

20-578/H/04

20.389/H/04



**TUGAS AKHIR
(KP 1701)**

**PENENTUAN PROTOTIPE KAPAL KERUK
YANG SESUAI UNTUK
DERMAGA UMUM PELABUHAN GRESIK**

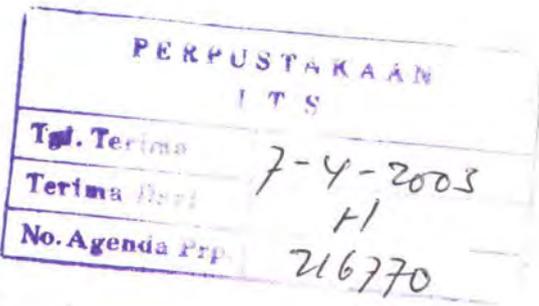


R2pc
623.828
Roh
P-1

2003

OLEH :

M. ABD. ROHIM
NRP. 4194100050



**JURUSAN TEKNIK PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2003**

LEMBAR PENGESAHAN

PENENTUAN PROTOTIPE KAPAL KERUK YANG SESUAI UNTUK DERMAGA UMUM PELABUHAN GRESIK

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar sarjana
pada

Jurusan Teknik Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Surabaya, ²¹ February 2003

Mengetahui / Menyetujui :

Dosen Pembimbing,



[Handwritten Signature]
Ir. I.G.M. SANTOSA

NIP. 130359269

PERPUSTAKAAN ITS	
Tgl. Terima	
Terima Dgn	
No. Agenda	

LEMBAR PENGESAHAN

PENENTUAN PROTOTYPE KAPAL KERUK YANG SESUAI UNTUK DERMAGA UMUM PELABUHAN GRESIK

TUGAS AKHIR

Telah Direvisi Sesuai Dengan Hasil Sidang Ujian Tugas Akhir

Pada :

JURUSAN TEKNIK PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA

Mengetahui / Menyetujui
Dosen Pembimbing




Ir. I.G.M. SANTOSA
NIP. 130359269

6/20/23



DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
JURUSAN TEKNIK PERKAPALAN

Kampus ITS -Sukolilo, Surabaya 60111 Telp. 5947254, 5994251-5 Pes, 1173 - 1176 5947254

SURAT KEPUTUSAN TUGAS AKHIR

No. : 366 a/ K03.4.2/PP/2002

Nama Mahasiswa : M. Abd. Rohim
Nomor Pokok : 4194100050
Tanggal diberi tugas : 04 September 2002
Tanggal selesai tugas : 24 Januari 2003
Dosen Pembimbing : 1. Ir. I Gusti Made Santosa
2.

Uraian / judul tugas akhir yang diberikan :

#PENENTUAN PROTOTYPE KAPAL KERUK YANG SESUAI UNTUK DERMAGA UMUM PELABUHAN GRESIK#

Surabaya, 12 September 2002

Jurusan Teknik Perkapalan

Ketua,



Ir. Djauhar Manfaat, MSc., Ph.D.

NIP. 131 651 444.

Tembusan :

1. Yth. Dekan FTK-ITS
2. Yth. Dosen Pembimbing
3. Arsip

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA (ITS)

ABSTRAK

FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
JURUSAN TEKNIK PERKAPALAN

Sarjana Teknik (S1)

PENENTUAN PROTOTYPE KAPAL KERUK YANG SESUAI UNTUK
DERMAGA UMUM PELABUHAN GRESIK

Oleh : M. Abd. Rohim

Dosen Pembimbing : Ir. I.G.M. Santosa

Adanya pendangkalan yang terjadi di kolam labuh Dermaga Umum Pelabuhan Gresik (60 ~ 75 cm/tahun) menyebabkan sarat air berkurang sehingga mengganggu kapal-kapal yang akan berlabuh -terutama kapal-kapal besar-, yang secara tidak langsung mengganggu proyek pengembangan pelabuhan. Untuk mencegah hal tersebut harus dilakukan pengerukan secara kontinyu tiap periode tertentu agar kedalaman/sarat air perairan tetap 4 mLWS. Dari data pihak pelabuhan dapat diketahui bahwa volume pengerukan 170 057,797 m³/tahun.

Untuk memenuhi keinginan tersebut, maka perlu dipikirkan pototipe peralatan keruk yang sesuai dengan kondisi geografis daerah pelabuhan, gangguan yang ditimbulkan, kedalaman minimal (2.5 mLWS), dan jenis material yang akan dikeruk yaitu berupa campuran lumpur, lempung dan pasir. Prototipe kapal keruk jenis grab dipilih karena sesuai dengan material endapan, kondisi geografis pelabuhan, dan tidak banyak menimbulkan gangguan terhadap lalu lintas perairan di pelabuhan.

Selain dari segi teknis, maka perhitungan ekonomis diperlukan untuk menilai kelayakan investasinya. Metode yang digunakan disini adalah Net Present Value (NPV). Dari hasil analisa diperoleh bahwa investasi yang ditanamkan akan mencapai Break Event Point (BEP) pada tahun ke-13 sehingga investasi pengadaan kapal keruk dari prototipe kapal ini layak untuk dilaksanakan.

SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY (ITS)

ABSTRACT

FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY
DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE AND SHIPBUILDING

Degree in Bachelor of Engineering (S1)

ESTABLISH DREDGER PROTOTYPE WHICH IS SUITABLE
FOR GENERAL - PIER PORT OF GRESIK

By : M. Abd. Rohim
Adviser : Ir. I.G.M. Santosa

Shallowness which happens at the access channel and turning basin of General - Pier Port of Gresik (60 ~ 75 cm/years) causing water draughtless so can disturb big ships to anchoring, in an indirect manner disturb development project of port. To prevent this problem to have dredging in a continue manner at periodic time in order to depth of water draught constant. From port company data's can know that volume of dredging is 170 057,797 m³/years.

To make it real, it needs to consider the following factors to choose the dredger type, i.e. its dredging area geographical condition, its minimum operational water depth (2,5 mLWS), disturb cause, and the type of the dredged material which form mix of mud, clay, and sand. The reasonably type of the dredger prototype obtained from technical analysis and computation is grab dredger.

This technical analysis is verified economically using Net Present Value investment analysis method. From this NPV analysis, this investment will have Break Event Point in the next 13rd years. So from here we can say that this investment is proper to be done

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji penulis panjatkan hanya untuk Allah SWT semata, akhirnya penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir dengan judul **“Penentuan Prototype Kapal Keruk yang Sesuai untuk Dermaga Umum Pelabuhan Gresik”**. Penyusunan Tugas Akhir ini merupakan syarat untuk mencapai gelar kesarjanaan (S1) pada Jurusan Teknik Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, begitu banyak bantuan dan dorongan yang penulis dapatkan baik materiil maupun moril, sehingga sudah sewajarnya apabila dengan kerendahan hati penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Allah SWT, rabb semesta alam yang memberikan begitu banyak karuniaNya, walaupun penulis sering tidak mensyukurinya.
2. Nabi Muhammad SAW, keluarga, dan alim ulama penerus beliau, semoga sholawat dan salam senantiasa tercurah kepada beliau semua.
3. Keluarga penulis -“Joeki Soekarto Big Family”- (**Nang Joeki, Dok Sar, Pak Jan, Mak Ru, A212, K421M, M471D, U74MI, Budi, Joko, Ayu**) tercinta di Glagah Sari, terima kasih banyak *atas segalanya* yang selalu diberikan kepada penulis tanpa henti-hentinya hingga detik ini.
4. Istriku -**Iva Russiana**- dan putri kecilku -**Puput**- tercinta, terima kasih atas *segala cinta dan sayang* yang tercurah tanpa putusnya; Bu Mah, Mbak Ida, Davig, atas *segala pengertiannya*.
5. **Keluarga H. Mukrim** di Sumur Agung, matur sembah nuwun atas *bantuan finansialnya*.
6. Bapak **Ir. Djauhar Manfaat, M.Sc,Ph.D** selaku Ketua Jurusan Teknik Perkapalan beserta staf -khususnya **Bapak Suhdiono-**, atas kemudahan birokrasinya.

7. Bapak **Ir. I.G.M. Santosa**, selaku dosen pembimbing Tugas Akhir, yang telah banyak memberikan arahan dan bimbingan kepada penulis selama pengerjaan Tugas Akhir ini.
8. Bapak/Ibu dari PT. Pelabuhan Indonesia III (Pak Ir. Rismarture S, Pak Priyanto, Pak Sunowo, Pak Darmun, Pak Khoirul), PT. Pelabuhan Indonesia III Cabang Gresik (Pak Drs. Sudijono, Pak Djasmito, Pak Tommy, Bu Sri Rejeki) dan dari PT. Pengerukan Indonesia Cabang Surabaya (Pak Ir. Agus Suhariyanto, Pak Deni, Pak Herman Tambari, Pak Tri, Pak Toni), atas penyambutannya yang hangat dan pemberian data-datanya.
9. Saudaraku **Siwo Ichi**, atas kedekatannya disegala situasi.
10. Teman-teman yang banyak memberi support dan bantuan yang tak terhingga saat di “penjara” Teknik Perkapalan yang amat panjang dan melelahkan: Iwan, Alfi, Santoso Junaedi, **Santoso LJ**, Makrus, Sigit, Harto.
11. K.H **Syamsuri**, MBA, Akt. beserta keluarga: dan adik-adik di K II/27A, atas persaudaraannya yang hangat dan erat.
12. Semua pihak yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu disini.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa pengerjaan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu dengan segala kerendahan hati, penulis menerima koreksi dan saran konstruktif demi perbaikan di masa datang. Akhir kata, penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang memerlukan.

Surabaya, Januari 2003

Penulis

DAFTAR ISI

Abstrak	
Kata Pengantar	ii
Daftar Isi	iv
Daftar Gambar	vii
Daftar Tabel	viii
Daftar Notasi	ix
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	I-1
1.2. Tujuan Penulisan	I-3
1.3. Permasalahan Studi	I-3
1.4. Batasan Masalah	I-4
1.5. Metodologi Penelitian	I-4
BAB II. GAMBARAN UMUM PELABUHAN GRESIK	
2.1. Pendahuluan	II-1
2.2. Kondisi Geografis Pelabuhan Gresik	II-2
2.3. Potensi Hinterland	II-4
2.4. Peran dan Fungsi Pelabuhan Gresik	II-5
2.5. Kondisi Operasional Pelabuhan Gresik	II-7
2.6. Kondisi Teknis Pelabuhan Gresik	II-11
2.7. Strategi Pengembangan Pelabuhan Gresik	II-12
BAB III. Pengerukan dan Kapal Keruk	
3.1. Gambaran Umum Pengerukan	III-1
3.2. Tujuan Pengerukan	III-2
3.3. Material Yang Dikeruk	III-3
3.4. Berbagai Jenis Kapal Keruk	III-3
3.4.1. Kapal Keruk Mekanis	III-4
3.4.1.1. Grab/Clamshell	III-4

3.4.1.3. Dipper	III-7
3.4.1.4. Bucket Dredger	III-8
3.4.2. Kapal Keruk Hidrolis	III-11
3.4.2.1. Dustpan	III-11
3.4.2.2. Trailling Suction Hopper	III-13
3.4.2.3. Water Injection	III-17
3.4.3. Kapal Keruk Mekanis - Hidrolis	III-18
3.4.3.1. Bucket-Wheel Dredger	III-18
3.4.3.2. Cutter-Suction Dredger	III-19
3.5. Alat Bantu Pengerukan	III-23
BAB IV. ANALISA TEKNIS	
4.1. Dasar Pemilihan Prototipe Kapal Keruk	IV- 1
4.2. Perhitungan Dimensi Kapal Keruk	IV- 9
4.2.1. Perhitungan Volume Material yang Dikeruk	IV-10
4.2.2. Perhitungan Dimensi Grab Crane	IV-13
4.2.3. Perhitungan Dimensi Top Flat Barge	IV-16
4.3. Penentuan Jumlah Crew	IV-16
4.4. Perhitungan Besarnya Genset Utama	IV-17
4.5. Perencanaan Ruang Akomodasi	IV-22
4.6. Perhitungan Volume Ballast Air	IV-24
4.6.1. Perhitungan LWT	IV-24
4.6.2. Perhitungan DWT	IV-25
4.6.3. Perhitungan Displacement	IV-26
4.7. Perencanaan Volume Tanki-tanki	IV-26
4.8. Penanganan Material Hasil Kerukan	IV-27
4.9. Perhitungan DWT Hopper Barge	IV-29
BAB V ANALISIS EKONOMIS	
5.1. Tinjauan Ekonomis	V- 1
5.2. Perhitungan Kelayakan Investasi	V- 2
5.2.1. Estimasi Investasi	V- 2

5.2.2. Estimasi Biaya Operasional Kapal	V- 3
5.2.3. Estimasi Pemasukan Operasional Kapal	V- 8
5.2.4. Perhitungan Net Present Value	V- 9
5.2.5. Perhitungan Pemasukan Baru	V-12

BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan	VI-1
6.1.1. Segi Teknis	VI-1
6.1.2. Segi ekonomis	VI-2
6.2. Saran	VI-2

LAMPIRAN

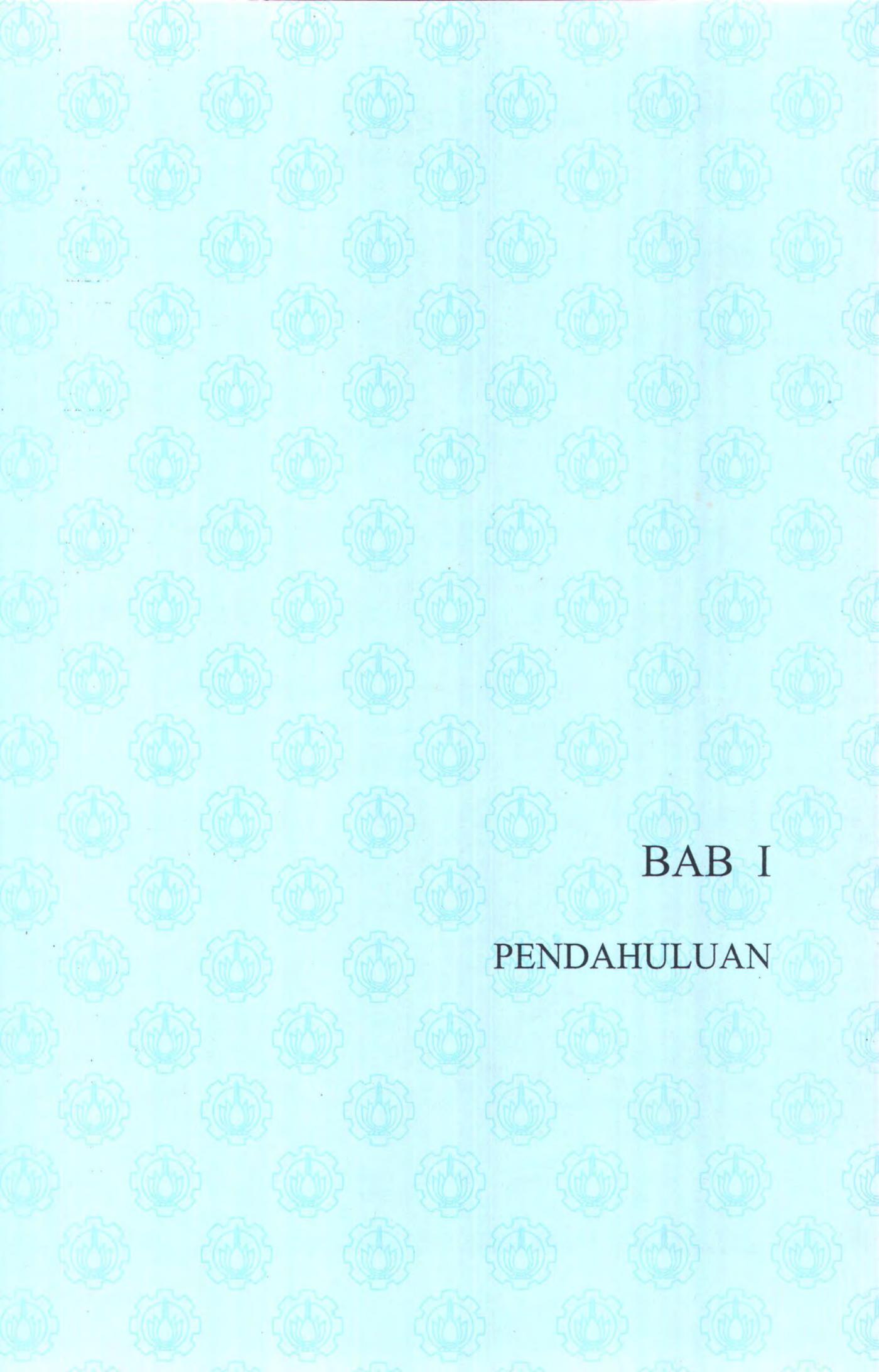
DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1. Kapal Keruk Grab	III- 5
Gambar 3.2. Kapal Keruk Bachoe	III- 7
Gambar 3.3. Kapal Keruk Dipper	III- 8
Gambar 3.4. Kapal Keruk Bucket	III-11
Gambar 3.5. Kapal Keruk Trailing Suction Hopper	III-17
Gambar 3.6. Kapal Keruk Water Injection	III-18
Gambar 3.7. Kapal Keruk Bucket Wheel	III-19
Gambar 3.8. Kapal Keruk Cutter Suction	III-20
Gambar 4.1. Kapal Keruk Grab	IV-10
Gambar 5.1. Grafik NPV untuk satu proyek	V-12
Gambar 5.2. Grafik NPV untuk lima proyek	V-30

DAFTAR NOTASI

I	:	Suku bunga bank
PW	:	Present worth
R	:	Pemasukan dalam satu tahun
j	:	1,2,3... ,N
(A)	:	Pendapatan sebelum kena pajak tiap tahun
(DCF)	:	Discount Cash Flow
(i)	:	Tingkat suku bunga tiap tahun
(NPV)	:	Net Present Value
(PW)	:	Faktor nilai saat ini untuk pembayaran tunggal
(Ro)	:	Penerimaan awal tahun operasi
(Yo)	:	Biaya operasi awal
(v)	:	Faktor pengurangan karena future freight rate
(w)	:	Faktor pengurangan karena teknologi usang
(x)	:	Faktor pengurangan karena kondisi kapal
(y)	:	Faktor pengurangan karena pengaruh inflasi
(z)	:	Faktor pengurangan karena perbaikan – perbaikan



BAB I
PENDAHULUAN

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pelabuhan Gresik merupakan pelabuhan pantai yang berkembang, melihat potensi hinterlandnya yang meliputi beberapa sektor industri yang menunjukkan peningkatan dari tahun ke tahun sehingga transportasi laut lewat Pelabuhan Gresik juga turut meningkat dan tidak menutup kemungkinan Pelabuhan Gresik untuk menjadi pelabuhan mandiri. Sedangkan distribusi barang produksi dan bahan baku memerlukan dukungan fasilitas pelabuhan sehingga kebutuhan sarana pelabuhan juga meningkat. (*Master Plan Pelabuhan Gresik Tahun 2000 ~ 2025*)

Akibat adanya tingkat sedimentasi yang tinggi (60 ~ 75 cm/tahun), (*Petunjuk Kepelabuhan Indonesia Tahun 2002*), menyebabkan kondisi dermaga umum Pelabuhan Gresik khususnya kolam labuhnya dangkal sehingga kurang mampu melayani kebutuhan daerah pendukungnya. Kapal bertonage besar yang akan berlabuh terpaksa bertambat jauh dari dermaga. Akibatnya proses bongkar muat harus menggunakan fasilitas bantu berupa tongkang sehingga menambah biaya dan waktu bongkar muat. Bila hal ini berlangsung terus akan menghambat kelangsungan hidup dan pengembangan pelabuhan, dan juga perkembangan daerah hinterlandnya

secara keseluruhan -karena dapat mengganggu proses produksi akibat tersendatnya arus bahan baku dan distribusi barang hasil produksi-

Melihat kondisi tersebut diperlukan pembangunan dan rehabilitasi sarana dan prasara pelabuhan antara lain dengan pengerukan untuk memperdalam kolam labuh dermaga umum. Pengerukan ini harus rutin dilakukan setiap periode tertentu untuk menjaga kedalaman kolam labuh agar tidak berkurang akibat proses pendangkalan yang sering terjadi diperairan Pelabuhan Gresik. Pendangkalan tersebut antara lain disebabkan oleh adanya perputaran arus yang membawa material sedimen dari Bengawan Solo dan Kali Brantas pada saat pasang surut. (*Master Plan Pelabuhan. Gresik Tahun 2000 ~ 2025*)

Selama ini untuk pengerukan pihak pelabuhan melakukan penyewaan kapal keruk dari pihak lain. Dalam tugas akhir ini akan dilakukan penentuan prototipe kapal keruk yang tepat untuk dioperasikan di dermaga umum Pelabuhan Gresik dan penanganan material hasil kerukannya dengan menggunakan beberapa kapal pembanding yang ada. Mengingat terbatasnya dana yang dapat dialokasikan bagi pengembangan pelabuhan juga kondisi geografis yang ada, diperlukan banyak pertimbangan dalam menentukan pemilihan sarana pengerukan agar didapatkan hasil yang memuaskan.

1.2. Tujuan Penulisan

Memberikan gambaran tentang pemeliharaan dermaga umum Pelabuhan Gresik serta prototipe sarana pengerukan yang sesuai untuk dermaga umum Pelabuhan Gresik.

1.3. Permasalahan Studi

Prototype kapal keruk jenis apakah yang sesuai untuk melakukan pengerukan di dermaga umum Pelabuhan Gresik?.

Permasalahan ini akan dibahas terperinci sebagai berikut:

- ☞ Berapa kedalaman kolam labuh yang dibutuhkan ?
- ☞ Berapa volume material yang akan dikeruk ?
- ☞ Prototipe jenis kapal keruk apa yang sesuai ?
- ☞ Fasilitas bantu apa yang diperlukan dalam proses pengerukan ?
- ☞ Berapa dimensi prototipe kapal keruk dan peralatan bantunya ?
- ☞ Bagaimana penanganan dan pemilihan lokasi pembuangan material hasil kerukan ?
- ☞ Berapa biaya investasi dan operasionalnya ?
- ☞ Berapa pemasukannya per tahun ?
- ☞ Bagaimana kelayakan investasinya ?

1.4. Batasan Masalah

Dalam pembahasan nantinya ada beberapa batasan, yakni :

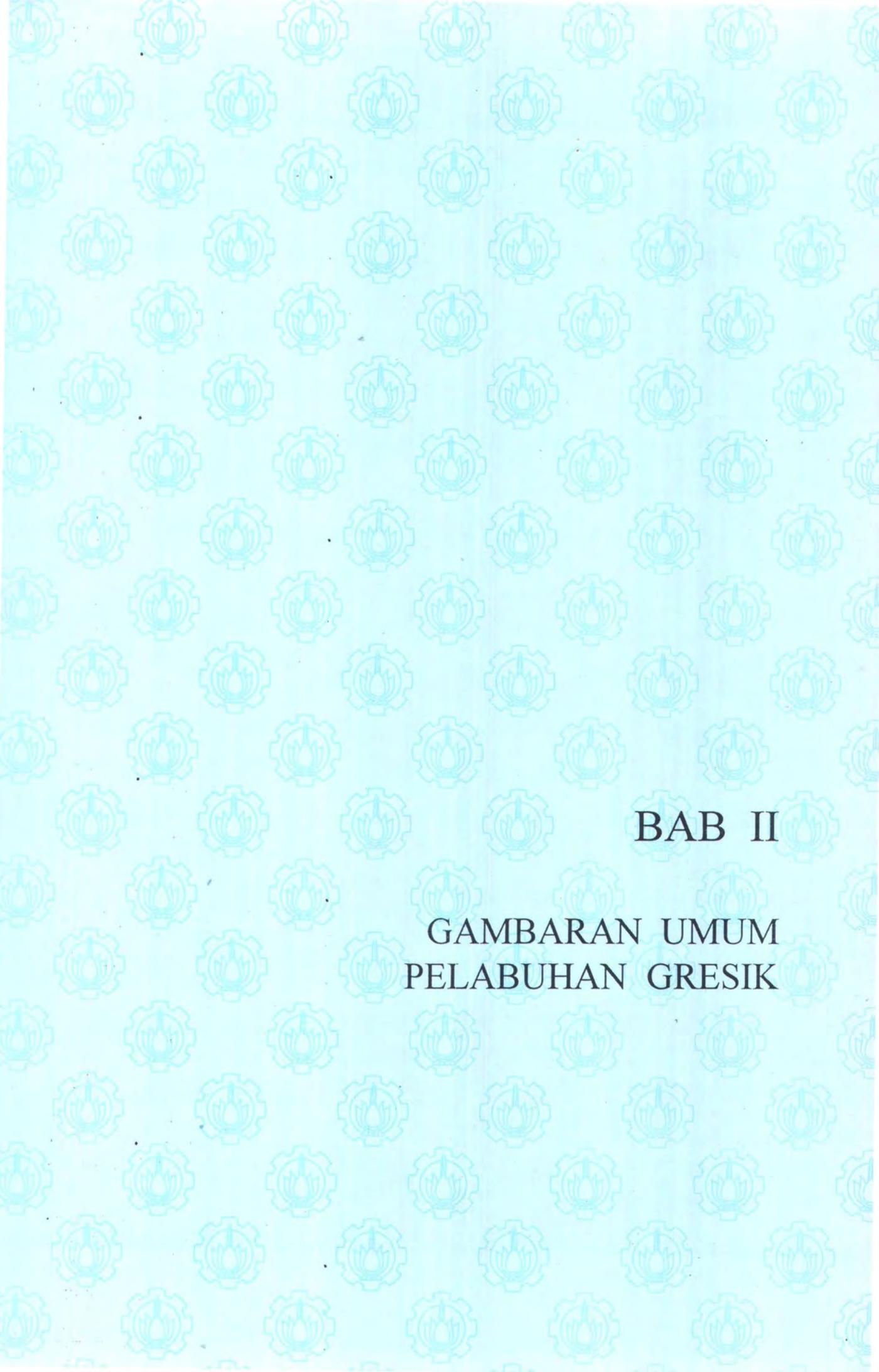
- ☞ Didalam perhitungan daerah yang akan dikeruk adalah dermaga umum Pelabuhan Gresik.
- ☞ Tidak membahas stabilitas, konstruksi dan kekuatan memanjang prototipe kapal keruk.
- ☞ Tidak membahas proses pelaksanaan proyek pengerukannya dilapangan.
- ☞ Peninjauan teknis dititikberatkan pada pemilihan dan perhitungan estimasi dimensi prototype kapal keruk, rencana umum, dan penanganan material hasil kerukannya.
- ☞ Peninjauan ekonomisnya dititikberatkan pada biaya bangunan baru dan biaya operasionalnya serta bagaimana perhitungan NPV sehingga dapat diketahui kapan Break Event Point (BEP).
- ☞ Semua elemen biaya mengacu pada kebijaksanaan saat ini.

1.5. Metodologi Penelitian

Metode yang dipakai diambil dari bahan pustaka/teoritis (penentuan dimensi kapal dari kapal pembanding dilakukan dengan regresi linier dan kajian kelayakan investasi akan dilihat dari segi NPV-nya) dan dari pengamatan penulis di lapangan untuk melengkapi data sekunder yang ada, atau untuk mendekati dengan kondisi yang ada pada saat ini.

Data untuk kepentingan studi diambil dari pihak PT. Pelabuhan Indonesia III (berupa kondisi pelabuhan dan area pengerukan), PT. Pengerukan Indonesia Cabang Surabaya (berupa kapal pembanding, kapasitas produksi, dan biaya produksi) serta data sekunder lain dari dinas/instansi terkait. Studi yang pernah dilakukan dipakai sebagai referensi dalam menentukan alternatif pemecahan masalah yang terjadi.





BAB II

GAMBARAN UMUM
PELABUHAN GRESIK

BAB II

GAMBARAN UMUM PELABUHAN GRESIK

2.1. Pendahuluan

Pelabuhan Gresik merupakan salah satu pelabuhan kelas II yang di bawah pengelolaan PT. (Persero) Pelabuhan Indonesia III, dengan lokasi terletak pada posisi $112^{\circ} 39' 30.60''$ garis bujur Timur dan $07^{\circ} 09' 27.40''$ garis lintang Selatan, tepatnya pada Selat Madura sebelah utara Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya. Pelabuhan Gresik dengan lokasi yang sangat strategis di pantai utara Pulau Jawa sering dikunjungi para pedagang baik dari luar negeri maupun dalam negeri seperti dari Saudi Arabia, Persia, Cina, pedagang-pedagang bagian timur Indonesia yang secara rutin singgah untuk berdagang.

Daerah Lingkungan Pelabuhan Gresik diawali dan ditetapkan saat pemerintah Belanda sampai dengan pemerintah Republik Indonesia dengan surat-surat keputusan antara lain: Surat Keputusan Gubernur Jenderal Hindia Belanda tanggal 6 Maret 1931 Nomor 18 (Staadblad No.102 Tahun 1931); Surat Keputusan Kepala Daerah Kab. Surabaya Nomor: U/31/PU/AA, tanggal 15 Juli 1964; Surat Keputusan DPR-DGR Dati II Surabaya Nomor: U/32/PU.DPR-DGR, tanggal 28 Oktober 1964; dan Surat Keputusan Bersama Menteri Perhubungan dengan Menteri Dalam Negeri Nomor: KM.63, tanggal 2 Oktober 1996 yang menyatakan luas lingkungan wilayah

daratan seluas 236 Ha, luas lingkungan perairan seluas 8.136 Ha dan luas lingkungan kerja wilayah kepentingan perairan seluas 35.125 Ha.

2.2. Kondisi Geografis Pelabuhan Gresik

1. Iklim

Keadaan iklim daerah Pelabuhan Gresik secara umum dipengaruhi oleh angin musim, yaitu musim barat dan musim timur. Saat musim barat (Nopember ~ Maret), angin berhembus dari arah barat ke timur yang diakibatkan oleh perpindahan massa udara dari daerah bertekanan tinggi yang terbentuk diatas Asia menuju daerah diatas Australia yang bertekanan lebih rendah.

Kecepatan angin maximum 2,5 m/det (15 knot), arah barat waktu bulan Pebruari, pada bulan-bulan lain (terutama pada bulan Maret ~ April) kecepatan angin kurang lebih 4,1 km/jam (6,83 knot).

Curah hujan tidak merata sepanjang tahun, kondisi curah hujan tinggi (>200 mm) terjadi pada Desember ~ April, curah hujan rendah (<100 mm) terjadi pada Juli ~ Oktober. Temperatur rata-rata 31°C, dengan variasi antara 29°C sampai dengan 32°C.

2. Fisiografi

Secara morfologi Pelabuhan Gresik termasuk cekungan Kendeng yang membentang pada bagian utara Jawa mulai Semarang hingga terlihat lagi sebagian di Pulau Madura.

2.3. Potensi Hinterland

Laju pertumbuhan perekonomian Kabupaten Gresik cukup pesat dengan didukung oleh laju pertumbuhan ekspor non migas rata-rata sebesar 11.3% (tahun 1993 ~ 2002) dengan komoditas andalan yaitu pertanian dan industri.

Investasi swasta di Kabupaten Gresik cukup besar, ditunjukkan oleh peningkatan proyek-proyek penanaman modal yang cukup pesat, yaitu PMDN dengan nilai investasi sebesar US\$ 103.988.944,00 dan PMA dengan nilai investasi US\$ 653.262.750,00. Hal ini diikuti oleh adanya perkembangan ekonomi Jawa Timur yang tinggi dan terjadinya pergeseran struktur ekonomi yang menuju perimbangan yang semakin terkonsentrasi di wilayah Gerbang Kertosusila dengan nilai sebesar 30% dari total Pendapatan Daerah Bruto Provinsi Jawa Timur. Laju pertumbuhan ekspor non migas menunjukkan peningkatan sebesar 8,9% per tahun, sedang nilai total ekspor mengalami peningkatan sebesar 29,3% per tahun dengan negara tujuan ekspor sebanyak 150 negara, dan nilai total impor mengalami peningkatan 3,75 % per tahun. Sementara jumlah jenis komoditi ekspor non migas berkembang dari 279 jenis (1998) menjadi sebanyak 899 jenis (2002).

Komoditi ekspor non migasnya berupa kayu prosesan, produk tekstil, sepatu, plywood, produk rotan, produk kertas, produk kulit, produk baja, dan bumbu masak. (*BPS Jawa Timur Tahun 2002*)

Secara geologi mempunyai litologi endapan alluvial pantai yang terdiri dari perselang-selingan lempung dan pasir serta merupakan alluvial dasar laut perairan dangkal.

3. Oceanografi

Keadaan pantai laut terbuka dengan kondisi sebagai berikut:

a. Pasang Surut:

- Air tinggi tertinggi : 5,20 m LWS
- Air tinggi : 4,00 m LWS
- Duduk tengah : 4,05 m LWS
- Air terendah : 3,00 m LWS
- Chart datum : 0,00 m LWS
- Air rendah terendah : - 2,90 m LWS
- Waktu tolok : GMT + 07.00
- Sifat pasang surut : campuran,condong kehariian ganda
- Tunggang air rata-rata pada pasang purnama 134 cm dan pada pasang mati 50 cm. Muka surutan (Z0) 110 cm dibawah datum.

b. Arus

Kecepatan maximum arus tercatat 1,3 m/det dengan arah 330° dari arah utara pada waktu air surut di bulan purnama.

c. Gelombang

Gelombang tertinggi 0,5 m pada bulan Nopember sampai Pebruari, gelombang rata-rata 0,2 m; dengan kecepatan max. 3 knot.

Hinterland pelabuhan yang berada di sepanjang wilayah Gerbang Kertosusila mempunyai potensi yang besar dimana terdapat 400 industri menengah dan besar yang berorientasi ekspor meliputi sektor pertambangan, industri pengolahan, manufaktur, perdagangan, pertanian, dan perikanan.

Guna mengantisipasi potensi tersebut diperlukan adanya pengembangan pelabuhan dengan menyediakan baik sarana maupun prasarananya yang memadai dan dalam hal ini pengerukan perairan pelabuhan menjadi salah satu kebutuhan yang tak bisa dihindari.

Aksesibilitas transportasi Pelabuhan Gresik makin lancar dengan adanya tol Gresik – Surabaya. Selain itu Pelabuhan Gresik juga berpotensi untuk mendapatkan limpahan barang sebagai bagian dari penataan Pelabuhan Tanjung Perak berupa log, besi tua, dan curah spesifik seperti: batu bara, pasir kwarsa, dan soda ash.

2.4. Peran dan Fungsi Pelabuhan Gresik

Pelabuhan merupakan salah satu dari sub sistem distribusi barang dan penumpang yang harus dikelola secara terpadu dan profesional agar arus lalu lintas kapal dan barang yang melalui pelabuhan berjalan efektif dan efisien dengan biaya yang layak.

Sesuai PP No.58 tahun 1991, Pelabuhan Gresik saat ini dibawah pengelolaan PT. (Persero) Pelabuhan Indonesia III dengan akte pendirian

perseroan yang dibuat dihadapan Notaris Imas Fatimah, S.H tanggal 1 Desember 1992.

Ditinjau dari jenis muatannya, didalam daerah lingkungan kerja Pelabuhan Gresik terdapat berbagai jenis terminal seperti terminal break bulk (general cargo), terminal dry bulk (curah kering), terminal liquid bulk (curah cair); dan terminal khusus yang dibangun dan dioperasikan sendiri oleh instansi tertentu atau swasta, yaitu terminal semen dan terminal bahan-bahan kimia.

Saat ini kapasitas nominal dari terminal general cargo mencapai 2.24 juta ton per tahun, sedang arus lalu lintas barang mencapai 5.045.755 ton/tahun. Dilihat dari perkembangannya jumlah barang perdagangan dalam negeri yang melalui Pelabuhan Gresik rata-rata mengalami pertumbuhan sebesar 19.25%/tahun, sedang pertumbuhan untuk jumlah arus barang perdagangan luar negeri sebesar 16.06%/tahun. Dengan demikian peranan Pelabuhan Gresik terhadap kegiatan perdagangan dalam negeri masih lebih besar dibanding dengan kegiatan perdagangan luar negeri. (*Statistik Perhubungan Tahun 2002*).

Arus kunjungan kapal sampai tahun 2010 diperkirakan mencapai pertumbuhan 8.41% per tahun untuk perdagangan luar negeri dan 7.85% per tahun untuk perdagangan dalam negeri. Pertumbuhan per tahun untuk arus barang sampai tahun 2010 diperkirakan sebesar 6.2% untuk general cargo dan 6.0% untuk curah kering.

Dari studi yang pernah dilakukan, Pelabuhan Gresik dipersiapkan untuk pengembangan terpadu dengan Pelabuhan Tanjung Perak sebagai pelabuhan modern dalam single development plan. Ide pengembangannya dimungkinkan sebagai pusat bisnis, perkantoran, gudang, dan lain-lain. Disini diasumsikan pengembangan Pelabuhan Gresik adalah akibat over flow dari Pelabuhan Tanjung Perak.

2.5. Kondisi Operasional Pelabuhan Gresik

Pelabuhan Gresik pola operasinya melayani bongkar muat barangbaik curah cair, curah kering dan barang umum. Sistem pelayanan kapal saat ini menggunakan sistem mekanisasi dermaga. Fasilitas dermaga yang ada pada pelabuhan ini dapat dikelompokkan antara lain dermaga nusantara, lokal/pelra, dan beberapa dermaga untuk kepentingan khusus yang dimiliki oleh beberapa industri: Petrokimia, Semen Gresik, Maspion, PLTU, Plywood, dan Smelting.

1. Daerah Lingkungan Kerja dan Kepentingan Pelabuhan

Pelabuhan Gresik mempunyai akses langsung ke hinterland yang sangat memadai karena didukung oleh prasarana dan sarana angkutan jalan raya dan kereta api. Jalan area pelabuhan yang terdiri dari Jalan Yos Sudarso seluas 18.813 m². Batas-batas daerah lingkungan kerja Pelabuhan Gresik masih dalam proses pengajuan, diajukan luas lingkungan wilayah daratan seluas 236 Ha, lingkungan perairan seluas 8.136 Ha, dan

lingkungan kerja wilayah kepentingan perairan pelabuhan dengan luas 35.125 Ha

2. Fasilitas dan Peralatan Pelabuhan

Beberapa fasilitas yang tersedia di dalam daerah lingkungan kerja wilayah daratan Pelabuhan Gresik adalah sebagai berikut:

1. Fasilitas Pokok

- a. Tanah, Ha : 62
- b. Kolam pelabuhan, Ha : 14,32
 - Kedalaman minimum, m LWS : 3
 - Kedalaman maximum, m LWS : 6
 - Volume maintenance dredging/tahun, m³ : 142.500
 - Sedimentasi, cm/tahun : 60 ~ 75
 - Kedalaman tanah dasar : alluvial lumpur, lempung dan pasir
 - Panjang alur setempat, m : 385
 - Lebar alur setempat, m : 70
- c. Tambatan
 - Beton, m² : 265
 - Talud tegak
 - Panjang, m : 815
 - Tinggi, m : 4,5
 - Besi/kayu, m² : 150
 - Pinggiran, m² : 76

d. Dermaga pancang, m² : 4.500

Terdapat 3 (tiga) buah dermaga

- Ukuran : 3 x 50 x 10 (1500 m²)
- Kontruksi : Tiang pancang
- Daya dukung : 1 ton/m²

e. Dermaga beton, m² : 2.650 (265 x 10 m)

- Daya dukung, ton/m² : 15

e. Talud, m² : 7.245

2. Fasilitas Penumpukan

a. Gudang, m² : 1.400

- Lini I

- Ukuran, m : 40 x 15
- Konstruksi : beton tembok
- Daya dukung lantai rata-rata : 3 ton/m³

- Lini II

- Ukuran, m : 53 x 15
- Konstruksi : beton tembok
- Daya dukung lantai rata-rata : 3 ton/m³

b. Lap. Penumpukan, m² : 22.710

- Konstruksi : Aspal
- Daya dukung lantai rata-rata : 2 ton/m³
- Lapangan tanah, m² : 81.287

3. Pengusahaan T.G.A.L

a. Tanah

- Tanah daratan, m² : 964.282
- Perairan, m² : 81.360.000

b. Gedung, m² : 765

c. Fasilitas air minum

Pengisian air minum dari PAM ditampung di bak air berkapasitas 200 ton dengan konstruksi beton cor. Pelayanan air kapal dan perkantoran melalui instalansi pipa dari hidran terpusat dengan kekuatan 6 l/det.

d. Fasilitas listrik

Penerangan daerah pelabuhan untuk menunjang kegiatan bongkar/muat pada malam hari dengan fasilitas terpasang 8 KVA. Jumlah lampu penerangan jenis merkuri 21 titik @ dengan kekuatan 250 W, lampu sorot 10 titik @ dengan kekuatan 100 W.

4. Peralatan bongkar muat

- Kran darat, ton/unit : 50/1
- Forklift, ton/unit : 5/1; 7.5/1
- Mobil tanki, unit : 1
- Kapal pandu, unit : 1

5. Terminal penumpang, m² : 300

- Konstruksi, bangunan permanen berdinding tembok dengan atap asbes.

- Terdiri dari ruang tunggu, ruang tunggu VIP, ruang petugas, kantin, mushola, dan WC.

2.6. Kondisi Teknis Pelabuhan Gresik

Pelabuhan Gresik merupakan pelabuhan wajib pandu maka diperlukan peralatan pemanduan dilapangan seperti kapal pandu dan kapal tunda, dengan koordinat batas area wajib pandu:

I. $06^{\circ} 54' 00''$ S – $112^{\circ} 42' 00''$ T

II. $07^{\circ} 09' 00''$ S – $112^{\circ} 39' 00''$ T

1. Kondisi Perairan

Pelabuhan Gresik mempunyai perairan luar seluas $2.086.442 \text{ m}^2$ dengan kedalaman 10 m LWS dan perairan dalam seluas $1.048.400 \text{ m}^2$ dengan kedalaman antara 8.5 ~ 9 m LWS.

2. Kondisi Alur Pelayaran dan Fasilitas Pemanduan

Pelabuhan Gresik mempunyai 2 (dua) alur pelayaran. Alur pelayaran barat, panjangnya 25 mil laut, lebar 100m dengan kedalaman antara 9,7 ~ 12 m LWS dan dilengkapi dengan 24 bouy dan stasiun pandu di Pulau Karang Jamuang siap selama 24 jam.

Alur pelayaran timur, panjangnya 22.5 mil laut, lebar 100 m dengan kedalaman antara 2,5 ~ 5 m LWS yang dilengkapi dengan bouy sebanyak 8 unit.

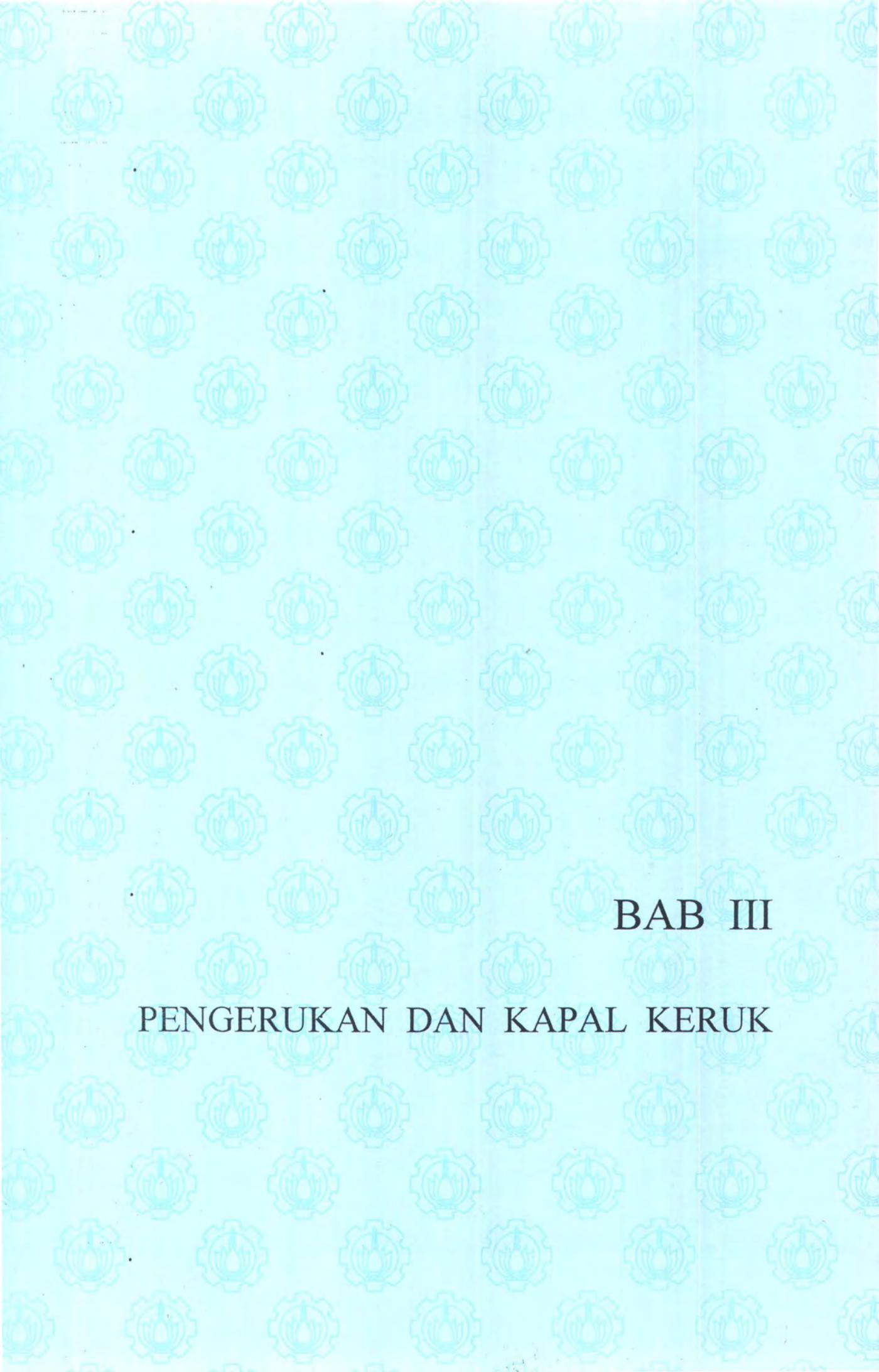
Untuk melayani kegiatan pemanduan kapal, disediakan tenaga pandu sebanyak kurang lebih 41 (empat puluh satu) personel Pandu Laut dan Bandar dengan menggunakan Radio Telephone VHF frequency channel 6-8-12-14-16.

2.7. Strategi Pengembangan Pelabuhan Gresik

Dalam Rencana Strategis Perusahaan Perusahaan konsep rencana pengembangan dan pembangunan Pelabuhan Gresik diuraikan sebagai berikut:

1. Pengembangan Pelabuhan Gresik direncanakan menjadi satu kesatuan dengan Pelabuhan Tanjung Perak (sampai Kali Lamong) dengan daerah pengembangan yang terpadu dan saling melengkapi satu-sama lain.
2. Peningkatan peran dan fungsi Pelabuhan Gresik yang mampu mengakomodir terselenggaranya angkutan laut secara langsung ke negara tujuan (direct service).
3. Peningkatan peran dan fungsi sebagai pelabuhan transshipment, pusat logistik dan distribusi untuk Kawasan Timur Indonesia bagi arus muatan konvensional, curah, log maupun peti kemas.
4. Pemanfaatan water front (tepi air) disepanjang alur pelayaran barat - sebagai rencana daerah pengembangan Kabupaten Gresik secara bertahap dan berkesinambungan- melalui reklamasi perairan.

5. Pengembangan Pelabuhan Gresik sebagai pelabuhan modern menuju pada spesialisasi muatan (curah cair, curah kering, log, peti kemas).
6. Rekonfigurasi maupun penataan di pelabuhan konvensional dalam rangka peningkatan produktivitas Pelabuhan Gresik.
7. Refungsionalisasi secara bertahap lahan-lahan yang kurang produktif atau tidak ada kaitannya dengan kegiatan kepelabuhanan menjadi areal yang mempunyai nilai ekonomis dan bisnis.
8. Pengembangan dan peningkatan sistem pelayanan di Pelabuhan Gresik melalui penerapan teknologi informasi antara pengelola pelabuhan dengan semua unsur masyarakat pelabuhan.
9. Pengembangan dan penerapan penggunaan teknologi tinggi secara bertahap dalam peningkatan produktivitas dan kualitas pelayanan.
10. Pengembangan kawasan bisnis dan kawasan industri yang diantaranya dilengkapi dengan kawasan berikut.



BAB III

PENGERUKAN DAN KAPAL KERUK

BAB III

PENGERUKAN DAN KAPAL KERUK

3.1. Gambaran Umum Pengerukan

Pengerukan dalam teknik pembangunan pelabuhan sebagai sarana penunjang suatu proses pelaksanaan penggalian dan penimbunan tanah (excavating and dumping; cut and fill) baik di dalam air maupun di darat. Pengerukan yang dilakukan pada saat pembangunan pelabuhan sebagai capital dredging yaitu dalam melaksanakan pembuatan kolam pelabuhan dan perataan alas pemecah gelombang, pekerjaan ini meliputi pula pembuatan alur pelayaran dan kanal agar dapat dilayari kapal.

Proses pengerukan terdiri dari penggalian, pengangkutan, dan pembuangan akhir atau penggunaan hasil kerukan. Tergantung dari jenis material yang akan dikeruk atau bagian pelabuhan yang mana, berbagai tipe kapal keruk kemudian dipilih. Kapal keruk merupakan salah satu jenis kapal kerja dalam pelaksanaan investasi pemeliharaan suatu pelabuhan. Pengerukan secara teratur diperlukan untuk memelihara kedalaman suatu kolam/alur pelayaran atau alur sungai sebagai maintenance dredging dikarenakan adanya proses pergerakan dan pengendapan lumpur (sediment transport) supaya selalu tersedia kedalaman yang memadai bagi kapal-kapal yang akan berlabuh.

3.2. Tujuan Pengerukan

Sasaran utama pengerukan antara lain dalam bidang :

1. Pelayaran (Navigasi).

Untuk pemeliharaan, perluasan, dan perbaikan sarana lalu lintas air dan pelabuhan. Untuk membuat pelabuhan, memperdalam turning basin (kolam pelabuhan), dan fasilitas lainnya.

2. Pengendalian banjir (Flood Control).

Untuk memperbaiki atau memperlancar aliran sungai dengan memperdalam dasar sungai atau fasilitas pengendali banjir lainnya seperti bendungan dan tanggul.

3. Konstruksi dan reklamasi.

Untuk mendapatkan material bangunan seperti pasir, kerikil, dan tanah liat atau untuk menimbun lahan dengan material kerukan sebagai tempat membangun daerah industri, pemukiman, jalan, dan sebagainya.

4. Pertambangan (Mining).

Untuk memperoleh mineral, permata, logam mulia, dan pupuk .

5. Untuk tujuan lainnya.

Untuk penggalian pondasi di bawah air dan penanaman pipa saluran air atau pembuatan terowongan. Untuk membuang polutan dan mendapatkan air yang berkualitas.

3.3. Material Yang Dikeruk

Jenis material yang akan dikeruk biasanya tidak sama, misalnya tanah gambut, tanah liat, endapan lumpur, karang, pasir, kerikil, serta batu pecah. Jenis material akan menentukan pemilihan kapal keruk yang paling efektif, kecepatan produksi (pengerukan), kemungkinan kontaminasi, pembuangan atau penggunaan material keruk.

Penentuan jenis material keruk dilakukan dengan mengambil sampel pada lokasi proyek, kemudian diteliti untuk diketahui karakteristiknya secara lengkap.

3.4. Berbagai Jenis Kapal Keruk

Secara operasional kapal keruk dibedakan sebagai berikut :

a. Kapal keruk tanpa mesin penggerak.

Kapal keruk jenis untuk perpindahan dari satu tempat ke tempat lainnya dibantu dengan kapal tunda atau dengan sistem tali baja pengikat dimana satu pihak dicekamkan pada suatu jangkar dan diujung lainnya dililitkan pada suatu mesin derek. Untuk kelancaran dan ketepatan lokasi, biasanya digunakan lebih dari satu tali baja pengikat atau dengan menggunakan spud.

Untuk pengerukan tanah yang keras, arah gerakan kapal zig-zag, bergerak kesamping kiri kemudian maju, lalu kesamping kanan dan seterusnya. Pergerakan dilakukan dengan mengulur maupun menarik kawat-kawat pengikat yang dihubungkan dengan jangkar.

b. Kapal keruk dengan mesin penggerak sendiri.

Kapal keruk jenis untuk perpindahannya dengan tenaga terpisah dari mesin pengeruknya.

Secara teknis, peralatan pengerukan pada dasarnya dapat dibagi dalam tiga tipe yaitu:

- Alat keruk mekanis
- Alat keruk hidrolis
- Alat keruk mekanis-hidrolis

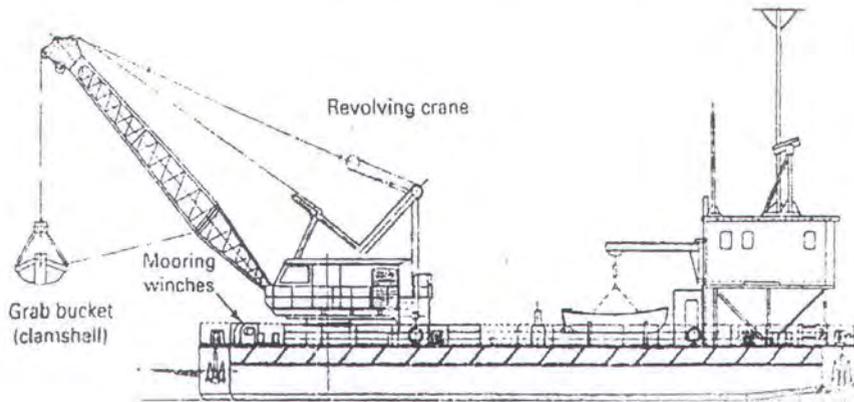
3.4.1. Kapal Keruk Mekanis

Tipe kapal keruk ini sederhana, mempunyai analogi dengan peralatan gali di darat. Yang termasuk jenis kapal keruk mekanis antara lain :

3.4.1.1. Grab/Clamshell/Dragline

Peralatan kapal terdiri dari grab yang digerakkan dengan crane yang diletakkan di atas ponton dengan geladak datar. Crane merupakan satu unit yang berdiri sendiri, berfungsi mengangkat dan menurunkan grab, disamping membantu pelepasan spud untuk keperluan reparasi.

Kedalaman keruk tergantung dari berat grab, semakin berat grabnya maka semakin dalam hasil galiannya. Grab direncanakan sedemikian rupa agar tahanannya waktu masuk kedalam air sekecil mungkin.



Gambar 3.1. Kapal Keruk Grab

Grab dapat di bedakan menjadi:

- Grab Lumpur

Tanpa gigi, dengan pinggiran rata, dipakai untuk lumpur dan tanah lunak.

- Grab Garpu

Rahang bergigi, interlock, gigi pendek-pendek, dipakai untuk pasir, tanah liat, dan tanah campur gravel.

- Grab Kaktus

Biasanya berjari empat atau lebih yang dapat menutup secara bersamaan, dipakai untuk batu-batuan besar.

Karakteristik kapal keruk grab:

- Mampu mengeruk daerah yang diinginkan dengan tepat.
- Terutama dipakai untuk pengerukan disekitar dock, dermaga dan bagian sudut dari kade-kade, karena dapat merapat sampai ke tepi .

- Cocok dipakai untuk mengeruk material yang berupa pasir, tanah liat, kerikil, dan batu pecah.
- Kedalaman pengerukan praktis tak terbatas, tergantung panjang tali, tetapi makin dalam, produksi berkurang karena waktu mengangkat makin lama.
- Beroperasi tanpa mengganggu lalu lintas kapal lainnya.
- Dapat bekerja secara baik pada air yang bergelombang.
- Dapat dipakai untuk menggali material padat ataupun tanah asli (insitusoil).
- Kapasitas pengerukannya kecil.
- Kabel crane mudah terbelit.
- Hasil pengerukan tidak rata, sehingga sukar menentukan dalamnya hasil pengerukan.

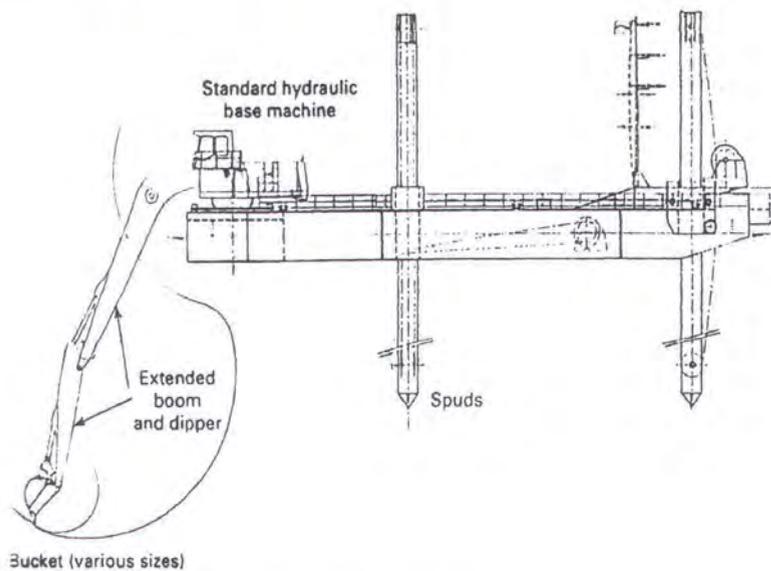
Untuk keperluan operasi, kapal keruk ini dilengkapi dengan dua buah spud dan spul-spul penggulung kawat baja yang digunakan untuk mengangkat maupun menurunkan spud. Kapal bergerak sedikit demi sedikit secara zig-zag dengan mengatur pengangkatan spud dan penarikan/penguluran tali jangkar.

3.4.1.2. Backhoe

Kapal keruk ini pada dasarnya adalah ponton yang dipasang alat pemindah tanah berupa backhoe, yang bekerja dengan sistem mekanis (tarikan tali baja) ataupun dengan sistem hidrolis.

Karakteristik kapal keruk backhoe:

- Dapat menggali bermacam-macam material seperti pasir, tanah liat, kerikil, batu maupun karang.
- Tidak dapat bergerak sendiri, membutuhkan jangkar untuk menempatkan pada posisi pengerukan.
- Kecepatan produksinya rendah.



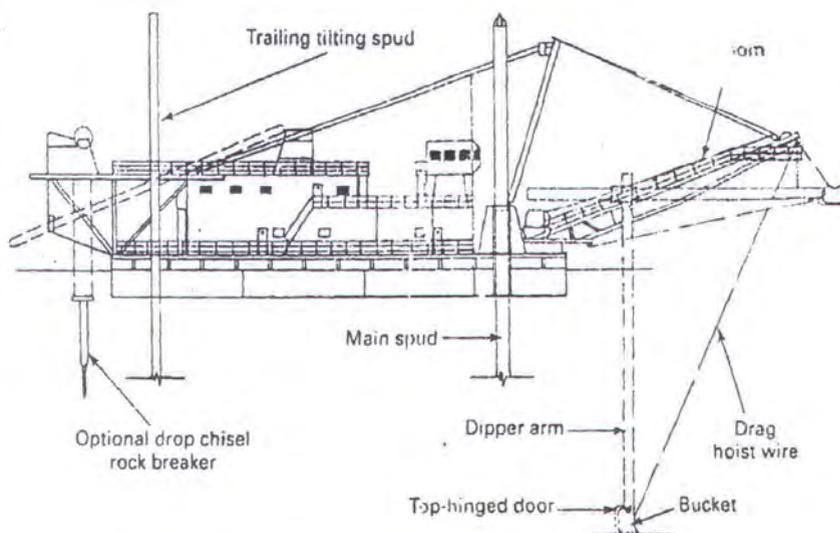
Gambar 3.2. Kapal Keruk Backhoe

3.4.1.3. Dipper

Kapal keruk dipper ini seperti sekop yang bertenaga, kadang-kadang sekop dilengkapi dengan mata penembus batu. Mempunyai dua spud depan yang dipakai untuk mengangkat tongkang di atas garis air guna menambah daya gali, dan satu spud belakang yang disebut *kicking spud* yang digunakan untuk menggerakkan tongkang ke depan.

Karakteristik kapal keruk dipper:

- Cocok untuk mengeruk batu karang dan lapisan tanah yang keras dan padat, karena memiliki tenaga pengungkit dan desak yang besar.
- Dapat digunakan untuk membuang pondasi bawah laut yang tidak terpakai.
- Jumlah crew sedikit (5~6 orang).
- Bisa menggali jalannya sendiri, juga menggali tebing yang curam tanpa takut longsor.



Gambar 3.3. Kapal Keruk Dipper

3.4.1.4. Bucket Dredger

Kapal keruk ini menggunakan timba yang disusun pada rangkaian rantai ban yang berputar dimana padanya dilekatkan timba-timba pengeruk. Pengerukan dengan kapal keruk ini biasanya dilakukan pada kolam pelabuhan atau

pada kanal, dan juga digunakan untuk menggali mineral (penambangan) di lepas pantai.

Gerakan rantai ban dengan timbanya merupakan gerak berputar mengelilingi ladder. Ladder dapat digerakkan naik turun sesuai dengan kedalaman pengerukan yang diinginkan dengan menggunakan tali baja. Tali baja ini dililitkan pada sistem drum yang digerakkan winch. Ujung bawah rantai masuk kedalam tanah yang mau dikeruk, sehingga gerak timba mempunyai berat sendiri yang besar, kemudian menggali tanah tersebut. Karena gerakan rantai ban timba tersebut terus-menerus, maka timba pengeruk akan terangkat keatas permukaan dengan membawa tanah galian.

Pada bagian ujung atas yang lain dari ladder, pada saat timba dikarenakan gerakan menerus kemudian akan terbalik, sehingga tanah hasil kerukannya akan tumpah dengan sendirinya dan jatuh kebawah untuk kemudian ditampung oleh bak penyalur. Bak penyalur ini lalu menyalurkan lumpur kedalam bak lumpur yang beroperasi didekat atau disamping kapal keruk, seterusnya bak lumpur akan ditarik ke tempat pembuangan dengan kapal tunda.

Disebabkan gerakan rantai ban timba yang terus-menerus maka jenis kapal mekanis ini lebih efisien kerjanya

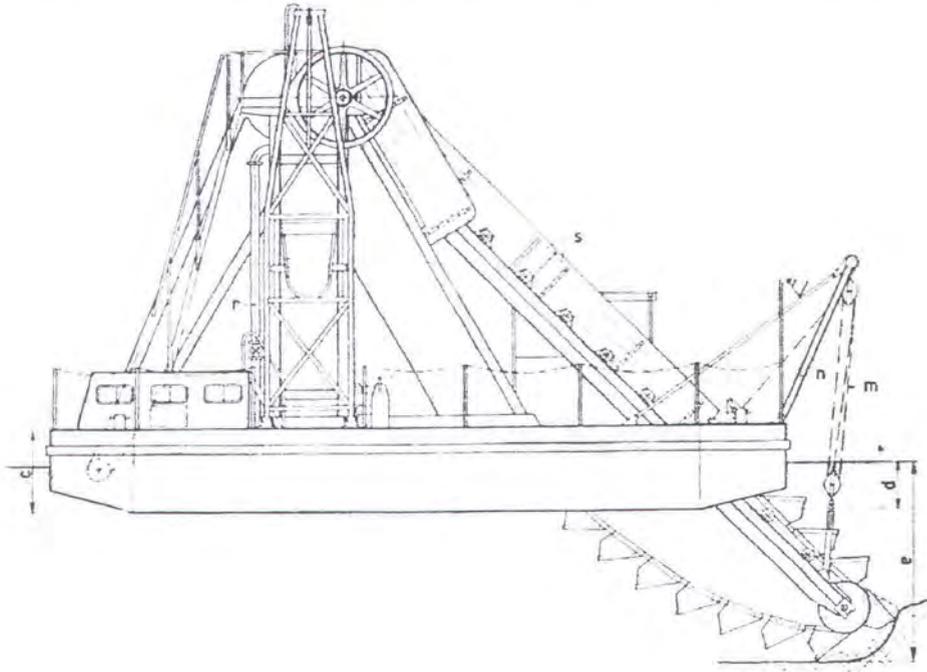
dibanding kapal keruk jenis mekanis yang lain terutama untuk pengerukan pasir dan biji tambang.

Kapasitas keruk tiap jam berhubungan erat dengan banyaknya timba yang dipakai dan kedalaman yang dikeruk, serta kecepatan timbanya (jumlah timba per menit).

Karakteristik kapal keruk bucket:

- Dipakai untuk berbagai jenis material dari tanah keras sampai batuan lunak.
- Kecepatan produksinya kecil serta memerlukan angker.
- Tidak praktis untuk jumlah pengerukan yang besar, daerah yang luas dan berkembang.
- Semakin dalam pengerukan semakin tidak efisien karena jumlah material keruk semakin berkurang.
- Terlalu bising.





Gambar 3.4. Kapal Keruk Bucket

3.4.2. Kapal Keruk Hidrolis

Yang dimaksud dengan hidrolis disini adalah tanah yang dikeruk bercampur dengan air laut, kemudian campuran tersebut dihisap pompa melalui pipa penghisap, selanjutnya melalui pipa pembuang dialirkan ke daerah pembuangan. Pengerukan dasar laut dengan jenis peralatan ini makin populer, karena sangat efektif. Yang termasuk tipe kapal keruk hidrolis adalah:

3.4.2.1. Dustpan

Dinamai demikian karena ujung penghisapnya terdiri dari beberapa saluran penghisap yang disatukan dan membentuk kepala penghisap. Guna memperlancar pekerjaan penghisapan lumpur maka pada kepala penghisap

dapat dipasang alat multiple jets (penyemprot air tekan) yang berguna untuk melepas material dari kaitan dasarnya sehingga mudah dihisap oleh pompa.

Berbentuk seperti kapal dagang biasa, kapal ini sering dilengkapi oleh bak lumpur sendiri. Dustpan termasuk jenis suction yang lebih khusus, dipakai di sungai dengan rate sedimen tinggi.

Karakteristik kapal keruk dustpan adalah:

- Efisien untuk lumpur halus.
- Bekerja sambil berjalan, karena mempunyai mesin penggerak sendiri.
- Pekerjaan masih bisa dilakukan, walaupun ada gelombang.
- Kapasitas muat bisa diatur, dengan mengatur pompa centrifugal dan pipa hisap.
- Titik berat kapal rendah sehingga stabilitas kapal relatif baik.
- Pembuangan lumpur dilakukan kapal sendiri, bila bak lumpur penuh kapal harus berhenti bekerja sehingga menambah waktu kerja.
- Tidak dapat beroperasi apabila pada lokasi pengerukan yang ada halangannya, seperti bekas pondasi dan batuan karang.
- Pengerukan terbatas pada lumpur halus.

3.4.2.2. Trailing Suction Hopper

Merupakan kapal keruk dengan tempat penyimpan material hasil kerukan pada badan kapal. Mempunyai lengan penggerak bersambung yang mencapai dasar tanah yang dikeruk.

Peralatan yang dipakai trailing suction hopper antara lain:

Kepala Pipa Hisap (Draghead)

Berfungsi untuk menghisap lumpur sebagai akibat gerakan maju kapal. Kepala pipa hisap ini dilengkapi dengan kisi-kisi untuk menjaga agar material yang besar tidak ikut terhisap kedalam pipa karena dapat merusak pompa sentrifugal. Lubang kisi-kisi dapat diatur, -karena jika terlalu besar, material besar bisa masuk dan menyumbat pompa, akan tetapi bila terlalu kecil, material yang seharusnya terhisap malah tidak dapat masuk dan lubang sering tersumbat oleh kotoran-.

Draghead diletakkan pada ujung bawah pipa hisap dengan maksud agar pada saat pengisian berlangsung, posisi pipa hisap terhadap dasar laut tetap stabil.

Macam - macam bentuk draghead:

☞ California

Dipakai khusus untuk pasir, bisa mengatur sendiri kedalaman pengerukan.

☞ Newport Bay

Dipakai untuk tepi yang landai dari pasir padat, dimana jenis lain tidak dapat menggigit (slip). Type ini mempunyai batang beralur yang menggigit ketanah sehingga tidak slip .

☞ Ambrose

Dipakai untuk lumpur, silt, lempung lunak, kerikil halus, pasir, atau batu.

☞ Coral

Dipakai untuk pengerukan atol. Mempunyai barisan gigi didasarnya, berguna untuk memecah karang yang belum pecah akibat ledakan dinamit.

☞ Fruchling

Khusus untuk lumpur lunak, dan tidak cocok untuk pasir.

Pipa Hisap dan Pipa Buang

Pipa hisap biasanya terletak dibawah ladder, jadi ladder adalah penguat dari pipa hisap, disamping untuk menjaga agar pipa hisap tidak bergerak kekanan maupun kekiri akibat gerakan kapal. Diameter pipa hisap dan pipa buang dibedakan, yaitu diameter pipa hisap (1,25~1) kali diameter pipa buang.

Pipa hisap biasanya dihubungkan ke badan kapal dengan coupling flexible yaitu selang karet yang dapat

dibengkokkan. Sebagai ganti selang dapat dipakai engsel, keuntungannya dapat dibengkokkan sampai sudut tak terbatas, kerugiannya sulit dibuat kedap sebagaimana bila memakai selang karet.

Pipa hisap untuk sistem dua pipa hisap diletakkan disamping kiri dan kanan badan kapal, sedang untuk pipa hisap tunggal peletakannya dapat ditengah, dibelakang, maupun didepan.

Pompa

Pompa berguna antara lain untuk:

- ☞ Menaikkan material yang dihisap dari dasar laut ke mulut hisap pipa lalu memasukannya kedalam tabung pipa hisap
- ☞ Menaikkan campuran tanah dari pompa ke tempat penampungan.
- ☞ Memberikan kecepatan campuran yang bergerak sepanjang pipa.

Bak Lumpur (Hopper)

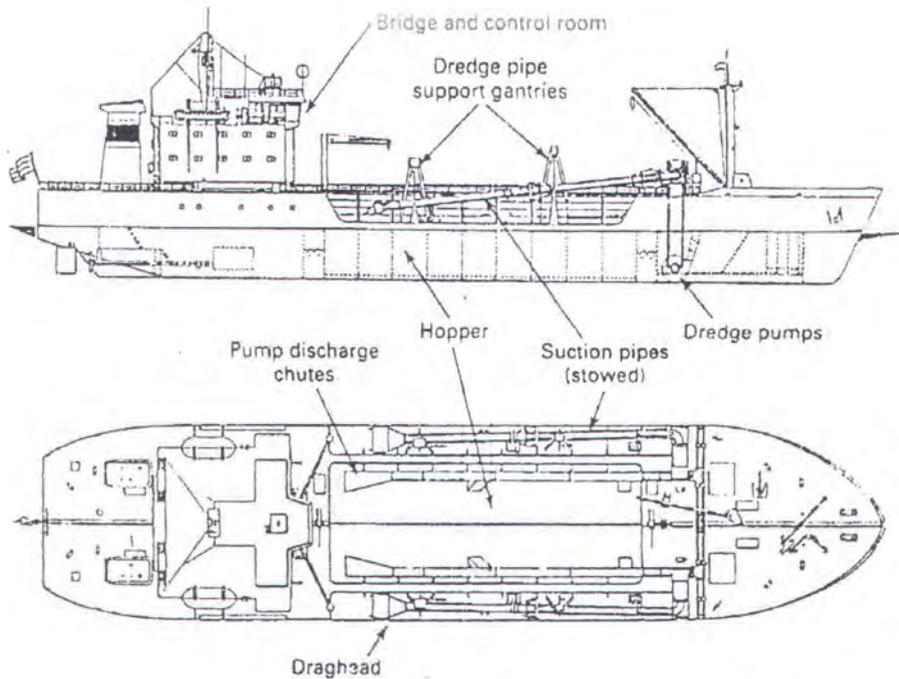
Bak lumpur berguna untuk menampung hasil hisapan dari pompa hisap. Bak ini dilengkapi dengan saringan yang berfungsi sebagai penahan material besar agar tidak langsung masuk ke dalam dasar bak yang dapat mengakibatkan rusaknya dasar karena benturan. Karena hasil keruk sebagian

besar adalah air ($\pm 60\%$), maka bak akan cepat penuh dengan lumpur cair tersebut. Ini jelas merugikan, karena tidak dikehendaki adanya air, melainkan material hasil kerukan.

Cara mengatasinya dengan membuat suatu sekat penampung air. Karena berat jenis lumpur lebih besar dari berat jenis air, maka lumpur akan mengendap dan permukaan atas terisi air. Kelebihan air disalurkan ke tempat penampungan air, kemudian dibuang keluar sehingga yang tinggal di bak lumpur adalah lumpur yang agak padat. Kepadatan lumpur tergantung pengisian bak, bila dikehendaki lebih besar kepadatannya, pengisian bak terus dilakukan.

Karakteristik kapal keruk trailing suction hopper:

- Dapat bekerja pada perairan yang tak terlindung seperti alur masuk, ditengah laut dan pada cuaca serta kondisi laut yang tidak memungkinkan memakai peralatan keruk yang lain.
- Lebih fleksibel dengan material yang dikeruk. Baik untuk lumpur, pasir, tanah lembek berlumpur, dan kerikil.
- Kecepatan produksinya cukup tinggi.
- Dapat bekerja pada lalu-lintas yang padat dengan sedikit gangguan terhadap lalu-lintas kapal.
- Tidak dapat dipakai untuk mengeruk batuan.
- Tidak cocok untuk proyek pembuatan alur atau pelabuhan, karena tidak dapat dipakai untuk menggali material padat ataupun tanah asli (insitusoil).



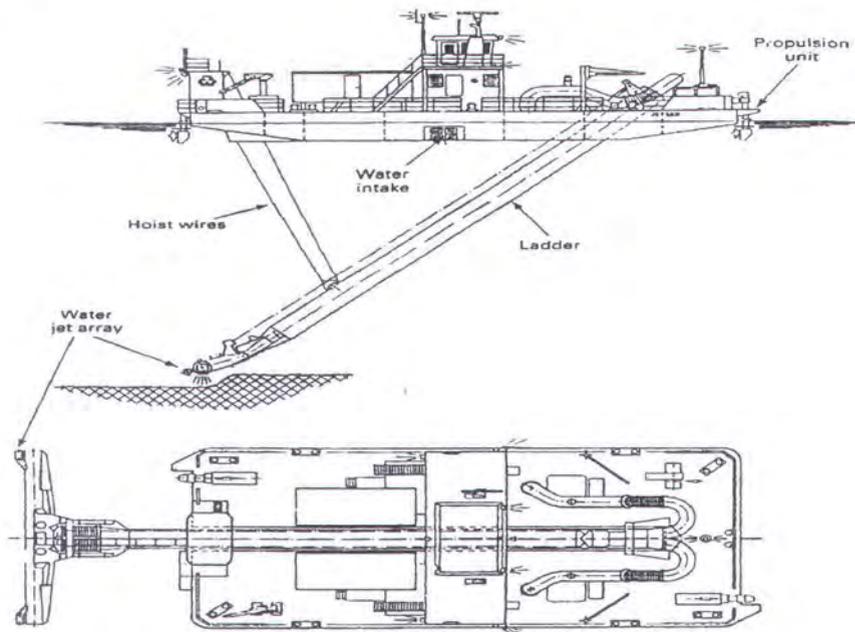
Gambar 3.5. Kapal Keruk Trailing Suction Hopper

3.4.2.3. Water Injection

Kapal keruk ini menggunakan tekanan air untuk menghancurkan atau mencairkan material yang mengalami pemampatan.

Karakteristik kapal keruk ini :

- Biaya pengerukan cukup murah.
- Hanya cocok dipakai untuk tanah lumpur, tanah liat dan pasir.



Gbr.3.6. Kapal keruk Water Injection

3.4.3. Kapal Keruk Mekanis/Hidrolis

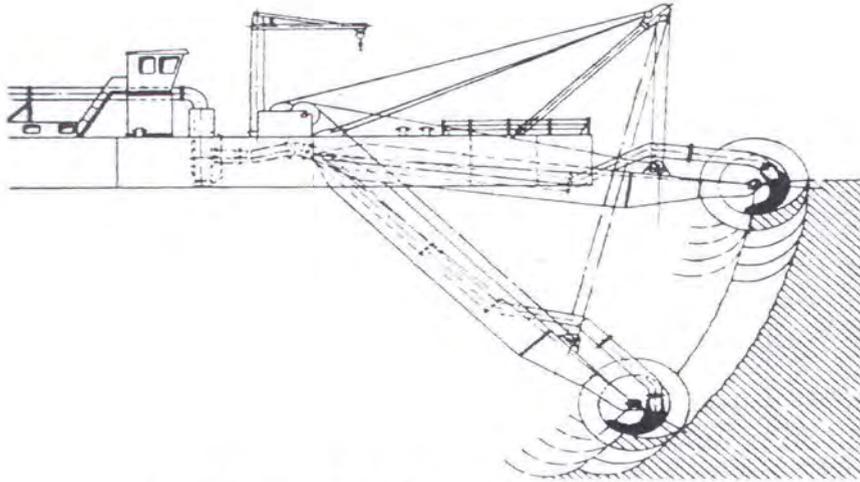
Yang termasuk kapal keruk mekanis/hidrolis yaitu:

3.4.3.1. Bucket-Wheel Dredger

Bucket-wheel dredger merupakan teknologi baru dan dipakai jika ditemukan sampah dalam jumlah besar. Biasanya dipakai di daerah pertambangan.

Karakteristik kapal keruk ini antara lain:

- Dapat digunakan pada daerah yang cukup luas dengan berbagai kondisi dasar permukaan.
- Relatif mengurangi tumpahan ke kepala cutter.



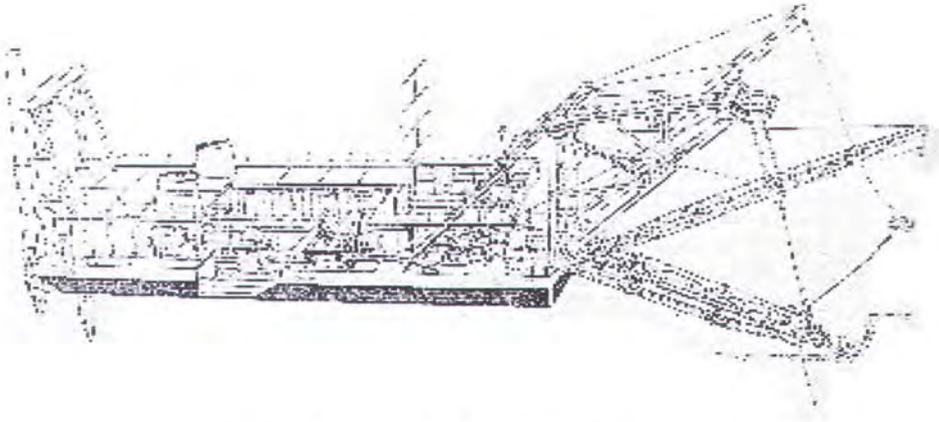
Gambar 3.7. Kapal Keruk Bucket-Wheel

3.4.3.2. Cutter-Suction Dredger

Pada cutter-suction dredger diujung ladder bagian bawah ditempatkan konus pisau pemotong (rotating cutter) tanah keras, dan konus ini berputar sehingga memotong dan menghancurkan tanah untuk selanjutnya bersama cairan dihisap dan dipompakan ke permukaan. Jadi pisau pemotong berfungsi untuk melepas dasar tanah dengan kaitannya.

Karakteristik kapal keruk cutter-suction:

- Kecepatan produksinya cukup tinggi.
- Dapat beroperasi untuk perairan yang dalam.
- Cocok untuk menggali tanah lumpur, tanah liat, kerikil, pecahan batu, dan tanah keras.
- Pada kapal keruk ini pergerakannya dilakukan dengan spud atau jangkar dan dibantu kabel - kabel.



Gambar 3.8 Kapal Keruk Cutter Suction

Cutter

Cutter dipasang pada ujung ladder, dihubungkan ke motor cutter dengan poros yang dilengkapi dengan bantalan poros. Cutter dibuat dari baja tahan aus.

Yang perlu diperhatikan adalah bentuk penyesuaian sudut cutter sweep pada piringan cutter dari daun-daun cutter lengkap. Lebih kecil sweep angle, daun cutter akan makin banyak, dan getaran akan makin sedikit.

Macam-macam bentuk cutter :

- a. *Close nose basket* (daunnya berbentuk spiral)



Cocok untuk menggali material lunak dan pasir lepas.

b. *Open nose basket*



Paling sesuai untuk mengeruk material yang liat (lempung). Karena jika mengeruk lempung dengan daun cutter yang berdekatan, cutter akan tersumbat

c. *Straight arm cutter*



Daun cutter ini dihubungkan dengan baut ke spider, dipergunakan untuk lempung yang keras. Khusus pada material yang amat keras dipakai daun dengan gigi berbentuk skop. Gigi berbentuk garu bekerja baik pada karang atau material keras yang rapuh lainnya.

Perencanaan cutter harus betul-betul baik sehingga material yang terpotong tidak akan menyumbat pompa.

Motor cutter

Tenaga yang diberikan pada cutter berbeda menurut pekerjaan dan besarnya kapal keruk. Kapal keruk dengan pipa hisap (8-12) inch biasanya memakai tenaga motor cutter \pm 400 HP.

Untuk kapal keruk dengan tenaga sampai 400 HP, kecepatan putar dari cutter biasanya berkisar antara (20-30) rpm, tergantung material yang dikeruk dan besarnya cutter.

Ladder

Ladder berfungsi untuk membawa cutter, pipa hisap, pipa pelumas, motor cutter dan gigi reduksi. Ujung ladder disanggah oleh engsel yang dipasang pada suatu lekukan pada kapal. Pada kapal keruk kecil, ladder sering dipasang langsung pada badan kapal dan tidak ada lekukan. Ujung depan ladder digantung pada kerangka A memakai block dan tackle bertali yang dihubungkan ke mesin pengangkat di dalam kapal.

Pipa hisap dan buang

Pipa hisap dan buang yang dipakai sama halnya yang ada pada kapal keruk hisap (suction dredger).

Kerangka A dan H

Kerangka A adalah penyangga utama dari balok dan tackle yang menyangga ladder, kerangka A biasanya dipasang dengan engsel di badan kapal sehingga kerangka ini dapat bergerak. Kerangka A ditahan oleh kerangka H dengan kabel (wire rope). Kerangka H diikat pula, dan gaya-gayanya disalurkan ke badan kapal.

Spud

Merupakan tiang baja yang disatukan dengan kapal dan dapat dinaikturunkan, umumnya spud berbentuk berbentuk empat persegi. Bahan spud kebanyakan dari baja tuang atau konstruksi pelat. Ukuran dan kekuatan spud ditentukan dari dalamnya pengerukan, displacement kapal, dan daya dari cutter.

Pada saat operasi, kapal ini dibantu alat bantu seperti derek, pipa buang terapung (digunakan jika untuk membuang material tanpa ditampung di kapal keruk), kapal tunda, tongkang minyak dan pipa, motor boat untuk survey, serta alat bantu lainnya.

3.5. Peralatan Bantu Pengerukan

- Bak lumpur bercelah (split barge)

Split barges berfungsi sebagai tempat menampung hasil kerukan -terutama pada kapal keruk timba atau cangkram-.

Ada dua jenis split barges, yaitu:

- Split barges dengan mesin penggerak sendiri (self propelled)
- Split barges tanpa mesin penggerak sendiri (non self propelled)

- Kapal tunda

Berfungsi untuk membantu olah gerak kapal keruk, dan juga untuk menarik alat-alat bantu lain yang tidak memiliki motor penggerak sendiri.

- Tongkang

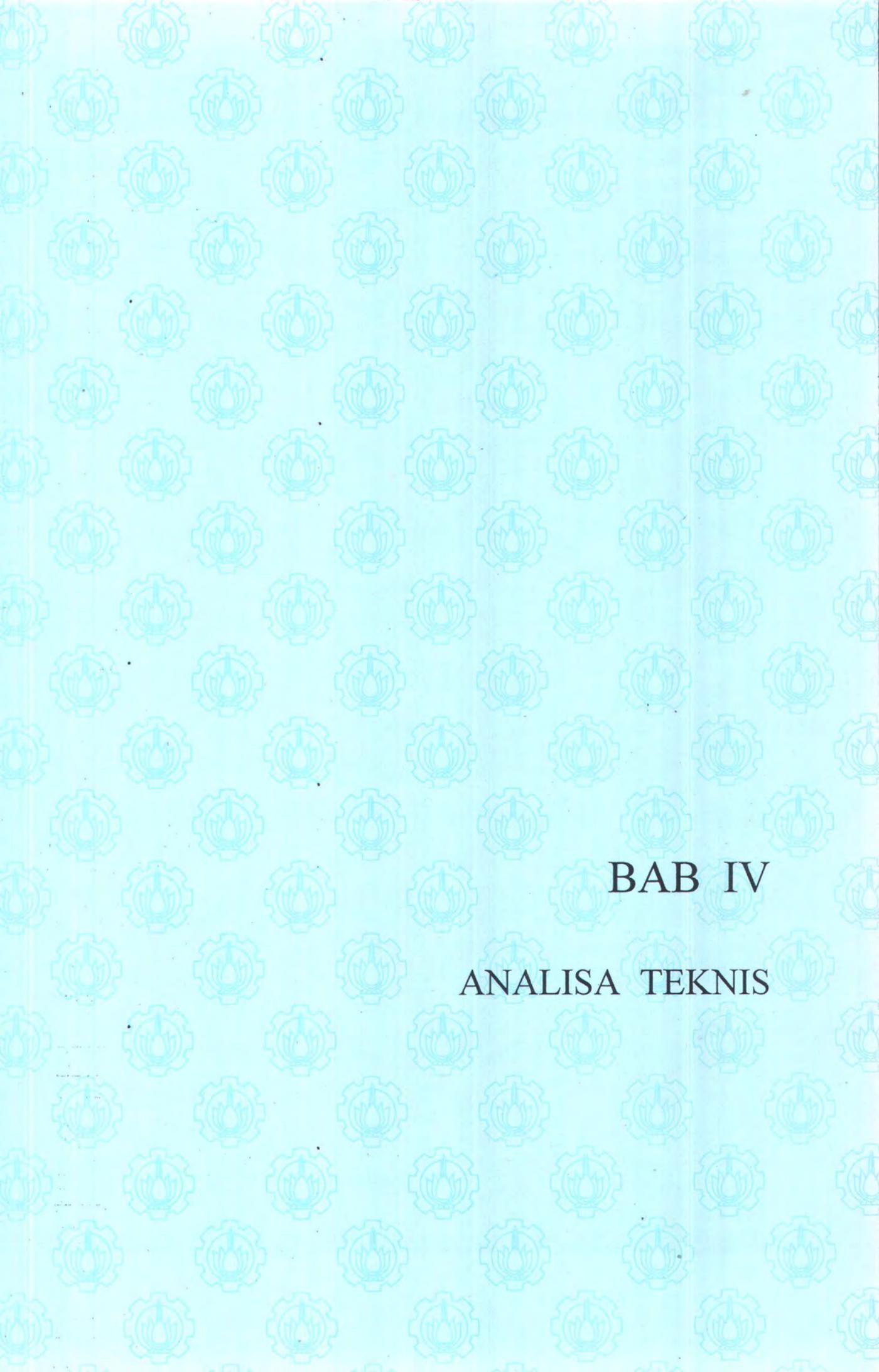
Berupa bak tanpa mesin penggerak dan memiliki permukaan atas rata (flat top) sehingga dapat berfungsi untuk memuat peralatan lain seperti pipa, ponton, crane, dan sebagainya.

- Survey Boat

Digunakan untuk melakukan bantu survey, berkekuatan mesin dibawah 500 PK.

- Crane

Berfungsi untuk membantu bongkar muat peralatan. Dapat berupa crane darat maupun crane apung (floating crane).



BAB IV

ANALISA TEKNIS

BAB IV

ANALISA TEKNIS

4.1. Dasar Pemilihan Prototipe Kapal Keruk.

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pemilihan prototipe kapal keruk yang sesuai adalah kondisi perairan yang akan dikeruk, yaitu kolam labuh dermaga umum Pelabuhan Gresik. Kondisi kolam labuh dermaga umum Pelabuhan Gresik antara lain:

- ☞ Material yang akan dikeruk terdiri dari endapan alluvial pantai perairan dangkal berupa campuran lumpur, lempung, dan pasir.
- ☞ Endapan yang akan dikeruk meliputi area kolam labuh dermaga umum termasuk area ditepi-tepi dan sudut-sudut dermaga.
- ☞ Sarat perairan minimal saat ini di kolam labuh adalah 2,5 ~ 3 m LWS.
- ☞ Luas area pengerukan untuk kolam labuh adalah 14.32 Ha, dengan kedalaman yang direncanakan 4 m LWS.
- ☞ Diasumsikan selama pekerjaan pengerukan berlangsung volume pengendapan kembali pada alur yang telah dikeruk adalah sangat kecil sehingga tidak perlu dilakukan pengerukan ulang.

Kapal keruk yang akan dipergunakan haruslah dapat memenuhi kriteria awal berdasarkan kondisi material endapan dan kondisi umum kolam labuh dermaga umum Pelabuhan Gresik.

Kriteria tersebut antara lain:

- ☞ Dapat mengeruk tanpa banyak mengganggu lalu lintas kapal dialur keluar masuk (kapal yang mau masuk ke atau kapal yang mau keluar dari pelabuhan) dan kapal yang sedang tambat didermaga untuk melakukan aktivitas bongkar muat. Dan walaupun terpaksa gangguan ini tak dapat dihindari, maka diusahakan kerugian dari segi ekonomis akibat adanya proses pengerukan haruslah seminimal mungkin.
- ☞ Dapat mengeruk secara efisien dan tepat, termasuk untuk area-area ditepi dermaga.
- ☞ Kapal keruk yang akan dipergunakan haruslah memiliki sarat yang cukup rendah, $\leq 2,5$ m.
- ☞ Dapat digunakan untuk menunjang pengembangan dan perawatan Pelabuhan Gresik, sesuai master plan Pelabuhan Gresik tahun 2000 ~ 2025, dimana nantinya kolam pelabuhannya akan memiliki kedalaman lebih dari 6 m LWS.

Untuk pekerjaan pengerukan kolam labuh dermaga umum Pelabuhan Gresik, ada lima jenis prototipe kapal keruk yang dapat dipertimbangkan, yaitu, kapal keruk cangkram (grab dredger), kapal keruk backhoe, kapal keruk bucket, trailing suction hopper dredger (TSHD) dan dustpan.

1. Kapal keruk grab.

Material yang telah dikeruk dimuat oleh hopper barge yang berlayar dari dan menuju tempat pembuangan (dumping area). Kapal keruk jenis ini sesuai untuk mengeruk daerah seperti kolam pelabuhan; dan juga di lepas pantai yang melibatkan volume keruk dalam jumlah besar dan dumping area yang jauh.

Kelebihan penggunaan kapal jenis ini adalah:

- ☞ Sesuai untuk mengeruk material endapan sebagaimana yang terdapat dikolam labuh dermaga umum Pelabuhan Gresik yang berupa campuran lumpur, lempung, dan pasir.
- ☞ Sarat perairan yang diperlukan cukup rendah sehingga dapat dipakai melakukan pengerukan seperti halnya dikolam labuh dermaga umum Pelabuhan Gresik saat ini yang memiliki kedalaman antara 2,5 ~ 3 m LWS.
- ☞ Mampu mengeruk daerah yang diinginkan dengan tepat termasuk mengeruk sediment ditepi-tepi dermaga (karena dapat merapat sampai ke tepi) sehingga cocok untuk pekerjaan pengerukan dikolam labuh.
- ☞ Gangguan yang ditimbulkan saat pengerukan tidak terlalu besar sebagaimana kapal keruk tipe suction karena kapal jenis ini saat melakukan pengerukan arah pengerukannya secara zig-zag maka didaerah yang akan dilakukan pengerukan tidak perlu

dikosongkan secara total sebagaimana bila memakai jenis TSHD atau dustpan sehingga sebagian daerah yang akan dikeruk masih dapat dipakai untuk tambat guna melakukan bongkar-muat.

- ☞ Mempunyai kedalaman pengerukan yang tak terlalu terbatas - tergantung dari sarat yang diinginkan dan panjang tali yang digunakan- dan dapat dipakai untuk menggali material tanah asli (insitusoil) sehingga dapat digunakan untuk menunjang pengembangan pelabuhan dimasa mendatang ataupun pengerukan ditempat yang lain.

Keterbatasan penggunaan kapal jenis ini adalah:

- ☞ Kecepatan produksinya lebih rendah dibanding dengan kapal keruk tipe suction.

2. Kapal keruk backhoe.

Kapal keruk tipe ini tidak beda jauh dari kapal keruk grab, hanya berbeda alat keruknya.

Kelebihan penggunaan kapal jenis ini adalah:

- ☞ Mempunyai sarat yang cukup rendah.
- ☞ Mampu mengeruk pada letak yang dikehendaki dengan tepat mampu merapat kedaerah tepi-tepi dermaga.
- ☞ Gangguan yang ditimbulkannya saat melakukan pengerukan cukup rendah.
- ☞ Dapat dipakai untuk menggali material tanah asli (insitusoil).

Keterbatasan penggunaan kapal jenis ini adalah:

- ☞ Karena timbanya terbuka sehingga tidak cocok untuk melakukan pengerukan endapan tipe lumpur –salah satu jenis endapan yang terdapat dikolam labuh dermaga umum Pelabuhan Gresik- karena akan terlalu banyak lumpur melayangnya sehingga kecepatan produksinya rendah (kurang efisien).
- ☞ Tidak cocok untuk pengerukan pada area yang dalam karena akan terlalu banyak lumpur melayangnya apalagi untuk pengerukan masa mendatang dimana sarat perairan direncanakan antara (6 ~ 12) m LWS sehingga kecepatan produksinya akan makin rendah/kurang efisien. Karena itu tidak dapat dipakai untuk menunjang pengembangan pelabuhan dimasa mendatang.

3. Kapal keruk bucket.

Kelebihan penggunaan kapal jenis ini adalah:

- ☞ Mempunyai sarat yang cukup rendah.
- ☞ Lebih efisien kerjanya dibanding kapal keruk jenis mekanis yang lain disebabkan gerakan rantai ban timba yang terus-menerus.
- ☞ Gangguan yang ditimbulkannya saat melakukan pengerukan cukup rendah.
- ☞ Dapat dipakai untuk menggali material tanah asli (insitusoil).

Keterbatasan penggunaan kapal jenis ini adalah:

- ☞ Keterbatasan untuk menjangkau daerah di tepi-tepi dermaga.

- ☞ Karena timbanya terbuka sehingga tidak cocok untuk melakukan pengerukan endapan tipe lumpur –salah satu jenis endapan yang terdapat dikolam labuh dermaga umum Pelabuhan Gresik- karena akan terlalu banyak lumpur melayangnya sehingga kecepatan produksinya rendah (kurang efisien).
- ☞ Tidak cocok untuk pengerukan pada area yang dalam karena akan terlalu banyak lumpur melayangnya apalagi untuk pengerukan masa mendatang dimana sarat perairan direncanakan antara (6 ~ 12) m LWS sehingga kecepatan produksinya akan makin rendah/kurang efisien. Karena itu tidak dapat dipakai untuk menunjang pengembangan pelabuhan dimasa mendatang.

4. Trailing suction hopper dredger (TSHD).

Kelebihan penggunaan kapal jenis ini adalah:

- ☞ Lebih fleksibel dengan material yang dikeruk.
- ☞ Kecepatan produksinya tinggi dan memiliki kapasitas volume bak pengangkut (hopper) yang besar (dari 1500 ~ 23000 m³).

Keterbatasan penggunaan kapal jenis ini adalah:

- ☞ Kapal jenis ini memiliki sarat yang besar (sekitar 6 ~ 10 m) yang tentunya lebih besar dari kedalaman minimum perairan yang diperlukan yang ada pada kolam labuh dermaga umum Pelabuhan Gresik saat ini yang berkisar antara 2,5 ~ 3 m LW sehingga kapal TSHD tidak bisa dipergunakan karena tidak dapat masuk kolam labuh.

- ☞ Keterbatasan untuk menjangkau daerah di tepi-tepi dermaga.
- ☞ Karena kapal jenis ini mengeruk dengan arah maju sepanjang pias yang dikeruk –karena memiliki mesin penggerak sendiri- maka daerah pias yang akan dikeruk untuk sementara harus dikosongkan total sehingga tidak dapat dipakai untuk tambat kapal yang akan melakukan bongkar-muat, ini berarti kerugian secara ekonomis bagi pemasukan pelabuhan.
- ☞ Tidak dapat dipakai untuk menggali material tanah asli (insitusoil) sehingga tidak dapat untuk melakukan capital dredging saat pengembangan pelabuhan ataupun capital dredging ditempat lain bila diperlukan.

5. Dustpan

Kelebihan penggunaan kapal jenis ini adalah:

- ☞ Memiliki kecepatan produksi yang tinggi dibanding tipe kapal keruk mekanik dan memiliki kapasitas volume bak pengangkut (hopper) yang besar.

Keterbatasan penggunaan kapal jenis ini adalah:

- ☞ Kapal jenis ini memiliki sarat yang besar sebagaimana yang tentunya lebih besar dari kedalaman minimum perairan yang diperlukan yang ada pada kolam labuh dermaga umum Pelabuhan Gresik saat ini yang berkisar antara 2,5 ~ 3 m LWS

sehingga kapal jenis ini tidak bisa dipergunakan karena tidak dapat masuk kolam labuh.

- ☞ Keterbatasan untuk menjangkau daerah di tepi-tepi dermaga.
- ☞ Karena kapal jenis ini mengeruk dengan arah maju sepanjang pias yang dikeruk –karena memiliki mesin penggerak sendiri- maka daerah pias yang akan dikeruk untuk sementara harus dikosongkan total sehingga tidak dapat dipakai untuk tambat kapal yang akan melakukan bongkar-muat, ini berarti kerugian secara ekonomis bagi pemasukan pelabuhan.
- ☞ Pembuangan lumpur dilakukan oleh kapalnya sendiri, bila bak lumpurnya penuh maka kapal harus berhenti bekerja sehingga menambah waktu kerja.
- ☞ Hanya cocok untuk pengerukan material sedimen lumpur halus dan tidak dapat dipakai untuk menggali material tanah asli (insitusoil) sehingga tidak dapat untuk melakukan capital dredging saat pengembangan pelabuhan ataupun capital dredging ditempat lain bila diperlukan.

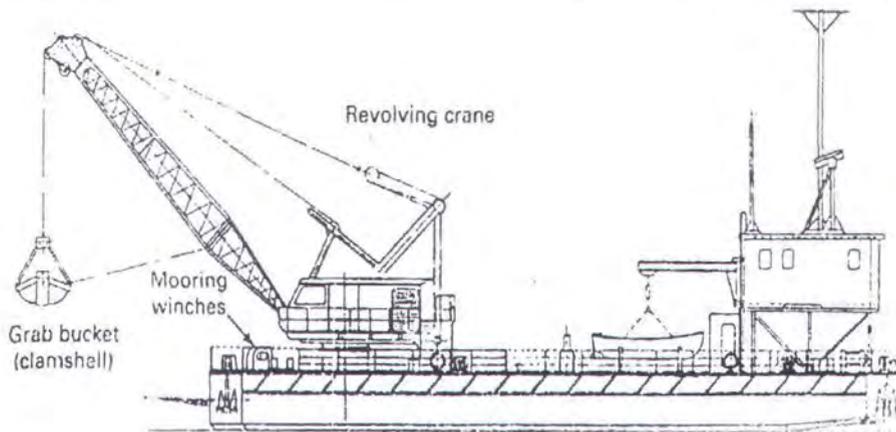
Melihat dari uraian diatas, dapat dilihat bahwa TSHD dan dustpan tidak dapat dipilih sebagai prototipe kapal keruk untuk kolam labuh dermaga umum Pelabuhan Gresik karena saratnya melebihi kedalaman perairan kolam labuh.

Dan dari alternatif antara prototipe jenis grab, bachoe, dan bucket prototipe kapal keruk jenis grab lebih tepat untuk dipilih.

Sehingga alternatif yang tepat untuk prototipe kapal keruk yang akan melakukan pengerukan di dermaga umum Pelabuhan Gresik adalah kapal keruk jenis grab non-self propelled karena dapat mengeruk sediment ditepi-tepi dermaga, sarat kapal yang tidak melebihi kedalaman perairan dermaga, gangguan yang ditimbulkan saat pengerukan tidak terlalu besar sebagaimana kapal keruk tipe suction, dapat digunakan untuk material alluvial lumpur, lempung dan pasir, dan mempunyai kedalaman pengerukan yang tak terlalu terbatas sehingga dapat digunakan untuk menunjang pengembangan pelabuhan dimasa mendatang. Meskipun kapal keruk grab ini dari segi kecepatan produksi lebih rendah dibanding dengan kapal keruk tipe suction tetapi mengingat kelebihan-kelebihan seperti diatas sehingga prototipe kapal ini masih lebih baik untuk dipilih.

4.2. Perhitungan Dimensi Prototipe Kapal Keruk

Prototipe kapal keruk grab yang akan direncanakan pada dasarnya merupakan grab terapung yang terdiri dari dua bagian besar yaitu top flat barge (tongkang) dan grab crane. Karena itu harus dihitung dulu besarnya dimensi tongkang dan grabnya



Gambar 4.1. Kapal Keruk Grab

Untuk merencanakan besar dimensi grab crane terlebih dahulu harus direncanakan berapa kapasitas grab yang akan digunakan dan berapa bhp crane yang digunakan. Untuk mengetahui berapa kapasitas grab yang akan dipakai harus terlebih dahulu tahu berapa meter kubik lumpur yang akan dikeruk dan berapa waktu yang tersedia untuk proses pengerukan tersebut.

4.2.1. Pemeriksaan Kedalaman dan Perhitungan Volume Material Yang Akan Dikeruk

Pemeriksaan kedalaman suatu perairan yang mengalami sedimentasi dilakukan dengan alat echosounder. Prinsip kerjanya adalah dengan mengirimkan getaran pulsa pendek secara periodik dari lunas boat. Getaran tersebut diteruskan secara vertikal ke bawah dan kemudian pulsa-pulsa tersebut dipantulkan oleh dasar laut dan pulsa hasil pantulan tadi diterima kembali oleh oscilator-penerima yang ditempatkan di bagian lunas boat yang sama.

Untuk perhitungan volume disini digunakan cara seperti yang dilakukan oleh pihak PT. (Persero) Rukindo dimana perhitungan dapat dilakukan dengan dua cara. Pada prinsipnya kedua cara tersebut sama yaitu dengan membagi luasan daerah yang dikeruk menjadi beberapa pias, kemudian masing-masing dihitung volumenya setelah itu dijumlahkan. Yang membedakan kedua cara tersebut adalah cara perhitungan volumenya.

a. Cara I

Daerah yang akan dikeruk dibagi kedalam beberapa pias. Kemudian pada tiap pias dihitung sarat rata-ratanya, setelah itu sarat yang direncanakan dikurangi dengan sarat rata-rata, sehingga volume dapat dihitung dengan mengalikan selisih sarat tersebut dengan luasan pias.

T1	T2	T3
T4	T5	T6
T7	T8	T9

Misal untuk pias dengan jumlah sounding 9 buah titik, dimana jarak tiap titik 10 m.

$$T \text{ rata-rata} = \frac{\text{Jumlah total sarat dalam area}}{\text{Jumlah titik sounding}}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \text{Sarat rata-rata} \times \text{Luas pias} \\ &= T \text{ rata-rata} \times 20 \times 20 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Cara perhitungan ini biasanya digunakan di kolam pelabuhan.

b. Cara II :

Perhitungan volume didapat dari hasil kali luas profil tanah yang akan dikeruk dengan panjang area pengerukan (cara ini cocok dan biasa digunakan untuk alur pelabuhan yang panjang). Misalnya untuk suatu area dengan jumlah titik sounding 12 titik, dengan jarak tiap titik 10 m, perhitungan luasan profil tanah yang akan dikeruk adalah seperti berikut:

$$T_a = \frac{1}{4} (T_1 + T_4 + T_7 + T_{10})$$

$$T_b = \frac{1}{4} (T_2 + T_5 + T_8 + T_{11})$$

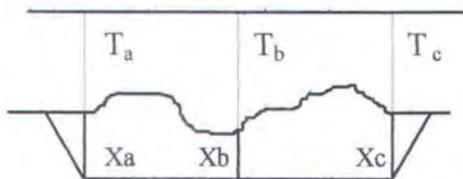
$$T_c = \frac{1}{4} (T_3 + T_6 + T_9 + T_{12})$$

T1	T2	T3
T4	T5	T6
T7	T8	T9
T10	T11	T12

Sehingga : $X_a = T$ yang direncanakan - T_a

$X_b = T$ yang direncanakan - T_b

$X_c = T$ yang direncanakan - T_c



Luas profil bisa diselesaikan dengan formula Simpson atau formula numerik lainnya lalu ditambah dengan luasan slope kiri-kanan (slope bisa 1:4 atau 1:3 sesuai dengan permintaan konsumen), volumenya didapat dengan mengalikan luas profil

dengan panjang area. Untuk volume total didapat dengan menjumlahkan volume masing-masing area, lalu ditambah 10 % dari volume total (karena faktor lumpur melayang).

Dari perhitungan, volume maintenance dredging per tahun untuk dermaga umum Pelabuhan Gresik adalah $170057,797 \text{ m}^3$ (*perhitungannya lihat di lampiran*).

4.2.2. Perhitungan Dimensi Grab Crane

Rata-rata kunjungan kapal yang merapat ke dermaga umum Pelabuhan Gresik adalah 20 buah/bulan atau 5 buah kapal/minggu. Yang perlu diperhatikan dalam pengerukan kolam pelabuhan adalah mengeruk kolam didepan dermaga yang pasti mengganggu aktifitas bongkar muat. Total panjang dermaga tempat kapal bersandar di Pelabuhan Gresik adalah 575 m (eksisting). Jika rata-rata kapal yang bersandar panjangnya 100 m maka lima kapal yang bersandar akan memenuhi sepanjang dermaga tersebut.

Jika pekerjaan pengerukan terutama di depan dermaga dilaksanakan maka akan mengganggu aktifitas bongkar muat, untuk mengurangi gangguan tersebut maka pengerukan dilakukan secara bergantian di depan dermaga selebar 1,5 x lebar kapal (selama ini menggunakan lebar pias 40 m). Misalnya hari pertama pengerukan dilakukan di depan sepanjang dermaga I selebar 1,5 x lebar kapal maka

aktifitas bongkar muat di dermaga I didaerah yang akan dikeruk dihentikan untuk sementara sampai pengerukan didaerah tersebut selesai dan kapal yang akan bongkar muat dipindah bersandar paralel didepan dermaga yang lain (bila dermaga lainnya sedang penuh). Hal yang sama juga dilakukan secara bergantian dengan dermaga lainnya pada saat akan dilakukan pengerukan.

Volume rata-rata sepanjang 100 m di depan dermaga selebar 1,5 kali lebar badan kapal adalah $6952,2 \text{ m}^3$ (*lihat di lampiran*). Waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan tersebut adalah 1 hari (diasumsikan 1 hari = 8 jam kerja). Maka kapasitas pengerukan per jamnya adalah $6952,2/8 = 869,025 \text{ m}^3/\text{jam}$. Sehingga untuk menyelesaikan maintenance dredging dikolam labuh dermaga umum Pelabuhan Gresik dibutuhkan waktu $170.054,797/869,025 = 195,685$ jam = 24,46 hari. Kapasitas bucket grab yang dipakai dapat dihitung besarnya dengan:

$$Q = \frac{I \times \eta \times z}{1000} \quad [\text{Floating Dredgers, hal. 159}]$$

Q = Output/hour (m^3).

I = Grab bucket capacity (lt).

η = Filling coeffisien, nilainya seperti dibawah ini :

Tabel 4.1. Filling coefficient

TYPE OF MATERIAL	η
Mud (lumpur)	0,75
Loose sand	0,7
Solid sand	0,6
Sand with clay (tanah liat)	0,5
Stone	0,35
Broken rock	0,2

z = Number of bucket emptyings/hour;

for stone = 40, mud = 80

Besar kapasitas bucket grab yang akan digunakan :

$$I = \frac{Q \times 1000}{\eta \times z} = \frac{869,025 \times 1000}{0,625 \times 80} = 17380,5 \text{ liter} = 17,38 \text{ m}^3$$

Besarnya BHP crane yang akan digunakan dapat dihitung dengan :

$$\text{BHP} = \frac{G \times v}{\eta_1 \times 75}$$

(*Floating Dredgers, hal. 159*)

G = Weight of full grab, dimana $G = \gamma \cdot I + c \cdot I$

c = Coefficient of weight, = $\frac{\text{weigh empty grab (kg)}}{\text{grab capacity (liter)}}$

For, mud grabs $c = 1,1$

sand grabs $c = 2,3$

rock/stone grabs $c = 3,1$

γ = Berat jenis rata-rata material keruk $\approx 1,7 \text{ ton/m}^3$

$I = 32606 \text{ liter}$

v = Raising speed above water (m/s), dalam hal ini $v \approx 1 \text{ m/s}$

η_1 = Winch efficiency, diambil $\eta_1 \approx 0,95$

Maka besar BHP grab cranes :

$$= \frac{\{(1,7 \times 17380,5) + (1,7 \times 17380,5)\} \times 1}{0,95 \times 75}$$

$$= 829,385 \text{ HP}$$

4.2.3. Perhitungan Dimensi Top Flat Barge

Perhitungan ukuran utama diperoleh dari harga perbandingan H/T, L/H, B/L yang didapat dari data-data kapal pembanding yang sejenis dengan menggunakan metode regresi linier kuadrat terkecil.

Dari perhitungan regresi linier diperoleh persamaan :

$$H = 0,8484 + 1,0557 T \dots\dots\dots(1)$$

$$L = -5,712 + 14,847 H \dots\dots\dots(2)$$

$$B = 4,0813 + 0,2407 L \dots\dots\dots(3)$$

T ditentukan 1,35 m.

Dari persamaan (1), (2), dan (3) didapat harga sebagai berikut:

$$H = 2,2737 \text{ m; diambil } 2,27 \text{ m}$$

$$L = 28,045 \text{ m; diambil } 28,05 \text{ m}$$

$$B = 10,832 \text{ m; diambil } 10,83 \text{ m}$$

4.3. Penentuan Jumlah Crew

Jumlah crew untuk kapal keruk cangkram ini 9 orang. Adapun pembagiannya sebagai berikut :

- Pimpinan Umum
- Operator I , II , III , dan IV

- Kepala Kamar Mesin
- Juru Minyak
- Koki
- Kelasi

4.4. Perhitungan Besarnya Genset Utama

Genset utama harus bisa melayani semua peralatan yang memakai tenaga listrik secara bersamaan. Adapun peralatan-peralatan yang memakai tenaga listrik :

a. Winch *[Marine Auxiliary Machinery and System, M.Khetagurov]*

- Untuk menaikkan dan menurunkan spud

- Gaya tarik pada winch barrel

$$T_b = (P + Q) / (\eta_p^k) \quad (\text{formula 412})$$

Dimana : P = Berat spud yang ditarik (3800 kg)

Q = Berat cargo hook dan shackle

$$= (0,0022 \sim 0,0028) P ; \text{ diambil harga } 0,0025$$

$$= 0,0025 \cdot 3800 = 9,5 \text{ kg}$$

η_p = efficiency pulley; diambil harga 1

k = faktor keamanan; diambil harga k = 0.9

$$\text{Sehingga : } T_b = (3800 + 9,5) / (1^{0,9}) = 3809,5 \text{ kg}$$

- Diameter winch barrel

$$D_{bd} = D_d + d_r (2z - 1) \quad (\text{formula 416})$$

Dimana :

$$D_d = \text{Diameter drum; max. } D_d = 0,4 \quad (\text{formula 413})$$

$$= (16,5 \sim 18) d_r; \text{ diambil harga max. sehingga } D_d = 0,4$$

$$d_r = \text{Diameter tali} = D_d / 17 = 0,024 \text{ m}$$

z = Jumlah lilitan tali pada drum (<5); diambil 4 lilitan

$$\text{Maka : } D_{bd} = 0,4 + 0,024 \{ 2 (4) - 1 \} = 0,568 \text{ m}$$

- Torsi yang ditimbulkan pada shaft barrel :

$$M_{bd} = 0,5 \cdot D_{bd} \cdot (T_b / \eta_b) \quad (\text{formula 421})$$

Dimana η_b = efficiency winch barrel, diambil 0,9

$$\text{Maka, } M_{bd} = 0,5 \cdot 0,568 \cdot 3809,5 / 0,9 = 1202,109 \text{ kg m}$$

- Overall gearing ratio

$$i_{wd} = n_m / n_{bd} \quad (\text{formula 423})$$

Dimana :

n_m = putaran poros motor listrik (500 - 3000) rpm, diambil 1500 rpm

n_{bd} = kecepatan putar dari barrel

$$= 19,1 \cdot (V_{td} / D_{bd}) \quad (\text{formula 422})$$

V_{td} = kec. mengangkat beban (0,33 - 0,5) m/dt, diambil 0,45 m/dt

$$= 27 \text{ m/menit}$$

$$n_{bd} = 19,1 (27 / 0,568) = 907,92 \text{ put/menit}$$

$$\text{Sehingga : } i_{wd} = 1500 / 907,92 = 2,2$$

- Torsi yang dibutuhkan poros sebagai penggerak :

$$M_{md} = M_{bd} / (i_{wd} \cdot \eta_{wd}) \quad (\text{formula 425})$$

Dimana :

η_{wd} = efficiency keseluruhan (0,65 - 0,75); diambil harga $\eta_{wd} = 0,75$

$$\text{Sehingga : } M_{md} = 1202,109 / (2,2 \cdot 0,75) = 728,551 \text{ kg.m}$$

- Tenaga cargo winch :

$$N_e = M_{md} \cdot n_m / 716,20 \text{ HP} \quad (\text{hal.439})$$

Dimana :

$$M_{md} = \text{torsi yang timbul pada poros penggerak} = 728,551 \text{ kg.m}$$

$$n_m = \text{putaran poros motor listrik (1500 rpm)}$$

$$\text{Sehingga : } N_e = 728,551 \cdot 1500 / 71620 = 15,259 \text{ HP}$$

- **Untuk menaikkan dan menurunkan jangkar pada buritan kapal**

- Gaya tarik pada winch barrel

$$T_b = (P + Q) / (\eta_p^k) \quad (\text{formula 412})$$

Dimana : P = Berat jangkar yang ditarik (3800 kg)

Q = Berat cargo hook dan shackle

$$= (0,0022 \sim 0,0028) \cdot P ; \text{ diambil nilai } 0,0025$$

$$= 0,0025 \cdot 3800 = 9,5 \text{ kg}$$

η_p = efficiency 1 pulley, diambil harga 1

k = faktor keamanan, diambil harga k = 0.9

$$\text{Sehingga } T_b = (3800 + 9,5) / (1^{0,9}) = 3809.5 \text{ kg}$$

- Diameter winch barrel

$$D_{bd} = D_d + d_r (2z - 1)$$

Dimana :

D_d = Diameter drum; max . $D_d = 0,4$

$$= (16,5 \sim 18) \text{ dr; diambil harga max. } D_d = 0,4$$

d_r = Diameter tali = $D_b / 17 = 0,018 \text{ m}$

z = Jumlah lilitan tali pada drum (< 5); diambil 3 lilitan

$$\text{Maka : } D_{bd} = 0,4 + 0,018 \{ 2 (3) - 1 \} = 0,49 \text{ m}$$

-Torsi yang ditimbulkan pada shaft barrel :

$$M_{bd} = 0,5 \cdot D_{bd} \cdot T_b / \eta_b$$

Dimana : η_b = efficiency winch barrel; diambil harga b = 0,9

$$\text{Maka: } M_{bd} = 0,5 \cdot 0,49 \cdot 3809,5 / 0,9 = 1037,031 \text{ kg m}$$

- Overall gearing ratio

$$i_{wd} = n_m / n_{bd}$$

Dimana :

n_m = put. poros motor listrik (500 ~ 3000) rpm, diambil 1500 rpm

n_{bd} = kecepatan putar dari barrel = $19,1 \cdot (V_{td} / D_{bd})$

V_{td} = kec. mengangkat beban

$$= (0,33 - 0,5) \text{ m/dt; diambil nilai } V_{td} = 0,45 \text{ m/dt}$$

$$= 27 \text{ m/menit}$$

$$n_{bd} = 19,1 \cdot (27 / 0,49) = 1052,45 \text{ put/menit}$$

$$\text{Sehingga : } i_{wd} = 1500 / 1052,45 = 1,43$$

- Torsi yang dibutuhkan poros sebagai penggerak :

$$M_{md} = M_{bd} / (i_{wd} \cdot \eta_{wd})$$

Dimana :

η_{wd} = efisiensi keseluruhan (0,65 - 0,75), diambil 0,75

$$\text{Sehingga : } M_{md} = 1037,031 / (1,43 \cdot 0,75) = 966,928 \text{ kg m}$$

- Tenaga cargo winch :

$$N_e = M_{md} \cdot n_m / 716,20 \text{ HP}$$

Dimana :

M_{md} = torsi yang timbul pada poros penggerak = 966,928 kg m

n_m = putaran poros motor listrik (1500 rpm)

$$\text{Sehingga : } N_e = 966,928 \cdot 1500 / 71620 = 20,251 \text{ HP}$$

b. **Electro motor + pompa** [dari kapal pemandang "KKC. Batur",PT.

Rukindo]

- Pompa ballast
- Pompa bahan bakar
- Pompa air tawar

Untuk melayani ketiga pompa tersebut diperlukan tenaga 18 HP

c. **Untuk penerangan dan alat komunikasi**

Untuk penerangan dan alat komunikasi diperlukan 5 kw \approx 8 HP

Jadi total daya yang diperlukan = 61,51 HP. Faktor keamanan diambil sebesar 0,95. Sehingga daya yang diperlukan = $61,51/0,95 = 64,75$ HP \approx 65 HP.

Dari katalog mesin dipilih mesin genset yang sesuai yaitu Yanmar model

MDG5A dimana spesifikasinya :

- Rated speed : 1500 rpm
- Prime power rating : 43,75 kw / 65 HP
- BMEP prime power : 740 kpa / 107 psi
- Piston speed : 6 m/s
- Compression ratio : 17,5 : 1
- Fuel consumption : 88 g/(HP.h)
- Lubr.consumption : 1,77 g/(HP.h)
- Dimension (L B H) : (1789 x 758 x 1153) mm
- Weight : 935 kg

Sedangkan untuk genset bantu dipilih "Yanmar" type 2 TLE dengan spesifikasi :

- Prime power rating : 23 HP
- Rated speed : 2000 rpm

4.5. Perencanaan Ruang Akomodasi

Lokasi dan konstruksi :

- a. Ruang untuk ABK harus terpisah dari jenis ruangan lain seperti cargo space, machinery space dan sebagainya .
- b. Konstruksi ruang akomodasi dibuat dari bahan anti api dan direncanakan dengan metode perlindungan dari api seperti tangga-tangga dan koridor .
- c. Ruang ABK harus terisolasi dari panas, dingin, dan kelembaban serta juga anti bau pada tempat-tempat tertentu.

Akomodasi Tidur :

- a. Kapasitas maksimum 2 orang per kabin.
- b. Tinggi ruangan dalam keadaan bebas minimum 190 cm dan pada kapal ini ditentukan 240 cm.
- c. Ukuran tempat tidur 200 x 90 cm.
- d. Susunan tempat tidur maksimum 2 tingkat dengan jarak 50 cm terhadap langit-langit.

Galley :

- a. Mempunyai akses langsung ke provision store jika memungkinkan.
- b. Terhindar dari asap, debu, dan tidak ada opening langsung dengan sleeping room, dilengkapi dengan exhaust fan, penghisap keluar debu dan asap.
- c. Dijadikan satu dengan ruang makan ABK.

Working Room :

- a. Merupakan tempat pertemuan / tempat kerja.

- b. Bisa berfungsi sebagai mess room.

Akomodasi sanitair :

- a. Tersedia 2 toilet.
- b. Masing-masing toilet tersedia WC dan shower untuk melayani 9 crew.

Lampu navigasi :

- a. Lampu jangkar / anchor light.
Sudut pancar 360⁰. Warna putih, dinyalakan pada saat lego jangkar.
- b. Lampu buritan / stern light.
Sudut pancar 135⁰. Berwarna putih. Jarak pandang 2 mil.
- c. Lampu samping / side light.
Warna merah untuk sebelah kiri (starboard) dan hijau untuk kanan (portside). Sudut pancar 112,5⁰. Dipasang pada sisi samping accomodation deck. Jarak pandang 2 mil.
- d. Lampu tiang agung / mast head light / fore mast head light.
Berwarna putih. Sudut pancar 225⁰.

4.6. Perhitungan Volume Ballast Air

4.6.1. Perhitungan LWT

1. Berat baja barge

$$W_{st} = S_c \times C_m / 100 \text{ ton} \quad (\text{Basic Naval Architecture})$$

$$S_c = 0,22 \quad \dots\dots\dots \text{ untuk barge}$$

$$C_m = \text{Cubic Number (feet cubic)}$$

$$= (L \times B \times H) / 100 \text{ (feet cubic)}$$

$$W_{st} = \{0,22 \times [(28,05 \times 10,83 \times 2,27) \times 35,315]\} / 100 = 53,58 \text{ ton}$$

Ditambah berat spud, $W_{spud} = 2 \times 1900 = 3,8 \text{ ton}$.

Ditambah berat accomodation deck

$$W_{ad} = 0,1185 \times V \quad (LR '64)$$

$$= 0,1185 \times (8,1 \times 2,4 \times 8,2)$$

$$= 15,168 \text{ ton}$$

$$W_{st \text{ total}} = W_{st} + W_{spud} + W_{ad} = 53,58 + 3,8 + 15,168 = 72,598 \text{ ton}$$

2. Berat Grab Crane *(katalog Priestman Bros.Ltd, Hull, England)*

$$W_{gc} = 69,5 \text{ ton}$$

3. Berat instalasi permesinan *(katalog mesin dan KKC. Batur)*

1. Berat genset utama (65 HP) = 935 kg

2. Berat genset bantu (23 HP) = 330 kg

3. Berat Pompa-pompa (dinas umum, bahan bakar , air tawar) = 850 kg

4. Elektromotor + winch = 720 kg

Berat Total = 2,835 ton

4. Berat outfit & akomodasi *(dari kapal pembanding KKC Batur)*

$$W_{oa} = 5\% W_{st} = 5\% 72,598 \text{ ton} = 3,629 \text{ ton}$$

5. Berat cadangan

Diperlukan untuk menghindari kesalahan yang tidak sengaja akibat perkiraan yang tidak tepat serta hal-hal yang belum terhitung.

$$W_{res.} = (2 \sim 3)\% \cdot LWT, \text{ diambil harga } 2,5 \%$$

$$\begin{aligned} LWT &= W_{st} + W_{gc} + W_p + W_{oa} + W_{res} \\ &= 72,598 + 69,5 + 2,835 + 3,629 + \{2,5\% (72,598 + 69,5 + 2,835 + \\ &\quad 3,625)\} \\ &= 152,276 \text{ ton} \end{aligned}$$

4.6.2. Perhitungan DWT

(Poehls, H, 1982)

1. Berat fuel oil (untuk grab cranes dan genset utama)

$$W_{FO} = (Pb_{me} \cdot b_{me} + Pb_{gc} \cdot b_{gc}) \cdot t \cdot 10^{-6} \cdot (1,3 \sim 1,5), \text{ diambil harga } 1,3$$

$$\text{Dimana : } Pb_{me} = \text{ Besar HP genset utama} = 65 \text{ HP}$$

$$b_{me} = \text{ Konsumsi BB genset utama} = 88 \text{ g/(HP.h)}$$

$$Pb_{gc} = \text{ Besar HP grab cranes} = 829,385 \text{ HP}$$

$$b_{gc} = \text{ Konsumsi BB grab cranes} = 110 \text{ g/(HP.h)}$$

$$t = \text{ lama operasi} = 100 \text{ jam}$$

$$W_{FO} = (65 \cdot 88 + 829,385 \cdot 110) \cdot 100 \cdot 10^{-6} \cdot 1,3 = 12,604 \text{ ton}$$

2. Berat lubrication oil / minyak pelumas

$$W_{LO} = (Pb_{me} \cdot b_{me} + Pb_{gc} \cdot b_{gc}) \cdot t \cdot 10^{-6} \cdot (1,3 \sim 1,5), \text{ diambil harga } 1,3$$

$$\text{Dimana : } Pb_{me} = \text{ Besar HP genset utama} = 65 \text{ HP}$$

$$b_{me} = \text{ Konsumsi LO genset utama} = 1,77 \text{ g/(HP.h)}$$

$$Pb_{gc} = \text{ Besar HP grab cranes} = 829,385 \text{ HP}$$

$$b_{gc} = \text{ Konsumsi LO grab cranes} = 1,85 \text{ g/(HP.h)}$$

$$t = \text{ Lama operasi} = 100 \text{ jam}$$

$$W_{LO} = (65 \cdot 1,77 + 829,385 \cdot 1,85) \cdot 100 \cdot 10^{-6} \cdot 1,3 = 0,214 \text{ ton}$$

3. Berat fresh water / air tawar

- a. Untuk minum 2 kg/orang per hari

$$= 9 \cdot 2 \cdot 24,46 \cdot 10^{-3} = 0,44 \text{ ton}$$

- b. Untuk mandi dan cuci 200 kg/orang per hari

$$= 9 \cdot 200 \cdot 24,46 \cdot 10^{-3} = 44,028 \text{ ton}$$

- c. Untuk pendingin mesin (2 ~ 5) kg/HP, diambil harga 2 kg/HP

$$= \{(2 \times 829,385) + (2 \times 65)\} \cdot 10^{-3} = 1,79 \text{ ton}$$

Berat total fresh water = 46,258 ton

4. Berat provision 5 kg/orang per hari

$$= 9 \cdot 5 \cdot 13,04 \cdot 10^{-3} = 0,59 \text{ ton}$$

5. Berat crew diambil rata-rata 70 kg/orang

$$= 9 \cdot 70 \cdot 10^{-3} = 0,675 \text{ ton}$$

6. Berat luggage (bagasi) rata-rata 10 kg/orang

$$= 9 \cdot 10 \cdot 10^{-3} = 0,09 \text{ ton}$$

7. Pay load = 0

Jadi berat DWT = (60,33 + Wballast) ton.

4.6.3. Perhitungan Displacement

$$\Delta = L \cdot B \cdot T \cdot \gamma_{\text{air laut}} \cdot C \quad (\text{Basic Naval Architechture})$$

$$= 28,05 \times 10,83 \times 1,35 \times 1,025 \times 0,9$$

$$= 379,835 \text{ ton}$$

$$\Delta = \text{LWT} + \text{DWT} = 152,276 + (60,33 + \text{Wballast})$$

$$\text{W ballast} = 379,835 - (152,276 + 66,33) = 161,229 \text{ ton}$$

4.7. Perencanaan Volume Tanki-tanki

1. Tanki Bahan Bakar (FO Tank)

Berat bahan bakar : 12,604 ton

Spesifik volume : 0,95 ton/m³

Volume FOT : (12,604 / 0,95) = 13,267 m³

Penambahan volume karena ekspansi thermal (diambil harga 2%) dan konstruksi internal (diambil harga 2%), sehingga volume FOT menjadi:

$$\text{Volume FOT} = 13,267 + (4\% \cdot 13,267) = 13,798 \text{ m}^3$$

2. Tanki Lubrication Oil (LO Tank)

Berat bahan bakar	:	0,214 ton
Spesifik volume	:	0,9 ton/m ³
Volume LO Tank	:	0,214 / 0,9 = 0,238 m ³

3. Tanki Air Tawar (FW Tank)

Berat air tawar	:	46,258 ton
Spesifik weight	:	1 ton/m ³
Volume FWT	:	46,258 m ³

Penambahan volume untuk coating dan semen (diambil harga 4%)

$$\text{Sehingga volume FWT} = 46,258 + (4\% \cdot 46,258) = 48,108 \text{ m}^3$$

4. Tanki Air Ballast (WB Tank)

Berat air ballast	:	161,229 ton
Spesifik weight	:	1 ton/m ³
Volume WBT	:	161,229 m ³

Air ballast diatur sedemikian rupa hingga kapal tetap even keel dengan sarat 1,35 m.

4.8. Penanganan Material Hasil Kerukan.

Material hasil kerukan untuk dapat dimanfaatkan hal yang lain seperti untuk reklamasi, masih harus memerlukan penanganan lebih lanjut yang membutuhkan biaya yang mahal (misalnya untuk biaya pemadatan) sehingga lebih ekonomis bila dibuang, tempat pembuangannya (dumping area) sudah

ditentukan oleh pihak pelabuhan yaitu dekat dengan Pulau Madura tepatnya pada posisi 07°08'08" LS / 112°40'18" BT (\pm 3,0345 mil laut dari lokasi pengerukan). Lokasi ini dipilih karena jauh dari arus perairan sehingga material sediment tidak segera kembali ke lokasi pengerukan.

Ada dua alternatif metode pembuangan yang bisa digunakan:

1. Menggunakan bak lumpur bercelah/split barge.

Split barge mengangkut material keruk menuju dumping area dengan ditarik kapal tunda milik pelabuhan (karena split barge-nya non self-propelled). Split barge mempunyai bukaan di dasarnya sehingga dapat membuang material keruk yang dibawanya dengan cepat. Dalam pengerukan ini direncanakan memakai dua unit split barge yang akan dipakai secara bergantian dan satu unit kapal tunda milik pelabuhan untuk menarik split barge.

2. Menggunakan pipa terapung / floating pipeline

Untuk mengangkut material keruk menuju dumping area dengan sistem transportasi hidrolis melalui pipa terapung untuk kasus ini tidak sesuai, karena:

- ☞ Pipa terapung akan mengganggu lalu-lintas pelayaran di alur pelayaran barat dan timur Selat Madura yang padat mobilitasnya karena dumping areanya terletak dekat dengan Pulau Madura.
- ☞ Prototipe kapal keruk yang dipilih disini adalah tipe kapal keruk grab dimana hopper barge tidak dirancang khusus dengan

dilengkapi pompa hidrolis yang berkapasitas besar untuk melakukan transport hidrolis material hasil kerukan.

Dengan alasan seperti di atas dari dua alternatif tersebut, transportasi material hasil kerukan dengan memakai hopper barge merupakan pilihan yang tepat untuk kasus pengerukan ini bila dibanding dengan transportasi hidrolis melalui pipa terapung.

4.9. Perhitungan DWT Hopper Barge (Bak Lumpur)

Untuk menunjang pekerjaan pengerukan ini digunakan peralatan bantu berupa bak lumpur bercelah (split barge) sebagai tempat penampungan hasil pengerukan sementara yang nantinya dibuang ditempat pembuangan.

Dalam pengerukan dikolam labuh ini direncanakan memakai dua bak lumpur non-self propelled, dipakai dua bak lumpur agar pengerukan tidak berhenti apabila bak yang satu sudah penuh. Jika bak I sudah penuh maka bak II diisi, sementara bak I dibawa oleh tug boat ke lokasi pembuangan, bak II diisi oleh kapal keruk. Begitu pula seterusnya secara bergantian.

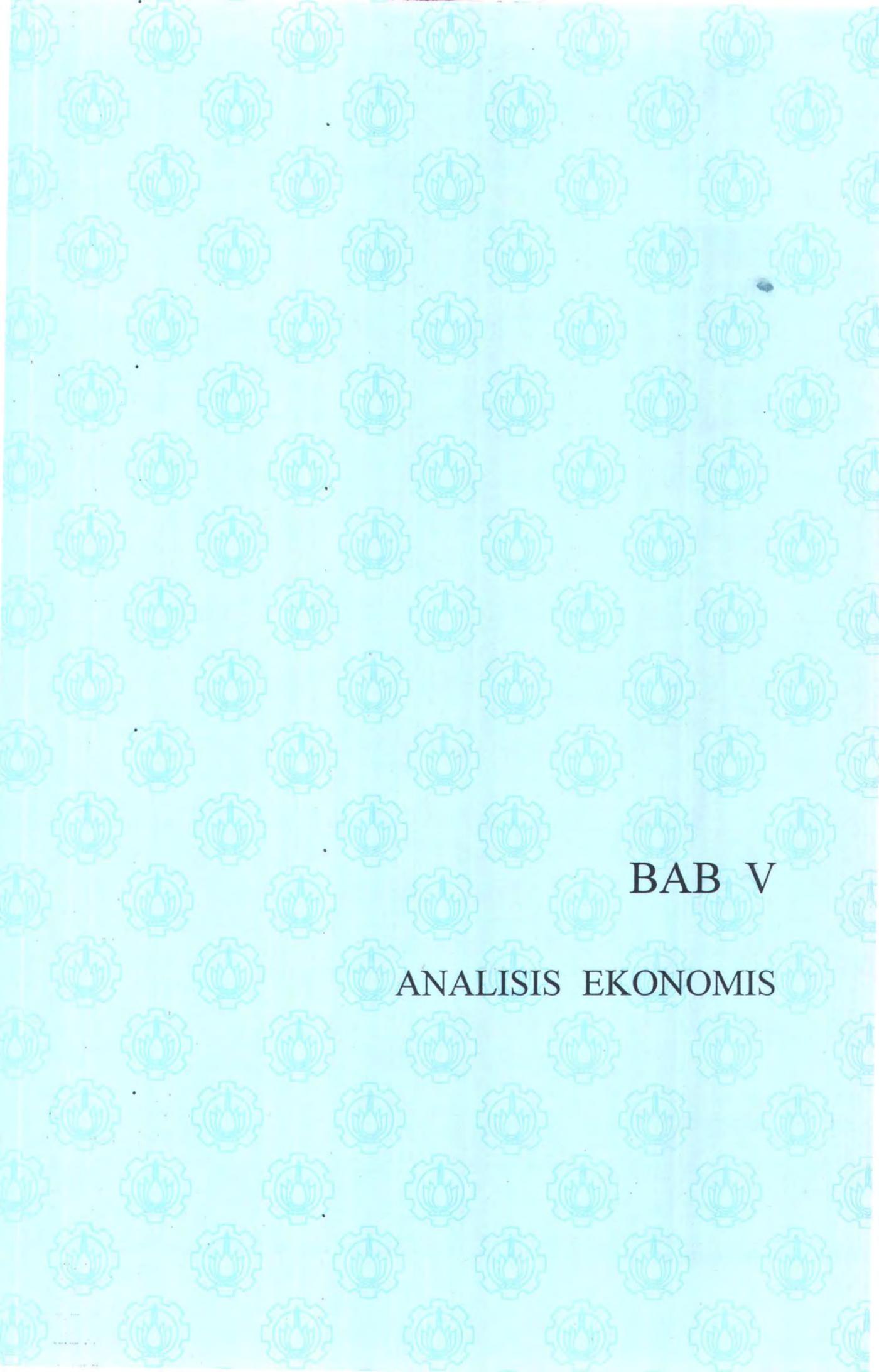
Jarak lokasi pembuangan dari lokasi pengerukan rata-rata 3,0345 mil laut. Bak lumpur ditarik oleh tug boat milik pelabuhan dengan kecepatan rata-rata 8 knot. Waktu yang diperlukan dalam satu fase pulang-pergi (trip) pembuangan:

- Waktu perjalanan = $2 \times 3,0345/8 = 0,758$ jam = 45 menit
- Waktu bongkar muatan + pergantian barge = 15 menit

Sehingga waktu total (jumlah) jam buang/trip = 60 menit/trip = 1 jam/trip.

Maka dalam satu hari terdapat 8 jam/1 jam/trip = 8 trip.

Terdapat waktu 1 jam untuk mengisi satu bak lumpur, -diketahui kapasitas kapal keruk 869,025 m³/jam-, maka dalam 1 jam dapat mengeruk 869,025 m³. Sehingga kapasitas minimal bak lumpur harus 869,025 m³. Jika stowage factor material hasil kerukannya adalah 1,45 m³/ton, maka berat muatan bak lumpur = 869,025/1,45 = 599,33 ton. Jadi DWT bak lumpur 599,33 ton.



BAB V

ANALISIS EKONOMIS

BAB V

ANALISA EKONOMIS

5.1. TINJAUAN EKONOMIS

Didalam pelaksanaan suatu investasi, selain dari sisi teknis maka kelayakan investasi juga harus ditinjau dari sisi ekonomis. Tinjauan ekonomis ini penting dilaksanakan karena menyangkut opportunity cost yang dikeluarkan. Dari sini dapat dianalisis apakah investasi tersebut menguntungkan atau tidak, dan dapat diketahui waktu kembali investasi akan kembali.

Selain itu dapat pula diketahui umur ekonomis kapal, yaitu sampai kapan kapal tetap dapat dioperasikan tanpa ada kerugian-kerugian akibat operasionalnya.

Demikian pula dalam pemilihan sarana pengerukan, dimana selain menentukan kriteria disain teknis yang harus sesuai dengan daerah operasinya, hasil rancangan kapalnya pun (dalam hal ini prototipenya) juga harus menguntungkan sehingga layak bila investasi dilaksanakan.

Dalam analisis ekonomis pengadaan suatu kapal terdiri dari dua hal penting yang perlu diperhatikan yaitu manfaat/pemasukan serta biaya yang dikeluarkan.

5.2. PERHITUNGAN KELAYAKAN INVESTASI

5.2.1. Estimasi Investasi

Perhitungan investasi pengadaan kapal disini menggunakan pendekatan berdasarkan patokan harga kapal yang sejenis. Harga kapal tersebut diasumsikan konstan setiap tahun dengan mengabaikan indikator ekonomi, selain itu dapat juga digunakan melalui pendekatan-pendekatan secara prosentasi dari harga/biaya-biaya yang dikeluarkan dalam merencanakan sebuah kapal. Asumsi yang dipergunakan dalam perhitungan ekonomis ini adalah 1 US\$ = 9.000,00 (kurs per 1 Desember 2002).

Estimasi biaya produksi kapal keruk, dari *Ships Economics - Estimating Building and Operating Costs-*, I.L. Buxton, 1978, yaitu seperti tabel dibawah ini:

Tabel 5.1. Persentase biaya produksi kapal keruk

Nama Item	Persentase (%)
1. Steelwork material, termasuk pelat, profil, dan pengelasan	9
2. Biaya tenaga kerja; meliputi upah buruh tetapi tidak termasuk overhead	11
3. Outfitting dan subkontraktor, termasuk pipa perlengkapan kapal seperti tutup palkah, winch, jangkar, galley gear, dan subkontraktor seperti insulation dan ventilasi	20
4. Biaya tenaga kerja outfitting, tidak termasuk termasuk overhead	7
5. Mesin penggerak, yaitu mesin diesel kecepatan rendah atau sejenisnya seperti boiler, turbin, gearing, kondensor	14
6. Permesinan lain, seperti mesin bantu, generator, poros, pompa, dan sistem kontrol di kamar mesin	16
7. Ongkos kerja pemasangan mesin	3
8. Biaya-biaya overhead, seperti keamanan dan tunjangan hari raya, pengawasan, listrik, dan pengeluaran-pengeluaran tetap	20

semacam perawatan gedung, depresiasi, dan administrasi umum	-
Sub total material	59
Sub total tenaga kerja, termasuk overhead	41
Total	100

- a. Estimasi biaya produksi kapal keruk :

Dari bab 4.6.1 diketahui berat baja $W_{st} = 72,598$ ton. Dari data yang didapat dari PT. Rukindo diperoleh steel plate cost = US\$ 400/ton. Maka diperoleh steel work material adalah $72,598 \times 400 = US\$ 29\,039.2$. Harga ini merupakan 9 % dari keseluruhan harga kapal keruk yang dibangun (lihat tabel diatas). Sehingga total keseluruhan harga kapal keruk adalah sebesar

$$\frac{100\%}{9\%} \times 29\,039.2 = US\$ 322\,657.78.$$

- b. Estimasi biaya produksi bak lumpur (hopper barge)

Berdasarkan harga rata-rata bak lumpur di PT. Rukindo dimana untuk setiap Dead Weight Tonnage (DWT) yaitu US\$ 400/DWT.

$$\begin{aligned} \text{Hopper barge cost} &= 2 \text{ unit} \cdot 599,33 \text{ ton} \cdot US\$ 400/\text{ton} \\ &= US\$ 479\,464.00 \end{aligned}$$

$$\text{Total investasi awal} = US\$ (479\,464 + 322\,657,78) = US\$ 802121,78$$

5.2.2. Estimasi Biaya Operasional Kapal

Ada 3 (tiga) komponen biaya operasional kapal :

- Voyage cost
- Operating cost
- Capital cost

Perhitungan yang dipergunakan disini menggunakan asumsi harga bahan bakar dari Pertamina per 1 Desember 2002. Harga BBM dan minyak pelumas yang dipergunakan adalah sebagai berikut:

- 1 liter fuel oil (HSD) = Rp 1.300,00
- 1 liter lubricating oil = Rp 13.500,00
- 1 ton fresh water = Rp 13.000,00

1. VOYAGE COST (VC)

1. Bahan Bakar

a. Kapal keruk

Fuel cost = konsumsi BB x harga BB

Konsumsi BB : $W_{FO} = (P_{b_{me}} \cdot b_{me} + P_{b_{gc}} \cdot b_{gc}) \cdot t \cdot 10^{-6} \cdot (1,3 \sim 1,5)$

Dimana : $P_{b_{me}}$ = Besar HP genset utama = 65 HP

b_{me} = Konsumsi BB genset utama = 88 g/(HP.h)

$P_{b_{gc}}$ = Besar HP grab cranes = 829,385 HP

b_{gc} = Konsumsi BB grab cranes = 110 g/(HP.h)

t = Lama proyek pengerukan = 195,685 \approx 196 jam

$W_{FO} = (65 \cdot 88 + 829,385 \cdot 110) \cdot 195,685 \cdot 10^{-6} \cdot 1,3 = 23,214$ ton

Volume BB = $23,214 / 0,95 = 24,436 \text{ m}^3 = 24\,436$ liter

Fuel cost kapal keruk = $24\,436 \times \text{Rp } 1.300,00 = \text{Rp } 31\,767\,023,23$

b. Alat bantu (kapal tunda)

Fuel cost = konsumsi BB x harga BB

Konsumsi BB : $W_{FO} = 2,31 \cdot (P_{b_{me}} \cdot b_{me}) \cdot S/v \cdot t \cdot 10^{-6} \cdot (1,3 \sim 1,5)$

Dimana : $P_{b_{me}}$ = Besar HP kapal tunda = 400 HP

$$b_{me} = \text{Konsumsi BB kapal tunda} = 115 \text{ g}/(\text{HP.h})$$

$$S = \text{Radius pelayaran} = 3,0345 \text{ mil laut}$$

$$v = \text{service speed kapal tunda} = 8 \text{ knot}$$

$$W_{FO} = 2,31 \cdot (400 \cdot 115) \cdot (3,0345/8) \cdot 195,685 \cdot 10^{-6} \cdot 1,3 = 10,25 \text{ ton}$$

$$\text{Volume BB} = 10,253 / 0,95 = 10,793 \text{ m}^3 = 10\,793,05 \text{ liter}$$

$$\text{Fuel cost kapal tunda} = 10\,793,05 \times \text{Rp. } 1.300,00 = \text{Rp. } 14\,030\,966,97$$

$$\text{Total biaya bahan bakar} = \text{Rp. } 45\,797\,990,20$$

2. Minyak pelumas

a. Kapal Keruk

$$\text{LO cost} = \text{Konsumsi LO} \times \text{harga LO}$$

$$\text{Konsumsi LO : } W_{LO} = (Pb_{me} \cdot b_{me} + Pb_{gc} \cdot b_{gc}) \cdot t \cdot 10^{-6} \cdot (1,3 \sim 1,5)$$

$$\text{Dimana : } Pb_{me} = \text{Besarnya HP genset utama} = 65 \text{ HP}$$

$$b_{me} = \text{Konsumsi LO genset utama} = 1,77 \text{ g}/(\text{HP.h})$$

$$Pb_{gc} = \text{Besarnya HP grab crane} = 829,385 \text{ HP}$$

$$b_{gc} = \text{Konsumsi LO grab crane} = 1,85 \text{ g}/(\text{HP.h})$$

$$t = \text{Lama proyek pengerukan} = 195,685 \text{ jam}$$

$$W_{LO} = \{(65 \cdot 1,77) + (829,385 \cdot 1,85)\} \cdot 195,685 \cdot 10^{-6} \cdot 1,3 = 0,419 \text{ ton}$$

$$\text{Volume LO} = 0,419 / 0,9 = 0,466 \text{ m}^3 = 465,56 \text{ liter}$$

$$\text{LO cost} = 465,65 \times \text{Rp. } 13.500,00 = \text{Rp. } 6\,285\,000,00$$

b. Kapal tunda

$$\text{LO cost} = \text{konsumsi LO} \times \text{harga LO}$$

$$\text{Konsumsi LO : } W_{LO} = 2,31 \cdot (Pb_{me} \cdot b_{me}) \cdot S/v \cdot t \cdot 10^{-6} \cdot (1,3 \sim 1,5)$$

$$\text{Dimana : } Pb_{me} = \text{Besarnya HP kapal tunda} = 400 \text{ HP}$$

$$b_{me} = \text{Konsumsi LO kapal tunda} = 1,95 \text{ g/(HP.h)}$$

$$S = \text{Radius pelayaran} = 3,0345 \text{ millaut}$$

$$v = \text{Service speed kapal tunda} = 8 \text{ knot}$$

$$W_{FO} = 2,31 \cdot (400 \cdot 1,95) \cdot (3,0345/8) \cdot 195,685 \cdot 10^{-6} \cdot 1,3 = 0,174 \text{ ton}$$

$$\text{Volume LO} = 0,174 / 0,9 = 0,193 \text{ m}^3 = 193,18 \text{ liter}$$

$$\text{LO cost kapal tunda} = 193,18 \times \text{Rp. } 13.500,00 = \text{Rp. } 2.607.929,73$$

$$\text{Total biaya LO} = \text{Rp. } 6.285.000,00 + \text{Rp. } 2.607.929,73 = \text{Rp. } 8.892.929,73$$

3. Air Tawar

Untuk kapal keruk dan kapal tunda

a. Untuk minum 2 kg/orang per hari

$$= 12 \cdot 2 \cdot 24,46 \cdot 10^{-3} = 0,587 \text{ ton}$$

b. Untuk mandi & cuci 200 kg/orang per hari

$$= 12 \cdot 200 \cdot 24,46 \cdot 10^{-3} = 58,704 \text{ ton}$$

c. Untuk pendingin mesin 5 kg/HP

$$= \{(5 \times 829,385) + (5 \times 65) + (5 \times 400)\} \cdot 10^{-3} = 6,472 \text{ ton}$$

Total air tawar yang digunakan = 65,763 ton

$$\text{FW cost} = 65,763 \times \text{Rp. } 13.000,00 = \text{Rp. } 854.918,03$$

$$\text{Total voyage cost} = \text{Rp. } (45.797.990,20 + 8.892.929,73 + 854.918,03)$$

$$= \text{Rp. } 55.545.837,96 = \text{US\$ } 6.171,76$$

2. OPERATING COST (OC)

1. Gaji Anak Buah Kapal (ABK) *(PT. Rukindo)*

Gaji ini merupakan gaji yang diperoleh ABK selama proyek pengerukan disamping gaji tetap mereka sebagai pegawai Pelindo III

Cabang Gresik. Jumlah ABK kapal keruk sebanyak 9 orang dan kru kapal tunda 3 orang. Perincian gaji tiap-tiap kru adalah:

a. Imbalan prestasi (premi) Rp. 50,00/m ³ /org	
= Rp. 50,00 x 170 054,797 m ³	= Rp. 8 502 739,85
b. Uang makan = 25 x Rp. 10.000,00	= Rp. 250.000,00
c. Pakaian kerja	= Rp. 100.000,00
Total gaji	= Rp. 8 852 739,85

Jadi total gaji ABK selama proyek pengerukan :

$$= 12 \times \text{Rp. } 8\,852\,739,85 = \text{Rp. } 106\,232\,878,2$$

2. Biaya survey meliputi :

- Predredge survey
- Check survey/leveling
- Progress survey
- Final survey

$$\text{Total biaya survey} = \text{Rp. } 2.000.000,00$$

3. Perawatan dan perbaikan *[PT. (Persero) Rukindo]*

Diambil pendekatan 2 % dari harga kapal per tahun

$$= 2\% \times \text{US\$ } 802\,121,78 = \text{US\$ } 16\,042,44 = \text{Rp. } 144\,381\,920,4$$

4. Asuransi *[PT. (Persero) Rukindo]*

Diambil 1 % dari harga kapal per tahun

$$= 1\% \times \text{US\$ } 802\,121,78 = \text{US\$ } 8\,021,2178 = \text{Rp. } 72\,190\,960,2$$

Total operational cost

$$= \text{Rp. } (106\,232\,878,2 + 2.000.000,00 + 144\,381\,920,4 + 72\,190\,960,2)$$

$$= \text{Rp. } 324\,805\,758,8 = \text{US\$ } 36\,089,53$$

3. CAPITAL COST (CC)

$$CC = \frac{(CR - TR/N)}{(1.0 - TR)} * \text{Investasi}$$

Dimana :

$$- CRF : \text{Capital Recovery Factor} = \frac{i * (i + 1)^N}{(1 + i)^N - 1}$$

- TR : Tax rate = 10 %

- i : Interest rate = 17,5 % (tingkat suku bunga bank rata-rata)

- N : Lama investasi = 15 tahun

- Investasi awal = US\$ 802 121,78

$$- CR = \frac{0,175 * (0,175 + 1)^{15}}{(1 + 0,175)^{15} - 1} = 0,192$$

$$- CC = \frac{(0,192 - 0,10/15)}{(1.0 - 0,10)} * \text{US\$ } 802\,121,78 = \text{US\$ } 165\,265,38$$

Total cost per tahun = VC + OC + CC

$$= \text{US\$ } (6\,171,76 + 36\,089,53 + 165\,265,38)$$

$$= \text{US\$ } 207\,526,67$$

5.2.3. Estimasi Pemasukan Dari Operasional Kapal (CV. Adhi Jaya)

Selama ini pihak pelabuhan menyewa armada pengerukan dari swasta untuk mengerjakan proyek pengerukan tersebut. Biaya sewa tersebut diasumsikan sebagai pemasukan dari operasional kapal .

Adapun biaya sewa tersebut dapat dihitung dengan pendekatan :

■ Biaya pengerukan

$$= \text{Rp. } 11.825,00 \times 170\,054.797 \text{ m}^3 = \text{Rp. } 2\,010\,897\,974,53$$

■ Administrasi / dokumentasi dan P3K = Rp. 2.000.000,00

Total biaya sewa = Rp 2 012 897 974,53

= US\$ 223 655,33

5.2.4. Perhitungan Net Present Value

Net Present Value (NPV) adalah nilai keuntungan bersih dari pengoperasian suatu kapal setelah dikurangi dengan beberapa penyusutan pada masa yang akan datang, yang dilihat nilainya saat ini.

Net Present Value (NPV) merupakan salah satu metode untuk mengevaluasi kelayakan suatu investasi. Metode ini memerlukan data – data sebagai berikut :

- Investasi awal dalam bentuk harga kapal
- Suku bunga bank
- Pengeluaran untuk operasi kapal dalam satu tahun
- Penerimaan dari hasil operasi kapal dalam satu tahun

Perhitungan NPV untuk tahun ke $-N$ adalah :

$$NPV = \sum (PW)_j (R_j - Y_j)$$

Dimana : PW : Present worth = $\frac{1}{(i+1)}$

I : Suku bunga bank = 17,5 %

R : Pemasukan dalam satu tahun

Y : Pengeluaran dalam satu tahun

j : 1,2,3... ,N

Analisa perhitungannya adalah sebagai berikut :

- Jika $NPV > 0$, berarti investasi menguntungkan
- Jika $NPV < 0$, berarti investasi tidak menguntungkan.

Untuk perhitungan NPV ini dipakai cara tabulasi karena berupa perhitungan yang berulang.

Berikut ini keterangan notasi yang digunakan dalam perhitungan NPV.

- (R_0) = kolom penerimaan awal tahun operasi

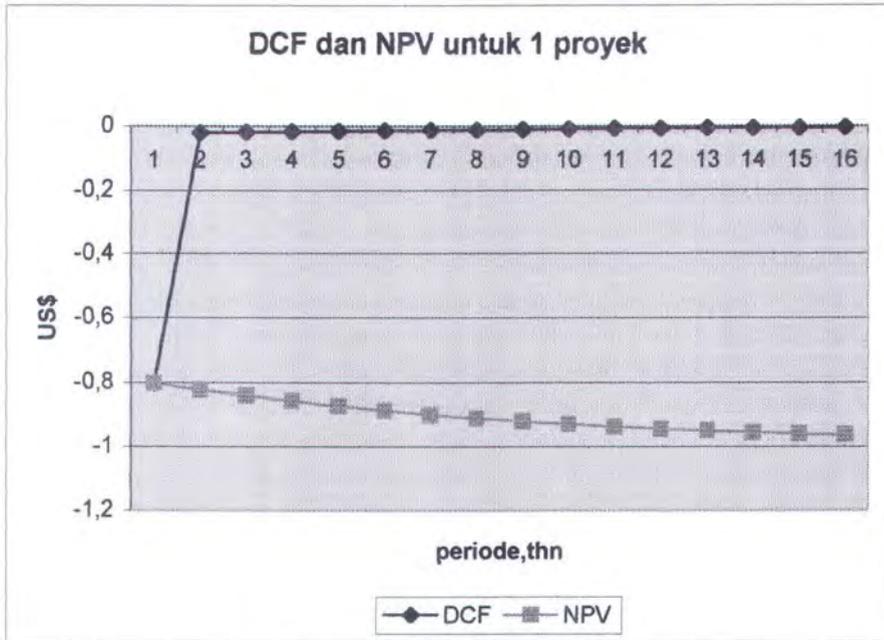
- (w) = Faktor pengurangan karena teknologi usang
- (x) = Faktor pengurangan karena kondisi kapal
- (Yo) = Biaya operasi awal
- (y) = Faktor pengurangan karena pengaruh inflasi
- (z) = Faktor pengurangan karena perbaikan – perbaikan
- (v) = Faktor pengurangan karena future freight rate
- (A) = Pendapatan sebelum kena pajak tiap tahun
- (i) = Tingkat suku bunga tiap tahun
- (PW) = Faktor nilai saat ini untuk pembayaran tunggal
- (DCF) = Kolom untuk Discount Cash Flow
DCF adalah pendapatan yang telah di discount (dikurangi) nilainya setiap tahun.
- (NPV) = kolom untuk Net Present Value.

Hasil evaluasi investasi :

- Investasi awal = US \$ 802 121,78
- Pengeluaran per tahun = US \$ 207 526,67
- Penerimaan per tahun = US \$ 223 655,33

Dari perhitungan diperoleh :

Break Event Point (BEP) tidak terjadi, hal ini ditandai dengan harga NPV yang berharga selalu negatif. Hal ini berarti investasi tidak menguntungkan jika digunakan hanya untuk proyek pengerukan kolam labuh dermaga umum Pelabuhan Gresik saja.



Gb. 5.1. Grafik NPV untuk satu proyek

Ada beberapa faktor yang menyebabkan investasi ini tidak menguntungkan, diantaranya :

- KKC. Bali IX ini hanya dipakai 25 hari dalam setahun untuk maintenance dredging dikolam labuh demaga umum Pelabuhan Gresik –diasumsikan dalam satu harinya hanya memakai satu shift (8 jam) saja-, sehingga tidak ada penambahan pemasukan.
- Pekerjaan pengerukan untuk pengembangan pelabuhan belum dimasukkan dalam perhitungan.

Untuk memperbaiki nilai NPV ini, harus ada pemasukan tambahan (alternatif pemasukan), hal ini dimungkinkan antara lain :

- Adanya banyak proyek pengerukan di sekitar Pelabuhan Gresik yang membutuhkan banyak armada pengerukan. Proyek tersebut

diantaranya: (*Master Plan Pengembangan Pelabuhan Surabaya – Gresik*)

- a. Proyek pengembangan Pelabuhan Gresik konvensional (untuk dermaga samudera, batu bara, curah kering) dengan estimasi volume capital dredging sebesar 870.000 m³.
 - b. Pembangunan terminal terpadu di daerah Kali Lamong dengan estimasi volume capital dredging 230.000 m³.
 - c. Pembangunan cargo port untuk kawasan Kalimireng Selatan dan Utara masing-masing dengan estimasi volume capital dredging sebesar 210.000 m³ dan 115.000 m³.
 - d. Pembangunan container dan bulk terminal di Tanjung Sawo memerlukan capital dredging sebesar 180.000 m³.
- Adanya waktu kosong yang banyak (waktu kosongnya ± 340 hari, dengan asumsi maintenance dredging untuk pelabuhan Gresik dilakukan hanya dalam satu kali shift per hari kerja -8 jam per hari-) yang bisa digunakan oleh KKC Bali IX ini untuk melayani proyek tersebut diatas.
 - Dengan asumsi proyek-proyek tersebut diatas tidak dilakukan secara bersamaan , sehingga diperlukan penjadwalan yang baik.

5.2.5. Perhitungan Pemasukan baru

A. Estimasi biaya operasional kapal untuk Proyek pengerukan pengembangan Pelabuhan Gresik Konvensional.

Total lumpur yang akan dikeruk 870.000 m³.

VOYAGE COST (VC)

1. Bahan Bakar :

a. Kapal keruk

Fuel Cost = konsumsi BB x harga BB

Konsumsi BB: $W_{FO} = (Pb_{me} \cdot b_{me} + Pb_{gc} \cdot b_{gc}) \cdot t \cdot 10^{-6} \cdot (1,3 \sim 1,5)$

Dimana : Pb_{me} = Besar Hp genset utama = 65 Hp

b_{me} = Konsumsi BB genset utama = 88 g / Hp.h

Pb_{gc} = Besar Hp grab cranes = 829,385 Hp

b_{gc} = Konsumsi BB grab cranes = 110 g / Hp.h

t = Lama proyek pengerukan = 1001,12 jam

$W_{FO} = (65 \cdot 88 + 829,385 \cdot 110) \cdot 1001,12 \cdot 10^{-6} \cdot 1,3 = 117,74$ ton

Volume BB = $117,74 / 0,95 = 122,94 \text{ m}^3 = 122\,936,84$ liter

Fuel Cost = Rp. 1300 x 122 936,84 = Rp. 159 817 892,00

b. Alat bantu (kapal tunda)

Fuel Cost = konsumsi BB x harga BB

Konsumsi BB: $W_{FO} = 2,31 (Pb_{me} \cdot b_{me}) \cdot t \cdot S/v \cdot 10^{-6} \cdot (1,3 \sim 1,5)$

Dimana : Pb_{me} = Besar Hp kapal tunda = 400 Hp

b_{me} = Konsumsi BB kapal tunda = 115 g / Hph

S = Radius pelayaran = 3,0345 millaut

v = service speed kapal tunda = 8 knot

$W_{FO} = 2,31 \cdot (400 \cdot 115) \cdot 3,0345 / 8 \cdot 1001,12 \cdot 10^{-6} \cdot 1,3 = 51,058$ ton

Volume BB = $51,058 / 0,95 = 53,745 \text{ m}^3 = 53\,745,26$ liter

Fuel Cost = Rp 1 300 x 53 745,26 = Rp. 69 868 842,11

Total biaya bahan bakar = Rp. 229 686 734,11

2. Minyak pelumas

a. Kapal Keruk

LO cost = Konsumsi LO x harga LO

Konsumsi LO: $W_{LO} = (Pb_{me} \cdot b_{me} + Pb_{gc} \cdot b_{gc}) \cdot t \cdot 10^{-6} \cdot (1,3 - 1,5)$

Dimana : Pb_{me} = Besar Hp genset utama = 65 Hp

b_{me} = Konsumsi Lo genset utama = 1,77 g / Hp.h

Pb_{gc} = Besar Hp grab cranes = 829,385 Hp

b_{gc} = Konsumsi Lo grab cranes = 1,85 g / Hp.h

t = Lama proyek pengerukan = 1001,12 jam

$W_{LO} = (65 \cdot 1,77 + 829,385 \cdot 1,85) \cdot 1001,12 \cdot 10^{-6} \cdot 1,3 = 1,887$ ton

Volume LO = $1,887 / 0,9 = 2,097 \text{ m}^3 = 2096,67$ liter

LO cost = $2096,67 \times \text{Rp } 13\,500,00 = \text{Rp. } 28\,305\,000,00$

b. Kapal Tunda

LO Cost = konsumsi LO x harga LO

Konsumsi BB: $W_{LO} = 2,31 \cdot (Pb_{me} \cdot b_{me}) \cdot t \cdot S/v \cdot 10^{-6} \cdot (1,3 - 1,5)$

Dimana : Pb_{me} = Besar Hp kapal tunda = 400 Hp

b_{me} = Konsumsi Lo kapal tunda = 1.95 g / Hp.h

S = Radius pelayaran = 3,0345 mil laut

V = service speed kapal tunda = 8 knot

$W_{FO} = 2,31 \cdot (400 \cdot 1,95) \cdot 1001,12 \cdot 3,0345/8 \cdot 10^{-6} \cdot 1,3 = 0,89$ ton

Volume BB = $0,89 / 0,9 = 0,99 \text{ m}^3 = 988,30$ liter

LO cost = $\text{Rp } 13\,500,00 \times 988,30 = \text{Rp } 12\,342\,109,06$

Total biaya LO = Rp. 40 647 109,06

3. Air Tawar

Untuk kapal keruk dan kapal tunda

- a. Untuk minum 2 kg / orang per hari

$$= 9 \cdot 2 \cdot 125,14 \cdot 10^{-3} = 2,25 \text{ ton}$$

- b. Untuk mandi & cuci 200 kg / orang perhari

$$= 9 \cdot 200 \cdot 125,14 \cdot 10^{-3} = 215,25 \text{ ton}$$

- c. Untuk pendingin mesin 5 kg

$$= 5 \times (829,385 + 65 + 400) / 1000 = 6,47 \text{ ton}$$

Total air tawar yang digunakan = 223,97 ton

$$\text{FW cost} = \text{Rp } 13\,000,00 \times 223,97 = \text{Rp } 2\,911\,635,03$$

OPERATING COST (OC)

1. Gaji Anak Buah Kapal (ABK)

- a. Imbalan prestasi (premi) /m³/org = Rp. 50,00

$$= \text{Rp. } 50,00 \times 870.000 \text{ m}^3 = \text{Rp } 42.500.000,00$$

- b. Uang makan = 126x Rp.10.000,00 = Rp. 1 260 000,00

Total gaji	= Rp 43 760 000,00
------------	--------------------

Jadi total gaji ABK selama I kali proyek pengerukan :

$$= 12 \times \text{Rp. } 43\,760\,000,00 = \text{Rp. } 515\,120\,000,00$$

2. Biaya Survey meliputi :

- a. Predredge Survey
- b. Check Survey/leveling
- c. Progress Survey
- d. Final Survey

Total biaya survey	= Rp. 2.000.000,00
--------------------	--------------------

$$\text{Total OC} + \text{VC} = \text{Rp. } 790\,365\,478,2 = \text{US } \$ 87\,818,39$$

PEMASUKAN

Administrasi	= Rp.	2.000.000,00
Biaya pengerukan		
= 870.000 x Rp. 11 818,50	= Rp.	10 282 095 000,00
Total pemasukan	= Rp.	10 284 095 000,00
	= US\$	1 152 677,22

B. Estimasi biaya operasional dan pemasukan kapal pada proyek pengerukan di Kali Lamong.

Volume lumpur yang akan dikeruk 230.000 m³.

VOYAGE COST (VC)

1. Bahan Bakar :

a. Kapal keruk

Fuel Cost = konsumsi BB x harga BB

Konsumsi BB: $W_{FO} = (Pb_{me} \cdot b_{me} + Pb_{gc} \cdot b_{gc}) \cdot t \cdot 10^{-6} \cdot (1,3 - 1,5)$

Dimana : Pb_{me} = Besar Hp genset utama = 65 Hp

b_{me} = Konsumsi BB genset utama = 88 g / Hp.h

Pb_{gc} = Besar Hp grab cranes = 829,385 Hp

b_{gc} = Konsumsi BB grab cranes = 110 g / Hp.h

t = Lama pengerukan = 254,66 jam = 33,083 hari

$W_{FO} = (65 \cdot 88 + 829,385 \cdot 110) \cdot 254,66 \cdot 10^{-6} \cdot 1,3 = 2,17$ ton

Volume BB = $2,17 / 0,95 = 2,28$ m³ = 2 282,34 liter

Fuel cost = Rp. 1300 x 2 282,34 = Rp 2 867 046,52

b. Alat bantu (kapal tunda)

Fuel cost = konsumsi BB x harga BB

$$\text{Konsumsi BB: } W_{FO} = 2,31. (Pb_{me}. b_{me}).t. S/v . 10^{-6} . (1,3\sim 1,5)$$

$$\text{Dimana : } Pb_{me} = \text{Besar Hp kapal tunda} = 400 \text{ Hp}$$

$$b_{me} = \text{Konsumsi BB kapal tunda} = 115 \text{ g / Hp.h}$$

$$S = \text{Radius pelayaran} = 4.36 \text{ mil laut}$$

$$v = \text{service speed kapal tunda} = 8 \text{ knot}$$

$$W_{FO} = 2,31. (400 . 115). 254,66 . 4,36/8. 10^{-6} . 1,3 = 16,17 \text{ ton}$$

$$\text{Volume BB} = 16,17 / 0,95 = 17,021 \text{ m}^3 = 17 \text{ 021,05 liter}$$

$$\text{Fuel cost} = \text{Rp } 1 \text{ 300} \times 17 \text{ 021,05} = \text{Rp. } 21 \text{ 127 368,42}$$

$$\text{Total biaya bahan bakar} = \text{Rp. } 23 \text{ 894 414,94}$$

2. Minyak pelumas

a. Kapal Keruk

$$\text{LO cost} = \text{Konsumsi LO} \times \text{harga LO}$$

$$\text{Konsumsi Lo: } W_{LO} = (Pb_{me}.b_{me} + Pb_{gc}.b_{gc}). t . 10^{-6} . (1,3 \sim 1,5)$$

$$\text{Dimana : } Pb_{me} = \text{Besar Hp genset utama} = 65 \text{ Hp}$$

$$b_{me} = \text{Konsumsi Lo genset utama} = 1,77 \text{ g / Hph}$$

$$Pb_{gc} = \text{Besar Hp grab cranes} = 829,385 \text{ Hp}$$

$$b_{gc} = \text{Konsumsi Lo grab cranes} = 1.85 \text{ g / Hph}$$

$$t = \text{Lama pengerukan} = 254,66 \text{ jam} = 17,63 \text{ hari}$$

$$W_{LO} = (65. 1,77 + 829,385. 1,85). 254,66. 10^{-6} . 1,3 = 0,51 \text{ ton}$$

$$\text{Volume LO} = 0,51 / 0,9 = 0,565 \text{ m}^3 = 564,53 \text{ liter}$$

$$\text{LO cost} = \text{Rp } 13 \text{ 500} \times 564,53 = \text{Rp } 7 \text{ 521 169,22}$$

b. Kapal Tunda

$$\text{LO cost} = \text{konsumsi LO} \times \text{harga LO}$$

$$\text{Konsumsi BB: } W_{LO} = 2,31 \cdot (Pb_{me} \cdot b_{me}) \cdot t \cdot S/v \cdot 10^{-6} \cdot (1,3 \sim 1,5)$$

$$\text{Dimana : } Pb_{me} = \text{Besarnya Hp kapal tunda} = 400 \text{ Hp}$$

$$b_{me} = \text{Konsumsi Lo kapal tunda} = 1,95 \text{ g / Hp.h}$$

$$S = \text{Radius pelayaran} = 4,36 \text{ mil laut}$$

$$v = \text{service speed kapal tunda} = 8 \text{ knot}$$

$$W_{FO} = 2,31 \cdot (400 \cdot 1,95) \cdot 254,66 \cdot 4,36/8 \cdot 10^{-6} \cdot 1,3 = 0,225 \text{ ton}$$

$$\text{Volume LO} = 0,225 / 0,9 = 0,25 \text{ m}^3 = 250 \text{ liter}$$

$$\text{LO cost} = \text{Rp. } 13.500,00 \times 250 = \text{Rp } 3.375.000,00$$

$$\text{Total biaya LO} = \text{Rp. } 10.886.169,22$$

3. Air Tawar

Untuk kapal keruk dan kapal tunda

a. Untuk minum 2 kg / orang perhari

$$= 12 \cdot 2 \cdot 34 \cdot 10^{-3} = 0,816 \text{ ton}$$

b. Untuk mandi & cuci 200 kg / orang per hari

$$= 12 \cdot 200 \cdot 34 \cdot 10^{-3} = 71,6 \text{ ton}$$

c. Untuk pendingin mesin 5 kg

$$= 5 \cdot (829,385 + 65 + 400) \cdot 10^{-3} = 6,47 \text{ ton}$$

$$\text{Total air tawar yang digunakan} = 78,89 \text{ ton}$$

$$\text{FW cost} = \text{Rp. } 13.000,00 \times 78,89 = \text{Rp } 1.025.543,03$$

OPERATING COST (OC)

1. Gaji Anak Buah Kapal (ABK)

a. Imbalan prestasi (premi) /m³/org = Rp. 50,00

$$= \text{Rp. } 50,00 \times 230.000 \text{ m}^3 = \text{Rp. } 11.500.000,00$$

$$b. \text{Uang makan} = 18 \times \text{Rp.}10\,000,00 = \text{Rp.} 180\,000,00$$

$$\text{Total gaji} = \text{Rp.} 11\,680\,000,00$$

Jadi total gaji ABK selama proyek pengerukan :

$$= 12 \times \text{Rp.} 11\,680\,000,00 = \text{Rp.} 140\,060\,000,00$$

2. Biaya Survey meliputi :

- a. Predredge Survey
- b. Check Survey/leveling
- c. Progress Survey
- d. Final Survey

$$\text{Total biaya survey} = \text{Rp.} 2.000.000,00$$

$$\text{Jumlah OC dan VC} = \text{Rp} 177\,866\,127,185 = \text{US \$} 18\,762,90$$

PEMASUKAN

Biaya sewa dapat dihitung dengan pendekatan :

$$\blacksquare \text{ Biaya pengerukan : } \text{Rp.} 11.818,50 / \text{m}^3 \times 230.000 \text{ m}^3 \\ = \text{Rp.} 2\,718\,255\,000,00$$

$$\blacksquare \text{ Administrasi / dokumentasi dan P3K} = \text{Rp.} 2.000.000,00$$

$$\text{Total pemasukan} = \text{Rp.} 2\,720\,255\,000,00 = \text{US \$} 303\,250,56$$

C. Estimasi biaya operasional kapal pada proyek capital dredging cargoport kawasan Kalimireng (Nort/South)

$$\text{Volume lumpur yang dikeruk} = 102.000 \text{ m}^3.$$

VOYAGE COST (VC)

1. Bahan Bakar
 - a. Kapal keruk

$$\text{Fuel cost} = \text{konsumsi BB} \times \text{harga BB}$$



$$\text{Konsumsi BB: } W_{FO} = (Pb_{me} \cdot b_{me} + Pb_{gc} \cdot b_{gc}) \cdot t \cdot 10^{-6} \cdot (1,3 \sim 1,5)$$

$$\text{Dimana : } Pb_{me} = \text{Besar Hp genset utama} = 65 \text{ Hp}$$

$$b_{me} = \text{Konsumsi BB genset utama} = 88 \text{ g / Hp.h}$$

$$Pb_{gc} = \text{Besar Hp grab cranes} = 829,385 \text{ Hp}$$

$$b_{gc} = \text{Konsumsi BB grab cranes} = 110 \text{ g / Hp.h}$$

$$t = \text{Lama pengerukan} = 117,373 \text{ jam} = 14,67 \text{ hari}$$

$$W_{FO} = (65 \cdot 88 + 829,385 \cdot 110) \cdot 117,373 \cdot 10^{-6} \cdot 1,3 = 12,928 \text{ ton}$$

$$\text{Volume BB} = 12,928 / 0,95 = 13,608 \text{ m}^3 = 13 \text{ 608,42 liter}$$

$$\text{Fuel cost} = \text{Rp. } 1 \text{ 300,00} \times 13 \text{ 608,42} = \text{Rp } 17 \text{ 690 947,37}$$

b. Alat bantu (kapal tunda)

$$\text{Fuel cost} = \text{konsumsi BB} \times \text{harga BB}$$

$$\text{Konsumsi BB: } W_{FO} = 2,31 \cdot (Pb_{me} \cdot b_{me}) \cdot t \cdot S/v \cdot 10^{-6} \cdot (1,3 \sim 1,5)$$

$$\text{Dimana : } Pb_{me} = \text{Besar Hp kapal tunda} = 400 \text{ Hp}$$

$$b_{me} = \text{Konsumsi BB kapal tunda} = 115 \text{ g / Hp.h}$$

$$S = \text{Radius pelayaran} = 2,22 \text{ mil laut}$$

$$v = \text{service speed kapal tunda} = 8 \text{ knot}$$

$$W_{FO} = 2,31 \cdot (400 \cdot 110) \cdot 117,373 \cdot 2,22/8 \cdot 10^{-6} \cdot 1,3 = 4,204 \text{ ton}$$

$$\text{Volume BB} = 4,204 / 0,95 = 4,325 \text{ m}^3 = 4 \text{ 325,26 liter}$$

$$\text{Fuel cost} = \text{Rp } 1 \text{ 300,00} \times 4 \text{ 325,26} = \text{Rp } 5 \text{ 522 842,03}$$

$$\text{Total biaya bahan bakar} = \text{Rp. } 23 \text{ 213 789,4}$$

2. Minyak pelumas

a. Kapal Keruk

$$\text{LO cost} = \text{Konsumsi LO} \times \text{harga LO}$$

$$\text{Konsumsi LO: } W_{LO} = (Pb_{me} \cdot b_{me} + Pb_{gc} \cdot b_{gc}) \cdot t \cdot 10^{-6} \cdot (1,3 \sim 1,5)$$

$$\text{Dimana : } Pb_{me} = \text{Besar Hp genset utama} = 65 \text{ Hp}$$

$$b_{me} = \text{Konsumsi Lo genset utama} = 1,77 \text{ g / Hp.h}$$

$$Pb_{gc} = \text{Besar Hp grab cranes} = 829,385 \text{ Hp}$$

$$b_{gc} = \text{Konsumsi Lo grab cranes} = 1,85 \text{ g / Hp.h}$$

$$t = \text{Lama proyek pengerukan} = 117,373 \text{ jam}$$

$$W_{LO} = (65 \cdot 1,77 + 829,385 \cdot 1,85) \cdot 117,373 \cdot 10^{-6} \cdot 1,3 = 0,22 \text{ ton}$$

$$\text{Volume LO} = 0,22 / 0,9 = 0,254 \text{ m}^3 = 254,38 \text{ liter}$$

$$\text{LO cost} = \text{Rp } 13\,500,00 \times 254,38 = \text{Rp } 3\,334\,130,00$$

b. Kapal Tunda

$$\text{LO Cost} = \text{konsumsi LO} \times \text{harga LO}$$

$$\text{Konsumsi BB: } W_{LO} = 2,31 \cdot (Pb_{me} \cdot b_{me}) \cdot t \cdot S/v \cdot 10^{-6} \cdot (1,3 \sim 1,5)$$

$$\text{Dimana : } Pb_{me} = \text{Besar Hp kapal tunda} = 400 \text{ Hp}$$

$$b_{me} = \text{Konsumsi Lo kapal tunda} = 1,95 \text{ g / Hp.h}$$

$$S = \text{Radius pelayaran} = 2,2 \text{ millaut}$$

$$v = \text{service speed kapal tunda} = 8 \text{ knot}$$

$$W_{FO} = 2,31 \cdot (400 \cdot 1,95) \cdot 117,373 \cdot 2,2/8 \cdot 10^{-6} \cdot 1,3 = 0,076 \text{ ton}$$

$$\text{Volume LO} = 0,076 \text{ ton} / 0,9 = 0,084 \text{ m}^3 = 84,01 \text{ liter}$$

$$\text{LO cost} = \text{Rp. } 13\,500,00 \times 84,01 = \text{Rp } 1\,134\,075,83$$

$$\text{Total biaya LO} = \text{Rp. } 4\,468\,205,83$$

3. Air Tawar

Untuk kapal keruk dan kapal tunda

a. Untuk minum 2 kg / orang per hari

$$= 12 \cdot 2 \cdot 14,67 \cdot 10^{-3} = 0,34 \text{ ton}$$

b. Untuk mandi & cuci 200 kg / orang perhari

$$= 12 \cdot 200 \cdot 14,67 \cdot 10^{-3} = 34,21 \text{ ton}$$

c. Untuk pendingin mesin 5 kg

$$= 5 (829,385 + 65 + 400) 10^{-3} = 5,47 \text{ ton}$$

Total air tawar yg digunakan = 40,02 ton

$$\text{FW cost} = \text{Rp } 13\,000,00 \times 40,02 = \text{Rp } 520\,260,00$$

OPERATING COST (OC)

1. Gaji Anak Buah Kapal (ABK)

a. Imbalan prestasi (premi) /m³/org = Rp. 50,00

$$= \text{Rp. } 50,00 \times 102.000 \text{ m}^3 = \text{Rp. } 5.100.000,00$$

b. Uang makan = 8 x Rp.10.000,00 = Rp. 80 000.00

Total gaji = Rp. 5.180.000,00

Jadi total gaji ABK selama proyek pengerukan :

$$= 12 \times \text{Rp. } 5.180.000,00 = \text{Rp. } 62\,160\,000,00$$

2. Biaya Survey meliputi :

a. Predredge Survey

b. Check Survey/leveling

c. Progress Survey

d. Final Survey

Total biaya survey = Rp. 2.000.000,00

Jumlah OC dan VC = Rp 91 362 255,23 = US \$ 10 151,36

PEMASUKAN

■ Biaya pengerukan :

= Rp. 11.818,5 / m ³ x 102.000 m ³	= Rp. 1 205 587 000,00
■ Administrasi / dokumentasi dan P3K	= Rp. 2.000.000,00
Total pemasukan = Rp. 1 207 587 000,00	= US \$ 134 176,33

D. Estimasi biaya operasional kapal untuk proyek pengerukan pembangunan container dan bulk terminal di Tanjung Sawo.

Total lumpur yang akan dikeruk 180.000 m³.

VOYAGE COST (VC)

1. Bahan Bakar

a. Kapal keruk

Fuel Cost = konsumsi BB x harga BB

Konsumsi BB: $W_{FO} = (Pb_{me} \cdot b_{me} + Pb_{gc} \cdot b_{gc}) \cdot t \cdot 10^{-6} \cdot (1,3 \sim 1,5)$

Dimana : Pb_{me} = Besar Hp genset utama = 65 Hp

b_{me} = Konsumsi BB genset utama = 88 g / Hp.h

Pb_{gc} = Besar Hp grab cranes = 829,385 Hp

b_{gc} = Konsumsi BB grab cranes = 110 g / Hp.h

t = Lama pengerukan = 204,13 jam = 25,52 hari

$W_{FO} = (65 \cdot 88 + 829,385 \cdot 110) \cdot 204,13 \cdot 10^{-6} \cdot 1,3 = 23,22$ ton

Volume BB = $23,22 / 0,95 = 24,44$ m³ = 24 437,79 liter

Fuel cost = Rp. 1 300,00 x 24437,79 = Rp 31 669 126,32

b. Alat bantu (kapal tunda)

Fuel Cost = konsumsi BB x harga BB

Konsumsi BB: $W_{FO} = 2,31 \cdot (Pb_{me} \cdot b_{me}) \cdot t \cdot S/v \cdot 10^{-6} \cdot (1,3 \sim 1,5)$

Dimana : Pb_{me} = Besar Hp kapal tunda = 400 Hp

b_{me} = Konsumsi BB kapal tunda = 115 g / Hp.h

S = Radius pelayaran = 3,0345 millaut

v = service speed kapal tunda = 8 knot

$W_{FO} = 2,31 \cdot (400 \cdot 115) \cdot 204,13 \cdot 3,0345 / 8 \cdot 10^{-6} \cdot 1,3 = 84,57 \text{ ton}$

Volume BB = $84,57 / 0,95 = 89,02 \text{ m}^3 = 89 \text{ 018 liter}$

Fuel cost = Rp. 1 300,00 x 89 018 = Rp 114 723 400,00

Total biaya bahan bakar = Rp. 146 392 526,32

2. Minyak pelumas

a. Kapal Keruk

LO cost = Konsumsi LO x harga LO

Konsumsi LO: $W_{LO} = (Pb_{me} \cdot b_{me} + Pb_{gc} \cdot b_{gc}) \cdot t \cdot 10^{-6} \cdot (1,3 \sim 1,5)$

Dimana : Pb_{me} = Besar Hp genset utama = 65 Hp

b_{me} = Konsumsi Lo genset utama = 1,77 g / Hp.h

Pb_{gc} = Besar Hp grab cranes = 829,385 Hp

b_{gc} = Konsumsi LO grab cranes = 1,85 g / Hp.h

t = Lama pengerukan = 204,13 jam = 25,52 hari

$W_{LO} = (65 \cdot 1,77 + 829,385 \cdot 1,85) \cdot 204,13 \cdot 10^{-6} \cdot 1,3 = 0,31 \text{ ton}$

Volume LO = $0,31 / 0,9 = 0,34 \text{ m}^3 = 341,43 \text{ liter}$

LO cost = Rp. 13 500 x 341,43 = Rp 4 509 308,3

b. Kapal Tunda

LO cost = konsumsi LO x harga

Konsumsi LO: $W_{LO} = 2,31 \cdot (Pb_{me} \cdot b_{me}) \cdot t \cdot S/v \cdot 10^{-6} \cdot (1,3 \sim 1,5)$

Dimana : Pb_{me} = Besar Hp kapal tunda = 400 Hp

b_{me} = Konsumsi LO kapal tunda = 1,95 g / Hp.h

S = Radius pelayaran = 3,0345 millaut

v = service speed kapal tunda = 8 knot

$W_{FO} = 2,31 \cdot (400 \cdot 1,95) \cdot 204,13 \cdot 3,0345 / 8 \cdot 10^{-6} \cdot 1,3 = 0,08$ ton

Volume LO = $0,08 / 0,9 = 0,09 \text{ m}^3 = 90,405$ liter

LO cost = Rp 13 500,00 x 90,405 = Rp 1 220 476,5

Total biaya LO = Rp. 5 729 784,8

3. Air Tawar

Untuk kapal keruk dan kapal tunda

a. Untuk minum 2 kg / orang per hari

$$= 12 \cdot 2 \cdot 25,52 \cdot 10^{-3} = 0,51 \text{ ton}$$

b. Untuk mandi & cuci 200 kg / orang perhari

$$= 12 \cdot 200 \cdot 25,52 \cdot 10^{-3} = 51,25 \text{ ton}$$

c. Untuk pendingin mesin 5 kg

$$= 5 \times (829,385 + 65 + 400) / 1000 = 6,37 \text{ ton}$$

Total air tawar yang digunakan = 58,13 ton

FW cost = Rp. 13 000,00 x 58,13 = Rp 755 715,03

OPERATING COST (OC)

1. Gaji Anak Buah Kapal (ABK)

a. Imbalan prestasi (premi) /m³/org = Rp. 50,00

$$= \text{Rp. } 50,00 \times 180.000 \text{ m}^3 = \text{Rp. } 9.000.000,00$$

b. Uang makan = 14 x Rp.10.000,00 = Rp. 140.000,00

Total gaji = Rp 9.140.000,00

Jadi total gaji ABK selama I kali proyek pengerukan :

$$= 12 \times \text{Rp. } 9.140.000,00 = \text{Rp. } 109\,680\,000$$

2. Biaya Survey meliputi :

- a. Predredge Survey
- b. Check Survey/leveling
- c. Progress Survey
- d. Final Survey

$$\text{Total biaya survey} = \text{Rp. } 2.000.000,00$$

$$\text{Total OC + VC} = \text{Rp } 254\,558\,026,15 = \text{US } \$ 28\,284,26$$

PEMASUKAN

$$\text{Biaya pengerukan} = 180.000 \times \text{Rp. } 11.818,50 = \text{Rp. } 2\,127\,330\,000,00$$

$$\text{Administrasi} = \text{Rp. } 2.000.000,00$$

$$\text{Total pemasukan} = \text{Rp. } 2\,129\,330\,000,00$$

$$= \text{US } \$ 236\,592,22$$

Analisa Hasil Evaluasi Investasi

◆ Dari keempat proyek tambahan diperoleh total:

$$\text{- Penerimaan} = \text{US\$ } 1\,826\,696,33$$

$$\text{- Pengeluaran} = \text{US\$ } 144\,016,91$$

◆ Perhitungan NPV untuk 5 proyek pengerukan (sudah termasuk 4 proyek tambahan) sebesar :

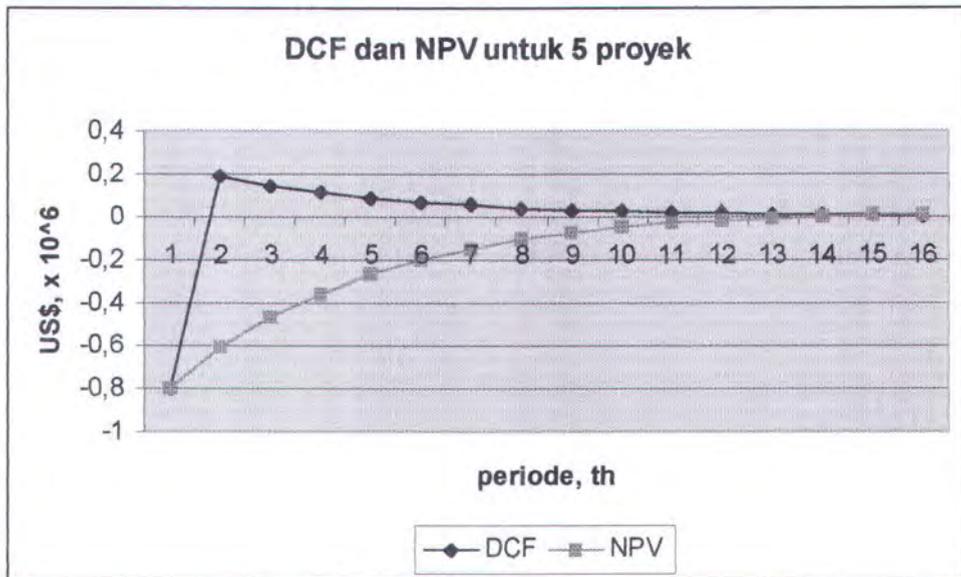
$$\text{- Investasi awal} = \text{US } \$ 802\,121,78$$

$$\text{- Penerimaan per tahun} = \text{US } \$ 402\,132,70$$

$$\text{- Pengeluaran per tahun} = \text{US } \$ 221\,597,84$$

♦ Dari perhitungan diperoleh :

Break Event Point (BEP) ternyata terjadi pada tahun ke-13 yang ditandai dengan nilai NPV yang positif.



Gb. 5.2. Grafik NPV untuk lima proyek

♦ Bila dibandingkan dengan harus menyewa kapal keruk -seperti saat ini- selama periode BEP modal, maka pengadaan kapal keruk dari prototipe ini akan lebih menguntungkan.

- investasi awal kapal dari prototipe US\$ 802 121,78 (I)
- periode BEP 13 tahun (N)
- interest modal per tahun 17,5 % (i)
- pengeluaran untuk sewa kapal keruk per tahun US\$ 223 655,33 (A)

Sehingga total biaya untuk sewa kapal (F):

$$F = A \{(1+i)^N - 1\} = 223\,655,33 \{(1+0,175)^{13} - 1\} = \text{US\$ } 1\,596\,345,22$$

Karena $I < F$, ini berarti lebih menguntungkan bila pihak pelabuhan memiliki kapal keruk sendiri.



BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. KESIMPULAN

6.1.1. Segi Teknis

Berdasarkan analisa dan perhitungan di bab-bab sebelumnya dapat disimpulkan sebagai berikut:

- 1) Prototipe kapal keruk yang sesuai untuk melakukan pengerukan di dermaga umum Pelabuhan Gresik adalah kapal keruk tipe grab non-self propelled, karena:
 - tipe kapal keruk grab dapat beroperasi pada daerah tepi-tepi dermaga
 - sesuai dengan kondisi material keruk yang berupa alluvial lumpur, lempung dan pasir
 - memiliki sarat yang rendah
 - tidak banyak menimbulkan gangguan saat proses pengerukan terhadap kegiatan lalu lintas kapal di pelabuhan dan kapal yang sedang bongkar muat di dermaga
 - dapat digunakan menunjang saat Pelabuhan Gresik nanti dalam pengembangan karena mampu mengeruk insitusoil dan kemampuan keruk yang dalam.
- 2) Dimensi dari KKC. Bali IX adalah sebagai berikut:
 - a) Panjang : 28,05 m
 - b) Lebar : 10,83 m
 - c) Tinggi : 2,27 m
 - d) Sarat : 1,35 m

-
-
- 3) Kapasitas grab : 869,025 m³/h
 - 4) Jumlah crew : 9 orang
 - 5) Alat bantu :
 - Tug boat : 1 x 400 HP (milik pelabuhan)
 - Split barge : 2 x 599,33 DWT

6.1.2. Segi Ekonomis

- Untuk membangun KKC. Bali IX dibutuhkan investasi awal sebesar US\$ 802 121,78.
- Dari proyek-proyek pengerukan yang dilakukan tiap tahunnya diperoleh (sudah termasuk pemasukan tambahan dari proyek baru) :
 - a. Pengeluaran per tahun : US\$ 221 597,84
 - b. Pemasukan per tahun : US\$ 402 132,70
- Break Event Point (BEP) terjadi pada tahun ke-13 yang ditandai dengan harga NPV positif.

6.2. SARAN

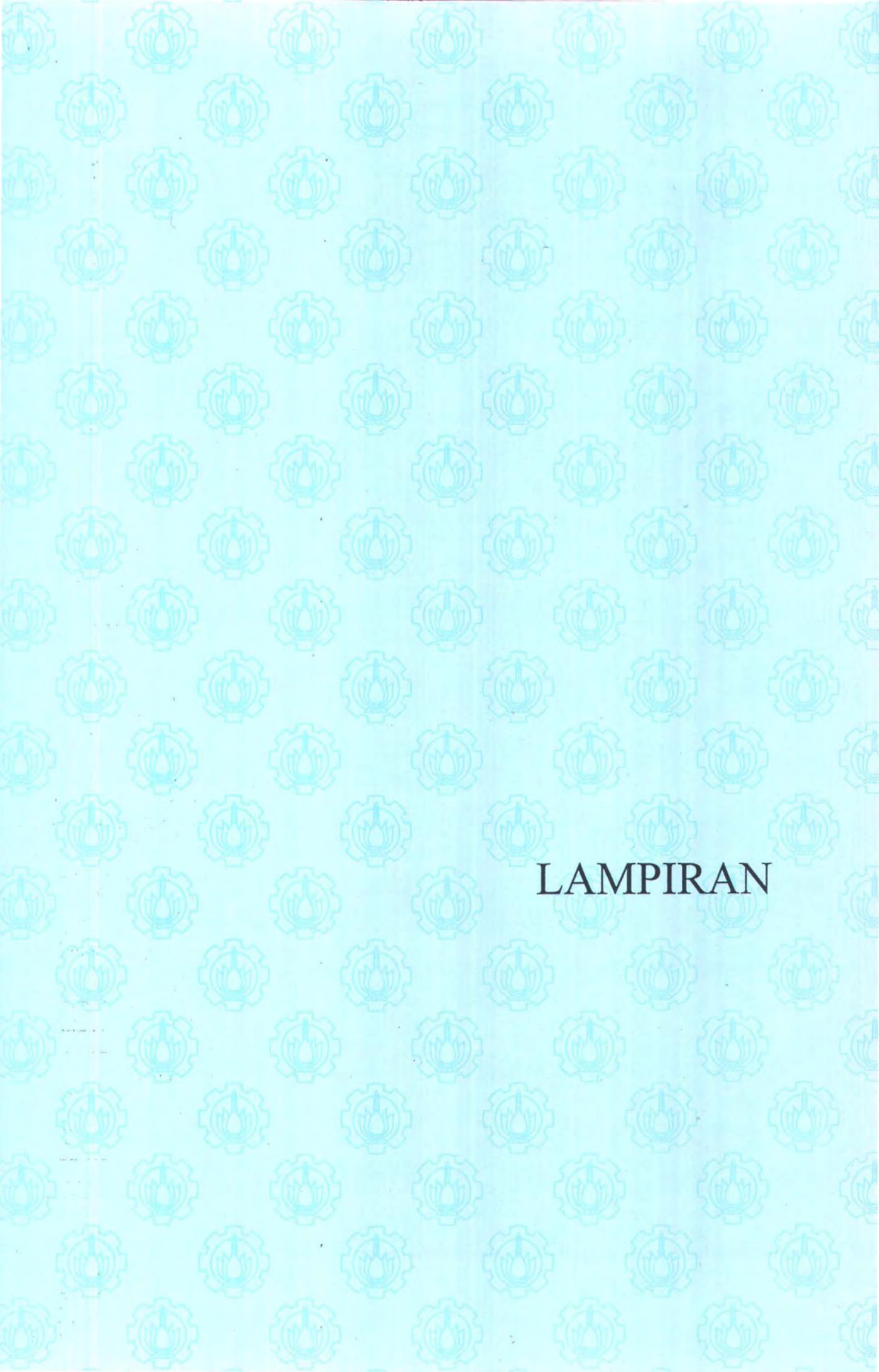
Dari kesimpulan diatas, penulis menyarankan untuk membangun KKC. Bali IX ini selain digunakan proyek maintenance dredger di Pelabuhan Gresik juga harus dapat disewakan untuk proyek pengerukan yang lain seperti untuk pengerukan pelabuhan-pelabuhan lain yang dibawah pengelolaan PT. (Persero) Pelabuhan Indonesia III dan dermaga-dermaga khusus (terutama untuk dermaga khusus dan pelabuhan yang berada di Jawa-Timur), serta proyek-proyek pengerukan yang lain agar investasi yang ditanamkan layak dari segi ekonomi.



DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. (2001). *Master Plan Pelabuhan Gresik Tahun 2000 ~ 2025*, PT. (Persero) Pelabuhan Indonesia III, Gresik.
- Anonim. (2001). *Master Plan Pelabuhan Tanjung Perak (Surabaya – Gresik) Tahun 2000 ~ 2025*, PT. (Persero) Pelabuhan Indonesia III, Surabaya
- Anonim. (2002). *Buku Petunjuk Kepelabuhanan*, Dirjen Perhubungan Laut, Jakarta
- Anonim. (2002). *Statistik Perhubungan Tahun 2002*, Biro Pusat Statistik, Jakarta.
- Anonim. (2002). *Jawa Timur dalam Angka Tahun 2002*, Biro Pusat Statistik, Jakarta.
- Anonim. (1987 ~1999). *Register of Ships*, PT. Biro Klasifikasi Indonesia, Jakarta.
- Anonim. (tt). *Katalog mesin*, Yanmar Diesel Co. Ltd, Japan
- Bray, R.N., A.D. Bates, and J.M. Land. (1979). *Dredging a Handbook for Engineers*, Second Edition, Ginn & Company, Boston.
- Buxton, I.L.. (1978). *Estimating Building and Operating Costs*, Hemisphere, New York.
- Hammond, Rolt. (1975). *Modern Dredging Practice*, McGraw-Hill Book Company, Inc., New York.
- Herbich, John B. (1978). *Handbook of Dredging Engineering*, A&M University, Texas.
- Khetagurov, M. (tt). *Marine Auxiliary Machinery and System*, Peace Publisher, Moscow
- Poehls, Herald. (1982). *Lecture on Ship Design and Ship Theory*, University of Hannover.
- Pujawan, I.N. (1995). *Ekonomi Teknik*, P.T. Eresco, Bandung.
- Roorda, A., and J.J. Vertregt. (1970). *Floating Dredgers*, Hutchinson & Co. (Publisher) Ltd., London.



LAMPIRAN

REVISI

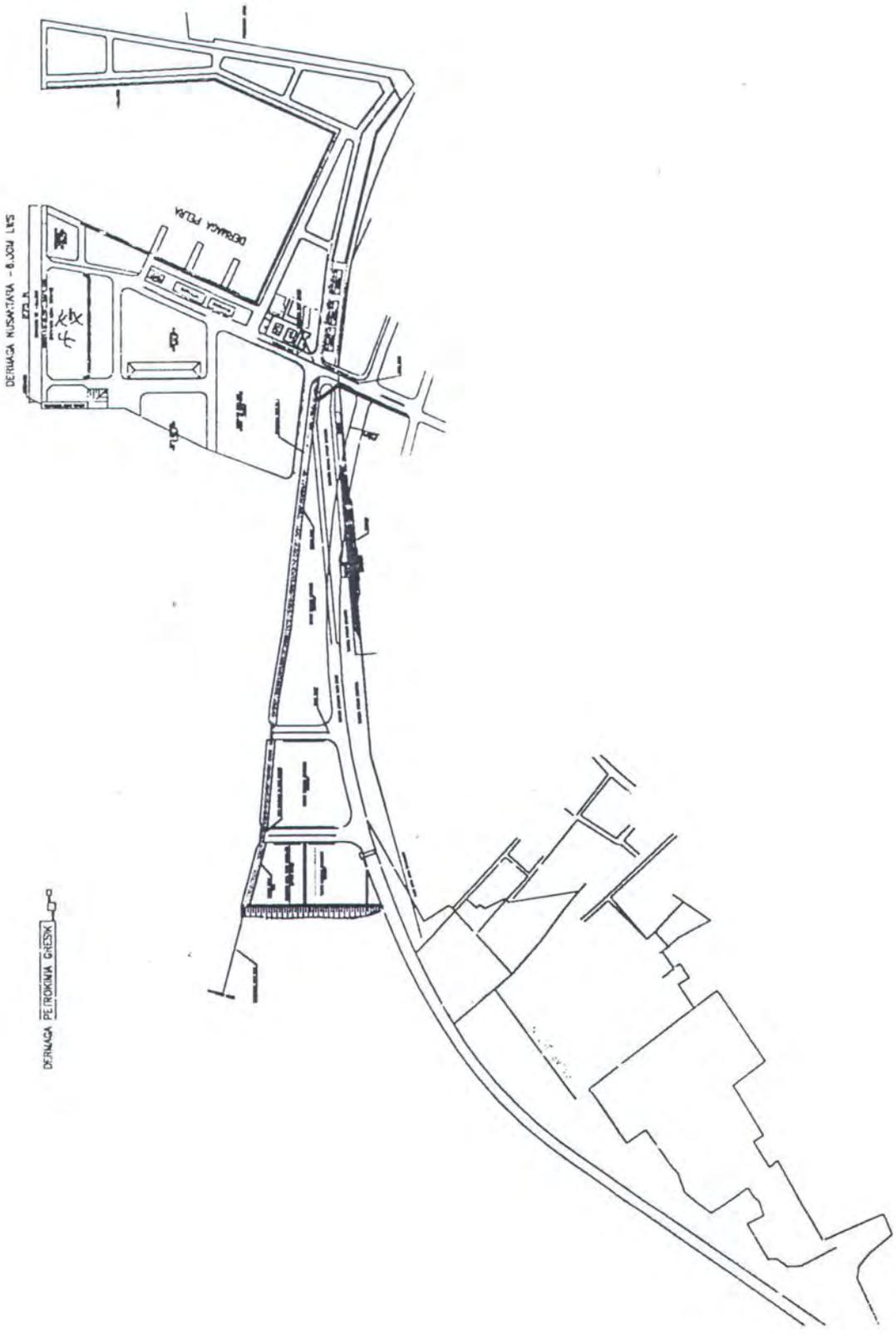
NO. 1
NO. 2
NO. 3
NO. 4
NO. 5

VIJAJA

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

KEPTUJUAN
DIREKTOR UTAMA

Dr. SUMARDI
UTAMA



DERMAGA PETROKIMIA GRESIK

DERMAGA NUSANTARA - BUNDA LINA

DERMAGA PELAYANAN

DERMAGA PERUMAHAN

DERMAGA PETROKIMIA GRESIK

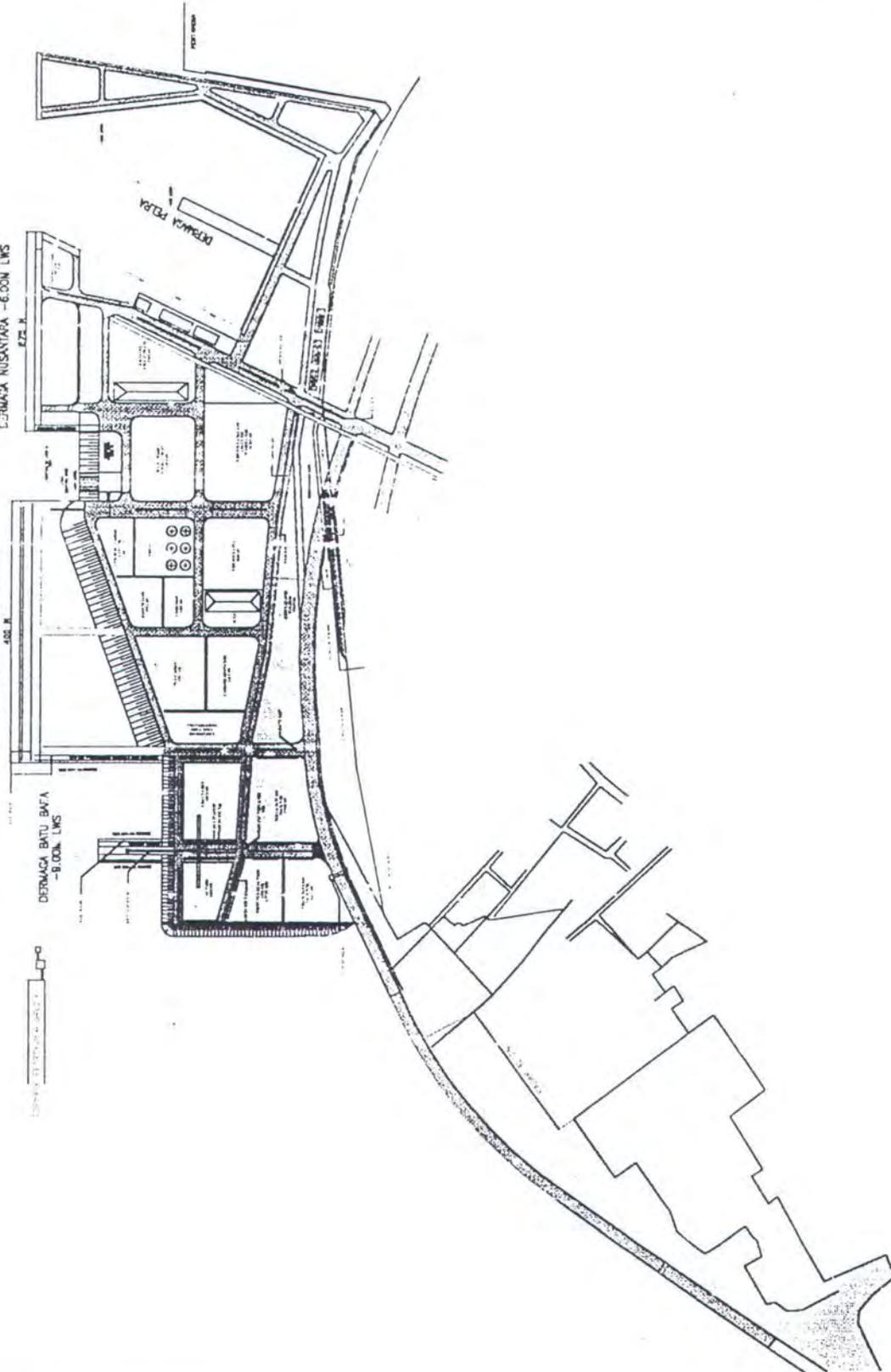
DERMAGA SAMUDERA - 12.000 LWS

DERMAGA NUSANTARA - 6.000 LWS

DERMAGA BATU BAWA - 8.000 LWS



- LEGENDA:
- 1. Dinding beton
 - 2. Dinding tembok
 - 3. Dinding bata
 - 4. Dinding kayu
 - 5. Dinding batu
 - 6. Dinding besi
 - 7. Dinding lain
 - 8. Dinding lain



MENTERI
DIREKTOR UTAMA

K. SUMARDI
UTAMA
REVISI

UKURAN UTAMA KAPAL KERUK PEMBANDING

NAMA KAPAL	PEMILIK	L (m)	B (m)	H (m)	T (m)
Musi – 22	PT. (Persero) Rukindo	46,82	12,18	3,14	3,179
Ranau	PT. (Persero) Rukindo	28	13	2,6	1,49
BMU – I	Dirjen Perhubungan Laut	15	5,02	1,33	0,724
CQB.Mahakam – 24	Dirjen Perhubungan Laut	18,29	12,24	1,98	1,2
Agung	Dirjen Perhubungan Laut	50,56	14,33	3,95	2,8
Batur	PT. (Persero) Rukindo	28	13	2,6	1,49
Brantas	Dirjen Perhubungan Laut	18,32	6,7	1,34	0,995
CS – 6	PT. Tropical Jaya Belawan	26,18	9,11	2,26	1,22
CS – 7	PT. Tropical Jaya Belawan	48,8	11,9	2,85	1,7
Deep Sea Mariner	PT. Tropical Jaya Belawan	30,48	13,43	2,33	1,79
Kapuas – 30	Dirjen Perhubungan & Pengerukan	43,17	13,19	2,8	1,1
DSG – 200	PT. Daya Sakti Timber Corp.	21,33	7,62	1,83	1,365
DSG – 600	PT. Alas Watu Utama	27,02	9,62	2,75	2,412
KKC. Marion 93/k	Perumpel II – Tanjung Priok	26,18	9,12	2,5	1,2
Krasacna – XII	PT. Sac . Nusantara Jakarta	42,65	12,18	2,65	1,805
Mahakam – 24	Dirjen Perhubungan Laut	53,45	13,19	2,8	2,2
Marga Tunggal	TNI AL	30,33	11	3,1	1,7
Musi – 30	Dirjen Perhubungan & Pengerukan	43,17	13,19	2,8	1,1
Pari	PT. Aneka Tambang	45,75	13,72	3,05	1,818
Poso	PT. (Persero) Rukindo	28	13	2,6	1,49
Pulau Sembilan	Pertamina Unit I Pangkalan Brandan	27	8	2,3	1,5
Sigareng	Dirjen Perikanan	15,3	6	1,5	1
Singkarak – 7/2	PT. (Persero) Rukindo	26	11	2,5	1,5
Sundari - 02	Dirjen Perhubungan Darat	17,5	6,7	2,25	1,5

Lanjutan Kapal Keruk Pemanding

NAMA KAPAL	PEMILIK	L (m)	B (m)	H (m)	T (m)
STB	PT. Indostrait	45	13,5	2,98	2,358
Gurita	PT. Tropica Jaya Perkasa	25,91	9,14	1,72	1,27
Toba – 7/1	Dirjen perhubungan Laut	26	11	2,5	1,5
Tondano	PT. (Persero) Rukindo	28	13	2,6	1,49
Timor	Dirjen perhubungan Laut	28	13	2,6	1,49
Merapi	PT. (Persero) Rukindo	59,9	12,4	4,2	2,5
Annete	PT . Komaritim	60,96	18,29	4,27	3,366
Djati barang	-	24,38	12,19	2,45	1,363
Dwipangga	Dirjen Perkapalan & Telekomunikasi Pertamina	30	14	2,85	2,15
Indoprestasi	PT. Indostrait	58,52	18,29	4,27	2,898
Meike	Dirjen Perkapalan & Telekomunikasi Pertamina	25	14,82	3,3	2,75
Scmar	PT. Patra Drilling Contractor	59,45	35,37	4,27	2,88
Badak Laut	Pertamina Unit IV	234,97	14	1,88	1,33



H	L	H ²	L ²	H . L
3.95	50.56	15.6025	2556.3136	199.712
2.6	28	6.76	784	72.8
1.33	15	1.7689	225	19.95
1.34	18.32	1.7956	335.6224	24.5488
1.98	18.29	3.9204	334.5241	36.2142
2.26	26.18	5.1076	685.3924	59.1668
2.85	48.8	8.1225	2381.44	139.08
2.33	30.48	5.4289	929.0304	71.0184
2.8	43.17	7.84	1863.6489	120.876
2.8	43.17	7.84	1863.6489	120.876
1.83	21.33	3.3489	454.9689	39.0339
2.75	27.02	7.5625	730.0804	74.305
2.5	26.18	6.25	685.3924	65.45
2.65	42.65	7.0225	1819.0225	113.0225
2.8	53.45	7.84	2856.9025	149.66
3.1	30.33	9.61	919.9089	94.023
3.14	46.82	9.8596	2192.1124	147.0148
3.05	45.75	9.3025	2093.0625	139.5375
2.6	28	6.76	784	72.8
2.3	27	5.29	729	62.1
2.6	28	6.76	784	72.8
1.5	15.3	2.25	234.09	22.95
2.5	26	6.25	676	65
2.25	17.5	5.0625	306.25	39.375
2.5	26.6	6.25	707.56	66.5
2.6	28	6.76	784	72.8
4.2	59.9	17.64	3588.01	251.58
4.27	60.96	18.2329	3716.1216	260.2992
1.88	34.97	3.5344	1222.9009	65.7436
2.45	24.38	6.0025	594.3844	59.731
2.85	30	8.1225	900	85.5
1.72	25.91	2.9584	671.3281	44.5652
4.27	58.52	18.2329	3424.5904	249.8804
3.3	25	10.89	625	82.5
4.27	59.45	18.2329	3534.3025	253.8515
2.98	45	8.8804	2025	134.1
97.1	1235.99	283.0918	49016.6091	3648.3648

n = 36 H = 2.6972222 m
L = 34.333056 m

H² = 7.2750077 m

L² = 1178.7587 m

H . L = 92.60388

Stt = 21

Shh = 6581

Sht = 314.625

bi = 14.8467

bo = -5.7119

T = 1.35 m

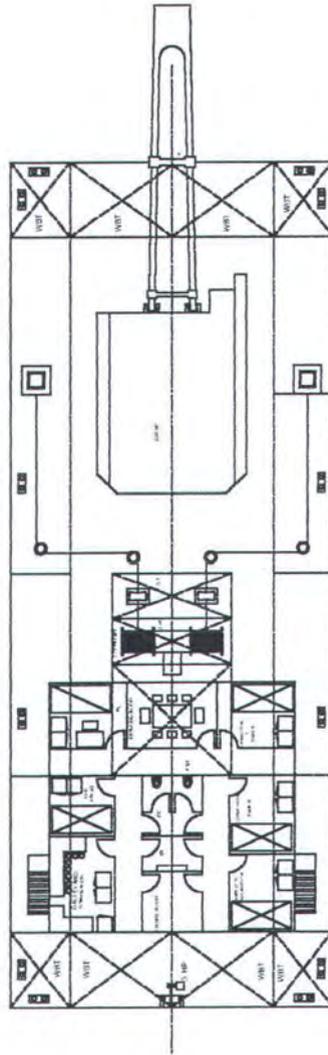
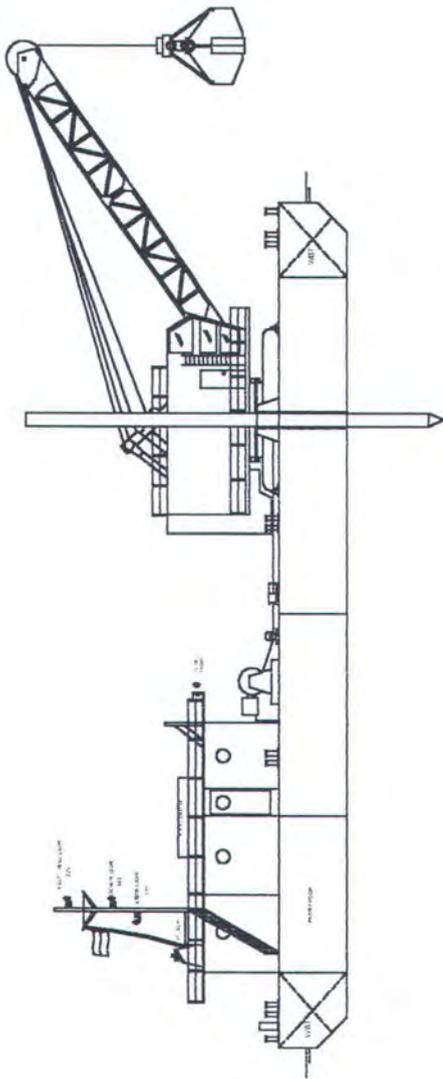
H = 2.27367 m

L = 28.0447 m

L	B	L ²	B ²	L . B
50.56	14.33	2556.3136	2556.3136	724.5248
28	13	784	784	364
15	5.02	225	225	75.3
18.32	6.7	335.6224	335.6224	122.744
18.29	12.24	334.5241	334.5241	223.8696
26.18	9.11	685.3924	685.3924	238.4998
48.8	11.9	2381.44	2381.44	580.72
30.48	13.43	929.0304	929.0304	409.3464
43.17	13.19	1863.6489	1863.6489	569.4123
43.17	13.19	1863.6489	1863.6489	569.4123
21.33	7.62	454.9689	454.9689	162.5346
27.02	9.62	730.0804	730.0804	259.9324
26.18	9.12	685.3924	685.3924	238.7616
42.65	12.18	1819.0225	1819.0225	519.477
53.45	13.19	2856.9025	2856.9025	705.0055
30.33	11	919.9089	919.9089	333.63
46.82	12.18	2192.1124	2192.1124	570.2676
45.75	13.72	2093.0625	2093.0625	627.69
28	13	784	784	364
27	8	729	729	216
28	13	784	784	364
15.3	6	234.09	234.09	91.8
26	11	676	676	286
17.5	6.7	306.25	306.25	117.25
26.6	11	707.56	707.56	292.6
28	13	784	784	364
59.9	12.4	3588.01	3588.01	742.76
60.96	18.29	3716.1216	3716.1216	1114.9584
34.97	14	1222.9009	1222.9009	489.58
24.38	12.19	594.3844	594.3844	297.1922
30	14	900	900	420
25.91	9.14	671.3281	671.3281	236.8174
58.52	18.29	3424.5904	3424.5904	1070.3308
25	14.82	625	625	370.5
59.45	35.37	3534.3025	3534.3025	2102.7465
45	13.5	2025	2025	607.5
1235.99	444.44	49016.6091	49016.6091	16843.1632

n = 36 L = 34.3330556 m
 B = 12.3455556 m
 L² = 1178.7587 m
 B² = 152.412742 m
 L . B = 423.860645
Stt = 6581
Shh = 43530
Sht = 1584.18
bi = 0.240709
bo = 4.081265

T = 1.35 m
H = 2.273668 m
L = 28.04465 m
B = 10.83188 m



PRINCIPAL DIMENSION	
L	29,55 m
B	15,85 m
H	2,27 m
LANDSCAPE	1,35 m
FOUNDATION	1,30 m
CONCRETE	105 mm
ROOF	1,00 m

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA
 FAKULTAS TEKNOLOGI KILAUAN
 JURUSAN TEKNIK PERENCANAAN

KKC. BALI IX

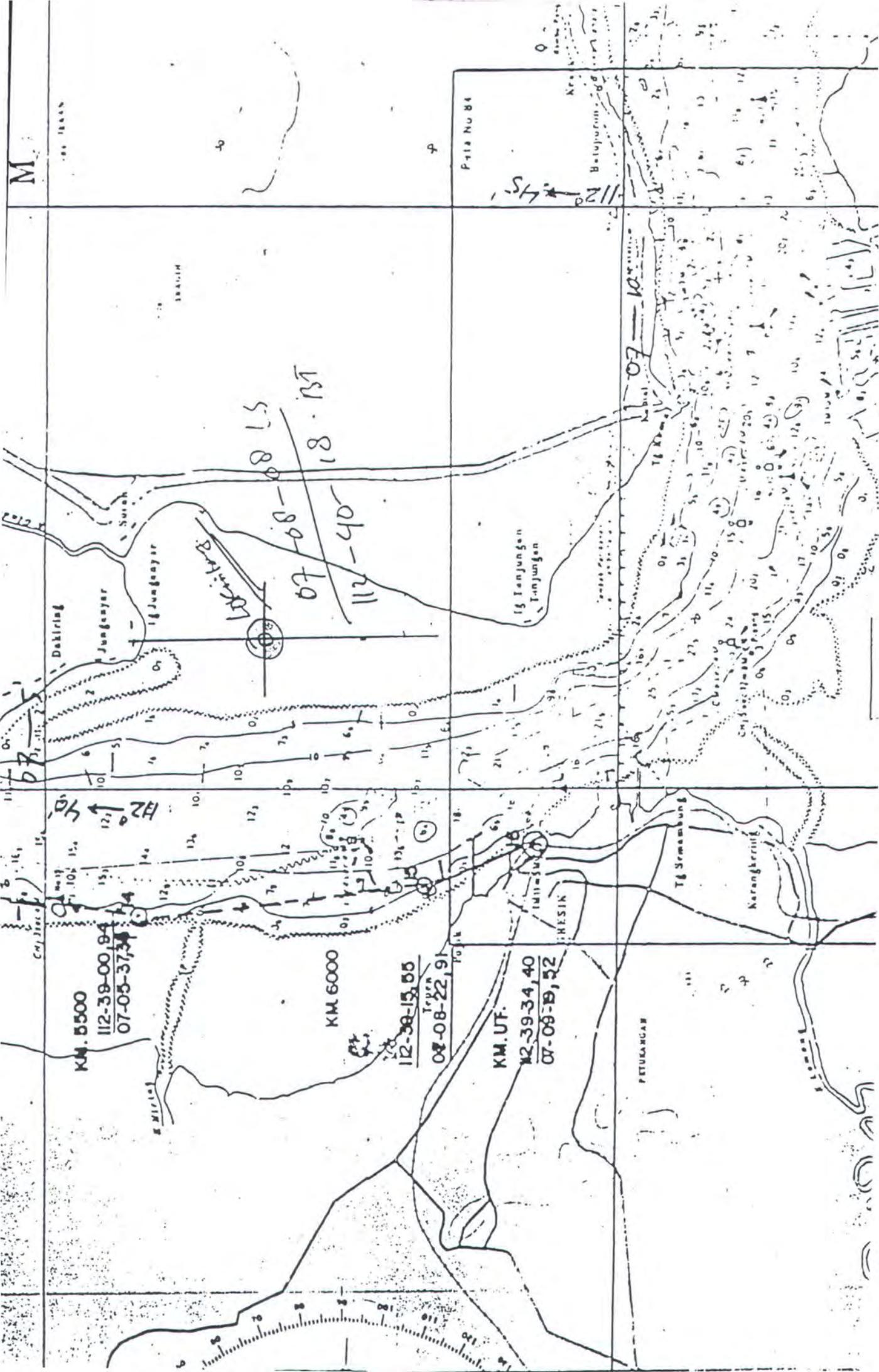
RENCANA UMUM

DESAINERS	N. M. S. S.	027	04.04.17
PROFESSOR	A. S. S.		
ASSISTANT	A. S. S.		

PERHITUNGAN VOL. Pengerukan untuk Pias Didepan Dermaga

Pias	Ukuran,m	Luas,m ²	Jumlah Titik	Total Sarat,m	Sarat Rata,m	Volume,m ³
	I	II	III	IV	V = IV/III	VI = II * V
A	100 X 40	4000	50	89.5	1,79	7160
B	100 X 40	4000	50	64	1,28	5120
C	100 X 40	4000	50	74.6	1,492	5968
D	100 X 40	4000	50	105.5	2,11	8440
E	100 X 40	4000	50	52,7	1,054	4216
F	100 X 40	4000	50	92	1,84	7360
G	100 X 40	4000	50	74	1,48	5920
Jumlah						44184

Volume rata-rata = $44184 / 7 = 6312 \text{ m}^3$
Lumpur melayang,m³ = $10\% \times 6312 = 631,2 \text{ m}^3$
Volume total,m³ = $6312 + 631,2 = 6952,2 \text{ m}^3$



M

BRASS

BRAGIM

Pata NUBI

Batuapurum

Dakirag

Jungenyar

Tg Jungenyar

Makirag

Tg Tanjungen
Tanjungen

Tg Semambun

Karangkerit

MESIN

PETUGANAR

KM. 5500

112-39-00, 84
07-05-37, 34

KM. 6000

112-38-15, 05
07-08-22, 91

KM. UT.

112-39-34, 40
07-09-19, 52

07-08-08, 15
112-40-18, 131

112-40-10, 10

H20
40

07-05-37, 34

07-08-22, 91

07-09-19, 52

112-39-00, 84

112-38-15, 05

112-39-34, 40

07-08-08, 15
112-40-18, 131

112-40-10, 10

H20
40

07-05-37, 34

07-08-22, 91

07-09-19, 52

112-39-00, 84

112-38-15, 05

112-39-34, 40

07-08-08, 15
112-40-18, 131

112-40-10, 10

H20
40

07-05-37, 34

07-08-22, 91

07-09-19, 52

112-39-00, 84

112-38-15, 05

112-39-34, 40

07-08-08, 15
112-40-18, 131

112-40-10, 10

H20
40

07-05-37, 34

07-08-22, 91

07-09-19, 52

112-39-00, 84

112-38-15, 05

112-39-34, 40

07-08-08, 15
112-40-18, 131

112-40-10, 10

H20
40

07-05-37, 34

07-08-22, 91

07-09-19, 52

112-39-00, 84

112-38-15, 05

112-39-34, 40

07-08-08, 15
112-40-18, 131

112-40-10, 10

H20
40

07-05-37, 34

07-08-22, 91

07-09-19, 52

112-39-00, 84

112-38-15, 05

112-39-34, 40

07-08-08, 15
112-40-18, 131

112-40-10, 10

H20
40

07-05-37, 34

07-08-22, 91

07-09-19, 52

112-39-00, 84

112-38-15, 05

112-39-34, 40

07-08-08, 15
112-40-18, 131

112-40-10, 10

H20
40

07-05-37, 34

07-08-22, 91

07-09-19, 52

112-39-00, 84

112-38-15, 05

112-39-34, 40

07-08-08, 15
112-40-18, 131

112-40-10, 10

H20
40

07-05-37, 34

07-08-22, 91

07-09-19, 52

112-39-00, 84

112-38-15, 05

112-39-34, 40

07-08-08, 15
112-40-18, 131

112-40-10, 10

H20
40

07-05-37, 34

07-08-22, 91

07-09-19, 52

112-39-00, 84

112-38-15, 05

112-39-34, 40

07-08-08, 15
112-40-18, 131

112-40-10, 10

H20
40

07-05-37, 34

07-08-22, 91

07-09-19, 52

112-39-00, 84

112-38-15, 05

112-39-34, 40

07-08-08, 15
112-40-18, 131

112-40-10, 10

H20
40

07-05-37, 34

07-08-22, 91

07-09-19, 52

112-39-00, 84

112-38-15, 05

112-39-34, 40

07-08-08, 15
112-40-18, 131

112-40-10, 10

H20
40

07-05-37, 34

07-08-22, 91

07-09-19, 52

112-39-00, 84

112-38-15, 05

112-39-34, 40

07-08-08, 15
112-40-18, 131

112-40-10, 10

H20
40

07-05-37, 34

07-08-22, 91

07-09-19, 52

112-39-00, 84

112-38-15, 05

112-39-34, 40

07-08-08, 15
112-40-18, 131

112-40-10, 10

H20
40

07-05-37, 34

07-08-22, 91

07-09-19, 52

112-39-00, 84

112-38-15, 05

112-39-34, 40

07-08-08, 15
112-40-18, 131

112-40-10, 10

H20
40

07-05-37, 34

07-08-22, 91

07-09-19, 52

112-39-00, 84

112-38-15, 05

112-39-34, 40

07-08-08, 15
112-40-18, 131

112-40-10, 10

H20
40

07-05-37, 34

07-08-22, 91

07-09-19, 52

112-39-00, 84

112-38-15, 05

112-39-34, 40

07-08-08, 15
112-40-18, 131

112-40-10, 10

H20
40

07-05-37, 34

07-08-22, 91

07-09-19, 52

112-39-00, 84

112-38-15, 05

112-39-34, 40

07-08-08, 15
112-40-18, 131

112-40-10, 10

H20
40

07-05-37, 34

07-08-22, 91

07-09-19, 52

112-39-00, 84

112-38-15, 05

112-39-34, 40

07-08-08, 15
112-40-18, 131

112-40-10, 10

H20
40

07-05-37, 34

07-08-22, 91

07-09-19, 52

112-39-00, 84

112-38-15, 05

112-39-34, 40

07-08-08, 15
112-40-18, 131

112-40-10, 10

H20
40

07-05-37, 34

07-08-22, 91

07-09-19, 52

112-39-00, 84

112-38-15, 05

112-39-34, 40

07-08-08, 15
112-40-18, 131

112-40-10, 10

H20
40

07-05-37, 34

07-08-22, 91

07-09-19, 52

112-39-00, 84

112-38-15, 05

112-39-34, 40

07-08-08, 15
112-40-18, 131

112-40-10, 10

H20
40

07-05-37, 34

07-08-22, 91

07-09-19, 52

112-39-00, 84

112-38-15, 05

112-39-34, 40

07-08-08, 15
112-40-18, 131

112-40-10, 10

H20
40

07-05-37, 34

07-08-22, 91

07-09-19, 52

112-39-00, 84

112-38-15, 05

112-39-34, 40

07-08-08, 15
112-40-18, 131

112-40-10, 10

H20
40

07-05-37, 34

07-08-22, 91

07-09-19, 52

112-39-00, 84

112-38-15, 05

112-39-34, 40

07-08-08, 15
112-40-18, 131

112-40-10, 10

H20
40

07-05-37, 34

07-08-22, 91

07-09-19, 52

112-39-00, 84

112-38-15, 05

112-39-34, 40

07-08-08, 15
112-40-18, 131

112-40-10, 10

H20
40

07-05-37, 34

07-08-22, 91

07-09-19, 52

112-39-00, 84

112-38-15, 05

112-39-34, 40

07-08-08, 15
112-40-18, 131

112-40-10, 10

H20
40

07-05-37, 34

Tabel Perhitungan NPV KKC. Bali IX untuk 1 proyek

no	notasi	Rumus	satuan	tahun ke -	0	1	2	3	4	5	6
1	N				0	1	2	3	4	5	6
2	Ro		USD		0,00	207.526,67	207.526,67	207.526,67	207.526,67	207.526,67	207.526,67
3	w	$0,0005*(1)^2*(2)$	USD		0,00	103,76	415,05	933,87	1.660,21	2.594,08	3.735,48
4	x	$0,005*(1)^*(2)$	USD		0,00	1.037,63	2.075,27	3.112,90	4.150,53	5.188,17	6.225,80
5	Yo		USD		0,00	223.655,33	223.655,33	223.655,33	223.655,33	223.655,33	223.655,33
6	y	$0,005*(1)^*(5)$	USD		0,00	1.118,28	2.236,55	3.354,83	4.473,11	5.591,38	6.709,66
7	z	$0,015*(1)^{0,5*(5)}$	USD		0,00	5.591,38	7.907,41	9.684,56	11.182,77	12.502,71	13.696,04
8	v	(3)+(7)	USD		0,00	5.695,15	8.322,46	10.618,43	12.842,98	15.096,80	17.431,52
9	Yo - y	(5) + (6)	USD		0,00	224.773,61	225.891,88	227.010,16	228.128,44	229.246,71	230.364,99
10	Ro - (x+v)	(2) - [(4)+(8)]	USD		0,00	200.793,89	197.128,94	193.795,34	190.533,16	187.241,71	183.869,35
11	A	(10) - (9)	USD		-802.121,78	-23.979,72	-28.762,94	-33.214,82	-37.595,28	-42.005,01	-46.495,64
12	i		%		0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
13	PW	$1/[1 + (12)]^{(1)}$			1,00	0,83	0,65	0,52	0,42	0,34	0,28
14	DCF	(11) * (13)	USD		-802.121,78	-19.983,10	-18.706,39	-17.420,75	-15.901,81	-14.328,23	-12.790,34
15	NPV	(15) _{N-1} + (14)	USD		-802.121,78	-822.104,88	-840.811,27	-858.232,02	-874.133,83	-888.462,06	-901.252,40

7	8	9	10	11	12	13	14	15
207.526,67	207.526,67	207.526,67	207.526,67	207.526,67	207.526,67	207.526,67	207.526,67	207.526,67
5.084,40	6.640,85	8.404,83	10.376,33	12.555,36	14.941,92	17.536,00	20.337,61	23.346,75
7.263,43	8.301,07	9.338,70	10.376,33	11.413,97	12.451,60	13.489,23	14.526,87	15.564,50
223.655,33	223.655,33	223.655,33	223.655,33	223.655,33	223.655,33	223.655,33	223.655,33	223.655,33
7.827,94	8.946,21	10.064,49	11.182,77	12.301,04	13.419,32	14.537,60	15.655,87	16.774,15
14.793,41	15.814,82	16.774,15	17.681,51	18.544,52	19.369,12	20.160,02	20.921,04	21.655,33
19.877,81	22.455,67	25.178,98	28.057,84	31.099,88	34.311,04	37.696,02	41.258,65	45.002,08
231.483,27	232.601,54	233.719,82	234.838,10	235.956,37	237.074,65	238.192,93	239.311,20	240.429,48
180.385,42	176.769,93	173.008,99	169.092,50	165.012,82	160.764,03	156.341,41	151.741,15	146.960,09
-51.097,84	-55.831,61	-60.710,83	-65.745,60	-70.943,55	-76.310,62	-81.851,51	-87.570,05	-93.469,39
0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
0,22	0,18	0,14	0,12	0,09	0,08	0,06	0,05	0,04
-11.335,76	-9.988,65	-8.759,33	-7.649,80	-6.656,94	-5.774,64	-4.995,11	-4.309,75	-3.709,75
-912.588,16	-922.576,81	-931.336,14	-938.985,94	-945.642,88	-951.417,51	-956.412,62	-960.722,37	-964.432,12



Tabel Perhitungan NPV KKC. Bali IX untuk 5 proyek

no	notasi	Rumus	satuan	tahun ke -	0	1	2	3	4	5	6
1	N				0	1	2	3	4	5	6
2	Ro		USD		0,00	402.132,70	402.132,70	402.132,70	402.132,70	402.132,70	402.132,70
3	w	$0,0005 \cdot (1)2^*(2)$	USD		0,00	201,07	804,27	1.809,60	3.217,06	5.026,66	7.238,39
4	x	$0,005 \cdot (1)^*(2)$	USD		0,00	2.010,66	4.021,33	6.031,99	8.042,65	10.053,32	12.063,98
5	Yo		USD		0,00	221.597,84	221.597,84	221.597,84	221.597,84	221.597,84	221.597,84
6	y	$0,005 \cdot (1)^*(5)$	USD		0,00	1.107,99	2.215,98	3.323,97	4.431,96	5.539,95	6.647,94
7	z	$0,0,15 \cdot (1)^{0,5*}(5)$	USD		0,00	5.539,95	7.834,67	9.595,47	11.079,89	12.387,70	13.570,04
8	v	(3)+(7)	USD		0,00	5.741,01	8.638,93	11.405,07	14.296,95	17.414,35	20.808,43
9	Yo - y	(5) + (6)	USD		0,00	222.705,83	223.813,82	224.921,81	226.029,80	227.137,79	228.245,78
10	Ro - (x+v)	(2) - [(4)+(8)]	USD		0,00	394.381,02	389.472,44	384.695,64	379.793,09	374.665,03	369.260,29
11	A	(10) - (9)	USD		-802.121,78	171.675,19	165.658,62	159.773,84	153.763,30	147.527,24	141.014,51
12	i		%		0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
13	PW	$1/[1 + (12)]^{(1)}$			1,00	0,83	0,65	0,52	0,42	0,34	0,28
14	DCF	(11) * (13)	USD		-802.121,78	143.062,66	107.738,44	83.799,34	65.037,81	50.322,68	38.791,24
15	NPV	(15) _{N-1} + (14)	USD		-802.121,78	-659.059,12	-551.320,68	-467.521,34	-402.483,52	-352.160,84	-313.369,60

7	8	9	10	11	12	13	14	15
402.132,70	402.132,70	402.132,70	402.132,70	402.132,70	402.132,70	402.132,70	402.132,70	402.132,70
9.852,25	12.868,25	16.286,37	20.106,64	24.329,03	28.953,55	33.980,21	39.409,00	45.239,93
14.074,64	16.085,31	18.095,97	20.106,64	22.117,30	24.127,96	26.138,63	28.149,29	30.159,95
221.597,84	221.597,84	221.597,84	221.597,84	221.597,84	221.597,84	221.597,84	221.597,84	221.597,84
7.755,92	8.863,91	9.971,90	11.079,89	12.187,88	13.295,87	14.403,86	15.511,85	16.619,84
14.657,32	15.669,33	16.619,84	17.518,85	18.373,92	19.190,94	19.974,56	20.728,58	21.456,12
24.509,57	28.537,58	32.906,21	37.625,48	42.702,95	48.144,49	53.954,77	60.137,58	66.696,05
229.353,76	230.461,75	231.569,74	232.677,73	233.785,72	234.893,71	236.001,70	237.109,69	238.217,68
363.548,48	357.509,81	351.130,52	344.400,58	337.312,45	329.860,25	322.039,30	313.845,83	305.276,70
134.194,72	127.048,06	119.560,77	111.722,85	103.526,73	94.966,54	86.037,60	76.736,14	67.059,02
0,175	0,175	0,175	0,175	0,175	0,175	0,175	0,175	0,175
0,22	0,18	0,14	0,12	0,09	0,08	0,06	0,05	0,04
29.770,33	22.729,74	17.250,18	12.999,46	9.714,35	7.186,38	5.250,57	3.776,56	2.661,53
-106.527,03	-74.502,45	-49.847,12	-30.954,86	-16.556,81	-5.652,39	2.545,80	8.656,01	13.162,47



FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN ITS
JURUSAN TEKNIK PERKAPALAN

DAFTAR KEMAJUAN TUGAS AKHIR (NA 1701)

mahasiswa : M. Abd. Rahim
: 4194100050
diberikan : Semester Gasal 2002. / 2003
mulai tugas : 04 September 2002
selesai tugas : 24 Januari 2003
Pembimbing : 1. Ir. I. Gusti Made Santosa
: 2.

tanggal	Uraian Kemajuan Tugas	Tanda Tangan
- 02	BAB I. PENDAHULUAN	
- 02	BAB II. GAMBARAN UMUM PELABUHAN GRESIK	
- 02	BAB III. Pengerukan dan Armada KPL KERUK	
- 02	BAB IV. KRITERIA TEKNIK AWAL VOLUME KERUK	
- 02	BAB IV. ANALISA TEKNIK	
- 02	BAB V. ANALISA EKONOMIS	
- 03	BAB V. ANALISA EKONOMIS	