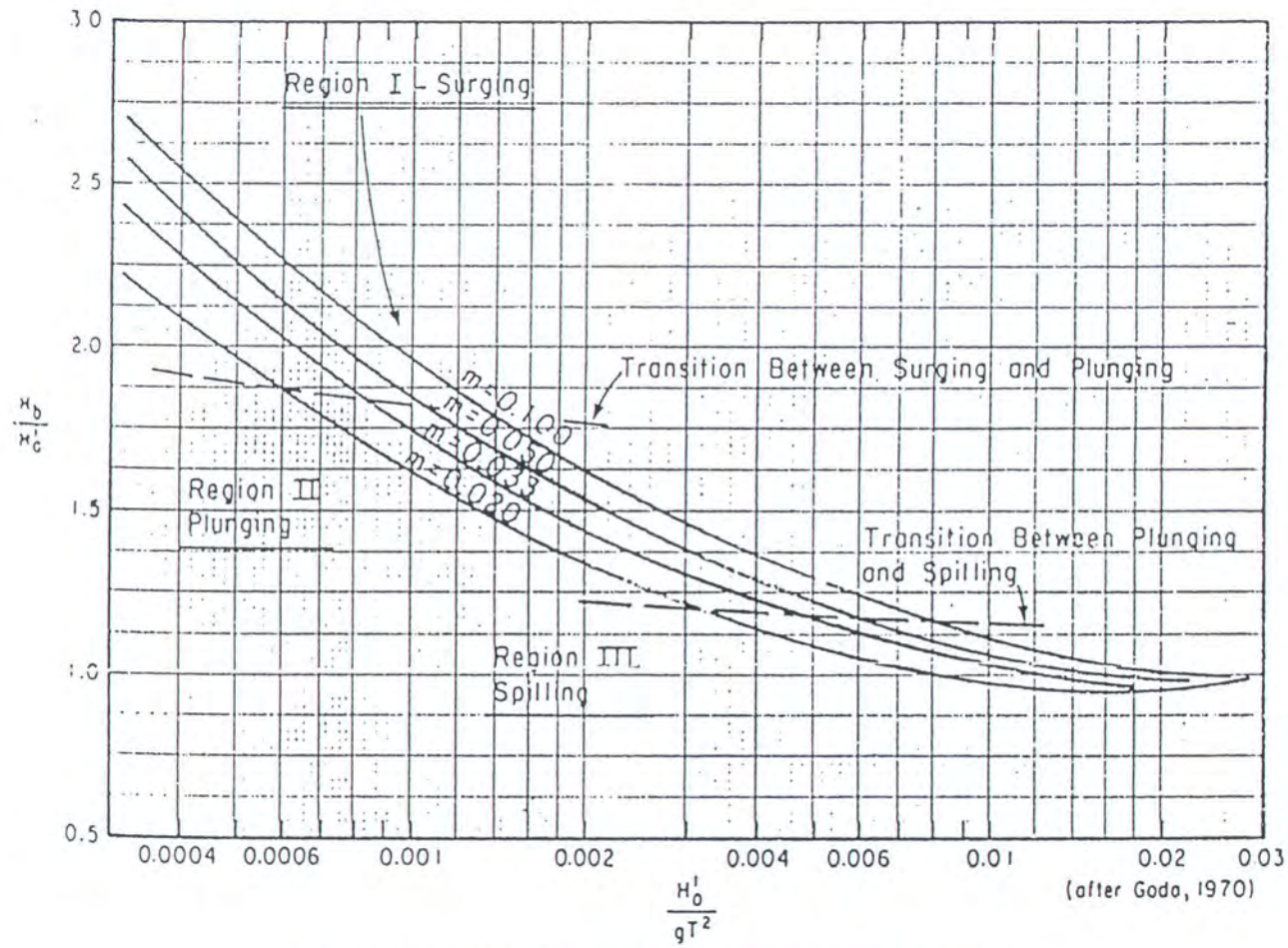
III.2.4.3 Analisa Gelombang Pecah

Jika gelombang menjalar dari tempat yang dalam menuju ke tempat yang makin lama makin dangkal, pada suatu lokasi tertentu gelombang tersebut akan pecah. Kondisi gelombang pecah tergantung pada kemiringan dasar pantai dan kecuraman gelombang.

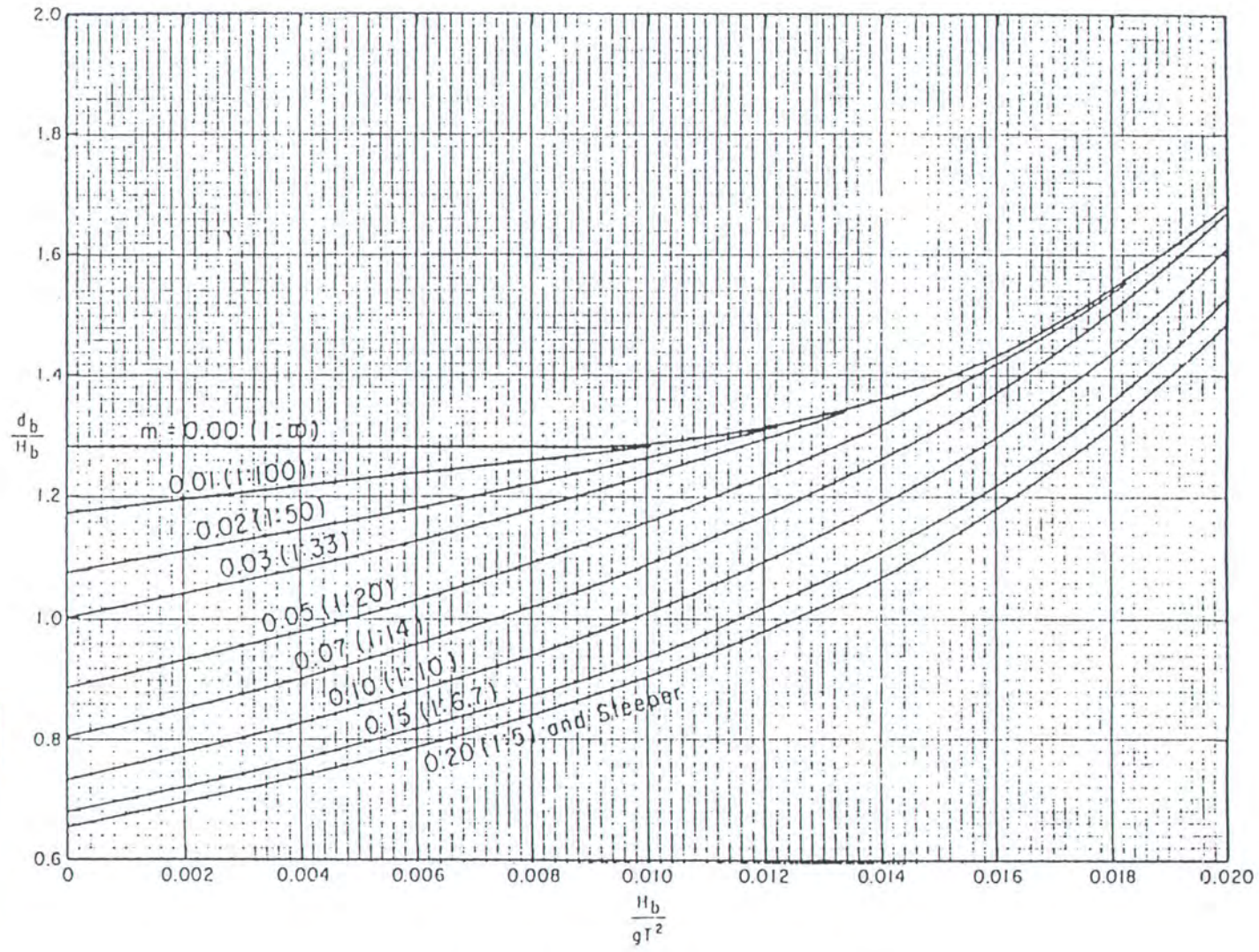
Penelitian yang dilakukan oleh Iversen, Galvin, dan Goda (SPM, 1984) menunjukkan bahwa H_b/H'_o dan d_b/H_b tergantung pada kemiringan dasar pantai dan kemiringan gelombang datang. H_b adalah tinggi gelombang pecah, H'_o adalah tinggi gelombang laut dalam yang tidak dipengaruhi oleh refraksi, dan d_b adalah kedalaman gelombang pada saat pecah. Gambar III-4, yang dibuat oleh Goda, memberikan hubungan antara H_b/H'_o dan H'_o/gT^2 untuk berbagai kemiringan dasar pantai. Sedangkan pada Gambar III-5, yang dibuat oleh Wiegell, memberikan hubungan antara d_b/H_b dan H'_o/gT^2 untuk berbagai kemiringan.

Analisa gelombang pecah ini diperlukan untuk mengetahui pada kedalaman mana dan karakteristik bagaimana gelombang pecah itu terjadi. Analisa gelombang pecah di pantai Teluk Penyau dilakukan hanya untuk arah gelombang yang paling dominan yaitu Tenggara. Untuk menganalisa gelombang pecah tersebut diperlukan data-data sebagai berikut:

- ◆ Kemiringan dasar laut (m) = 0,02
- ◆ Tinggi gelombang laut dalam (H_o) = 3,78 m
- ◆ Periode gelombang (T_o) = 9,83 detik
- ◆ Koefisien refraksi (K_r) = 0,733



Gambar III-5. Grafik Tinggi Gelombang Pecah (SPM, 1984)



Gambar III-6. Grafik Kedalaman Gelombang Pecah (SPM, 1984)

Langkah-langkah perhitungan breaking wave adalah sebagai berikut:

1. Menghitung tinggi gelombang laut dalam yang tidak dipengaruhi oleh refraksi:

$$H'_o = K_r \times H_o = 0,733 \times 3,78 = 2,77 \text{ m}$$

2. Menghitung nilai H'_o/gT^2 yaitu:

$$\frac{H'_o}{gT^2} = \frac{2,77}{9,8 \times 9,83^2} = 0,0029$$

3. Dari grafik Gambar II-3 untuk nilai $H'_o/gT^2 = 0,00236$ dan $m = 0,02$ diperoleh:

$$\frac{H_b}{H'_o} = 1,30 \rightarrow H_b = 1,30 \times 2,77 = 3,60$$

4. Menghitung kedalaman gelombang pecah:

$$\frac{H_b}{gT^2} = \frac{3,60}{9,8 \times 9,83^2} = 0,0038$$

Dari grafik Gambar II-4 diperoleh $d_b/H_b = 1,12$, maka:

$$d_b = 1,12 \times 3,60 = 4,03 \text{ m}$$

Dari hasil perhitungan di atas dapat diketahui bahwa tinggi gelombang pecah $H_b = 3,60$ m yang terjadi pada kedalaman $d_b = 4,03$ m atau dengan kata lain gelombang pecah akan terjadi kurang lebih $4,03/0,02 = 201,5$ m dari pantai.

III.3 Analisa Material Dasar

Analisa material dasar dilakukan untuk mengetahui proses transportasi material akibat aktivitas gelombang dan arus. Dari hasil penelitian (Hallermeier, 1980) menunjukkan adanya dua kriteria yang berbeda yang menyebabkan awal terjadinya gerakan material oleh suatu gelombang yang mengalir di atas suatu permukaan material dengan d_{50} antara 0,1 – 2.0 mm. Untuk gelombang yang tidak pecah, pengukuran kecepatan maximum pada dasar dapat dilakukan dengan

menggunakan teori gelombang small-amplitudo (Thornton dan Kraphol, 1974; Grace 1976) yang dirumuskan:

$$\frac{U_{\max(-d)}T}{H} = \frac{\pi}{\sinh\left(\frac{2\pi d}{L}\right)} \dots\dots\dots\text{III-9}$$

dimana:

$U_{\max(-d)}$ = kecepatan minimum akibat gelombang untuk
menggerakkan material.

T = periode gelombang.

H = tinggi gelombang.

d = kedalaman gelombang.

L = panjang gelombang.

Berdasarkan dari hasil penelitian tersebut maka proses transportasi material di pantai Teluk Penyau dapat di analisa dengan langkah-langkah sebagai berikut.

1. Data gelombang; $H_o = 3,78$ m, $T = 9,83$ dt, $d = 5,5$ m.
2. Menghitung panjang gelombang:

$$L_o = 1,56 T^2 = 1,56 \times 9,83^2 = 150,74 \text{ m}$$

3. Menghitung $\frac{d}{L_o} = \frac{5,5}{150,74} = 0,0364$

Dari tabel C-1 (SPM) didapat $\sinh\left(\frac{2\pi d}{L}\right) = 0,5147$

4. Menghitung $U_{\max(-d)}$:

$$\frac{U_{\max(-d)}T}{H} = \frac{\pi}{\sinh\left(\frac{2\pi d}{L}\right)}$$

$$\begin{aligned} U_{\max(-d)} &= (3,78 \times 3,14)/(9,83 \times 0,5147) \\ &= 2,35 \text{ m/det.} \end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas terlihat bahwa $U_{\max(-d)} = 2,35$ m/det lebih besar dari data arus pasang-surut yaitu sebesar 1,05 m/det. Hal ini menunjukkan bahwa gerakan sediment di pantai Teluk Penyau lebih dipengaruhi oleh gelombang.

III.4 Perhitungan Sediment Transport Di Pantai Teluk Penyau

Pantai Teluk Penyau merupakan teluk yang terbuka terhadap Samudra Hindia dan merupakan suatu pantai pasir yang lerengnya landai di bagian Selatan tetapi lebih curam di bagian Utara. Melihat dari kondisi ini maka rumus yang diberikan oleh SPM pada sub bab II.3 relevan dan dapat dipakai untuk perhitungan sediment transport di pantai Teluk Penyau karena:

1. Di pantai Teluk Penyau sediment transport yang terjadi merupakan longshore sediment transport yang diakibatkan oleh gelombang, sedangkan arus tidak berpengaruh sebagai penyebab sediment transport.
2. Material dasar di pantai Teluk Penyau adalah pasir.

Data yang diperlukan untuk menghitung sediment transport adalah data gelombang di pantai Teluk Penyau seperti yang telah disajikan pada Tabel II-5.

Langkah-langkah perhitungan sediment transport tersebut adalah sebagai berikut:

1. Data gelombang arah Tenggara; $H_o = 0,7$ m, $f = 0,0832$.
2. Menghitung nilai rata-rata untuk sektor sudut $F(\alpha_o)$ yaitu dengan rumus I-2 yang diberikan oleh SPM:

$$\begin{aligned}
 F(\alpha_o) &= [(\cos \alpha_o)^{1/4} \sin 2\alpha_o] \\
 &= \frac{1}{\Delta\alpha} \int_{\alpha_1}^{\alpha_2} (\cos \alpha)^{1/4} \sin 2\alpha d\alpha \\
 &= \pm \frac{8}{9(\Delta\alpha)} [(\cos \alpha_2)^{9/4} - \cos(\alpha_1)^{9/4}]
 \end{aligned}$$

$$\text{Dimana: } \alpha_1 = \alpha_0 + 22,5^\circ \text{ dan } \alpha_2 = \alpha_0 - 22,5^\circ$$

$$\Delta\alpha = \pi/4$$

$$\text{Untuk } \alpha_0 = 155^\circ = -25^\circ \text{ maka } \alpha_1 = -2,5^\circ \text{ dan } \alpha_2 = -47,5^\circ$$

$$\text{Sehingga diperoleh } F(\alpha_0) = -0,643$$

3. Menghitung besarnya sediment transport di pantai Teluk Penyau dengan rumus I-1:

$$Q(\alpha_0, H_0) = 2,03 \times 10^6 \times f \times H_0^{5/2} \times F(\alpha_0) \text{ m}^3/\text{th}$$

Hasil perhitungan sediment transport dari tiap-tiap arah tersebut dapat dilihat pada Tabel III-8 di bawah ini.

Tabel III-8
Perhitungan Sediment Transport Di Pantai Teluk Penyau

TIMUR (E) $\alpha_0 = 20^\circ$				TENGGARA (SE) $\alpha_0 = -25^\circ$			
H_0 (m)	f	$F(\alpha_0)$ (42,5 - 2,5)	$Q(\alpha_0, H_0)$	H_0 (m)	f	$F(\alpha_0)$ (2,5 - 47,5)	$Q(\alpha_0, H_0)$
0,07	0,0259	0,704	47,99	0,07	0,0832	-0,643	-140,79
0,39	0,0537	0,704	7289,61	0,39	0,1177	-0,643	-14593,01
0,65	0,0534	0,704	25995,21	0,85	0,1216	-0,643	-105727,48
0,98	0,0156	0,704	21196,22	1,85	0,0611	-0,643	-371259,47
1,30	0,0024	0,704	6609,04	3,15	0,0082	-0,643	-188493,88
1,55	0,0002	0,704	854,92	4,40	0,0005	-0,643	-26503,83
TOTAL			61993,00	TOTAL			-706718,47

Berdasarkan hasil perhitungan jumlah angkutan sedimen tersebut di atas maka disimpulkan bahwa jumlah sediment transport netto adalah:

$$\begin{aligned} Q_n &= 706.718,47 - 61.993,00 \\ &= 644.725,47 \text{ m}^3/\text{th} \text{ (arah Selatan)}. \end{aligned}$$

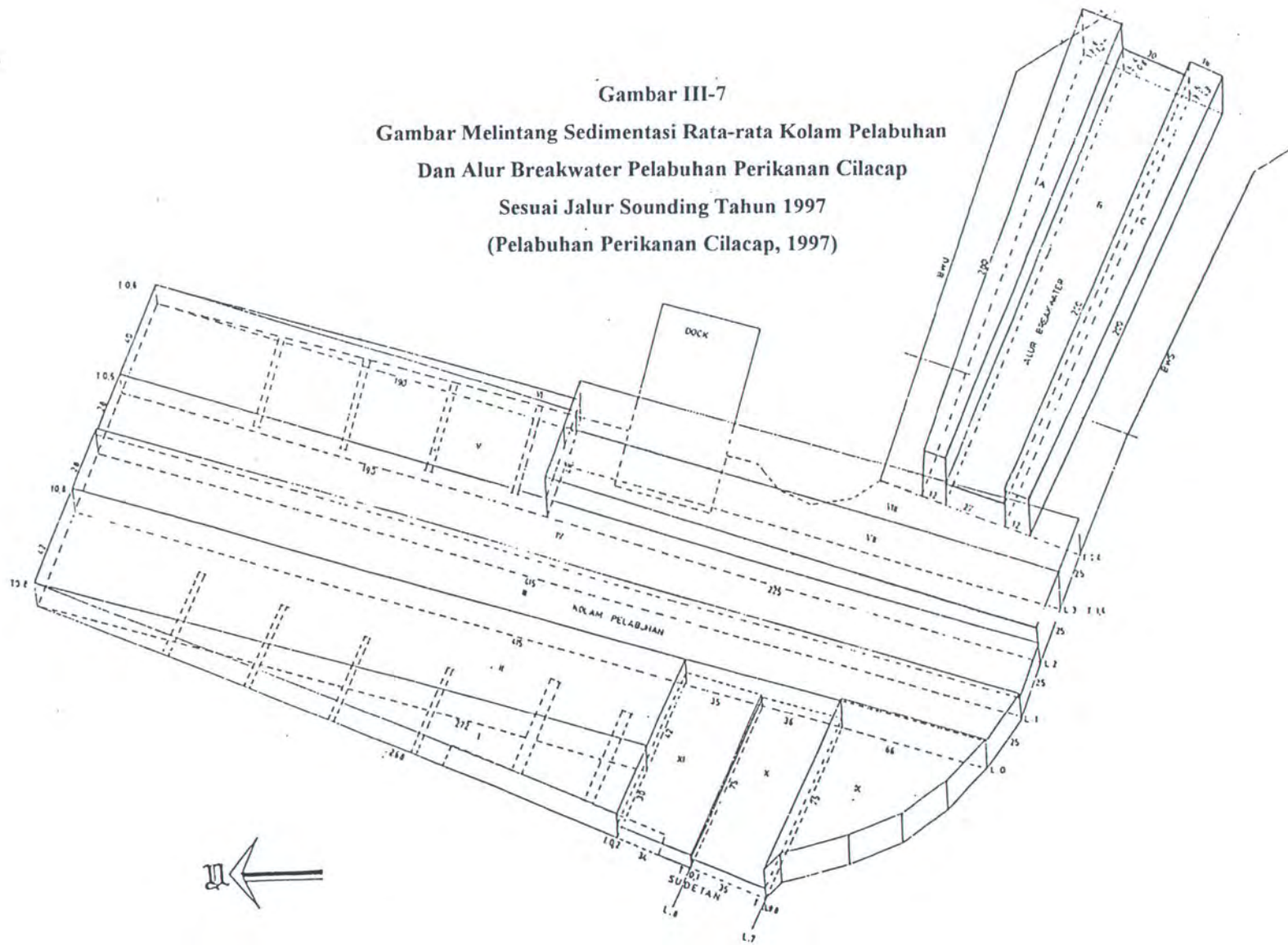
Asumsi dari hasil perhitungan ini adalah material sediment berasal dari laut saja tanpa memperhitungkan material sediment dari Kali Yasa.

III.5 Sediment Transport Berdasarkan Data Sounding

Dalam pengoperasiannya sejak diresmikan tahun 1994, Pelabuhan Perikanan Cilacap telah mengalami pengerukan sebanyak dua kali. Pengerukan pertama dilakukan pada tahun 1995 dan pengerukan kedua dilakukan pada tahun 1997 dengan total volume pengerukan $48.121.394 \text{ m}^3$ (Lampiran B). Kalkulasi total volume sedimentasi dari hasil sounding tahun 1995 adalah $52.738,18 \text{ m}^3$ dimana volume sedimentasi di kolam pelabuhan adalah $39.351,18 \text{ m}^3$ dan di alur breakwater adalah 13.385 m^3 . Sedangkan hasil sounding tahun 1997 diperoleh kalkulasi total volume sedimentasi adalah $65.056,55 \text{ m}^3$ dimana volume sedimentasi di kolam pelabuhan adalah $53.394,55 \text{ m}^3$ dan di alur breakwater adalah 11.662 m^3 . Sedimentasi yang terjadi sejak diresmikannya pada tahun 1994 hingga dilakukan pengerukan pertama pada tahun 1995 mungkin tidak terlalu diperhitungkan karena proses sedimentasi tersebut bisa saja terjadi pada saat dilaksanakannya proyek pembangunan pelabuhan. Namun berdasarkan hasil sounding tahun 1997 menunjukkan bahwa pertumbuhan sedimentasi di Pelabuhan Perikanan Cilacap tergolong cepat.

Sounding yang dilakukan pada alur breakwater dibagi dalam tiga jalur. Jalur A berada pada sisi up drift breakwater, jalur B di tengah, dan jalur C berada pada sisi down drift breakwater. Panjang tiap jalur adalah 200 m dengan lebar masing-masing jalur adalah; jalur A 13 m, jalur B 28,5 m, dan jalur C 14 m. Gambar melintang sedimentasi rata-rata kolam pelabuhan dan alur breakwater sesuai jalur sounding untuk tahun 1997 dapat dilihat pada Gambar III-6. Sedangkan hasil dari dua kali sounding pada alur breakwater tersebut lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel III-9 dan Tabel III-10.

Gambar III-7
Gambar Melintang Sedimentasi Rata-rata Kolam Pelabuhan
Dan Alur Breakwater Pelabuhan Perikanan Cilacap
Sesuai Jalur Sounding Tahun 1997
(Pelabuhan Perikanan Cilacap, 1997)



Tabel III-9
Kalkulasi Perhitungan Volume Sedimentasi Alur Breakwater
Tahun 1995

LINTASAN AREAL	PANJANG (m)	LEBAR (m)	TINGGI (m)	VOLUME (m ³)
A	200	13	1,11	2.889
B	200	28,5	1,11	6.327
C	200	14	1,49	4.172
TOTAL				13.385

Tabel III-10
Kalkulasi Perhitungan Volume Sedimentasi Alur Breakwater
Tahun 1997

LINTASAN AREAL	PANJANG (m)	LEBAR (m)	TINGGI (m)	VOLUME (m ³)
A	200	13	1,77	4.602
B	200	28,5	0,6	3.420
C	200	14	1,3	3.640
TOTAL				11.662

Dari data hasil sounding terakhir pada tahun 1997 diperoleh total sedimentasi di dalam pelabuhan adalah 65.056,55 m³. Sounding terakhir ini dilakukan setelah dua tahun sebelumnya (tahun 1995) dilakukan pengerukan untuk mendapatkan kedalaman yang disyaratkan yaitu -3,00 m. Hal ini menunjukkan bahwa sediment transport pertahunnya berdasarkan data tersebut adalah ± 32.528,28 m³/th. Dan total sedimentasi di dalam pelabuhan meliputi 53.394,55 m³ di kolam pelabuhan dan 11.662 m³ atau 5.831 m³/th di jalur pelayaran dengan kecepatan sedimentasi 0,6 m/th. Jadi persentase sedimentasi yang terjadi pada jalur pelayaran pelabuhan adalah:

$$S = \frac{11.662}{65.056,55} \times 100\%$$

$$= 17,93 \%$$

Sedangkan luas jalur pelayaran pelabuhan yang mengalami sedimentasi (berdasarkan data dari Tabel III-9) adalah:

$$\begin{aligned}L_{DS} &= 200 \times (13 + 28.5 + 14) \\ &= 11.100 \text{ m}^2\end{aligned}$$

III.6 Perhitungan Sediment Transport Yang Masuk Pelabuhan

III.6.1 Perubahan Tinggi Gelombang Akibat Difraksi Up Drift Breakwater

Apabila gelombang datang terhalang oleh suatu penghalang impermeable seperti breakwater, pulau atau tanjung, maka gelombang tersebut akan berputar terhadap ujung penghalang dan bergerak ke daerah yang terlindungi oleh penghalang tersebut. Fenomena semacam ini disebut difraksi gelombang (Pratikto dkk., 1997).

Secara teoritis, wilayah perairan yang berada di belakang penghalang gelombang akan menjadi daerah transisi dari wilayah arus gelombang ke wilayah tenang. Daerah transisi ini akan memperlihatkan suatu peninggian gelombang yang berangsur mereda dengan menjauhnya jarak gelombang di belakang penghalang gelombang.

Untuk mencari perubahan tinggi gelombang akibat adanya up drift breakwater di pelabuhan perikanan Cilacap dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Menentukan tinggi gelombang, sudut datang gelombang, kedalaman gelombang dan panjang gelombang untuk gelombang yang paling dominan yaitu Tenggara.

Data gelombang tersebut adalah:

- ◆ Tinggi gelombang (H_o) = 3,55 m.
- ◆ Periode gelombang (T) = 10,6 detik
- ◆ Sudut datang gelombang (θ) = 135° terhadap arah Utara.
= 44° wave angle terhadap breakwater.
- ◆ Kedalaman gelombang (d) = 5,5 m.

Dari data di atas dapat dihitung panjang gelombang yaitu:

$$\begin{aligned} L_o &= 1,56 T^2 \\ &= 2,56 \times 10,6^2 \\ &= 175 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\frac{d}{L_o} = \frac{5,5}{175} = 0,031 \text{ dari tabel C-1 (SPM) didapat } \frac{d}{L} = 0,073$$

$$\text{untuk } d = 5,5 \text{ m maka panjang gelombang } (L) = \frac{5,5}{0,073} = 75 \text{ m}$$

2. Pembacaan pada diagram Difraksi diambil posisi titik pada jarak $R = 450$ m dari ujung up drift breakwater dan pada sudut 30° terhadap puncak gelombang seperti terlihat pada Gambar II-7. Posisi titik ini diambil karena berada jauh di dalam pelabuhan mendekati sudetan dengan Kali Yasa. Sehingga didapat koefisien difraksi akibat adanya up drift breakwater adalah $K' = 0,27$.
3. Mencari tinggi gelombang setelah mengalami defraksi yang dihitung berdasarkan rumus:

$$H' = H_o \times K' \quad \text{m} \dots\dots\dots \text{III-10}$$

dengan:

H' = tinggi gelombang setelah mengalami proses defraksi.

H_o = tinggi gelombang laut dalam.

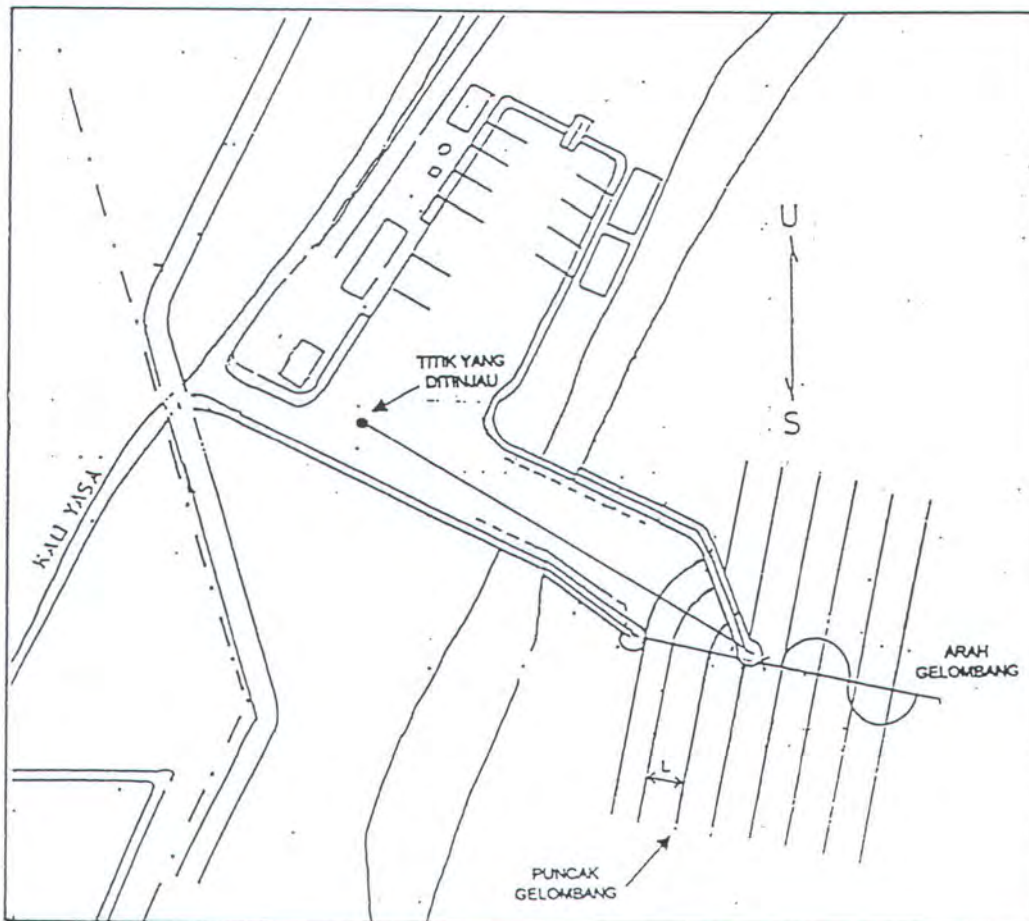
K' = koefisien defraksi.

Dari langkah-langkah perhitungan di atas diperoleh data gelombang setelah mengalami proses difraksi seperti yang terdapat pada Tabel III-11

Tabel III-11

Data Gelombang Setelah Mengalami Proses Difraksi $K' = 0,27$

H_0 (m)	H' (m)	T_s (sec)	arah gelombang ($^\circ$)	Frekwensi
0,07	0,02	1,34	135	0,0832
0,39	0,11	3,17	135	0,1177
0,85	0,23	4,86	135	0,1216
1,85	0,50	6,91	135 <td 0,0611	
3,15	0,85	9,01	135	0,0082
4,40	1,19	10,65	135	0,0005



Gambar III-8. Difraksi Gelombang Oleh Up Drift Breakwater Di Pelabuhan Perikanan Cilacap

III.6.2 Sediment Transport Berdasarkan Perubahan Tinggi Gelombang

Sediment transport yang memasuki pelabuhan dihitung berdasarkan perubahan tinggi gelombang akibat proses difraksi gelombang. Pada perhitungan ini pengaruh difraksi gelombang yang ditinjau hanya berdasarkan arah gelombang paling dominan yaitu Tenggara akibat dari up drift breakwater. Untuk perhitungan sediment transport ini dipakai perumusan CERC Formula yang dikembangkan oleh US Army Coastal Engineering Research Center, yaitu rumus I-1 dan rumus I-2:

$$Q(\alpha_o, H') = 2,03 \times 10^6 \times f \times H'^{5/2} \times F(\alpha_o) \text{ m}^3/\text{th}$$

$$F(\alpha_o) = [(\cos \alpha_o)^{1/4} \sin 2\alpha_o]$$

dengan:

$$F(\alpha_o) = \text{nilai rata-rata untuk sektor sudut.}$$

$$= \alpha_o + 22,5^\circ \text{ dan } \alpha_o - 22,5^\circ$$

$$\alpha_o = \text{sudut antara arah gelombang datang dengan garis normal terhadap pantai}$$

$$f = \text{percent direction.}$$

$$H' = \text{tinggi gelombang setelah mengalami proses difraksi.}$$

Langkah-langkah perhitungan:

1. Menghitung koefisien difraksi akibat up drift breakwater.
2. Menghitung perubahan tinggi gelombang di dalam pelabuhan akibat dari proses difraksi.
3. Menghitung besarnya sediment transport akibat adanya proses difraksi oleh up drift breakwater.

Perhitungan langkah 1 dan 2 telah dihitung pada sub bab III.6.1 di atas. Hasil perhitungan sediment transport dapat dilihat pada Tabel III-12 di bawah ini:

Tabel III-12
Perhitungan Sediment Transport Arah Tenggara
Akibat Difraksi Up Drift Breakwater Dengan $K_d = 0,27$

H_o (m)	H_o' (m)	f	$F(\alpha_o)$ (2,5 - 47,5)	$Q(\alpha_o, H')$
0,07	0,02	0,0832	0,643	5,33
0,39	0,11	0,1177	0,643	552,78
0,85	0,23	0,1216	0,643	4004,95
1,85	0,50	0,0611	0,643	14063,29
3,15	0,85	0,0082	0,643	7140,14
4,40	1,19	0,0005	0,643	1003,96
TOTAL				26770,46

Dari hasil langkah-langkah perhitungan didapat besarnya sediment transport adalah 26.770,46 m³/th. Besarnya sediment transport ini merupakan hasil longshore sediment transport dari pantai Teluk Penyu yang masuk ke pelabuhan perikanan.

III.6.3 Kecepatan Sedimentasi Pada Jalur Pelayaran

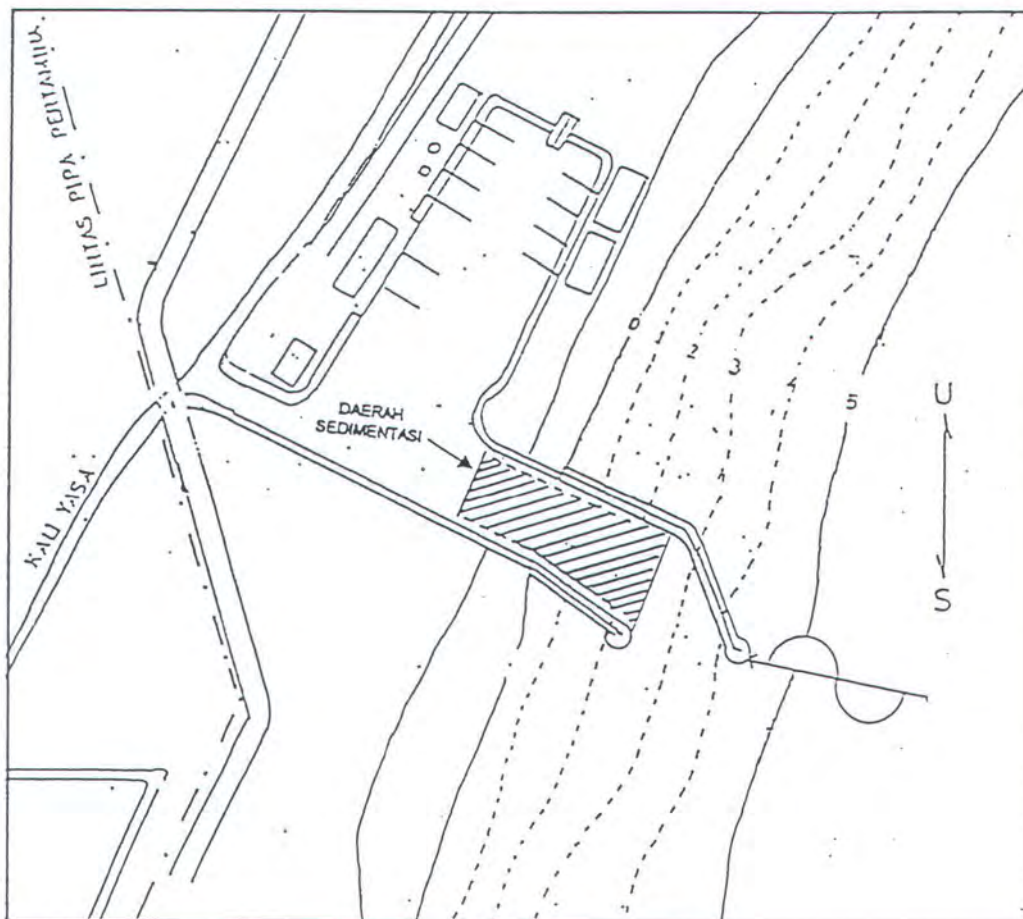
Dari perhitungan sediment transport yang memasuki pelabuhan yaitu sebesar 26.770,46 m³/th dan persentase sedimentasi pada jalur pelayaran sebesar 17,93 %, maka jumlah sedimen transport yang berada pada jalur pelayaran adalah:

$$\begin{aligned}
 Q &= 26.770,46 \times 17,93 \% \\
 &= 4.799,94 \text{ m}^3/\text{th}
 \end{aligned}$$

Untuk jumlah sediment transport sebesar 4.799,94 m³/th, maka didapat kecepatan atau pertumbuhan sedimentasi pada jalur pelayaran sebesar:

$$V_s = \frac{Q}{L_{DS}} = \frac{4.799,94}{11.100}$$
$$= 0,43 \text{ m/th}$$

Daerah terjadinya sedimentasi tersebut dapat dilihat pada Gambar III-8 di bawah ini:



Gambar III-9. Daerah Sedimentasi Pada Jalur Pelayaran Pelabuhan Perikanan Cilacap

III.7 Stabilitas Jalur Pelayaran

Dengan adanya sudetan yang menghubungkan Pelabuhan Perikanan Cilacap dengan Kali Yasa maka menjadikan jalur pelayaran pelabuhan tersebut sekaligus sebagai muara sungai. Untuk mengetahui stabilitas jalur pelayaran tersebut maka akan ditinjau berdasarkan rasio antara volume gerakan air dan angkutan sedimen di pantai yang menggunakan rumus I-3 sebagai berikut (Bruun, 1978):

$$N = \Omega / M_{tot}$$

dengan:

N = Nilai stabilitas jalur pelayaran

Ω = volume gerakan air ("*Tidal Prism*").

M_{tot} = angkutan sedimen sejajar pantai.

Penilaian stabilitas berdasarkan rumus tersebut adalah bila:

- $\sim \Omega / M_{tot} > 150$ stabilitas bagus
- $\sim 100 < \Omega / M_{tot} < 150$ stabilitas sedang/bagus
- $\sim 50 < \Omega / M_{tot} < 100$ stabilitas jelek/sedang
- $\sim \Omega / M_{tot} < 50$ stabilitas jelek

"Tidal prism" yang terjadi pada jalur pelayaran di Pelabuhan Perikanan Cilacap dapat ditentukan berdasarkan rumus I-4 yang diberikan oleh Jarrett (Bruun, 1978) adalah:

$$\Omega = (5,75 \times 10^{-5})^{-1/0,95} A_c^{1/0,95} \text{ ft}^3$$

dengan:



$$\begin{aligned}A_c &= \text{luas penampang melintang jalur pelayaran (ft}^2\text{)} \\ &= 60 \times 3,00 \times 3,3^2 \\ &= 1960,2 \text{ ft}^2\end{aligned}$$

maka:

$$\begin{aligned}\Omega &= (5,74 \times 10^{-5})^{-1/0,95} \times (1960,2)^{1/0,95} \\ &= 85.090.803 \text{ ft}^3 \\ &= 2.411.355 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Sediment transport per tahun di Teluk Penyu adalah 644.725,47 m³. Karena adanya breakwater menyebabkan jumlah sediment transport per tahun yang memasuki pelabuhan hanya sebesar 26.770,46 m³. Dengan demikian besar M_{tot} yang dipakai dalam perhitungan adalah jumlah sediment transport per tahun yang memasuki pelabuhan sehingga diperoleh nilai stabilitas jalur pelayaran Pelabuhan Perikanan Cilacap adalah:

$$\begin{aligned}\Omega/M_{tot} &= 2.411.355/26.770,46 \\ &= \pm 90 < 150\end{aligned}$$

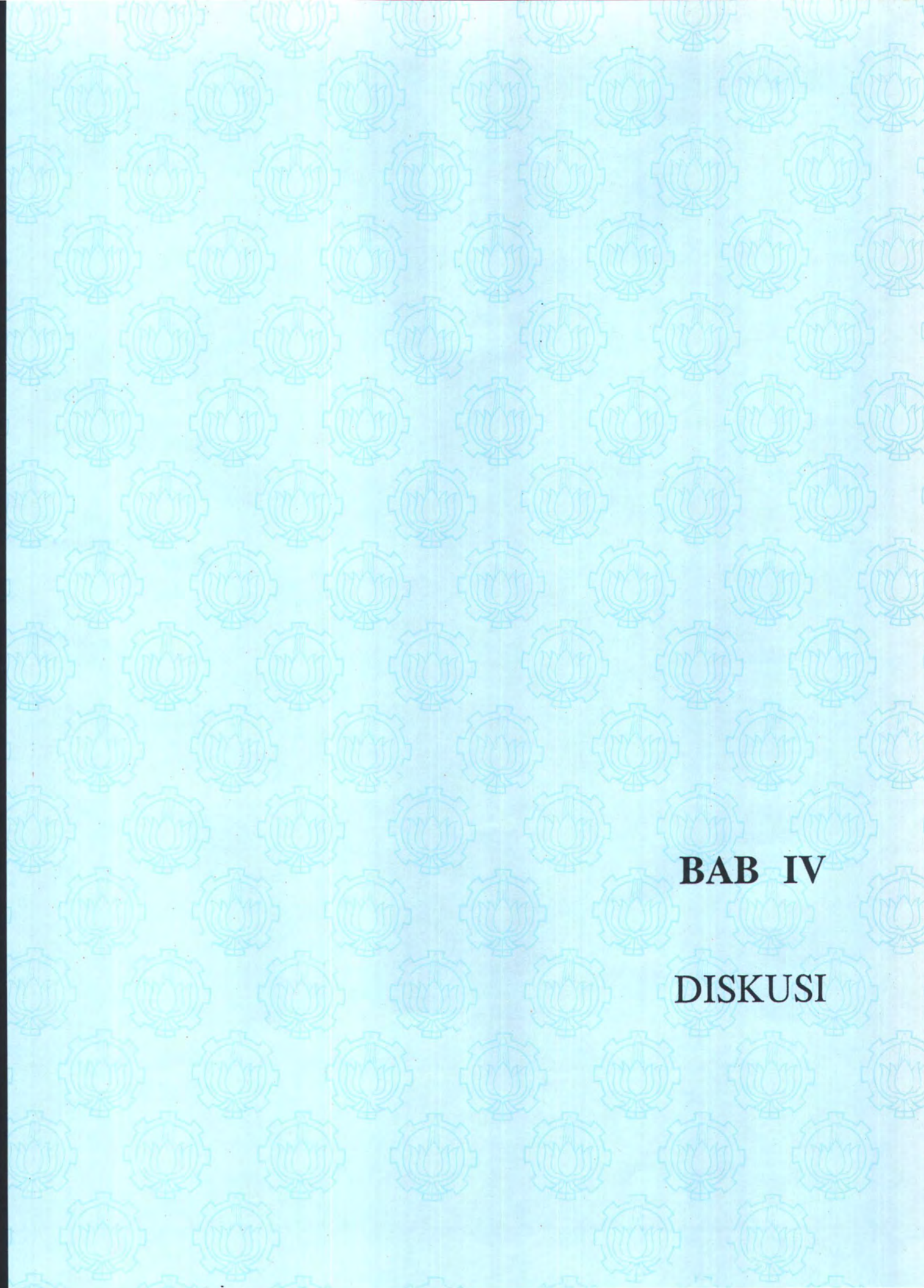
Dengan didapatkannya nilai $\Omega/M_{tot} = 90 < 150$ maka stabilitas jalur pelayaran Pelabuhan Perikanan Cilacap termasuk kategori jelek. Artinya jalur pelayaran pelabuhan tersebut rawan terhadap terjadinya pendangkalan.

III.8 Rekapitulasi Hasil

Hasil dari analisa perhitungan sedimentasi diatas dapat dilihat pada Tabel III-13 di bawah ini. Tabel tersebut memuat seluruh jumlah/besar sedimentasi yang terjadi di Pelabuhan Perikanan Cilacap berdasarkan data sounding dan hasil perhitungan serta selisih dari keduanya.

Tabel III-13
Rekapitulasi Hasil Perhitungan

Analisa Perhitungan	Jumlah
Longshore sediment transport (ke arah Selatan)	644.725,47 m ³ /th
Sediment transport berdasarkan data sounding 1997:	
~ Sediment transport per tahun yang masuk pelabuhan	32.528,28 m ³ /th
~ Sediment transport per tahun di jalur pelayaran	5.832 m ³ /th
~ Kecepatan sedimentasi di jalur pelayaran	0,6 m/th
Sediment transport berdasarkan perubahan tinggi gelombang:	
~ Sediment transport per tahun yang masuk pelabuhan	26.770,46 m ³ /th
~ Sediment transport per tahun di jalur pelayaran	4.799,94 m ³ /th
~ Kecepatan sedimentasi di jalur pelayaran	0,43 m/th
Selisih hasil sediment transport antara data sounding dan perhitungan:	
~ Sediment transport per tahun yang memasuki pelabuhan	5.757,82 m ³ /th
~ Sediment transport per tahun di jalur pelayaran	1.032 m ³ /th
~ Kecepatan sedimentasi di jalur pelayaran	0,17 m/th



BAB IV

DISKUSI

BAB IV

DISKUSI

IV.1 Pendangkalan Jalur Pelayaran

Dari analisa perhitungan pada Bab III telah diperoleh data-data yang berhubungan dengan sedimentasi pada jalur pelayaran Pelabuhan Perikanan Cilacap yaitu berupa; longshore sediment transport di pantai Teluk Peny, sediment transport yang memasuki pelabuhan, kecepatan sedimentasi pada jalur pelayaran, dan stabilitas pada jalur pelayaran. Selain data dari analisa perhitungan, juga disajikan data yang berasal dari hasil sounding sedimentasi yang dilakukan oleh pihak pelabuhan.

Perbandingan sediment transport yang memasuki pelabuhan berdasarkan hasil perhitungan yaitu sebesar 26.770,46 m³/th dengan data hasil sounding yaitu sebesar 32.528,28 m³/th menunjukkan perbedaan yang tidak terlalu jauh yaitu sebesar 5.757,82 m³/th. Dari perbandingan ini maka hasil perhitungan sediment transport yang memasuki pelabuhan sebesar 26.770,46 m³/th dapat dipertanggungjawabkan. Jumlah tersebut tersebar kedalam pelabuhan dengan persentase yang terdapat di jalur pelayaran sebesar 17,93 % atau sebesar 4.799,94 m³/th dengan kecepatan sedimentasi 0,43 m/th. Jumlah sediment transport pada jalur pelayaran inipun tidak berbeda jauh dengan data hasil sounding tahun 1997 yaitu sebesar 5.832 m³/th dengan kecepatan rata-rata 0.6 m/th.

Hasil perhitungan longshore sediment transport di Pantai Teluk Peny adalah sebesar 644.725,47 m³/th dengan arah Selatan yang diakibatkan oleh gelombang. Hasil tersebut bila dibandingkan dengan hasil perhitungan oleh konsultan BCEOM

(1993) pada saat melakukan pekerjaan perbaikan muara sungai Tipar yang juga bermuara di Teluk penyu menunjukkan perbedaan yang sangat jauh. Perhitungan oleh BCEOM tersebut didasarkan pada hasil pengukuran gelombang tahun 1992/1993 oleh PUSLITBANG AIR yaitu dengan jumlah sediment transport sebesar $80.000 \text{ m}^3/\text{th}$ arah ke Timur (Yuwono, 1997_a). Namun perhitungan sediment transport oleh BCEOM tersebut keandalannya masih dapat di pertanyakan karena hanya didasarkan pada data satu tahun.

Perbedaan jumlah sediment transport di pantai Teluk Penyus dengan jumlah sediment transport yang memasuki pelabuhan menunjukkan selisih yang sangat besar yaitu $617.955 \text{ m}^3/\text{th}$. Hal ini menandakan bahwa longshore sediment transport di pantai Teluk Penyus tidak seluruhnya masuk ke pelabuhan. Selain itu juga menunjukkan bahwa up drift breakwater cukup mampu menahan longshore sediment transport di pantai Teluk Penyus. Panjang up drift breakwater yaitu $248,565 \text{ m}$ sudah cukup berada di luar daerah breaker zone yang terletak $201,5 \text{ m}$ dari pantai. Hal ini sudah memenuhi syarat untuk suatu pelabuhan yang berada pada laut yang memiliki gelombang yang besar dan gerbang pelabuhan tersebut juga sekaligus sebagai muara sungai seperti Pelabuhan Perikanan Cilacap (Yuwono, 1997_a). Namun melihat pertumbuhan sedimentasi pada jalur pelayaran yang mencapai $0,43 \text{ m}/\text{th}$ menunjukkan bahwa proses sedimentasi pada daerah tersebut tergolong cepat. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh:

1. Rendahnya stabilitas jalur pelayaran.

Dengan adanya sudetan dengan Kali Yasa maka menjadikan jalur pelayaran Pelabuhan Perikanan Cilacap sebagai muara sungai. Muara tersebut memiliki debit air dan luas penampang melintang jalur pelayaran yang kecil. Hal ini akan menghambat berlangsungnya perawatan muara secara alami (self maintenance) oleh

sungai (Kali Yasa). Pada kondisi ini (terutama pada musim kering), apabila muara tersebut berada pada suatu pantai yang mempunyai angkutan sedimen cukup besar maka muara tersebut akan mengalami permasalahan pendangkalan (Yuwono, 1997_b). Ketika sediment transport memasuki pelabuhan, arus laut tersebut akan bertemu dengan arus yang berasal dari sungai (Kali Yasa) yang arahnya saling berlawanan. Karena arus laut yang lebih besar daripada arus yang berasal dari sungai, maka arus laut tersebut dapat masuk jauh pada jalur pelayaran. Akibat pertemuan dua arus ini maka akan terjadi perlambatan terhadap arus laut yang lebih besar dan mengakibatkan terjadinya pusaran air. Pada saat terjadi perlambatan arus dan pusaran air ini maka sediment terangkut yang terbawa akan mengendap (Vollmers, 1976). Proses ini terjadi di sepanjang jalur pelayaran sampai dengan sudetan yang menghubungkan dengan Kali Yasa.

2. Kurangnya up drift breakwater menahan gelombang yang memasuki pelabuhan.

Up drift breakwater adalah pemecah gelombang yang dibangun pada sisi datangnya gelombang dan longshore sediment transport. Pada Pelabuhan Perikanan Cilacap up drift breakwater terletak di sebelah Utara/sisi kiri (lihat Gambar III-1). Up drift breakwater ini berfungsi untuk menahan gelombang yang datang dan untuk menahan sekaligus sebagai ruang pengendapan sediment transport. Pengaturan tata letak pemecah gelombang pada prinsipnya dibuat sedemikian rupa sehingga mulut pelabuhan tidak menghadap ke arah gelombang dan dapat mengurangi tinggi gelombang yang memasuki pelabuhan. Dalam perjalanannya masuk ke pelabuhan, tinggi gelombang akan berkurang secara berangsur-angsur karena adanya proses difraksi oleh pemecah gelombang (Triatmodjo, 1996). Dalam kasus yang terjadi di Pelabuhan Perikanan Cilacap, tata letak pemecah gelombang yang ada - terutama up drif breakwater - masih kurang

mampu mengurangi tinggi gelombang yang memasuki pelabuhan. Hal ini menyebabkan gelombang, yang merupakan penyebab terjadinya sediment transport, yang masuk ke pelabuhan masih cukup tinggi.

IV.2 Alternatif Solusi

Melihat kondisi Pelabuhan Perikanan Cilacap seperti yang telah diuraikan diatas maka ada tiga alternatif solusi untuk mengatasi masalah pendangkalan yang terjadi pada jalur pelayaran yaitu:

1. Penstabilan debit air dari Kali Yasa pada besaran tertentu sepanjang tahun.

Penstabilan debit air ini ini dimaksudkan untuk mendapatkan terjadinya mekanisme perawatan muara secara alami (self maintenance), sehingga pendangkalan pada jalur pelayaran tidak sempat terjadi. Self maintenance yang dimaksud adalah (Bruun, 1978):

- Pada saat debit sungai kecil, luas tampang muara sungai (jalur pelayaran pelabuhan) akan diatur oleh gerakan pasang-surut. Sehingga pada kondisi ini muara sungai tetap akan terbuka terhadap laut, meskipun dengan ukuran alur yang lebih kecil.
- Pada saat awal musim hujan debit sungai akan bertambah besar secara bertahap, sehingga mampu mengangkut sedimen yang ada di muara sungai (jalur pelayaran) secara bertahap pula.

Untuk mendapatkan kondisi ini maka lebar sudetan pada Kali Yasa harus dimodifikasi sampai pada lebar yang memenuhi syarat.

2. Membangun groin di sepanjang pantai di sebelah kiri up drift breakwater.

Maksud pembangunan groin ini adalah untuk memperluas ruang pengendapan terhadap transport sedimen sejajar pantai. Dengan demikian transport sedimen sejajar pantai yang sangat besar akan lebih banyak diendapkan di daerah tersebut. Groin (Pratikto dkk, 1997) merupakan bangunan pelindung pantai yang dimaksudkan untuk menahan/menangkap angkutan pasir atau untuk mengurangi angkutan pasir. Selain itu pembangunan groin ini juga akan melindungi pantai dari proses erosi akibat arus sejajar pantai sehingga akan mengurangi jumlah material transport sedimen.

3. Mendesain ulang up drift breakwater.

Maksud dari mendesain ulang up drift breakwater adalah untuk memperoleh besar koefisien defraksi yang kecil. Dengan cara ini maka tinggi gelombang yang masuk ke pelabuhan akibat pengaruh difraksi dapat di perkecil. Efek dari berkurangnya tinggi gelombang yang masuk ke pelabuhan akan memperkecil pula jumlah sediment transport yang masuk ke pelabuhan. Dengan demikian kemungkinan terjadinya pendangkalan pada jalur pelayaran dapat dikurangi.

Dari ketiga alternatif solusi di atas dan didasarkan pada kondisi lingkungan yang ada di pantai Teluk Penyu dan di Pelabuhan Perikanan Cilacap, alternatif ketiga dianggap yang paling mungkin untuk dilakukan. Pertimbangan dari dipilihnya alternatif ketiga ini adalah:

1. Alternatif pertama tidak dapat dilakukan karena pada saat musim kemarau debit air Kali Yasa pada saat itu sangat kecil, sedangkan di sekitar lokasi ini tidak terdapat sumber air yang memadai untuk tetap menjaga kestabilan debit air.

2. Alternatif kedua dinilai tidak begitu banyak berpengaruh terhadap berkurangnya sediment transport yang masuk ke pelabuhan. Karena berdasarkan analisa yang telah diuraikan di atas, masuknya sediment transport ke dalam pelabuhan lebih disebabkan karena pengaruh defraksi gelombang akibat up drift breakwater bukan disebabkan oleh besarnya longshore sediment transport yang ada.



BAB V

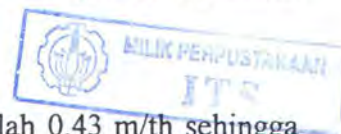
PENUTUP

BAB V

PENUTUP

V.1 Kesimpulan

1. Sediment transport di sepanjang pantai Teluk Penyu sebesar $644.725,47 \text{ m}^3/\text{th}$ yang arahnya menuju Selatan yang diakibatkan oleh gelombang paling dominan dari arah Tenggara.
2. Sediment transport hasil sounding pada jalur pelayaran Pelabuhan Perikanan Cilacap adalah sebesar $32.528,28 \text{ m}^3/\text{th}$ dan hasil perhitungan sediment transport akibat perubahan tinggi gelombang di dalam Pelabuhan Perikanan Cilacap adalah sebesar $26.770,46 \text{ m}^3/\text{th}$ yang menunjukkan selisih yang tidak jauh berbeda yaitu sebesar $5.757,82 \text{ m}^3/\text{th}$, sehingga dapat diketahui sumber sediment yang masuk ke pelabuhan berasal dari pantai Teluk Penyu.
3. Dari perbandingan sediment transport di pantai Teluk Penyu sebesar $644.725,47 \text{ m}^3/\text{th}$ dengan sediment transport yang masuk ke Pelabuhan Perikanan Cilacap sebesar $26.770,46 \text{ m}^3/\text{th}$, dapat diketahui bahwa sediment transport di sepanjang pantai Teluk Penyu yang masuk ke dalam pelabuhan hanyalah 4,15% dan ini menunjukkan bahwa breakwater cukup mampu menahan longshore sediment transport.
4. Kecepatan sedimentasi berdasarkan hasil perhitungan adalah $0,43 \text{ m}/\text{th}$ sehingga dapat dikatakan bahwa sedimentasi yang terjadi di jalur palayaran Pelabuhan Perikanan Cilacap tergolong cepat.

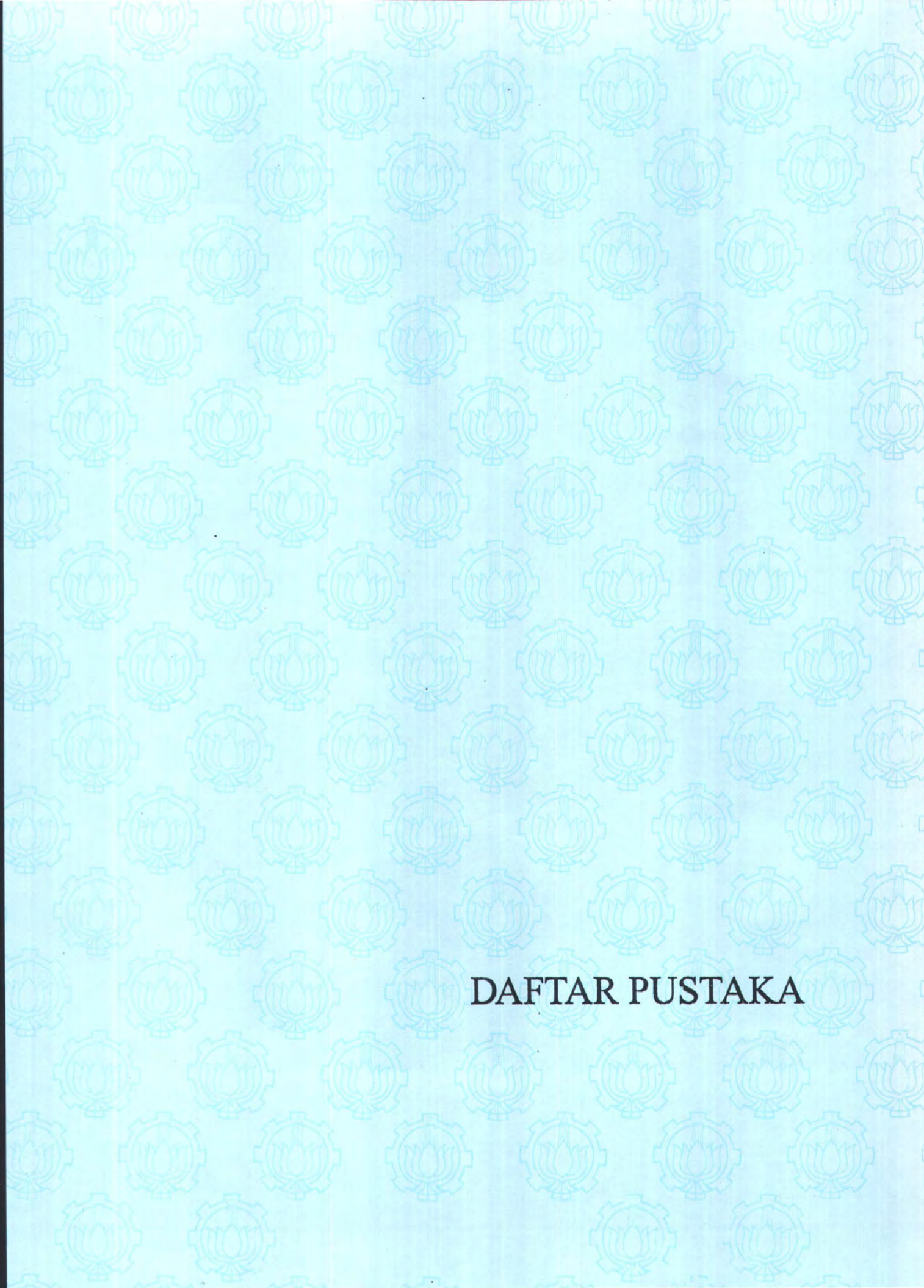


5. Pendangkalan yang terjadi pada jalur pelayaran Pelabuhan Perikanan Cilacap lebih diakibatkan karena stabilitas jalur pelayaran Pelabuhan Perikanan Cilacap, yang sekaligus sebagai muara sungai Kali Yasa, sangat rendah sehingga self maintenance oleh Kali Yasa tidak dapat berlangsung dengan baik.
6. Alternatif solusi yang bisa dilakukan untuk menanggulangi/mengurangi pendangkalan pada jalur pelayaran di Pelabuhan Perikanan Cilacap adalah dengan memperbaiki up drift breakwater untuk mendapatkan tinggi gelombang yang masuk ke pelabuhan lebih rendah lagi, sehingga sediment transport yang masuk ke pelabuhan yang terjadi akibat perubahan tinggi gelombang dapat lebih dikurangi.

V.2 Saran

Melihat cepatnya proses pendangkalan yang terjadi pada jalur pelayaran Pelabuhan Perikanan Cilacap maka perlu dibentuk tim khusus untuk dapat segera menangani masalah pendangkalan di pelabuhan tersebut. Dengan demikian aktivitas di pelabuhan tersebut, yang merupakan pelabuhan vital bagi nelayan, dapat berjalan baik dan lancar.

Untuk alternatif solusi yang ditawarkan perlu diadakan studi khusus yang lebih mendalam. Hal ini dimaksudkan untuk mendapatkan hasil yang optimal yang dapat menanggulangi masalah pendangkalan yang terjadi pada jalur pelayaran Pelabuhan Perikanan Cilacap.



DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

- Bruun, P., 1978. **Stability of Tidal Inlets – Theory and Engineering**, Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam.
- Coastal Engineering Research Center (CERC), 1984. **Shore Protection Manual Volume I and II**, US Army Engineer Waterways Experiment Station, Washington DC, USA.
- Pratikto dkk., 1997. **Perencanaan Fasilitas Pantai Dan Laut**, Edisi Pertama, BPFE, Yogyakarta.
- Puri Fadjar Mandiri (PFM), 1991. **Proyek Pelabuhan Perikanan Cilacap – Jawa Tengah**, Bagian I, Jakarta.
- Sorensen, Robert M., 1978. **Basic Coastal Engineering**, John Wiley and Sons, USA.
- Triatmodjo, Bambang., 1998. **Pelabuhan**, Beta Offset, Yogyakarta.
- Vollmers, Hans., 1976. **Harbour Inlets On Tidal Estuaries – Coastal Engineering Proceedings**, American Society of Civil Engineers, New York.
- Yuwono, N., 1997_a. **Konstruksi Jetty Medium Sebagai Alternatif Untuk Perbaikan Muara Sungai Tipar - Kumpulan Naskah Ilmiah Teknik Pantai Dan Pelabuhan**, Pusat Antar Universitas Ilmu Teknik, UGM, Yogyakarta.
- Yuwono, N., 1997_b. **Kajian Terhadap Proyek Percontohan Perbaikan Muara Sungai Di Indonesia. - Kumpulan Naskah Ilmiah Teknik Pantai Dan Pelabuhan**, Pusat Antar Universitas Ilmu Teknik, UGM, Yogyakarta.



LAMPIRAN

LAMPIRAN A

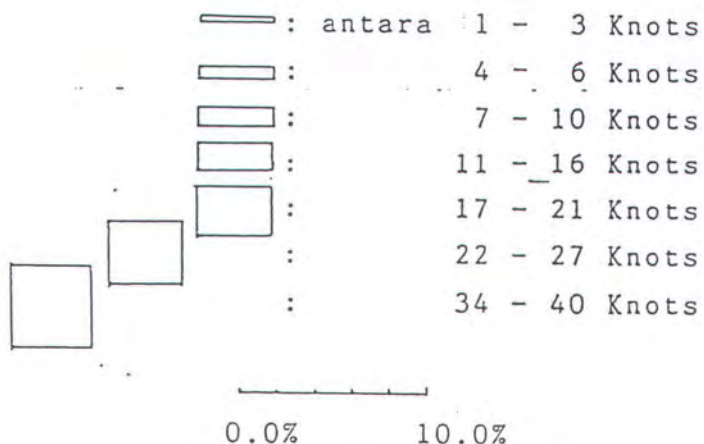
WIND-ROSE BULANAN PERAIRAN TELUK PENYU CILACAP



WIND ROSE

Stasiun : Cilacap
Bujur : 109,01 E
Lintang : 07.44 S
Periode : 1972 - 1988

Keterangan :



FREKUENSI ARAH DAN KECAPATAN ANGIN

Stasiun : Cilacap

Periode : 72 - 88

Elevasi : 6 M

FF	FREKUENSI ARAH DAN KECAPATAN ANGIN (KEJADIAN)								JUMLAH		
	1 - 3 (KNOTS)	4 - 6 (KNOTS)	7 - 10 (KNOTS)	11 - 16 (KNOTS)	17 - 21 (KNOTS)	22 - 27 (KNOTS)	28 - 33 (KNOTS)	34 - 40 (KNOTS)			
N	49	22	9	2	0	0	0	0	81		
NE	37	29	12	4	0	0	0	0	83		
E	156	323	321	94	15	1	0	0	910		
SE	501	708	731	368	49	3	0	0	2360		
S	146	98	44	7	1	0	0	0	297		
SW	133	105	47	12	1	0	0	0	298		
W	270	135	31	6	0	0	0	0	443		
NW	309	104	13	4	1	0	0	0	432		
Angin teduh :									1111	JUMLAH	4905

FF	FREKUENSI ARAH DAN KECAPATAN ANGIN (%)								JUMLAH		
	1 - 3 (KNOTS)	4 - 6 (KNOTS)	7 - 10 (KNOTS)	11 - 16 (KNOTS)	17 - 21 (KNOTS)	22 - 27 (KNOTS)	28 - 33 (KNOTS)	34 - 40 (KNOTS)			
N	0,81	0,36	0,15	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	1,35		
NE	0,62	0,48	0,21	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	1,38		
E	2,59	5,37	5,34	1,56	0,24	0,02	0,00	0,00	15,13		
SE	8,32	11,77	12,16	6,11	0,82	0,05	0,00	0,00	39,24		
S	2,43	1,62	0,74	0,12	0,02	0,00	0,00	0,00	4,93		
SW	2,21	1,74	0,79	0,20	0,02	0,00	0,00	0,00	4,96		
W	4,49	2,25	0,51	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	7,36		
NW	5,14	1,74	0,22	0,06	0,02	0,00	0,00	0,00	7,18		
Angin teduh :									18,46	JUMLAH	81,54

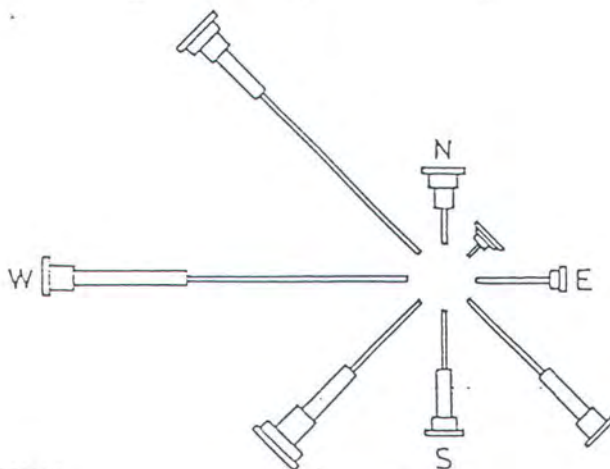
FREKUENSI ARAH DAN KECEPATAN ANGIN

Stasiun Cilacap
Elevasi 6 M

Bulan :
Periode :

Januari
72 - 83

FF	FREKUENSI ARAH DAN KECEPATAN ANGIN (%)								JUMLAH (%)
	1 - 3 (KNOTS)	4 - 6 (KNOTS)	7 - 10 (KNOTS)	11 - 16 (KNOTS)	17 - 21 (KNOTS)	22 - 27 (KNOTS)	28 - 33 (KNOTS)	34 - 40 (KNOTS)	
N	1,89	1,04	0,67	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	3,69
NE	0,59	0,36	0,08	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	1,07
E	3,93	0,52	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,86
SE	5,68	3,02	0,97	0,24	0,00	0,00	0,00	0,00	9,92
S	3,41	2,41	0,56	0,24	0,00	0,00	0,00	0,04	6,66
SW	5,35	3,59	1,73	0,56	0,04	0,00	0,00	0,00	11,28
W	11,97	6,13	1,32	0,29	0,00	0,00	0,00	0,00	19,71
NW	11,96	3,24	0,97	0,56	0,20	0,00	0,00	0,00	16,93
Angin teduh :									25,88
									74,12

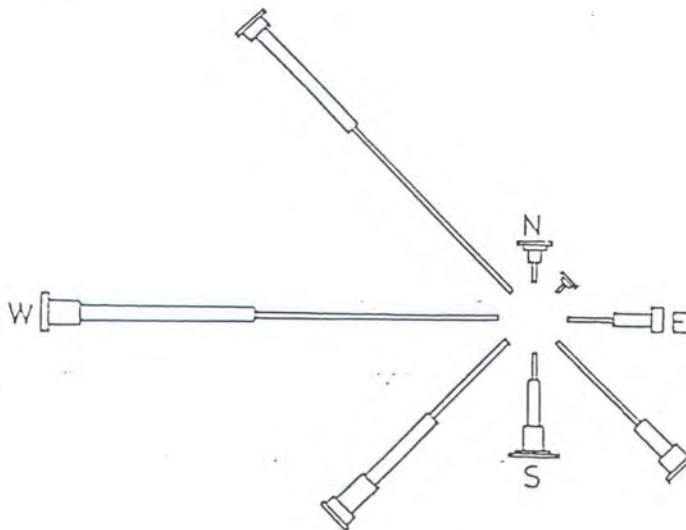


FREKUENSI ARAH DAN KECEPATAN ANGIN

Stasiun Cilacap
Elevasi 6 M

Bulan : Februari
Periode : 72 - 83

FF	FREKUENSI ARAH DAN KECEPATAN ANGIN (%)								JUMLAH (%)
	1 - 3 (KNOTS)	4 - 6 (KNOTS)	7 - 10 (KNOTS)	11 - 16 (KNOTS)	17 - 21 (KNOTS)	22 - 27 (KNOTS)	28 - 33 (KNOTS)	34 - 40 (KNOTS)	
N	1,20	0,53	0,19	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	1,96
NE	0,07	0,15	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,27
E	2,41	2,09	0,27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,77
SE	6,12	2,13	0,92	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	9,25
S	1,70	2,39	1,30	0,07	0,04	0,00	0,00	0,00	5,51
SW	5,71	4,62	1,92	0,46	0,11	0,00	0,00	0,00	12,82
W	12,99	9,17	1,81	0,27	0,00	0,00	0,00	0,00	24,24
NW	12,07	6,58	0,53	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	19,22
Angin teduh :									21,96
									78,04





PT. PURI

PURI FADJAR MANDIRI

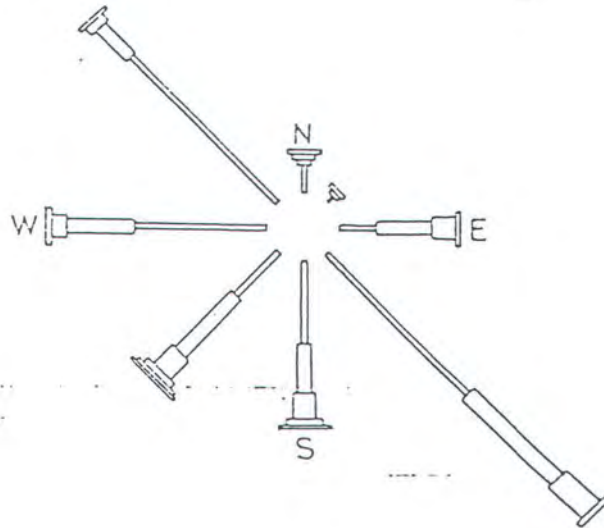
FREKUENSI ARAH DAN KECEPATAN ANGIN

Stasiun Cilacap
Elevasi 6 M

Bulan :
Periode :

Marat
72 - 88

FF	FREKUENSI ARAH DAN KECEPATAN ANGIN (%)								JUMLAH (%)
	1 - 3 (KNOTS)	4 - 6 (KNOTS)	7 - 10 (KNOTS)	11 - 16 (KNOTS)	17 - 21 (KNOTS)	22 - 27 (KNOTS)	28 - 33 (KNOTS)	34 - 40 (KNOTS)	
DD									
N	1,41	0,41	0,23	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	2,09
NE	0,49	0,18	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,81
E	2,09	2,96	1,26	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00	6,45
SE	10,61	6,74	2,39	0,36	0,00	0,00	0,00	0,00	20,09
S	4,44	2,61	1,37	0,41	0,09	0,00	0,00	0,00	8,93
SW	3,61	4,22	1,40	0,31	0,04	0,04	0,00	0,00	9,63
W	6,88	3,84	0,76	0,27	0,00	0,00	0,00	0,00	11,76
NW	10,93	2,50	0,41	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	13,83
Angin teduh :									42,77
									73,64

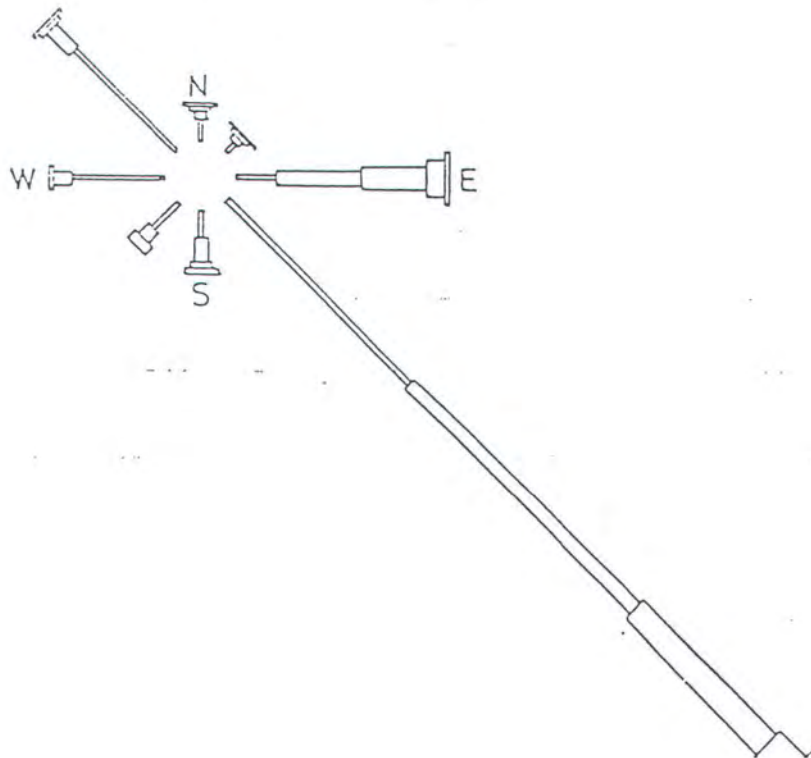


FREKUSNSI ARAH DAN KECEPATAN ANGIN

Stasiun Cilacap
Elevasi 6 M

Bulan : April
Periode : 72 - 83

PZ	FREKUSNSI ARAH DAN KECEPATAN ANGIN (%)								JUMLAH (%)
	1 - 3 (KNOTS)	4 - 6 (KNOTS)	7 - 10 (KNOTS)	11 - 16 (KNOTS)	17 - 21 (KNOTS)	22 - 27 (KNOTS)	28 - 33 (KNOTS)	34 - 40 (KNOTS)	
N	1,19	0,38	0,22	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	1,85
NE	0,55	0,38	0,11	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	1,10
E	2,17	4,54	3,71	0,98	0,06	0,00	0,00	0,00	11,46
SE	13,51	14,60	10,37	1,86	0,33	0,00	0,00	0,00	40,66
S	1,24	1,30	0,49	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	3,09
SW	2,15	0,60	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,35
W	5,11	0,87	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,09
NW	7,67	1,57	0,11	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	9,41
Angin teduh :									23,00
									77,00





PT. PURI

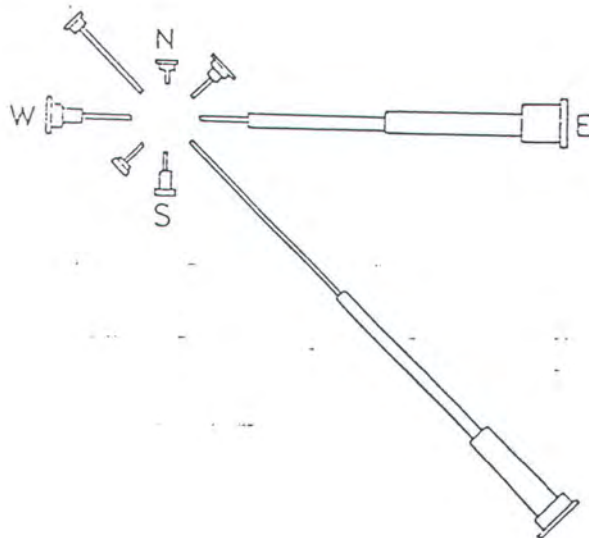
PURI FADJAR MANDIRI

FREKUENSI ARAH DAN KECEPATAN ANGIN

Stasiun Cilacap
Elevasi 6 M

Bulan : Mei
Periode : 72 - 88

FF	FREKUENSI ARAH DAN KECEPATAN ANGIN (%)								JUMLAH (%)
	1 - 3 (KNOTS)	4 - 6 (KNOTS)	7 - 10 (KNOTS)	11 - 16 (KNOTS)	17 - 21 (KNOTS)	22 - 27 (KNOTS)	28 - 33 (KNOTS)	34 - 40 (KNOTS)	
DD									
N	0,78	0,37	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,25
NE	1,26	0,58	0,15	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	2,15
E	2,71	7,46	7,21	2,15	0,26	0,00	0,00	0,00	19,79
SE	11,79	14,11	10,40	5,54	0,69	0,05	0,00	0,00	42,60
S	0,88	0,89	0,37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,14
SW	1,56	0,15	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,97
W	2,51	0,69	0,57	0,26	0,00	0,00	0,00	0,00	4,23
NW	4,74	0,42	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,26
Angin teduh :									20,61
									79,39





PT. PURI

PURI FADJAR MANDIRI

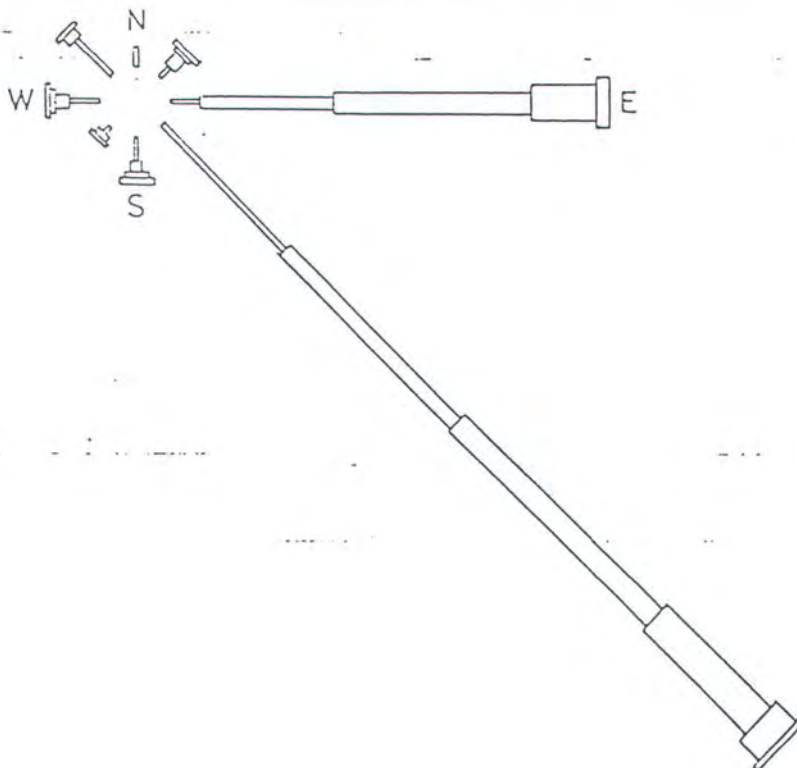
PREKUENSI ARAH DAN KECEPATAN ANGIN

Stasiun Cilacap
Elevasi 6 M

Bulan :
Periode :

Juni
72 - 88

FF	PREKUENSI ARAH DAN KECEPATAN ANGIN (%)								JUMLAH (%)
	1 - 3 (KNOTS)	4 - 6 (KNOTS)	7 - 10 (KNOTS)	11 - 16 (KNOTS)	17 - 21 (KNOTS)	22 - 27 (KNOTS)	28 - 33 (KNOTS)	34 - 40 (KNOTS)	
N	0,89	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,89
NE	0,39	0,77	0,28	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	1,56
E	1,83	7,24	10,61	3,82	0,66	0,00	0,00	0,00	24,16
SE	9,39	12,77	14,77	7,81	1,77	0,05	0,00	0,00	46,58
S	1,22	0,61	0,11	0,49	0,00	0,00	0,00	0,00	2,43
SW	0,39	0,33	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,89
W	1,82	0,83	0,17	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	2,87
NW	2,33	0,66	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,21
Angin teduh :									17,41
									82,59



PT. PURI

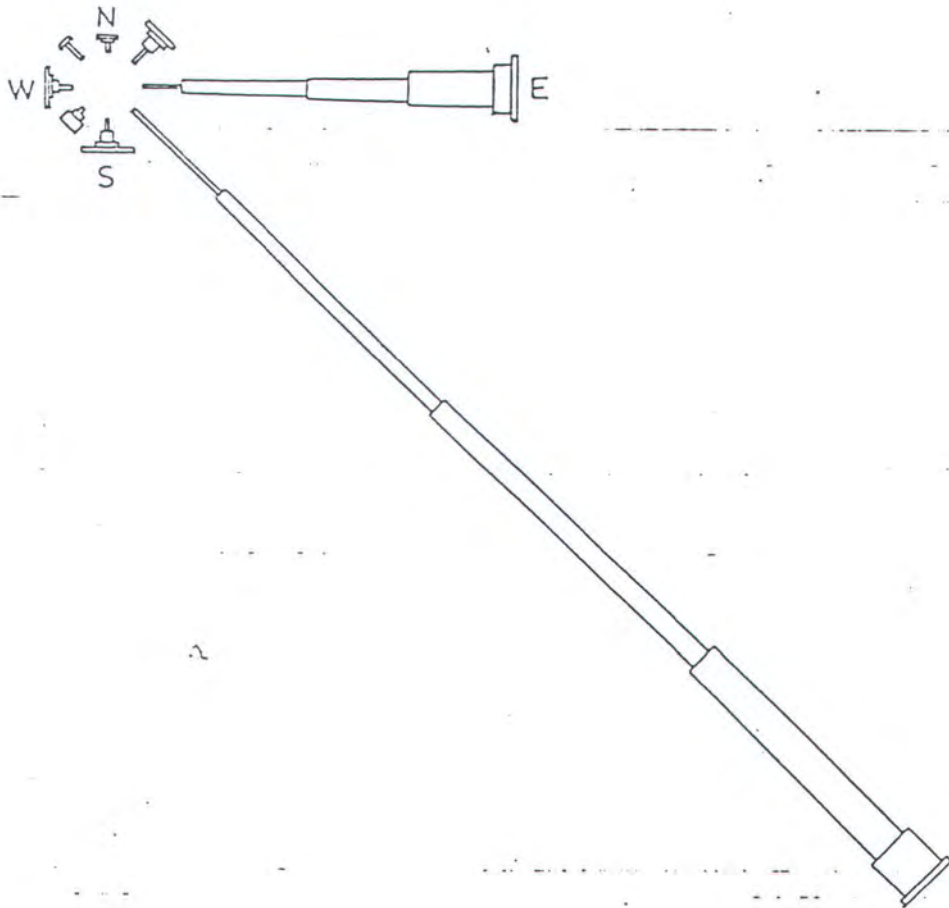
PURI FADJAR MANDIRI

FREKUENSI ARAH DAN KECAPATAN ANGIN

Stasiun Cilacap
Elevasi 6 M

Bulan : Juli
Periode : 72 - 88

FF	FREKUENSI ARAH DAN KECAPATAN ANGIN (%)								JUMLAH (%)
	1 - 3 (KNOTS)	4 - 6 (KNOTS)	7 - 10 (KNOTS)	11 - 16 (KNOTS)	17 - 21 (KNOTS)	22 - 27 (KNOTS)	28 - 33 (KNOTS)	34 - 40 (KNOTS)	
N	0,39	0,13	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,56
NE	1,03	0,52	0,39	0,22	0,00	0,00	0,00	0,00	2,15
E	1,95	6,43	9,66	4,53	1,12	0,17	0,00	0,00	23,25
SE	6,47	16,00	19,55	14,21	2,71	0,17	0,00	0,00	53,12
S	0,67	0,68	0,04	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	1,43
SW	0,17	0,13	0,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,58
W	0,85	0,30	0,04	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	1,24
NW	1,44	0,08	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	1,57
Angin teduh :									9,48
									90,52



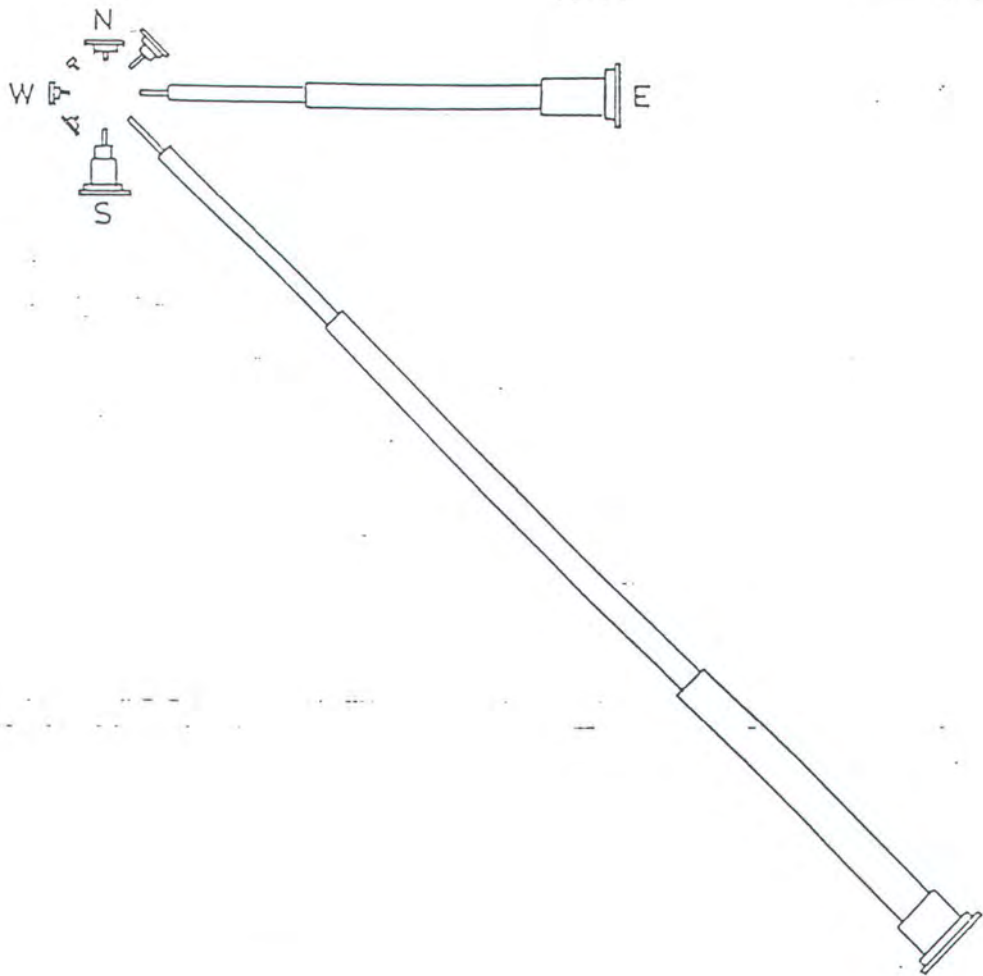
FREKUENSI ARAH DAN KECEPATAN ANGIN

Stasiun Cilacap
Elevasi 6 M

Bulan : Agustus
Periode : 72 - 88

FF	FREKUENSI ARAH DAN KECEPATAN ANGIN (%)								JUMLAH (%)
	1 - 3 (KNOTS)	4 - 6 (KNOTS)	7 - 10 (KNOTS)	11 - 16 (KNOTS)	17 - 21 (KNOTS)	22 - 27 (KNOTS)	28 - 33 (KNOTS)	34 - 40 (KNOTS)	
N	0,08	0,00	0,08	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,21
NE	0,96	0,48	0,23	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	1,76
E	1,53	7,76	11,72	3,64	0,76	0,04	0,00	0,00	25,45
SE	2,25	12,84	27,04	16,99	2,28	0,24	0,04	0,00	61,68
S	0,77	0,62	1,52	0,08	0,04	0,00	0,00	0,00	3,03
SW	0,12	0,04	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20
W	0,58	0,06	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,74
NW	0,24	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,28
Angin teduh :									6,64
									93,36

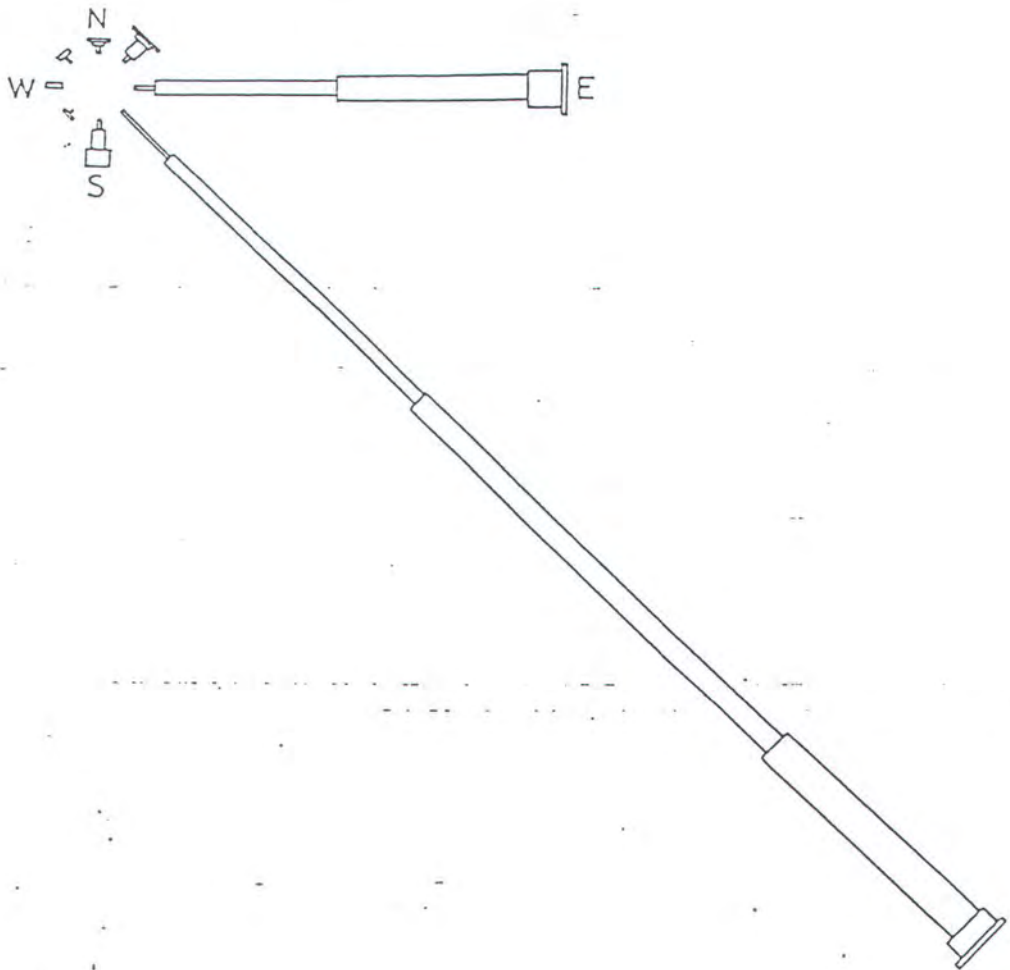




FREKUENSI ARAH DAN KECAPATAN ANGIN

Stasiun Cilacap Bulan : September
 Elevasi 6 M Periode : 72 - 83

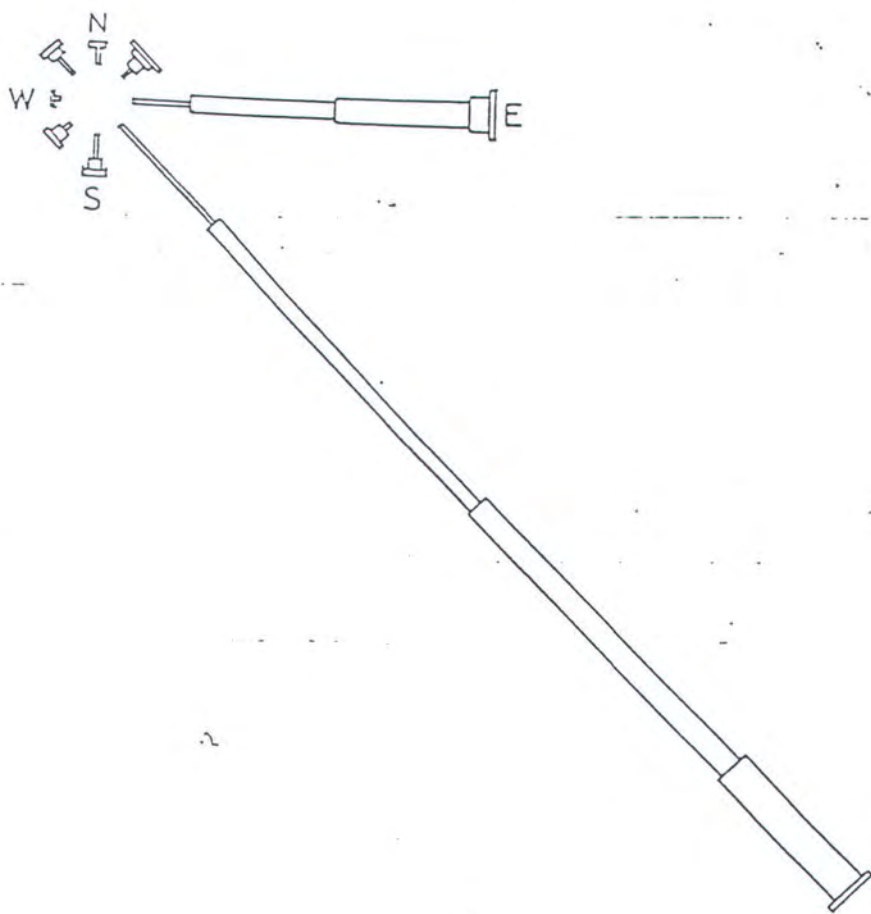
FF	FREKUENSI ARAH DAN KECAPATAN ANGIN (%)								JUMLAH (%)
	1 - 3 (KNOTS)	4 - 6 (KNOTS)	7 - 10 (KNOTS)	11 - 16 (KNOTS)	17 - 21 (KNOTS)	22 - 27 (KNOTS)	28 - 33 (KNOTS)	34 - 40 (KNOTS)	
N	0,14	0,14	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33
NE	0,47	1,01	0,24	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	1,76
E	1,19	9,45	10,25	2,13	0,09	0,00	0,00	0,00	23,12
SE	3,54	18,56	26,43	14,41	1,37	0,05	0,00	0,00	64,35
S	0,33	1,36	0,83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,63
SW	0,03	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,14
W	0,73	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,73
NW	0,23	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,48
Angin tebih :									6,45
									93,55



FREKUENSI ARAH DAN KECEPATAN ANGIN

Stasiun Cilacap
Elevasi 6 MBulan : Oktober
Periode : 72 - 88

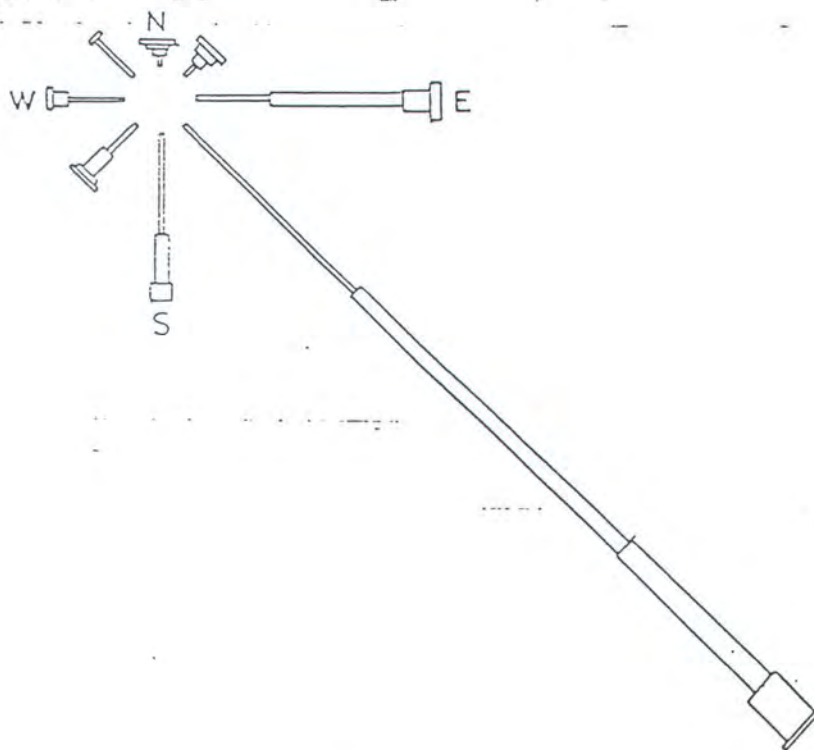
FF	FREKUENSI ARAH DAN KECEPATAN ANGIN (%)								JUMLAH (%)
	1 - 3 (KNOTS)	4 - 6 (KNOTS)	7 - 10 (KNOTS)	11 - 16 (KNOTS)	17 - 21 (KNOTS)	22 - 27 (KNOTS)	28 - 33 (KNOTS)	34 - 40 (KNOTS)	
N	0,41	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,66
NE	0,61	0,64	0,44	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00	1,85
E	3,11	7,62	7,21	1,14	0,04	0,00	0,00	0,00	19,12
SE	6,95	22,25	19,57	8,97	0,69	0,00	0,00	0,00	58,43
S	1,53	0,80	0,28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,61
SW	0,31	0,64	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,99
W	0,28	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,40
NW	0,96	0,23	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,37
Angin teduh :									14,56
									85,44

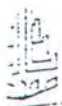


FRKUENSI ARAH DAN KECBPATAN ANGIN

Stasiun Cilacap Bulan : November
Elevasi 6 M Periode : 72 - 88

FF	FRKUENSI ARAH DAN KECBPATAN ANGIN (%)								Jumlah (%)
	1 - 3 (KNOTS)	4 - 6 (KNOTS)	7 - 10 (KNOTS)	11 - 16 (KNOTS)	17 - 21 (KNOTS)	22 - 27 (KNOTS)	28 - 33 (KNOTS)	34 - 40 (KNOTS)	
DD									
N	0,45	0,30	0,05	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,84
NE	0,60	0,45	0,30	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	1,39
E	3,93	7,10	1,80	0,35	0,00	0,00	0,00	0,00	13,18
SE	12,68	14,97	10,52	2,99	0,15	0,00	0,00	0,00	41,32
S	5,54	2,45	0,95	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,95
SW	2,16	1,51	0,50	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	4,21
W	3,22	0,80	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,18
NW	3,06	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,56
Angin teduh :									22,36
									77,64

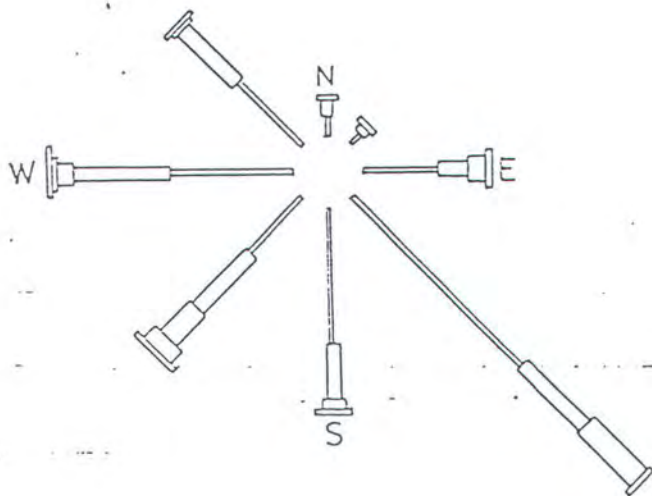




PREKUENSI ARAH DAN KECSPATAN ANGIN

Stasiun Cilacap Bulan : Desember
Elevasi 6 M Periode : 72 - 88

FF	FREKUENSI ARAH DAN KECSPATAN ANGIN (%)								JUMLAH (%)
	1 - 3 (KNOTS)	4 - 6 (KNOTS)	7 - 10 (KNOTS)	11 - 16 (KNOTS)	17 - 21 (KNOTS)	22 - 27 (KNOTS)	28 - 33 (KNOTS)	34 - 40 (KNOTS)	
N	0,91	0,75	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,76
NE	0,50	0,30	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,85
E	4,19	1,86	0,85	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00	7,21
SE	12,27	4,78	3,82	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	20,97
S	7,32	3,16	0,75	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	11,33
SW	4,33	4,42	2,30	0,90	0,05	0,00	0,00	0,00	12,01
W	5,59	2,82	0,91	0,05	0,05	0,00	0,00	0,00	9,42
NW	5,03	4,09	0,10	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	9,27
Angin teduh :									27,12
									72,88



LAMPIRAN B

REPORT SOUNDING DAN PENERUKAN PELABUHAN

PERIKANAN CILACAP

Proyek : Pengembangan dan Pengelolaan Sumberdaya Perikanan di ZEEI	Berita Acara Rapat Pengukuran Alur Kolam Lama
Bag. Proyek : Pembangunan Fasilitas Pelabuhan Perikanan di ZEEI	
Pekerjaan : Pembangunan Fisik Operasional Pelabuhan Perikanan Nusanantara Cilacap	Nomor : Hari : Sabtu Tanggal : 8 Pebruari 1997 Lampiran: Data Pengukuran
Lokasi : Jl. Lingkar Teluk Penyus - Cilacap	

Pada hari ini Sabtu, tanggal delapan bulan Pebruari tahun seribu sembilan ratus sembilan puluh tujuh (08-02-1997), telah diadakan Pengukuran Elevasi Dasar Alur Kolam Lama dengan menggunakan alat Water Pass pada jam 10.00 wib, bertempat di Alur Kolam Lama, yang dihadiri antara lain :

1. Dwi Yuliono : Jabatan Pengelola Teknik Proyek PPNC
2. Didi Nuryadi, BSc : Jabatan Pengawas Lapangan PPNC
3. Ir. Safrul Nahar : Jabatan Koordinator Pengawas Lapangan CV.Suhita - Consultant Cilacap
4. Ir. Rakim Ihtiarso : Jabatan Proyek Manager PT. Solobhakti Trading & Contractor
5. Bagus BE : Jabatan Pelaksana Lapangan PT. Solobhakti Trading & Contractor


Dari hasil pengukuran didapatkan elevasi sebelum dikeruk, sebagaimana data terlampir.

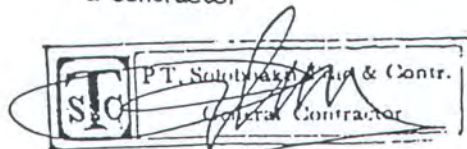
Demikian Berita Acara ini dibuat, agar dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Dibuat oleh :
Konsultan Pengawas
CV. Suhita-Consultant

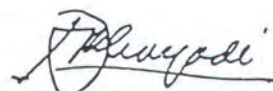
Menyetujui :
Kontraktor Pelaksana
PT. Solobhakti Trading
& Contractor

Mengetahui :
Pengelola Teknik Pruyek

 **SUHITA CV**
CILACAP
BIRO KONSULTAN
Ir. Safrul Nahar
Koordinator Pengawas



Ir. Rakim Ihtiarso
Proyek Manager



Dwi Yuliono
NIP. 060 061 991

REKAPITULASI PERHITUNGAN BERSAMA VOLUME NO 0 2
 PROYEK PENERUKAN MOLAS LABUH PERI - CILACAP
 WAKTU PELAKSANAAN : 11 FEBRUARI S/D 18 MARET 1997
 NO. KONTRAK :

NO	FEIL AIP								POSTUL PENGUKURAN MUKA AIR								ELEVASI MUKA TANAH	RENCANA ELEVASI	SELISIH ELEVASI	PANJANG	LEBAR	VOLUME PENERUKAN	KETERANGAN								
	BAHUL		AKHIR		RATA		I		II		III		IV		V									RATA		RATA-RATA		MUKA TANAH		MUKA	
	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH								CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH
1	13.370	13.425	13.548	13.750	13.860	13.150												13.207	-2.834	-3.000	0.156	117.000	40.000	776.100 M3	Elevasi BM						
2	13.370	13.425	13.548	13.180	13.840	13.360												13.293	-2.841	-3.000	0.158	121.000	40.000	770.367 M3	terhadap						
3	13.370	13.425	13.548	13.060	13.180	13.250												13.163	-2.711	-3.000	0.288	126.000	40.000	1.457.400 M3	LAL + S M						
4	13.370	13.425	13.548	13.100	13.220	13.200												13.173	-2.731	-3.000	0.273	130.000	40.000	1.451.667 M3							
5	13.370	13.425	13.548	13.170	13.170	13.090												13.133	-2.681	-3.000	0.315	130.000	40.000	1.659.667 M3							
6	13.370	13.425	13.548	12.870	12.670	12.950												12.930	-2.478	-3.000	0.522	109.000	40.000	2.275.320 M3							
7	13.370	13.425	13.548	12.840	12.630	12.000												12.423	-1.971	-3.000	1.075	175.000	40.000	5.556.600 M3							
8	13.370	13.425	13.548	12.350	12.290	11.950												12.163	-1.711	-3.000	1.289	140.000	40.000	7.219.333 M3							
9	13.370	13.425	13.548	12.790	12.310	11.900	1.800	1.800	12.176	-1.773	-3.000	1.227	145.000	40.000	10.007.760 M3			12.300	-1.748	-3.120	1.372	176.000	40.000	8.861.580 M3							
10	13.370	13.425	13.548	12.200	12.150	12.400	1.800	1.800	12.300	-1.688	-3.000	1.313	154.000	40.000	8.085.000 M3			12.140													
VOLUME																48.121.394 M3															

[Handwritten Signature]

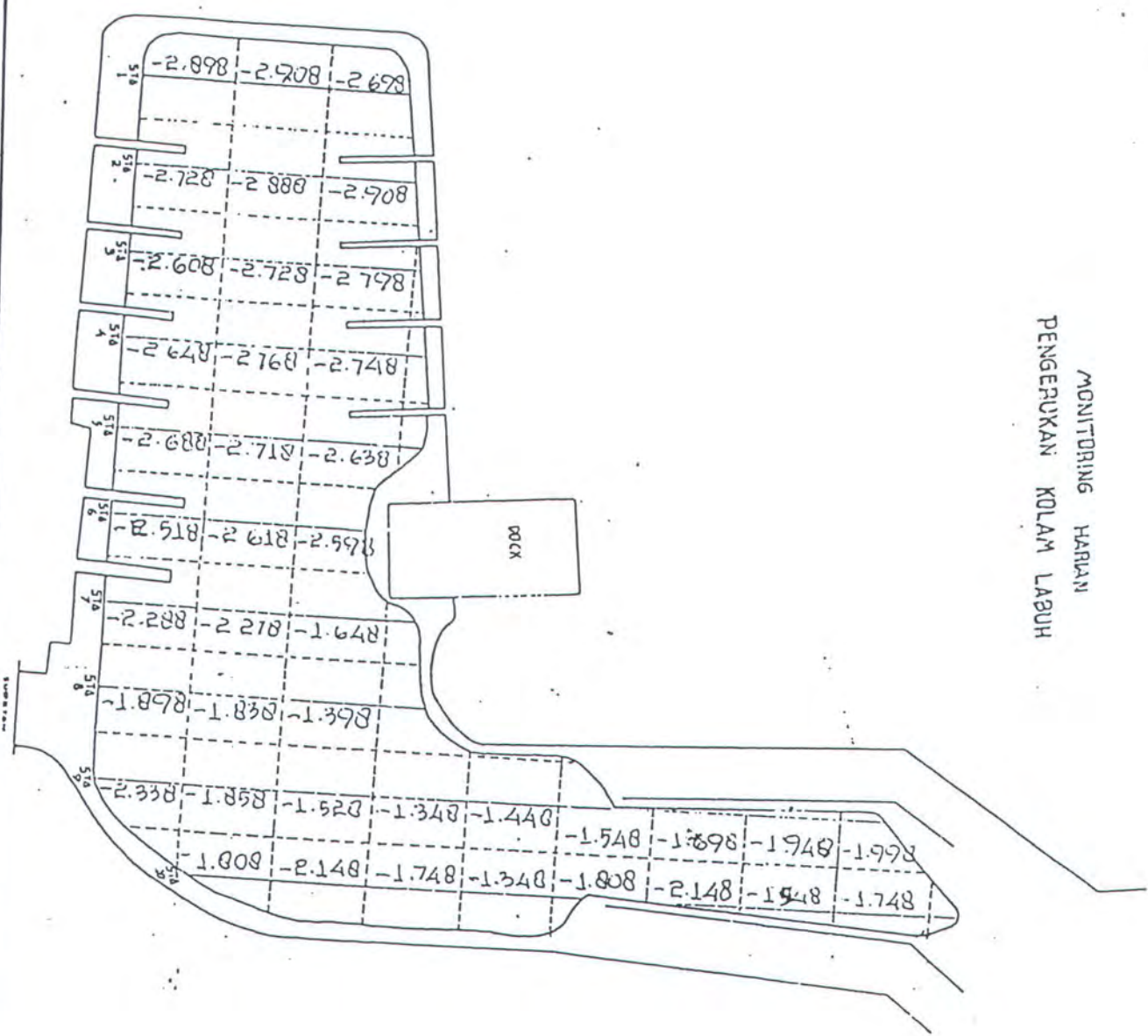
Di periksa,
 Konsultan Pengantar
 PT. Solobhakti Consulting
 an.

SUHITA cv
 CILACAP
 BIRO KONSULTAN

Cilacap: 08 Februari 1997
 Dibuat oleh,
 PT. Solobhakti Consulting & Contr.

PT. Solobhakti Consulting & Contr.
 General Contractor

MONITORING HARIAN
PENGKERUKAN KOLAM LABUH



Konsultan pengawas cv. suhita. : *[Signature]*

Kontraktor pelaksana. PT. STC :

pengelola teknik proyek. : *[Signature]*

Proyek	: Pengembangan dan Pengelolaan Sumberdaya Perikanan di ZEEI th 1996 / 1997	Berita Acara Pengukuran Akhir Elevasi Kolam Lama
Bagian Proyek	: Pembangunan Fasilitas Pelabuhan Perikanan	Pengerukan Kolam Lama
Pekerjaan	: Pembangunan Fasilitas Operasional Pelabuhan Perikanan di Cilacap	Nomor :
Lokasi	: Jl. Lingkar Teluk Penyus - Cilacap	Hari : Kamis
		Tanggal : 20 Maret 1997
		Lampiran : Gambar Elevasi


Pada hari ini Kamis, tanggal duapuluh bulan Maret tahun Seribu sembilan ratus sembilan puluh tujuh, telah diadakan Pengukuran Akhir Elevasi Kolam Lama, pada jam 10.30 WIB, bertempat di lokasi proyek Jl. Lingkar Teluk Penyus - Cilacap. Hadir dalam rapat antara lain :

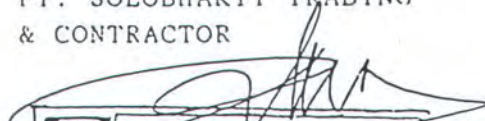
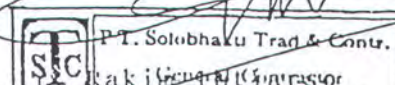
Drs. Rachmat Santoso : Jabatan, Pimbagpro ZEEI 1996/1997
Dwi Yuliono : Jabatan, Pengelola Teknik Proyek
Didi Nuryadi, Bsc : Jabatan, Pengawas Lapangan PPNC
Ir. Safrul Nahar : Jabatan, Koordinator Pengawas Lapangan
CV. SUHITA - CONSULTANT
Ir. Rakim Ihtiarso : Jabatan, Pelaksana PT. SOLOBHAKTI TRADING
& CONTRACTOR
Bagus.S : Jabatan, Pelaksana PT SOLOBHAKTI TRADING
& CONTRACTOR

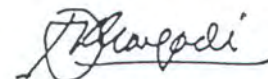
Rapat dipimpin oleh Ir. Safrul Nahar, selaku Koordinator Pengawas Lapangan CV. SUHITA - CONSULTANT. Dari pertemuan rapat tersebut dihasilkan pengukuran akhir kolam lama dimana data terlampir.

Demikian berita Acara ini dibuat, agar dapat dipergunakan semestinya.

Dibuat oleh :
Konsultan Pengawas : Menyetujui : Mengetahui :
CV. SUHITA - CONSULTANT : Kontraktor Pelaksana : Pengelola Teknik Proyek
PT. SOLOBHAKTI TRADING & CONTRACTOR


SUHITA CV
Cilacap
BIRO KONSULTAN
Ir. Safrul Nahar
Koordinator pengawas



Rakim Ihtiarso
Proyek Manager


Dwi Yuliono
Nip 080 061 991

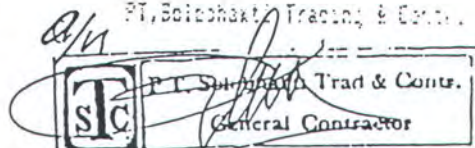
KURVA	PUNKT	PANGKALAN	LEBAR	SUDUT		VOLUME	KETERANGAN
				ALFA	BETA		
101/01-97	STA 0	20	40	1.339		1.871.520	
101/02-97	STA 0	20	40	1.272		1.307.600	
101/03-97	STA 0	40	40	1.300		2.899.500	
101/04-97	STA 0	12	40	1.320		529.520	
101/05-97	STA 0	10	40	1.295		519.500	
101/06-97	STA 0	7	40	1.575		438.920	
101/07-97	STA 0	10	40	1.495		775.430	
101/08-97	STA 0	11	40	1.482		718.160	
101/09-97	STA 0	13	40	1.526		1.185.100	
101/10-97	STA 0	12	40	1.559		1.075.820	
101/11-97	STA 0	18	42	1.175		495.500	
101/12-97	STA 0	40	45	2.975		391.120	
101/13-97	STA 0	20	40	2.115		351.100	
101/14-97	STA 0	42	40	2.472		755.220	
101/15-97	STA 0	40	40	1.875		1.728.900	
101/16-97	STA 0	40	42	2.572		915.280	
101/17-97	STA 0	35	40	1.320		1.956.400	
101/18-97	STA 10	35	40	1.257		1.321.500	
101/19-97	STA 0	15	40	1.346		430.720	
101/20-97	STA 10	16	28	1.167		475.440	
101/21-97	STA 0	9	40	1.336		472.150	
101/22-97	STA 0	9	40	1.278		455.360	
101/23-97	STA 0-10	30	40	1.270		1.924.300	
101/24-97	STA 0-10	15	40	1.372		2.813.100	
101/25-97	STA 0-10	20	42	1.410		1.999.940	
101/26-97	STA 0-10	15	40	1.323		833.470	
101/27-97	STA 0-10	20	42	1.356		1.252.944	
101/28-97	STA 0-10	10	42	1.320		725.350	
101/29-97	STA 0-10	17	40	1.340		1.427.220	
101/30-97	STA 0-10	20	41	1.350		1.167.520	
101/31-97	STA 10	7	40	1.307		1.375.810	
101/32-97	STA 10	42	42	1.722		2.752.200	
101/33-97	STA 10	30	40	1.620		1.944.200	
101/34-97	STA 10	20	40	1.387		1.124.600	
101/35-97	STA 0	20	40	1.615		1.175.200	
101/36-97	STA 0	15	40	1.255		530.400	
101/37-97	STA 0	25	40	3.975		975.220	
101/38-97	STA 0	22	40	2.575		780.280	
101/39-97	STA 00	152	40	8.345		2.294.320	
101/40-97	STA 04	171	40	8.254		1.530.620	
101/41-97	STA 00	62	42	3.295		717.600	
101/42-97	STA 00	50	42	8.039		317.270	
101/43-97	STA 00	113	42	8.187		95.140	
101/44-97	STA 01	117	40	8.325		1.057.680	
Jumlah						43.845.592	

Menghadap,
 Penerimaan dan Proyek
 P4H Divisi

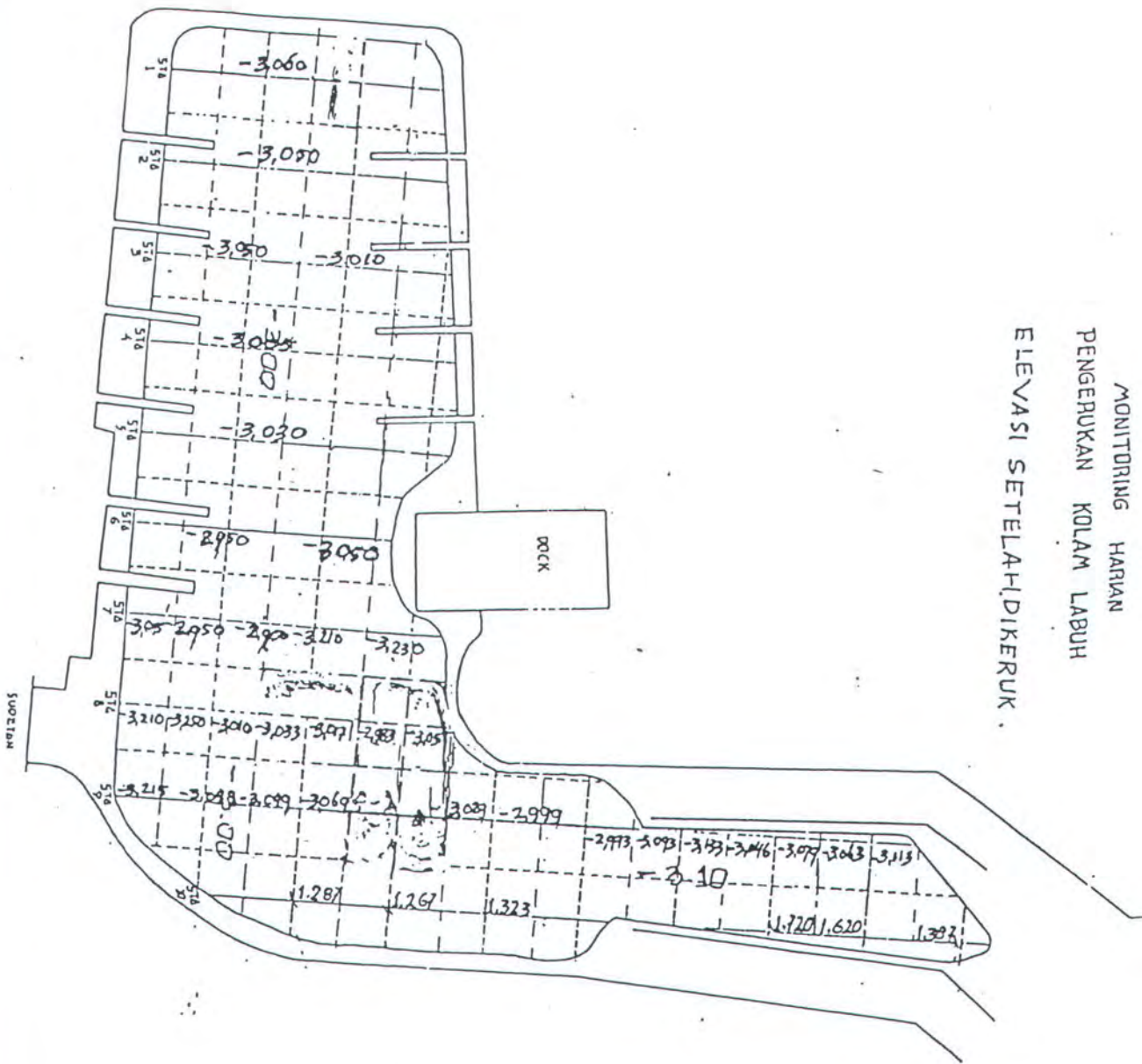
Berusaha,
 Konsultan, Pengawas

Cilacap 22 Maret 1997
 Subsat Olet,
 PT. Solichakti Trading & Contr.

[Signature]



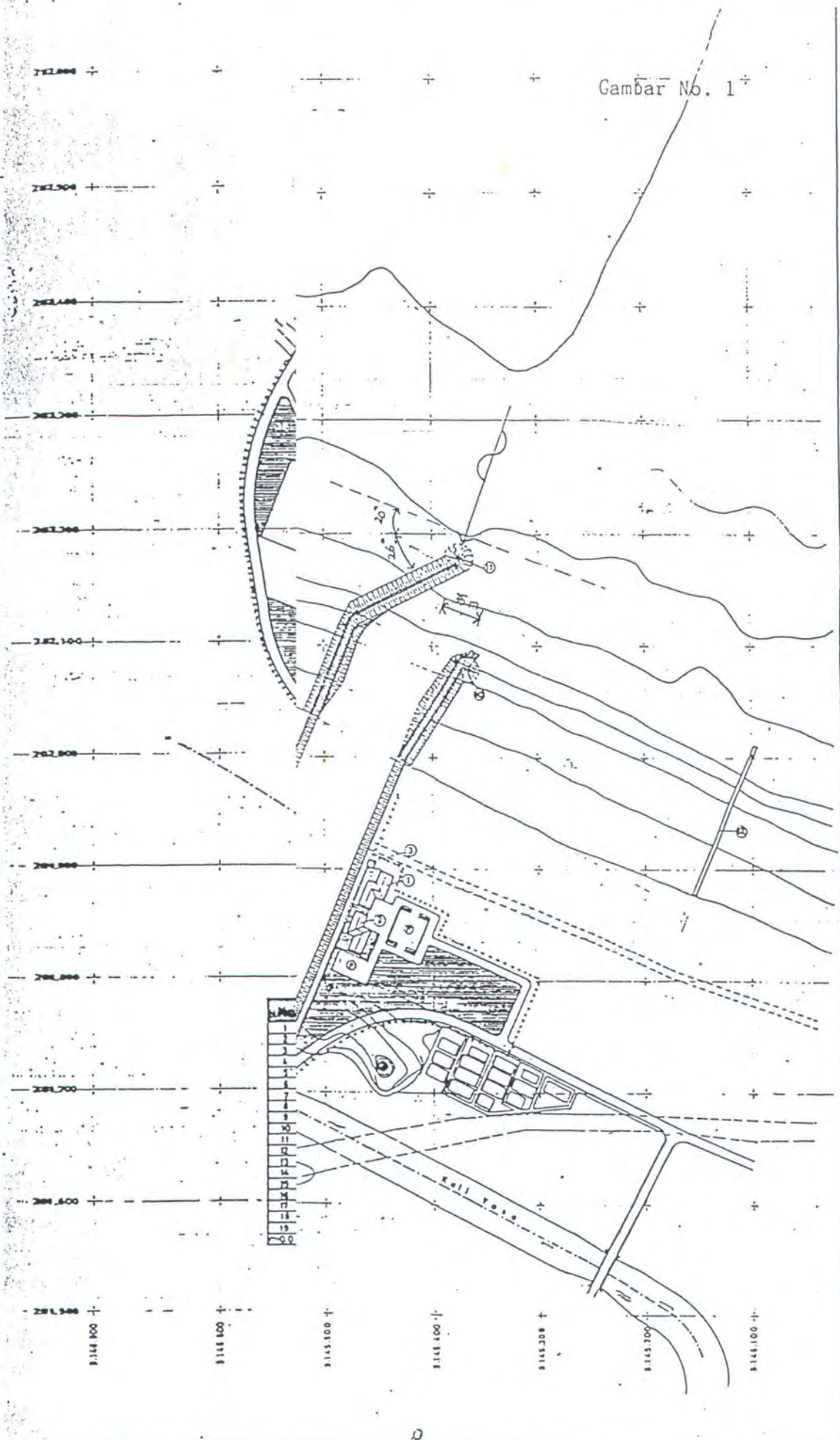
MONITORING HARIAN
 Pengerukan Kolam Labuh
 Elevasi Setelah Dikeruk



LAMPIRAN C

GAMBAR LAY OUT PELABUHAN PERIKANAN CILACAP

Gambar No. 1



1 : 5.000 NAN CILACAP

FORMULAH NO
RUMAH NO 1 / PPC / PL / 1 20



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

Kampus ITS - Sukolilo, Surabaya 60131 Telp. 59263105, 5994251-5 Fax 13104-7 Teleks 54224 Pos 5941254

TUGAS AKHIR (OE.1701)

No. 071/K03.4.4/PP/99

MATA KULIAH	:	TUGAS AKHIR
NOMOR MATA KULIAH	:	OE.1701
NAMA MAHASISWA	:	Fitri Agungnugroho
NOMOR POKOK	:	4394100003
TGL.DIBERIKAN TUGAS	:	3 April 1999
TGL.SELESAINYA TUGAS	:	3 September 1999
DOSEN PEMBIMBING	:	1. Dr.Ir. W.A. Pratikto,MSc 2. Ir. Imam Rochani,MSc

THEMA/URAIAN/DATA-DATA YANG DIBERIKAN/JUDUL TUGAS AKHIR :

**ANALISA PENDANGKALAN PADA JALUR PELAYARAN PELABUHAN PERIKANAN
CILACAP**

Surabaya, 3 April 1999

Ketua Jurusan :

DIBUAT RANGKAP 4 :

1. Mahasiswa ybs.
2. Dekan FTK-ITS
3. Dosen Pembimbing
4. Arsip Jurusan



[Signature]
Dr. Ir. Eko Budi Djatmiko, MSc
NIP. 131 407 592



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

Kampus ITS - Sukolilo, Surabaya 60111 Telp. 5947254, 597274 - 5 Psw. 144 Telex 34224 Fax 597254

FOLMULIR EVALUASI KEMAJUAN TUGAS AKHIR

Kami, dosen pembimbing Tugas Akhir dari mahasiswa:

Nama : FITRI AGUNGNUGROHO
NRP : 4394 100 003
Judul TA : ANALISA PENDANGKALAN PADA JALUR
PELAYARAN PELABUHAN PERIKANAN
CILACAP

Setelah mempertimbang lan butir-butir berikut:

- Keaktifan mahasiswa dalam mengadakan asistensi.
- Proposal materi yang telah diselesaikan sampai saat ini.
- Prospek penyelesaian TA yang telah diselesaikan sampai saat ini.
- Masa Studi yang tersisa.


Dengan ini kami mengusulkan agar TA mahasiswa tersebut diputuskan untuk:


- Dibatalkan keseluruhannya dan mengajukan judul baru.
- Diperkenankan menyelesaikan tanpa perubahan.
- Diperkenankan mengikuti Ujian Tugas Akhir dengan Judul:
ANALISA PENDANGKALAN PADA JALUR PELAYARAN
PELABUHAN PERIKANAN CILACAP

Selanjutnya mahasiswa diatas diharuskan untuk dapat menyelesaikan Tugas Akhirnya dan dapat mengikuti ujian Tugas Akhir untuk Wisuda19.....

Ketua Jurusan

Surabaya, 10 - 8 - 1999.
Dosen Pembimbing


Dr. Ir. Eko Budi Djatmiko, M.Sc
NIP. 131 407 592


Dr. Ir. Widi Agus Pratikto, M.Sc
NIP. 130 816 210