

18.488/H/03



**TUGAS AKHIR  
(KP 1701)**

**ANALISIS TEKNIS DAN EKONOMIS  
PERENCANAAN KAPAL KERUK UNTUK ALUR  
MUARA SUNGAI MENTAYA KALIMANTAN  
TENGAH**



RSPe  
623.812 8  
San  
a-1  
2003

**OLEH :**

**SANTOSO**  
NRP. 4199100507

PERPUSTAKAAN I T S	
Tgl. Terima	7-4-2003
Terima Dari	H/
No. Agenda Prp.	216709

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

## **LEMBAR PENGESAHAN**

# **ANALISIS TEKNIS DAN EKONOMI PERENCANAAN KAPAL KERUK UNTUK ALUR MUARA SUNGAI MENTAYA KALIMANTAN TENGAH**

## **TUGAS AKHIR**

Diajukan sebagai salah satu persyaratan  
untuk memperoleh gelar sarjana  
pada  
Jurusan Teknik Perkapalan  
Fakultas Teknologi Kelautan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya

Surabaya, Februari 2003  
Mengetahui / Menyetujui :

**Dosen Pembimbing,**



**Ir. KOESTOWO S.W.**  
NIP.

## LEMBAR PENGESAHAN

# ANALISIS TEKNIS DAN EKONOMI PERENCANAAN KAPAL KERUK UNTUK ALUR MUARA SUNGAI MENTAYA KALIMANTAN TENGAH

## 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 *[Signature]*  
Dosen Pembimbing *[Signature]*

Ir. KOESTOWO S.W.  
NIP.

## LEMBAR PENGESAHAN

# ANALISIS TEKNIS DAN EKONOMI PERENCANAAN KAPAL KERUK UNTUK ALUR MUARA SUNGAI MENTAYA KALIMANTAN TENGAH

## TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu persyaratan  
untuk memperoleh gelar sarjana  
pada  
Jurusan Teknik Perkapalan  
Fakultas Teknologi Kelautan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya

Surabaya, Februari 2003  
Mengetahui / Menyetujui:



SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY (ITS)

**ABSTRACT**

FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY  
DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE AND SHIPBUILDING

Degree in Bachelor of Engineering (S1)

ANALYSIS TECHNIC AND ECONOMIC OF DREDGER DESIGN FOR  
FAIRWAY ESTUARY OF MENTAYA RIVER IN CENTRAL KALIMANTAN

By : Santoso

Adviser : Ir. Koestowo S.W

Shallowness which happens at the fairway of Mentaya River 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.

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 m LWS), disturb cause, and the type of the dredged material which form mix of mud, and sand. The reasonably type of the dredger obtained from technical analysis and computation is suction 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 7-th years. So from here we can say that this investment is proper to be done.

JURUSAN TEKNIK PERKAPALAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER (ITS)

ABSTRAK

ANALISIS TEKNIS DAN EKONOMIS PERENCANAAN KAPAL  
KERUK UNTUK ALUR MUARA SUNGAI MENTAYA KALIMANTAN  
TENGAH

Oleh : Santoso  
Dosen Pembimbing : Ir. Koestowo Sastro Wiyono

Pelabuhan Sampit letaknya yang agak menjorok masuk kedalam sungai Mentaya, kondisi alurnya sering mengalami pendangkalan pada daerah muaranya sehingga sering mengganggu pelayaran didaerah tersebut.

Untuk itu usaha penggerukan didaerah tersebut perlu dilakukan untuk memperlancar lalu lintas pelayaran yang setiap tahunnya mengalami peningkatan. Untuk itu diperlukan sarana kapal keruk yang sesuai secara teknis dan ekonomisnya menguntungkan

Pemilihan tipe kapal keruk yang digunakan harus mempertimbangkan beberapa faktor, antara lain kondisi perairan yang akan dikeruk, bentuk atau jenis sedimentasi, serta kedalaman keruk yang akan dicapai.

## KATA PENGANTAR

**Assalamualaikum Wr.WB.**

Alhamdulillah ..... akhirnya terselesaikan Tugas Akhir dengan judul **“Analisis Teknis Dan Ekonomis Perencanaan Kapal Keruk Untuk Alur Muara Sungai Mentaya Kalimantan Tengah”**. Penyusunan Tugas Akhir ini merupakan syarat untuk mencapai gelar kesarjanaan pada Jurusan Teknik Perkapalan Fakultas Teknologi Kelautan Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Dalam Tugas Akhir ini banyak bantuan dan dorongan yang saya dapatkan baik materi, moril maupun sprituil, sehingga sewajarnya apabila dengan kerendahan hati saya mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Keluarga yang telah banyak memberikan dorongan semangat, bantuan materi dan doa yang tak henti-hentinya buat saya.
2. Bapak Ir. Koestowo SW, selaku selaku Pembimbing Tugas Akhir.
3. Bapak Ir Djauhar Manfaat, MSc, PhD, selaku Kajur Teknik Perkapalan.
4. Bapak Ir I.K.A.P. Utama, MSc, PhD, selaku Sekjur Teknik Perkapalan.
5. Semua bantuan dari berbagai pihak yang telah membantu dalam penggeraan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam menganalisa Tugas Akhir ini. Oleh karena itu dengan segala kerendahan hati, penulis mengharapkan saran demi kesempurnaannya. Akhir kata, penulis berharap semoga buku

Tugas Akhir yang masih banyak kekurangan ini bermanfaat bagi semua pihak yang membutuhkan.

Surabaya, Januari 2003

Penulis

## **DAFTAR ISI**

Halaman Judul	i
Lembar Pengesahan	ii
Abstrak	iii
Kata Pengantar	iv
Daftar isi	v
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	I-1
1.2. Tujuan Penulisan	I-2
1.3. Permasalahan Studi	I-2
1.4. Batasan Masalah	I-2
1.5. Metodologi	I-3
BAB II. GAMBARAN UMUM PELABUHAN SAMPIT KABUPATEN DAERAH TINGKAT II KOTAWARINGIN TIMUR	
2.1. Pendahuluan	II-1
2.2. Pelabuhan Sampit	II-1
2.2.1. Keadaan Hidro Oseanografi	II-1
2.3. Fasilitas Pelabuhan	II-2
2.3.1. Fasilitas Penunjang	II-3
2.3.2. Gambaran Umum Alur Pelabuhan Sampit	II-4
2.3.3. Kondisi Eksisting Alur Pelabuhan Sampit	II-4
2.3.4. Rencana Penggerukan Alur	II-4

2.3.5. Pengendapan Di Alur Pelabuhan Sampit	II-5
---	------

### BAB III. DASAR TEORI

3.1. Gambaran Umum Pengerukan	III-1
3.2. Tujuan Pengerukan	III-1
3.3. Material Yang Dikeruk	III-2
3.4. Berbagai Jenis Kapal Keruk	III-3
3.4.1. Kapal Keruk Mekanis	III-3
3.4.1.1. Grab/Clamshell/Dragline	III-4
3.4.1.2. Backhoe	III-6
3.4.1.3. Dipper	III-6
3.4.1.4. Bucket-Ladder	III-8
3.4.2. Kapal Keruk Hidrolis	III-9
3.4.2.1. Dustpan	III-9
3.4.2.2. Trailling Suction Hopper	III-10
3.4.2.3. Water Injection	III-11
3.4.2.4. Air Lift	III-12
3.4.3. Kapal Keruk Mekanis-Hidrolis (gabungan)	III-13
3.4.3.1. Bucket-Wheel Dredger	III-26
3.4.3.2. Cutter Suction Dredger	III-26

### BAB IV. ANALISIS TEKNIS

4.1. Dasar pemilihan Jenis Kapal Keruk	IV-1
4.1.1. Pemeriksaan Kedalaman dan Perhitungan	

	Volume Keruk	IV-6
4.1.2.	Perhitungan Volume Sedimentasi	IV-8
4.2.	Dumping	IV-10
4.2.1.	Penentuan Area Dumping	IV-10
4.2.2.	Penentuan Metode Dumping	IV-10
4.3.	Penentuan Dimensi Kapal Keruk	IV-11
4.3.1.	Perhitungan Kapasitas Dan Daya Pompa Hisap	IV-12
4.3.2.	Perhitungan Dimensi Top Flat Barge	IV-16
4.4.	Penentuan Jumlah Crew	IV-17
4.5.	Perencanaan Genset Utama	IV-18
4.6.	Perencanaan Ruang Akomodasi	IV-24
4.7.	Perhitungan Volume Ballast	IV-28
4.7.1.	Perhitungan LWT	IV-28
4.7.2.	Perhitungan DWT	IV-30
4.7.3.	Perhitungan Displacement	IV-32
4.8.	Penentuan DWT Hopper Barge	IV-33
4.8.1.	Penentuan Kapasitas Bak Lumpur	IV-34
4.9.	Alteratif Barge Sebagai Bunker	IV-34

## BAB V. ANALISIS EKONOMIS

5.1.	Perhitungan Kelayakan Investasi	V-1
5.1.1.	Estimasi Investasi	V-1
5.1.2.	Estimasi Biaya Operasional Kapal	V-2
5.1.3.	Pengeluaran Tahunan	V-7

5.1.4.	Capital Cost	V-7
5.1.5.	Estimasi Pemasukan dari Operasional Kapal	V-8
5.1.6	Analisa Hasil Evaluasi Investasi	V-8
5.2.	Perhitungan Kelayakan Kapal Sebagai Bunker	V-8
5.2.1.	Estimasi Biaya Operasional Kapal	V-8
5.2.2.	Estimasi Pemasukan dari Operasional Kapal	V-11
5.2.3.	Analisa Pendapatan dari Bunker	V-12
5.3.	Perhitungan Net Present Value	V-12
5.4.	Perhitungan Leasing	V-14
5.5.	Perhitungan Sewa	V-16

## 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

## DAFTAR PUSTAKA

## LAMPIRAN

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Pelabuhan Sampit terletak menjorok tepi sungai Mentaya, menjadi pelabuhan laut yang penting di Kalimantan dan sebagai gerbang menuju Kalimantan Selatan dan Kalimantan Tengah. Pelabuhan Sampit ditunjang oleh adanya pertambangan, industri pengolahan kayu (kayu lapis, kayu gergaji) dan kelapa sawit sebagai hinterland.

Pelabuhan Sampit terus berkembang seiring dengan pesatnya angkutan barang dan penumpang. Pelabuhan Sampit diproyeksikan akan mengalami peningkatan rata-rata 16% sampai dengan 23%. Jenis komoditi yang terbesar adalah miyak kelapa sawit. Salah satu hambatan utama pengembangan pelabuhan adalah bahwa muara sungai Mentaya hanya dapat dilayari pada saat air laut sedang pasang ( $\pm 6$  jam) untuk kapal dengan sarat  $> 4,5$  m. Selain itu kedangkalan alur pelabuhan Sampit berbahaya bagi keselamatan pelayaran akibat seringnya kapal kandas saat melewati alur.

Dengan semakin meningkatnya lalu lintas kapal dengan daya angkut semakin besar, khususnya kapal tanker, kontainer, kapal penumpang maka kondisi alur harus memadai untuk menjamin keselamatan pelayaran dan kelancaran lalu lintas kapal bisa dicapai 24 jam tanpa menunggu pasang surut.

Agar tercapai hasil yang diinginkan, maka diperlukan metode dan peralatan yang tepat untuk melakukan *capital dredging*, dengan memperhatikan kondisi geografis alur Pelabuhan Sampit. Selain itu untuk menjaga agar alur tetap dapat dipergunakan untuk jangka waktu lama, diperlukan sarana dan metode yang tepat pula untuk melaksanakan *maintenance dredging* alur yang telah dikeruk.

### **1.2. Tujuan Penulisan**

Tujuan utama penulisan Tugas Akhir ini adalah memberikan gambaran tentang kondisi geografis pelabuhan serta pemilihan sarana penggerukan yang sesuai untuk alur Pelabuhan Sampit.

### **1.3. Permasalahan Studi**

Masalah yang akan dibahas diperinci sebagai berikut:

- a. Kedalaman alur yang dibutuhkan.
- b. Volume penggerukan.
- c. Lokasi pembuangan material keruk.
- d. Jenis kapal keruk yang sesuai.
- e. Fasilitas bantu yang diperlukan dalam proses penggerukan tersebut.
- f. Penentuan dimensi optimal kapal keruk dan peralatan bantunya.
- g. Biaya investasi awal dan operasionalnya.

### **1.4. Batasan Masalah**

Dalam pembahasan nantinya ada beberapa batasan , yakni :

- a. Didalam perhitungan daerah yang akan dikeruk adalah alur Pelabuhan Sampit.

- b. Peninjauan teknis dititik beratkan pada pemilihan dan perhitungan estimasi dimensi kapal keruk dan bagaimana rencana umumnya.
- c. Peninjauan ekonomisnya dititik beratkan pada biaya bangunan baru dan biaya operasionalnya serta bagaimana perhitungan NPV sehingga dapat diketahui kapan Break Event Point (BEP) dan umur kapal.
- d. Tidak membahas stabilitas, konstruksi dan kekuatan memanjang kapal keruk.
- e. Semua elemen biaya mengacu pada kebijaksanaan saat ini.

### **1.5. Metodologi Penelitian**

Metode yang dipakai dari buku (teoritis) dan juga dari pengalaman penulis di lapangan. Studi yang pernah dilakukan dipakai sebagai referensi dalam menentukan alternatif pemecahan masalah yang terjadi. Data-data untuk kepentingan studi, diambil dari pihak Pemerintah Provinsi Kalteng, PT. Pelindo III cabang Sampit, PT. Rukindo, serta data sekunder dari pihak/instansi lain yang terkait.

## **BAB II**

**GAMBARAN UMUM PELABUHAN  
SAMPIT KABUPATEN  
DAERAH TINGKAT II  
KOTA WARINGIN TIMUR**

## **BAB II**

# **GAMBARAN UMUM PELABUHAN SAMPIT**

## **KABUPATEN DAERAH TINGKAT II**

## **KOTAWARINGIN TIMUR**

### **2.1. Pendahuluan**

Pelabuhan Sampit terletak di Sungai Mentaya Propinsi Kalimantan Tengah, Kabupaten Daerah Tingkat II Kotawaringin Timur ± 35 mil dari Muara Mentaya, Kalimantan Tengah dan berkembang menjadi pelabuhan laut di Pulau Kalimantan dan menjadi pintu gerbang Kalimantan Tengah.

Keberadaan Pelabuhan Sampit ditunjang oleh adanya pertambangan antara lain kaolin, pasir kuarsa dan granit serta industri pengolahan minyak kelapa sawit dan industri pengolahan kayu yaitu kayu lapis dan kayu gergajian sebagai hinterland.

### **2.2. Geografis Pelabuhan Sampit**

Pelabuhan Sampit terletak pada posisi  $02^{\circ} - 23' - 10''$  lintang selatan dan  $112^{\circ} - 58' - 30''$  bujur timur.

#### **2.2.1. Keadaan hidro oseanografi**

Sepanjang pantai disekitar Muara Sungai Mentaya pelabuhan Sampit pantainya berpasir dengan latar belakang hutan rimba dan latar belakang hutan rimba, dasar lautannya lumpur pasir, memasuki pelabuhan melalui Sungai Mentaya sepanjang ± 35 mil dari muara sungai. Kedalaman air terkecil

dipelabuhan 5,5meter, kedalaman alur dimuar pelabuhan Sampit 4,5 LWS dengan lebar alur 100 meter.

Pasang Surut:

- Sarat air tertinggi : 2,50 m LWS
- Sarat air terendah : 2,00 m LWS

Lama pasang surut (jam)	1	2	3	4	5	6
Sedimentasi (m <sup>3</sup> )	125000	250000	375000	500000	625000	750000
Lama pasang surut (jam)	7	8	9	10	11	12
Sedimentasi (m <sup>3</sup> )	875000	1000000	1125000	1250000	1375000	1500000

Tabel 2.1. Pengaruh pasang surut terhadap sedimentasi dialur Pelabuhan Sampit

Klimatologi

- Kecepatan Arus: 2 ÷ 3 mil/jam

Kecepatan arus (mil/jam)	2	2,5	3
Sedimentasi (m <sup>3</sup> )	600000	750000	900000

Tabel 2.2. Pengaruh kecepatan arus air dialur Pelabuhan Sampit

### 2.3. Fasilitas Pelabuhan

Pelabuhan Sampit merupakan pelabuhan laut kelas II (dua) dan diusahakan atau terbuka untuk perdagangan luar negeri. Ukuran kapal maximum dapat masuk pelabuhan GT. 6000, draft 4,5 m serta mempunyai fasilitas sebagai berikut :

1. Tempat sandar atau demaga

Konstruksi : Beton

Panjang : 316 meter

Lebar : 10 meter

Kedalaman : 5,5 meter

2. Gudang/Lapangan penumpukan

Luas : 3.160 m<sup>2</sup>

Daya pikul : 4,5 ton

3. Terminal Penumpang.

Volume : 1200 m<sup>2</sup>

Kapasitas : 1000 orang

### 2.3.1. Fasilitas Penunjang

- Air tawar

Air tawar disediakan untuk kapal yang sedang berlabuh dipelabuhan dialirkan melalui pipa dengan :

-Receivoir/Kapasitas : 100 ton

-Sumber air bersih : PDAM

-Distribusi/Kecepatan : Pompa elektronik/2 KVA

30 ton/jam

- Banker bahan bakar

Pelaksanaan bankering dilakukan oleh Perusahaan Tambang Minyak Negara (Pertamina) di dermaga Pertamina

### **2.3.2. Gambaran umum alur Pelabuhan Sampit**

Pelabuhan Sampit terletak di tepi Sungai Mentaya selalu menjadi masalah karena mengalami pendagkalan dan harus dikeruk dengan dana pemerintah yang cukup besar. Pembiayaan pengkerukan tersebut didanai melalui anggaran pembangunan/DIPDepartemen Perhubungan (Dephub).

Dengan semakin meningkatnya lalu lintas kapal dengan daya angkut yang semakin besar, khususnya kapal tanker, kapal cargo, dan kapal penumpang, maka kondisi alur harus memadai untuk menjamin keselamatan pelayaran dan kelancaran lalu lintas kapal bisa dicapai 24 jam tanpa memperhatikan pasang surut.

Direncanakan panjang alur mempunyai panjang  $\pm 15$  km, lebar  $\pm 100$  meter dengan kedalaman -5 meter LWS.

### **2.3.3. Kondisi eksisting alur Pelabuhan Sampit**

Kondisi alur ambang Mentaya saat ini sudah tidak memungkinkan lagi untuk dipertahankan karena besarnya endapan yang terjadi. Setiap tahunnya terjadi  $\pm 1.5$  juta  $m^3$  endapan, sehingga perlu adanya pengkerukan yang bertujuan untuk memperlancar lalu lintas pelayaran yang akan memasuki pelabuhan Sampit tanpa terganggu oleh pasang surut air laut.

### **2.3.4. Rencana pembangunan alur baru**

Perusahaan-perusahaan pelayaran di Kalimantan Tengah menginginkan agar dilakukan pembangunan dan perawatan alur sehingga bisa dilewati 24 jam

mengingat besarnya potensi kerugian apabila alur hanya bisa dilewati saat air pasang seiring dengan terus meningkatnya arus pelayaran.

Pengerukan yang akan dilakukan sebagai berikut :

No.	Kriteria	Alur
1.	Dimensi	<ul style="list-style-type: none"> <li>▫ Panjang 15 km</li> <li>▫ Lebar 100 m</li> <li>▫ Kedalaman -5 m LWS</li> </ul>
2.	Arah	<ul style="list-style-type: none"> <li>▫ SS</li> <li>▫ Lurus</li> </ul>
3.	Volume <i>maintenance dredging</i>	1,5 juta m <sup>3</sup> /tahun
4.	Kemampuan operasional	<ul style="list-style-type: none"> <li>▫ Dapat dimanfaatkan 24 jam sehari selama setahun</li> <li>▫ Dapat dipakai dua arah sehingga kemampuan lalu lintas tinggi</li> </ul>

Tabel 2.3. Spesifikasi alur Pelabuhan Sampit

### 2.3.5. Pengendapan di alur Pelabuhan Sampit

Berdasarkan hasil studi yang dilakukan Rukindo, untuk mengeruk alur dengan panjang 15 km, lebar 100 m, kedalaman -5 m LWS, dan slope 1:15, diperkirakan total volume material yang dikeruk adalah sebesar  $\pm$  1,5 juta m<sup>3</sup>, berupa lumpur dan pasir.

## BAB III

## DASAR TEORI

## **BAB III**

### **DASAR TEORI**

#### **3.1. Gambaran Umum Pengerukan**

Pengerukan dikenal dalam teknik pembangunan pelabuhan sebagai sarana penunjang proses penggalian dan penimbunan tanah (*excavating and dumping, cut and fill*) baik didalam air / laut maupun didarat. Pengertian sederhana dari pengerukan adalah penggalian tanah, lumpur, dan bebatuan. Proses pengerukan terdiri dari penggalian, pengangkutan, dan pembuangan akhir atau penggunaan hasil kerukan .

#### **3.2. Tujuan Pengerukan**

Sasaran utama pengerukan antara lain :

1. Pelayaran ( *Navigasi* )
2. Untuk pemeliharaan, perluasan, perbaikan sarana lalu lintas air, dan pelabuhan. Untuk membuat pelabuhan, memperdalam turning basin (*kolam pelabuhan*), dan fasilitas lainnya .
3. Pengendalian banjir ( *Flood Control* )

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

4. 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 .

#### 5. Pertambangan (*Mining*)

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

#### 6. Untuk tujuan lainnya.

Untuk penggalian pondasi di bawah air dan penanaman pipa saluran air (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

Pada dasarnya secara operasional dikenal perbedaan sebagai berikut :

- a. Kapal Keruk tanpa mesin penggerak

Perpindahan dari satu tempat ketempat 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 , 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

Perpindahan kapal dilakukan dengan tenaga terpisah dari mesin pengerkannya.

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

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

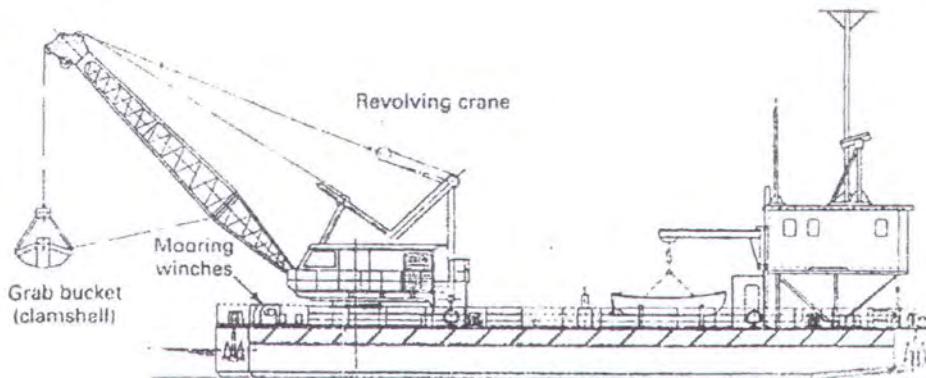
#### **3.4.1. Kapal Keruk Mekanis**

Kapal keruk ini sederhana, mempunyai analogi dengan peralatan gali di darat.

Termasuk kapal keruk mekanis:

### 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.



Gambar 3.1. Kapal Keruk Grab

Kedalaman keruk tergantung dari berat grab , makin berat makin dalam hasilnya galiannya . Grab direncanakan sedemikian rupa agar tahanan waktu masuk kedalam air sekecil mungkin .

Type 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 bisa menutup bersama-sama, dipakai untuk batu- batuan besar.

Karakteristik kapal keruk ini:

- Kemampuan mengeruk pada titik yang tepat.
- Cocok dipakai pada lokasi yang perpasir, tanah liat, kerikil, dan batu pecah.
- Kedalaman pengeringan 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 baik pada air yang bergelombang .
- Hasil pengeringan tidak merata, sehingga sukar menentukan dalamnya penggalian.
- Kurang baik dipakai pada lokasi yang berlumpur, karena lumpur mudah keluar dari bucketnya.

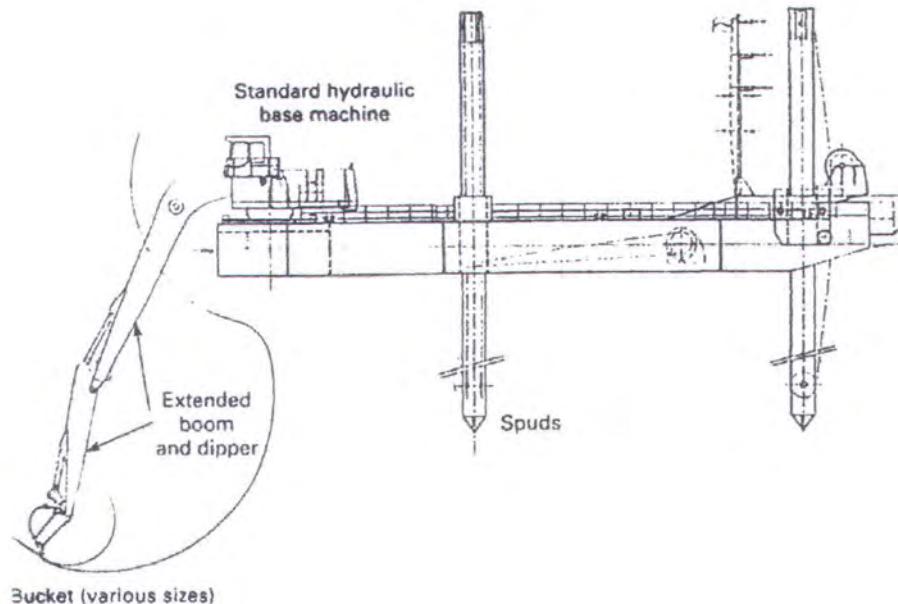
Untuk keperluan operasi, kapal keruk ini dilengkapi tiga buah spud dan spul-spul penggulung kawat baja yang digunakan untuk mengangkat maupun menurunkan spud. Kapal bergerak sedikit demi sedikit secara zig-zag dengan mengatur pengangkatan spud dan penarikan / penguluran tali jangkar.

### 3.4.1.2. Backhoe

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

Karakteristik kapal keruk ini :

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



Gambar 3.2. Kapal Keruk Backhoe

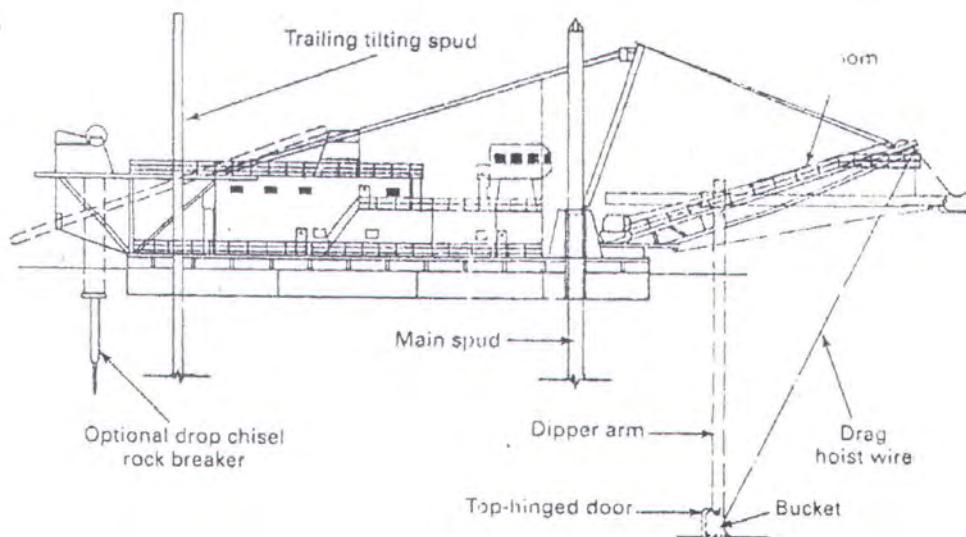
### 3.4.1.3. Dipper

Kapal keruk ini seperti halnya sekop yang bertenaga, kadang-kadang sekop dilengkapi dengan mata penembus batu. Mempunyai dua

spud depan yang dipakai untuk mengangkat tongkang diatas garis air guna menambah daya gali, dan satu spud belakang yang disebut kicking spud yang digunakan untuk menggerakkan tongkang ke depan.

Karakteristik kapal keruk ini:

- Cocok untuk mengeruk batu karang.
- 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

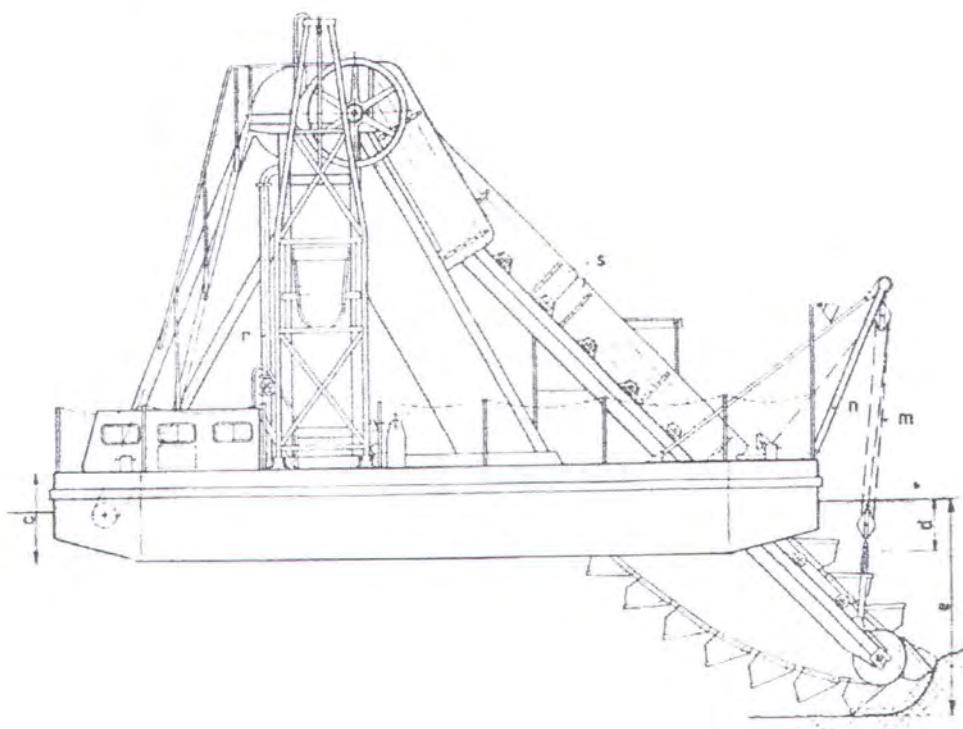
### 3.4.1.4. Bucket - Ladder

Kapal keruk ini menggunakan timba yang disusun pada rangkaian rantai yang berputar. Pengerukan dengan Bucket Ladder biasanya dilakukan pada kolam pelabuhan atau pada kanal .

Kapasitas keruk tiap jam berhubung erat dengan banyaknya timba yang dipakai kedalaman yang dikeruk, dan kecepatan timbanya ( jumlah timba permenit ) .

Karakteristik kapal keruk ini:

- Dipakai untuk berbagai jenis material dari tanah keras sampai batuan lunak.
- Tidak praktis untuk jumlah pengerukan yang besar, daerah yang luas dan berkembang.



Gambar 3.4. Kapal Keruk Bucket Ladder

### 3.4.2. Kapal Keruk Hidrolis

Yang dimaksud dengan hidrolis 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. Termasuk kapal keruk hidrolis adalah:

#### 3.4.2.1. Dustpan

Berbentuk seperti kapal dagang biasa, kapal ini sering dilengkapi oleh bak lumpur sendiri. *Dustpan* termasuk jenis suction yang lebih khusus, dipakai disungai dengan rate sedimen tinggi seperti pasir atau kerikil.

Karakteristik Kapal keruk ini adalah:

- Effisien untuk lumpur halus.
- Bekerja sambil berjalan, karena mempunyai mesin penggerak sendiri.
- Pekerjaan masih bisa dilakukan, walaupun ada gelombang.
- Mempunyai bak lumpur di badan kapal.
- Kapasitas muat bisa diatur, dengan mengatur pompa centrifugal dan pipa hisap.
- Titik berat kapal rendah sehingga stabilitas kapal relatif baik.
- Bila bak lumpur penuh , kapal harus berhenti bekerja.

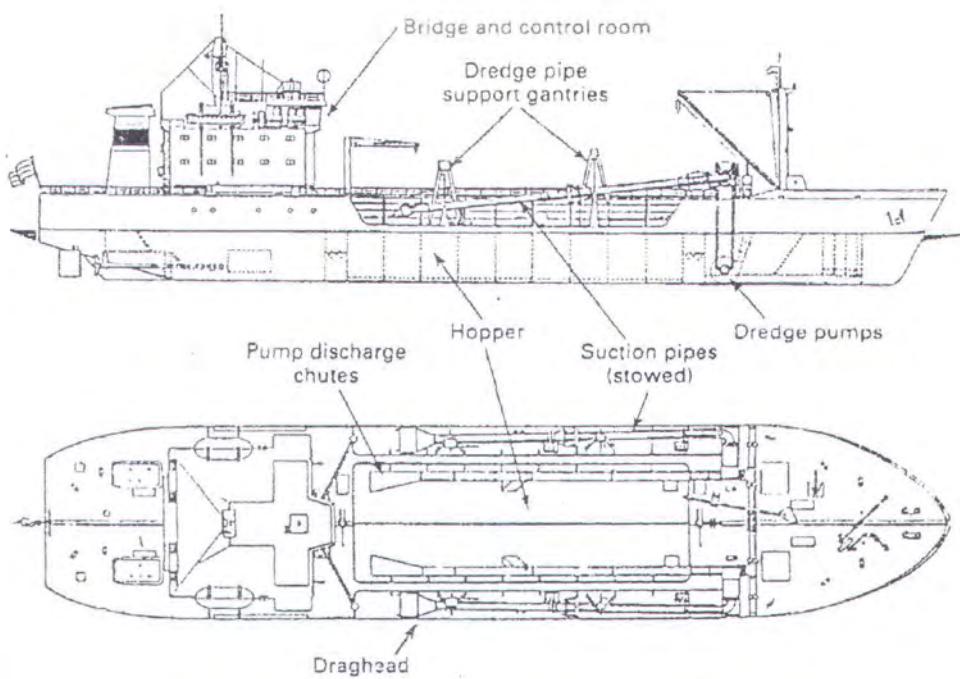
- Pembuangan lumpur dilakukan kapal sendiri, sehingga menambah waktu kerja.
- Penggerukan terbatas pada lumpur halus.

### **3.4.2.2. Trailling Suction Hopper**

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

Karakteristik kapal keruk ini:

- Lebih fleksibel dengan material yang dikeruk.
- Alternatif pembuangan dan kemampuannya bekerja pada perairan yang terlindung maupun tidak.
- Baik untuk lumpur, pasir, tanah, dan kerikil.
- Kecepatan produksi cukup tinggi.
- Dapat bekerja pada lalu-lintas yang padat dengan sedikit gangguan terhadap lalu-lintas kapal.
- Efektif bila digunakan pada material yang berbentuk butiran seperti pasir, kerikil ataupun lumpur.
- Umumnya tidak dipakai untuk mengeruk batuan.
- Tidak cocok untuk proyek pembuatan alur atau pelabuhan, karena tidak bisa dipakai untuk menggali material padat, ataupun tanah asli (insitusoil).



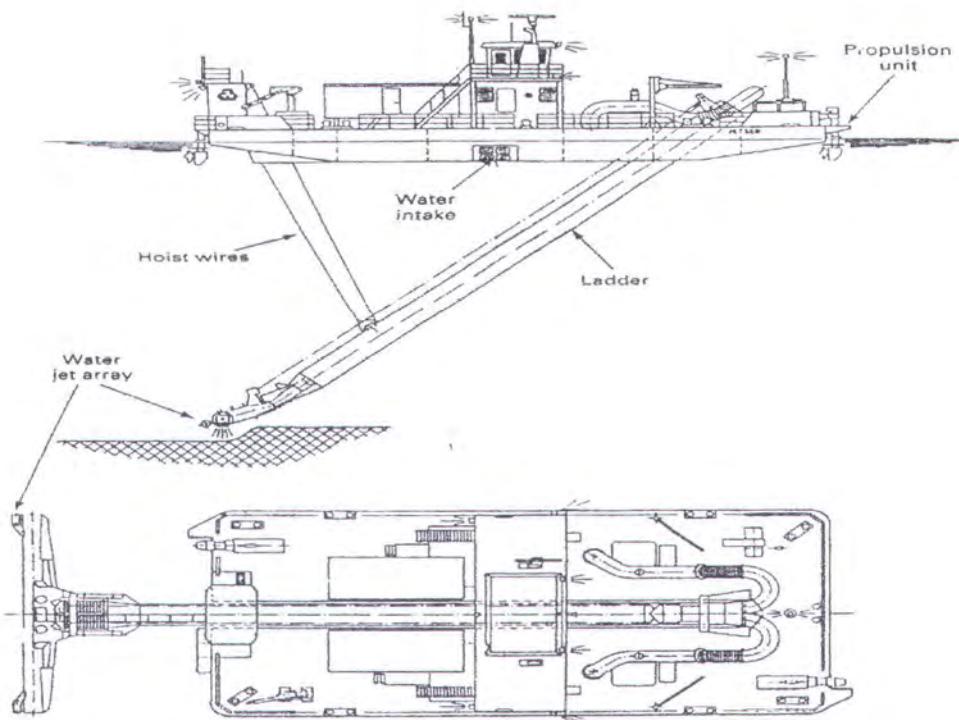
Ganbar 3.5. Kapal Keruk *Trailing Suction Hopper*

### 3.4.2.3. Water Injection

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

Karakteristik kapal keruk ini :

- Biaya pengeringan cukup murah.
- Hanya cocok di pakai untuk tanah lumpur, tanah liat dan pasir .



Gambar 3.12. Kapal Keruk Water Injection

#### 3.4.2.4. Air Lift

Kapal keruk ini pada prinsipnya menyerupai type suction dredger.

Air Lift dredger terdiri dari sebuah tabung yang terbuka, dimana pada ujung sebelah tabung tertutup oleh dasar laut yang akan dikeruk . Sistem pengerkannya dilakukan dengan udara bertekanan tinggi berasal dari tekanan sebuah compressor . Udara diinjeksikan ke dalam, dekat ujung bawah dari tabung air lift. Pada tabung, tekanan udara berkembang/ meningkat, sehingga mengurangi kerapatan isi tabung , mengapungkan kolom air ke luar ujung tabung di sebelah atas, kemudian material keruk dimasukkan ke dalam instalasi prosesing .

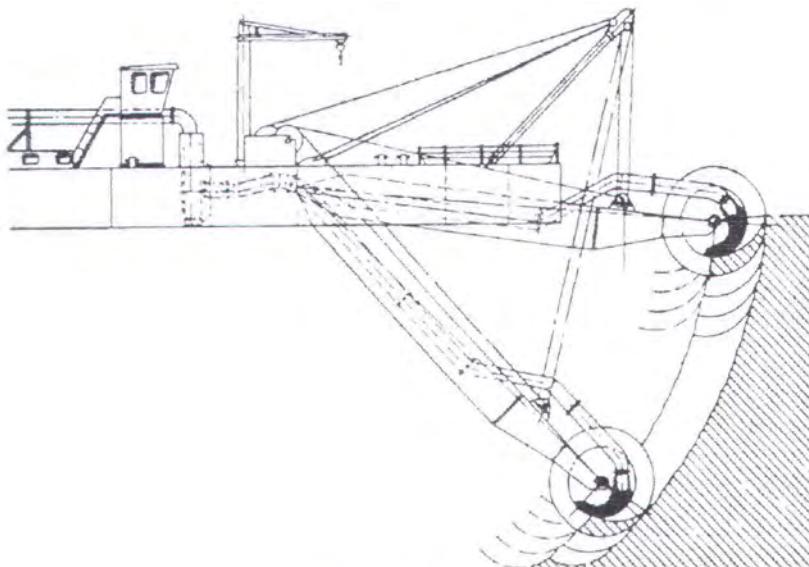
Dengan adanya tekanan udara di ujung tabung, akan mendorong dengan cepat air berada pada ujung sebelah bawah tabung yang kemasukan kerikil lepas ( loose gravel ), batu- batu bundar ( cobble ) dan batu kali dari dasar laut. Naiknya kolom air pada kecepatan yang lebih besar dari kecepatan terminal pada saat gravel dijatuhkan kedalam air, membawa material hasil kerukan keatas . Secara periodik udara dihembuskan ke dalam kolom untuk menjaga kegiatan pengerukan. Untuk mencegah agar tidak terjadi getaran-getaran fluida pada saat memasukkan material keruk, pada ujung tabung bawah dapat dilengkapi dengan high speed water jet .

### **3.4.3. Kapal Keruk Mekanis /Hidrolis ( gabungan )**

Termasuk kapal keruk mekanis / hidrolis :

#### **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.



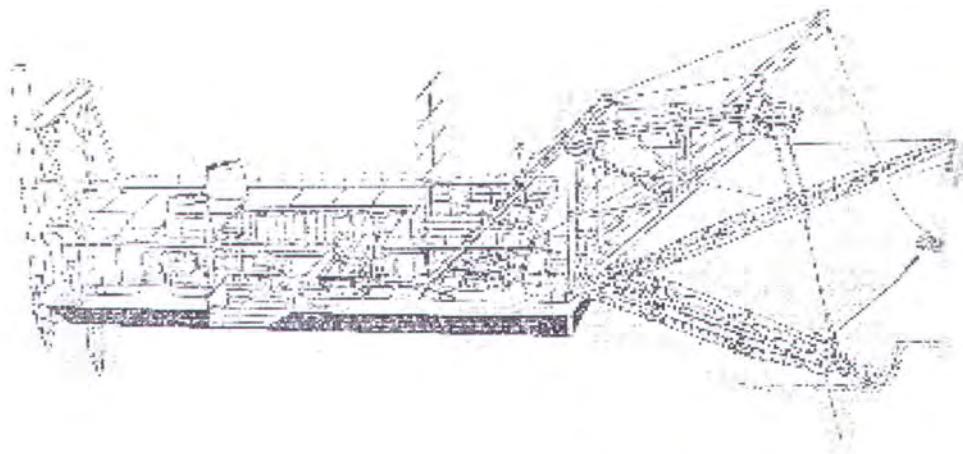
Gambar 3.13. Kapal Keruk *Bucket – Wheel*

### 3.4.3.2. Cutter Suction Dredger

*Cutter Suction Dredger* menggunakan peralatan mekanis yang berputar (cutter) yang dipasang pada ujung penyedot untuk menggali material yang kemudian disedot melalui pipa dan dipompakan ke permukaan .

Karakteristik kapal keruk ini :

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



Gambar 3.14. Kapal Keruk Cutter Suction

#### \* Cutter

Cutter dipasang pada ujung ladder, dihubungkan ke motor cutter dengan poros yang dilengkapi dengan bantalan poros. Bantalan poros harus diperhatikan, karena material keras dan halus (pasir) sering masuk, dan mengakibatkan keausan. Cutter berfungsi sebagai pemotong material yang hasilnya kemudian dihisap dengan pompa penghisap. Cutter dibuat dari baja tahan aus, tepi depan dari cutter mempunyai kekerasan paling sedikit 500 Brinell atau 51 Rocwell, dengan yield strength sekitar 200.000 pound / inch<sup>2</sup>. Yang perlu diperhatikan dalam menentukan bentuk cutter sweep adalah penyesuaian sudut pada piringan cutter dari daun-daun cutter lengkap. Suatu cutter dengan daun 3 akan mempunyai *sweep angle* 120°. Lebih kecil *sweep angle*, daun cutter akan makin banyak, dan getaran akan makin sedikit .

Sifat paling penting dari cutter ialah *rake angle*, yaitu sudut yang dibentuk oleh garis singgung pada gerak melingkar dari cutter pada titik tempel dengan material yang dipotong dengan kemiringan dari permukaan daun. Sudut yang

tepat yaitu sudut dimana pada saat penembusan material, diperoleh torsi yang kecil. Jika *rake angle* terlalu kecil yaitu kemiringan daun kecil, cutter akan mudah slip pada material, jika sudut terlalu besar, cutter akan menusuk / mencukil material .

Jenis cutter :

a. *Close nose basket ( dengan daun spiral )*



Gambar 3.16.

Cocok untuk menggali material lunak dan pasir lepas .

b. *Open nose basket*



Gambar 3.16.

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

c. *Straight arm cutter*



Gambar 3.17.

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

Jadi 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 besar kapal keruk. Kapal keruk ( 8 - 12 ) inch biasa dengan tenaga motor cutter  $\pm$  400 HP. Untuk kapal keruk dengan tenaga sampai 400 HP, kecepatan puter dari cutter biasanya berkisar antara (20 - 30) RPM ,tergantung material yang dikeruk dan besarnya cutter.

\* *Ladder*

*Ladder* selain membawa cutter juga 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. Panjang ladder tergantung dari dalamnya pengeringan. Dalam pengeringan maksimum biasanya diambil sekitar 0,7 panjang ladder, yaitu jika ladder miring  $45^0$  terhadap horisontal.

Pembatasan sudut ini biasanya dipatuhi, karena sudut yang lebih besar menyebabkan gaya engsel bertambah dengan bertambahnya sinus dari sudut

tegak. Untuk itu perumahan engsel dibuat cukup besar. Tegangan paling besar ialah tegangan lengkungan pada sumbu horisontal. Makin panjang ladder, tegangan makin bertambah besar .

\* Pipa hisap dan buang

Sama seperti pada kapal keruk hidrolis ( Hydrolic or suction dredger )

\* Kerangka A dan H

Kerangka A adalah penyangga utama dari balok dan tackle yang menyangga ladder, biasanya dipasang dengan engsel di badan kapal hingga 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 di naik turunkan, umumnya spud berbentuk bulat, tetapi ada kalanya berbentuk empat persegi. Bahan spud kebanyakan dari baja tuang atau dapat pula konstruksi pelat. Ukuran dan kekuatan spud ditentukan dari dalamnya pengerukan, displacement kapal dan daya dari cutter .

Modulus penampang spud pejal :

$$I/C = 0,098 ( D^3 ).$$

Modulus penampang spud berongga :

$$I/C = 0,098 [ ( D^4 - d^4 ) / D ]$$

Dimana :

$$I = \text{momen inersia} ( \text{ inch}^4 )$$

$$C = \text{Jarak dari titik berat penampang kesisi luar} ( \text{ inch } )$$

$$D = \text{Diameter luar ( inch )} \\ d = \text{Diameter dalam ( inch )}$$

Pada saat operasi, kapal ini dibantu alat bantu seperti derek, pipa buang terapung, kapal tunda, tongkang minyak dan pipa, motor boat untuk survey, serta alat bantu lainnya.

Adapun peralatan bantu pengeringan berupa :

- Bak Lumpur Bercelah ( Split Barge )
- Bak lumpur atau split barges ini berfungsi sebagai tempat menampung hasil kerukan yang dilakukan oleh kapal keruk timba atau cangkram.

Ada dua jenis split barges :

- Dengan mesin penggerak sendiri ( Self Propelled )
- Tanpa mesin penggerak sendiri ( non self propelled )

- Tongkang

Alat bantu berupa bak tanpa mesin penggerak. Tongkang ini memiliki permukaan atas rata (Flat top) sehingga dapat berfungsi untuk memuat peralatan lain seperti pipa, ponton, crane, dan sebagainya.

- Kapal tunda

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

- *Survey Boat*

Sesuai namanya untuk alat bantu survey , berkekuatan mesin dibawah 500 PK.

- *Communication Boat*

Untuk membantu kelancaran tugas operasional (alat komunikasi) untuk menghubungkan posisi kapal keruk dengan petugas di darat.

- *Crane*

Terdiri dari crane darat dan crane apung (floating crane), berfungsi untuk membantu bongkar muat peralatan .

## **BAB IV**

### **ANALISIS TEKNIS**

## **BAB IV**

### **ANALISA TEKNIS**

#### **4.1 Dasar Pemilihan Jenis Kapal Keruk**

Dalam pemilihan tipe kapal keruk yang sesuai adalah kondisi perairan yang akan dikeruk, ada beberapa hal yang perlu diperhatikan yaitu daerah sepanjang aliran Sungai Mentaya sejauh ± 35 mil laut membentang dari muara sampai dengan dermaga pelabuhan Sampit, terutama daerah muara sungai yang menjadi pintu masuk ke pelabuhan Sampit. Kondisi dasar Sungai tersebut adalah:

- Alur muara sungai yang akan dikeruk sampai kedalaman – 5.0 m.
- Jenis material yang akan dikeruk terdiri dari lumpur halus yang kaya kandungan airnya dan campuran pasir.
- Diperkirakan volume pengerukan adalah sebesar ± 1,5 juta m<sup>3</sup>
- Diasumsikan selama pekerjaan pengerukan berlangsung volume pengendapan kembali pada alur yang telah dikeruk adalah sangat kecil sehingga tidak perlu dilakukan pengerukan ulang.

Selain itu ada beberapa pertimbangan dan penilaian lain dalam penentuan jenis kapal keruk tersebut, antara lain sebagai berikut :

- Jenis tanah / endapan yang akan dikeruk
- Kondisi cuaca pada lokasi pengerukan
- Jarak dan lokasi tempat pembuangan hasil pengerukan
- Keadaan setempat di lokasi pengerukan

- Volume yang akan dikeruk
- Kedalaman maksimum yang akan dikeruk

Berikut ini tabel pemilihan kapal keruk yang sesuai dengan jenis-jenis tanah yang akan dikeruk :

Tanah			Jenis Kapal Keruk					
Jenis	Keadaan	Angka N	TSHD	CSD	GD	BD	DD	RB
Lempung	Soft mud	- 4						
	Soft	- 10	▲	▲	▲	▲	▲	
	Medium	10 - 20						
	Hard	- 30						
	Hardest	30 -						
Pasir	Soft	- 10						
	Medium	- 20	▲				▲	▲
	Hard	- 30						
	Hardest	30 -						
Pasir dengan kerikil	Soft	- 30						
	Hard	30 -						
batu	soft	40 - 50						

Tabel 4.1. Jenis tanah untuk pemilihan jenis kapal keruk

Sumber : T Okude, Dredger and Dredging Work, Port and Harbour

Research Institut, Japan, 1988.

Keterangan :

TSHD : Trailling Section Hopper Dredger (Kapal Keruk Pengikat Lumpur)

CSD : Cutter Section Dredger (Kapal Keruk Bor Penghisap Lumpur)

GD : Grab Dredger (Kapal keruk Ember Cakram)

BD : Bucket Dredger (Kapal Keruk Timba)

DD : Dipper Dredger ( Kapal Keruk Cangkram)

RB : Rock Breaker (Kapal Pemecah Batu)

Kapal keruk yang akan dipergunakan haruslah dapat memenuhi kriteria awal berdasarkan kondisi pengendapan dan kondisi umum alur sungai di Pelabuhan Sampit sebelum diperhitungkan secara teknis dan ekonomis. Kriteria tersebut yaitu:

- Dapat mengeruk secara efisien, dan dapat bekerja dengan cepat sesuai dengan tingkat pengendapan dan volume pengeringan yang cukup tinggi
- Kapal keruk yang akan dipergunakan haruslah memiliki sifat yang cukup rendah,  $\pm 2$  m.

Untuk pekerjaan pengeringan alur muara sungai menuju Pelabuhan Sampit, ada beberapa jenis kapal keruk yang perlu dianalisa dengan kondisi geografis sungai tersebut, yaitu sebagai berikut :

a. Kapal keruk grab, backhoe atau bucket

Yang termasuk kelompok kapal keruk jenis ini antara lain *grab*, *backhoe*, dan *bucket* yang dikenal luas penggunaannya diseluruh dunia. Material yang telah dikeruk dimuat oleh tongkang yang berlayar dari dan menuju *dumping area*. Kapal keruk jenis ini sesuai untuk mengeruk daerah yang kecil dan terlindung. Di lepas pantai yang melibatkan volume keruk dalam jumlah sangat besar dan *dumping area* yang jauh, kapasitas pengeringan yang ada terlalu kecil sehingga tidak efisien.

b. Cutter Suction Dredger

Kapal ini merupakan jenis kapal keruk stationer, Ketika beroperasi, posisinya ditunjang oleh dua buah *spud* dibelakang dan jangkar

dibagian muka. Tanah yang dikeruk dipecah-pecah oleh *cutter* dan secara hidrolis dihisap oleh satu atau lebih pompa hisap lalu dialirkan melalui pipa terapung atau dimuatkan ke tongkang yang akan berlayar menuju ke areal pembuangan (*dumping area*).

Kekurangan kapal keruk ini adalah posisinya yang tetap akan mempengaruhi pelayaran, juga terbatas dalam mengerjakan pengeringan di areal yang terbuka.

c. Trailing Suction Hopper Dredger

Tipe kapal keruk ini sesuai untuk melaksanakan *capital dredging* maupun *maintenance dredging*, baik di pelabuhan, alur sungai, maupun muara sungai. Digunakan secara luas di seluruh dunia dengan kapasitas volume bak pengangkut / *hopper* yang bervariasi dari  $500 \div 23000 \text{ m}^3$ . Kekurangan utama TSHD adalah kedalaman minimum yang diperlukan yang tentunya lebih besar dari sarat kapal maksimum, sekitar  $6 \div 10 \text{ m}$ , tergantung dari ukuran kapal itu sendiri dan kapasitas bak penampungnya.

d. Suction Dredger tanpa cutter

Hampir sama dengan cutter suction dredger, hanya saja kapal keruk jenis ini tidak dilengkapi dengan *cutter* / bor sehingga hanya cocok untuk mengeruk tanah lunak. Kapal keruk jenis ini sangat sesuai untuk melakukan *capital dredging* yang melibatkan tanah lunak, memompakan material keruk dari jarak yang jauh menuju daratan atau lepas pantai, dan pengeringan pada daerah yang dangkal.

Dari hal-hal yang tersebut diatas, dapat dilihat bahwa TSHD tidak dapat dipertimbangkan sebagai alat keruk utama dalam pengeringan alur sungai ini, mengingat kedalaman alur yang lebih dangkal dari – 4,9 m, sehingga kapal TSHD tidak bisa dipergunakan pada kapasitas maksimum karena keterbatasan sarat. Sedangkan kapal keruk mekanis (*grab, backhoe, bucket*) terlalu kecil kapasitas keruknya dibandingkan volume pengeringan sehingga akan membutuhkan banyak kapal yang tidak menguntungkan secara ekonomis. Penggunaan cutter / bor hanya sesuai untuk jenis material yang keras sehingga tidak sesuai untuk pekerjaan pengeringan ini.

Selain itu dari hasil pengamatan sedimen dasar di perairan Sungai Mentaya yang dilakukan oleh Oseanologi Nasional, sedimen dasar di perairan Sungai Mentaya sebagian besar berupa lumpur yang terdiri dari lempung yang bercampur pasir, serta dengan hasil penentuan jenis kapal keruk yang sesuai dengan jenis tanah yang akan dikeruk, dan karakteristik kapal – kapal

Oleh karena itu kapal keruk yang sesuai untuk pekerjaan pengeringan alur sungai menuju Pelabuhan Sampit adalah kapal keruk jenis *suction dredger tanpa cutter* mengingat jenis material keruk yaitu lumpur halus yang kaya kandungan air, sarat air yang rendah, serta kecepatan produksinya yang cukup tinggi.

#### 4.1.1. Pemeriksaan Kedalaman dan Perhitungan Volume Pengeringan

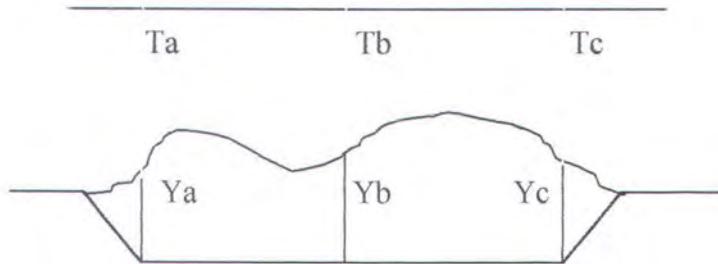
Secara sederhana pemeriksaan kedalaman suatu alur pelayaran yang biasanya terjadi sedimentasi dapat dilakukan dengan tali yang dibebani oleh pemberat (biasanya timah) dan diberikan ukuran mulai dari ujung pemberat tersebut. Untuk suatu daerah yang luas, alat tersebut ternyata kurang efisien, maka untuk selanjutnya digunakan alat elektronis yang diberi nama echo sounders. Prinsip kerjanya adalah dengan mengirimkan getaran pulsa pendek secara periodik dari lunas kapal yaitu antara (500-600) pulsa setiap menit. Getaran tersebut diteruskan secara vertikal kebawah dan dasar laut memantulkannya kembali pulsa – pulsa tersebut dan diterima kembali oleh oscilator – penerima yang ditempatkan di bagian lunas kapal yang sama.

Cara yang dilakukan untuk perhitungan volume oleh PT. Rukindo di alur pelayaran sungai Mentaya adalah membagi luasan daerah yang dikeruk menjadi beberapa area bisa  $50 \times 50$  m atau  $100 \times 100$  m tergantung dari luasan daerah tersebut. Perhitungan volume didapat dari luas profil tanah yang akan dikeruk dengan panjang area.

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

Misal : untuk area dengan jumlah 12 titik sounding dengan Jarak tiap titik adalah 10 meter.

Perhitungan luasan profil tanah yang dikeruk :



$$\text{Dimana : } Ta = \frac{T1 + T4 + T7 + T10}{4}$$

$$Tb = \frac{T2 + T5 + T8 + T11}{4}$$

$$Tc = \frac{T3 + T6 + T9 + T12}{4}$$

Xa = T yang direncanakan - Ta

Xb = T yang direncanakan - Tb

Xc = T yang direncanakan - Tc

Luas profil yang direncanakan ditambah dengan luasan slope kiri dan kanan (slope bisa 1 : 4 atau 1 : 3 sesuai dengan permintaan), kemudian luas bisa dihitung dengan formula simpson. Setelah itu volumenya bisa didapat dengan menjumlahkan volume masing – masing area. Untuk volume total didapat dengan menjumlahkan volume masing-masing area, lalu ditambah 10% dari volume total (karena faktor lumpur yang melayang).

Gambar 4.2. Peta alur yang akan dikeruk



#### 4.1.2. Perhitungan Volume Sedimentasi

Volume sedimentasi dapat dihitung dengan menggunakan formula berikut ini.

$$\text{Volume Sedimentasi} = (\text{Sf} - \text{Sp}) \times \text{L} \times \text{P}$$

Dimana :

$\text{Sp}$  = Sarat rata-rata predredge sounding

$$\text{Sp} = \frac{\text{Sarat rata - rata area (A + B + C + D + E)}}{\text{Jumlah area}}$$

Sarat rata-rata

$$\text{Area A} = 35,13 \text{ dm (lampiran 7.a.)}$$

$$\text{Area B} = 35,48 \text{ dm (lampiran 7.b.)}$$

$$\text{Area C} = 43,48 \text{ dm (lampiran 7.c.)}$$

$$\text{Area D} = 45,17 \text{ dm (lampiran 7.d.)}$$

$$\text{Area E} = 43,89 \text{ dm (lampiran 7.e.)}$$

Maka :

$$\text{Sf} = \frac{35,13 + 35,48 + 43,48 + 45,17 + 43,89}{5}$$

$$= 40,63 \text{ dm}$$

$$= 4,063 \text{ m}$$

$\text{Sf}$  = Sarat rata-rata final sounding

$$\text{Sf} = \frac{\text{Sarat rata - rata area (A + B + C + D + E)}}{\text{Jumlah area}}$$

Sarat rata-rata

$$\text{Area A} = 45,26 \text{ dm (lampiran 8.a.)}$$

Area B = 45,68 dm (lampiran 8.b.)

Area C = 46,71 dm (lampiran 8.c.)

Area D = 48,36 dm (lampiran 8.d.)

Area E = 46,15 dm (lampiran 8.e.)

Maka :

$$\begin{aligned} Sf &= \frac{45,26 + 45,68 + 46,71 + 48,36 + 46,15}{5} \\ &= 46,43 \text{ dm} \\ &= 4,643 \text{ m} \end{aligned}$$

L = Lebar alur yang dikeruk

= 100 m

P = Panjang alur yang dikeruk

= 15 km

maka :

$$\begin{aligned} \text{Volume Sedimentasi} &= (Sf - Sp) \times L \times P \\ &= (4,643 - 4,063) \times 100 \times 15.000 \\ &= 1.522.634,38 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

## 4.2. Dumping

### 4.2.1. Penentuan area dumping

Dumping area ini sangat perlu ditentukan dengan baik agar tidak terjadi pengendapan kembali material yang telah dikeruk. Ada beberapa alternatif letak dumping area:

- Dumping di daratan ( di tepi sungai )

Material keruk diarahkan ke daratan di tepi sungai sebagai tanah reklamasi. Di masa mendatang daerah reklamasi ini dapat dimanfaatkan untuk daerah industri atau perluasan pelabuhan mengingat keterbatasan Pelabuhan Sampit, walaupun masih memerlukan perawatan khusus sebelum benar-benar bisa dimanfaatkan.

- Dumping di laut lepas

Material keruk diangkut atau dialirkan menuju 1,5 km dari muara sungai sehingga kecil kemungkinan terjadi pengendapan ulang.

Kedua alternatif tersebut akan digunakan untuk membuang hasil kerukan secara optimal.

### 4.2.2 Penentuan metode dumping

Ada dua alternatif metode *dumping* yang bisa digunakan:

1. Menggunakan pipa terapung / *floating pipeline*

Untuk mengangkut material keruk menuju dumping area di lepas pantai, dapat digunakan transportasi hidrolis melalui pipa terapung,

mengingat material keruk yang kaya kandungan air. Transport hidrolis material keruk sampai dengan jarak 9 km bisa dilakukan dan masih dalam batas ekonomis. Lebih dari jarak itu akan memerlukan *booster* yang akan sangat tidak ekonomis.

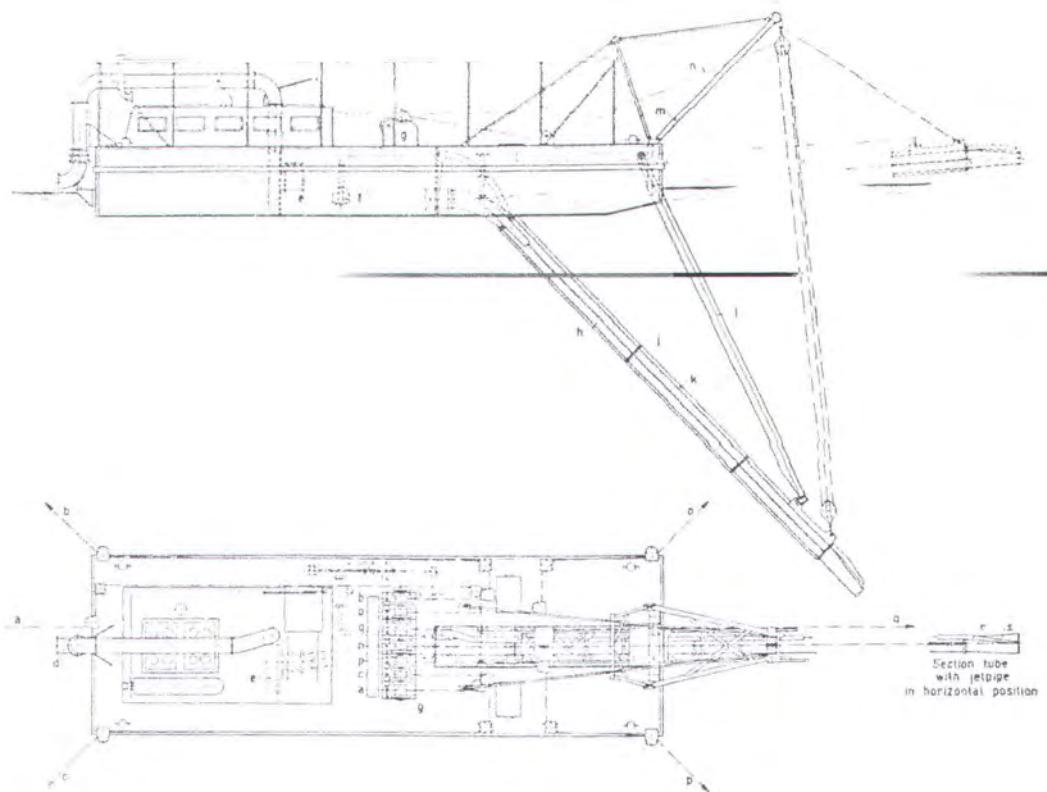
## 2 Menggunakan bak lumpur bercelah / *split barge*

*Split barge* mengangkut material keruk menuju *dumping area*. *Split barge* mempunyai bukaan di dasarnya sehingga dapat membuang material keruk yang dibawanya dengan cepat. Dalam proses pengeringan ini diperkirakan produksinya adalah sebesar 2000 m<sup>3</sup>/jam. Bila perbandingan material keruk dan air adalah 1:4 maka volume yang dikeruk adalah 8000 m<sup>3</sup>/jam. Bila *split barge* tersebut mempunyai volume 2000 m<sup>3</sup>, maka diperlukan sedikitnya 2 *split barge* pada awal kerja.

Dari dua alternatif diatas, dipilih transportasi menggunakan bak lumpur karena yang dikeruk adalah muara sungai dan akan lebih efisien jika material keruk dibuang di lepas pantai dengan ditarik tongkang, karena dapat membuang dengan cepat dan ekonomis.

### 4.3. Penentuan Dimensi Kapal Keruk

Kapal keruk tipe *plain suction* yang akan direncanakan pada dasarnya merupakan pompa hisap terapung. Karena itu harus dihitung besarnya dimensi tongkang serta kapasitas dan daya pompa hisapnya.



Gambar 4.3. Kapal keruk jenis *plain suction*

#### 4.3.1 Perhitungan Kapasitas dan Daya Pompa Hisap

Kegunaan dari pompa hisap adalah mengangkut campuran air dan partikel tanah yang akan dipindahkan menuju ke *dumping area* melalui pipa hisap, pompa, dan pipa pembuangan. Tugas utama pompa adalah:

- menaikkan material yang dihisap dari dasar laut, ke mulut hisap pipa (*suction head*)
- menaikkan campuran tanah dari pompa ke tempat penampungan
- mengambil campuran masuk kedalam tabung pipa hisap

Hal-hal yang harus diperhatikan dalam perhitungan kapasitas dan daya pompa adalah :

- Kapasitas

Dikatakan juga sebagai debit aliran, hal ini ditentukan berdasarkan permintaan dari perusahaan.

- Kondisi isap

Merupakan tinggi isap dari permukaan air isap ke level pompa.

- Kondisi keluar

Merupakan tinggi permukaan air keluar ke level pompa.

- Head total pompa

Harus ditentukan berdasarkan kondisi-kondisi di atas.

- Jenis zat cair

Zat cair yang akan dipompa adalah air tawar, air laut, minyak, atau zat kimia.

- Penggerak

Dapat berupa motor listrik, motor bakar torak, dan lain-lain.

- Jumlah pompa

Pompa yang digunakan satu buah, dua buah, atau lebih dari dua buah pompa, dan biasanya atas pertimbangan ekonomi serta tersedianya pompa di pasaran.

- Kondisi kerja

Pompa digunakan terus-menerus, terputus-putus, jumlah jam kerja seluruhnya dalam satu tahun.

Dari beberapa kriteria di atas maka dapat direncanakan/dihitung besar BHP pompa yang nanti akan digunakan oleh kapal keruk.

Diperkirakan pengeringan akan dilakukan selama 6 bulan, dimana dalam 1 bulan diasumsikan 25 hari kerja dan 1 hari kerja sama dengan 8 jam kerja.

Maka :

$$\begin{aligned}
 \text{Kapasitas keruk} &= \frac{\text{Volume keruk}}{\text{jam}} \\
 &= \frac{1.522.634,38}{6 \times 25 \times 8} \\
 &= 1.487 \text{ m}^3/\text{jam} \approx 1500 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

Maka produksi rata-rata adalah  $1.500 \text{ m}^3/\text{jam}$  dengan perbandingan volume material keruk dengan air adalah sebesar 1:4. Untuk menghitung BHP pompa terlebih dahulu ditentukan kapasitas pompanya, yaitu  $4 \times 1.500 = 6.000 \text{ m}^3/\text{jam}$ .

Dari buku Practical Dredging, dapat dihitung besarnya daya pompa yang dibutuhkan.

### 1. Menghitung head total pompa ( $H_t$ )

- Head loss ( $H_l$ )
  - Diameter pipa yang direncanakan 30"
  - Static lift direncanakan 17 m
- Suction loss ( $H_s$ )
  - Straight pipe = 37,64 m
  - Bend (1) = 1,5m.

$$\Sigma = 39,14 \text{ m}$$

$$H_s = H_l \times \Sigma / 30$$

$$= 18 \times 39,14 / 30$$

$$= 23,48 \text{ m}$$

- Delivery loss ( $H_d$ )

- Straight pipe = 8,35 m

- Bend (2) = 2,05 m

$$\Sigma = 10,4 \text{ m}$$

$$H_d = H_l \times \Sigma / 30$$

$$= 8 \times 10,4 / 30$$

$$= 6,24 \text{ m}$$

- Head loss total ( $H_t$ )

- Head loss ( $H$ )

$$H = H_s + H_d$$

$$= 23,48 + 6,24$$

$$= 29,72 \text{ m}$$

- Penambahan 25% akibat kekasaran permukaan pipa, sehingga

$$H = 29,72 + 25\% (29,72)$$

$$= 37,15 \text{ m}$$

- Head loss total ( $H_t$ )

$$H_t = H + \text{Head static lift}$$

$$= 37,15 + 18$$

$$= 55,15 \text{ m}$$

2. Menghitung BHP pompa:

$$BHP = \frac{Q \times Ht}{75 \times \eta}$$

$$BHP = \frac{\left( \frac{6000 \times 1312,5}{3600} \right) \times 55,15}{75 \times 0,7}$$

$$BHP = 1089,645 \text{ HP} = 812,875 \text{ kW}$$

di mana :

$Q$  : kapasitas pompa =  $6.000 \text{ m}^3/\text{jam}$

$Ht$  : head total pompa =  $55,15 \text{ m}$

$\eta$  : efisiensi pompa, diasumsikan  $70\%$

Dari katalog pompa dipilih pompa merk ESCO - TIANYI jenis *LW*

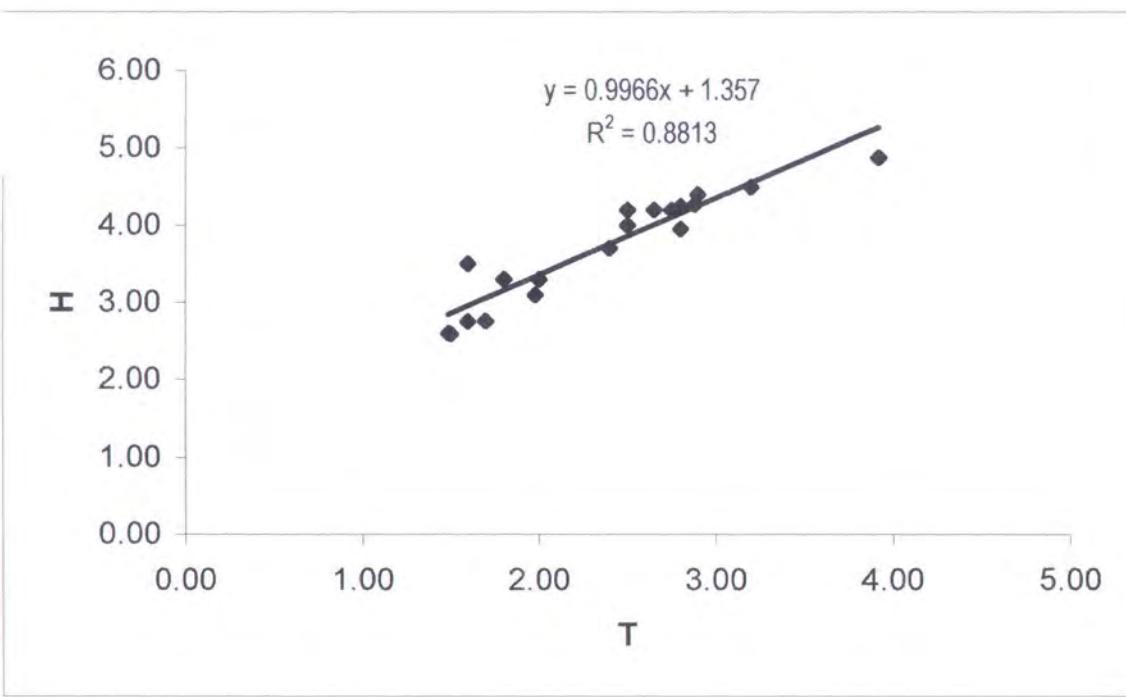
*Volute Casing Centrifugal Pump* dengan spesifikasi:

- Unit : 2 unit
- Type : 1150LW-36h
- Kapasitas :  $780 \text{ m}^3/\text{jam}$
- Head :  $27 \text{ m}$
- Efisiensi :  $88\%$
- Daya :  $410 \text{ kW}$

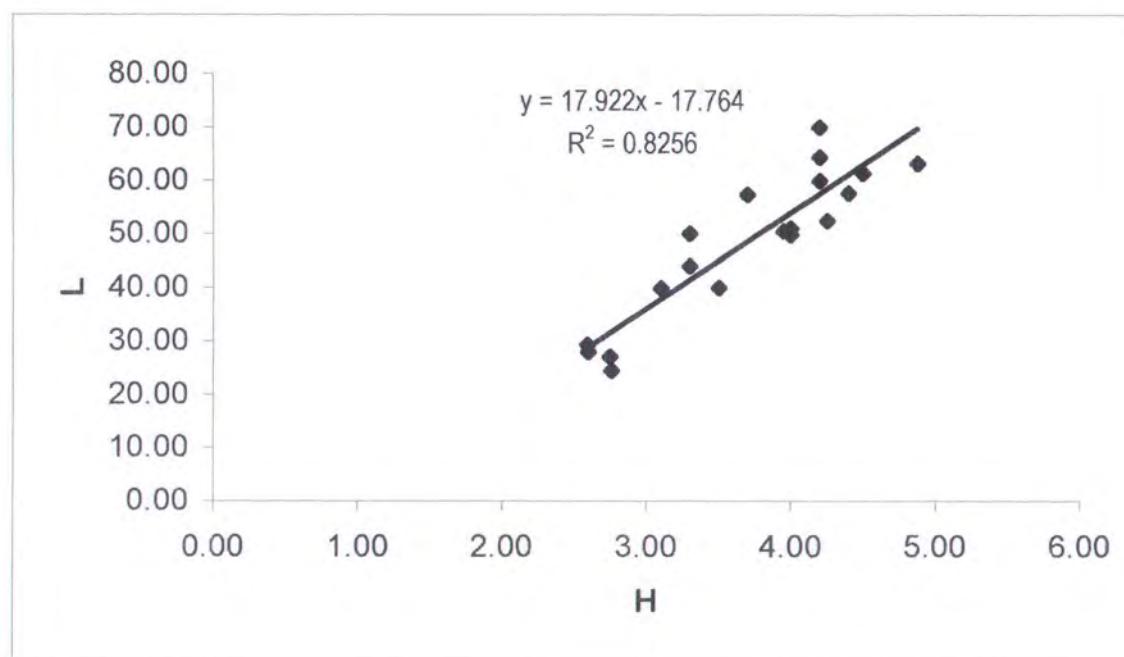
#### 4.3.2 Perhitungan Dimensi Top Flat Barge

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

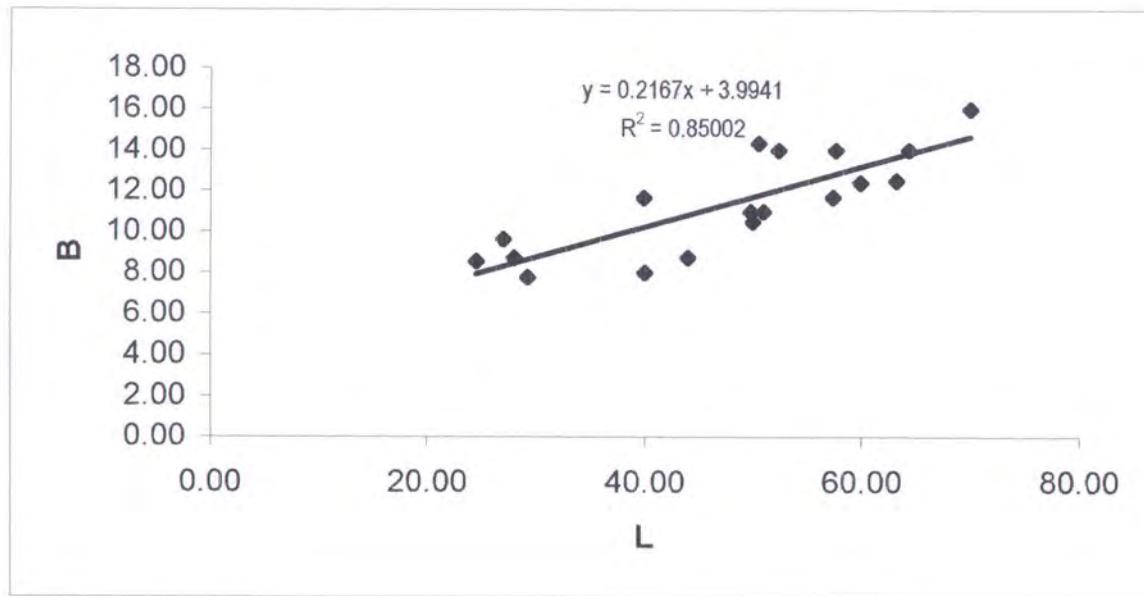
No	T	H
1	1.50	2.59
2	1.49	2.60
3	1.60	2.75
4	1.70	2.76
5	1.98	3.10
6	1.80	3.30
7	2.00	3.30
8	1.60	3.50
9	2.40	3.70
10	2.80	3.95
11	2.50	4.00
12	2.50	4.00
13	2.75	4.20
14	2.65	4.20
15	2.50	4.20
16	2.80	4.25
17	2.88	4.27
18	2.90	4.40
19	3.20	4.50
20	3.92	4.88



No	H	L
1	2.59	29.26
2	2.60	28.00
3	2.75	27.02
4	2.76	24.50
5	3.10	39.93
6	3.30	50.00
7	3.30	44.00
8	3.50	40.00
9	3.70	57.39
10	3.95	50.56
11	4.00	51.00
12	4.00	49.80
13	4.20	70.00
14	4.20	64.35
15	4.20	59.90
16	4.25	52.40
18	4.40	57.60
19	4.50	61.36
20	4.88	63.20



No	L	B
1	29.26	7.77
2	40.00	8.00
3	24.50	8.56
4	44.00	8.75
5	50.00	10.50
6	27.02	9.62
7	51.00	11.00
8	49.80	11.00
9	39.93	11.68
10	57.39	11.69
11	70.00	16.00
12	59.90	12.40
13	63.20	12.50
14	28.00	8.70
15	64.35	14.00
16	57.60	14.00
17	52.40	14.00



perhitungan regresi linier yang dikerjakan dengan program Excel XP –

Add ins – data analisis diperoleh persamaan :

$$H = 0,9966 T + 1,357 \quad (1)$$

$$L = 17,964 H - 17,883 \quad (2)$$

$$B = 0,2167 L + 3,9941 \quad (3)$$

T ditentukan 1,7 m.

Dari persamaan (1), (2), dan (3) didapat:

$$H = 3,05 \text{ m, diambil } 3,0 \text{ m}$$

$$L = 36,93 \text{ m, diambil } 37,0 \text{ m}$$

$$B = 12,01 \text{ m, diambil } 12,0 \text{ m}$$

Ukuran utama tersebut nantinya akan diperiksa persamaan displacementnya untuk mengetahui berapa volume ballast air yang akan digunakan serta penambahan tangki untuk keperluan bunker bagi kapal ikan yang beroperasi di daerah tersebut pada saat kapal tidak melakukan kegiatan mengeruk.

#### **4.4 Penentuan Jumlah Crew**

Jumlah crew untuk kapal keruk suction dredger ini sebanyak 24 orang, yang dibagi dalam dua (2) shift.

Adapun pembagiannya adalah :

Bagian Deck :

- Pimpinan Umum

- Operator Keruk, terdiri dari :
  - Mandor Keruk harian =  $2 \times 1$  orang
  - Petugas Keruk harian =  $2 \times 2$  orang
- Operator Listrik, terdiri dari :
  - Petugas Listrik harian =  $2 \times 2$  orang
- Kelasi =  $2 \times 2$  orang
- Koki =  $2 \times 1$  orang

Bagian Mesin :

- Kepala Kamar Mesin = 1 orang
- Petugas Mesin harian =  $2 \times 2$  orang
- Juru Minyak =  $2 \times 1$  orang

#### 4.5. Perencanaan Genset Utama

Genset utama tersebut harus dapat mengcover semua peralatan yang memakai tenaga listrik secara bersama - sama.

Adapun peralatan yang memakai tenaga listrik :

##### a. Winch

Dari buku *Marine Auxiliary Machinery and System*, M.Khetagurov dapat ditentukan besarnya daya yang dibutuhkan untuk menggerakkan winch.

Ada dua macam winch yang digunakan, yaitu:

1. Untuk menaikkan dan menurunkan ladder

- Gaya tarik pada winch barrel

$$T_b = (P + Q) / (p \cdot k)$$

Dimana : P = Berat ladder yang diangkat/diturunkan (50 ton)

Q = Berat cargo hook dan shackle

$$= (0,0022 - 0,0028) \cdot P, \text{ diambil } 0,0022$$

$$= 0,0022 \cdot 50.000 = 110 \text{ kg}$$

p = efficiency 1 pulley, diambil 1

k = faktor keamanan

Sehingga:

$$T_b = (50.000 + 110) / (1 \cdot 0,95) = 52747 \text{ kg}$$

- Diameter winch barrel

$$D_{wb} = D_d + d_r (2z - 1) \text{ m}$$

Dimana:

$$D_d = \text{Diameter drum} (16,5 \div 18) \text{ dr dan max} = 0,4$$

diambil max 0,4

$$d_r = \text{Diameter tali} = D_d/17 = 0,0235 \text{ m}$$

z = Jumlah lilitan tali pada drum (< 8); diambil 7 lilitan

$$\text{Maka : } D_{wb} = 0,4 + 0,0235 \{2(7) - 1\} = 0,7055 \text{ m}$$

- Torsi yang ditimbulkan pada shaft barrel :

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

Dimana :

b = efficiency winch barrel, diambil 0,8

$$\text{Maka: } M_{bd} = 0,5 \cdot 0,7055 \cdot 52747 / 0,8$$

$$= 23258,13 \text{ kg m}$$

- Overall gearing ratio

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

dimana :

$n_m$  = putaran poros motor listrik (500 ÷ 3000) rpm, diambil

2000 rpm

$n_{wb}$  = kecepatan putar dari barrel

$$= 19,1 \cdot (V_{td} / D_{wb})$$

$V_{td}$  = kec.mengangkat beban (0,33 ÷ 0,5) m/dt , diambil 0,4

m/dt

$$= 24 \text{ m/menit}$$

$$n_{wb} = 19,1 \cdot (24/0,7055) = 649,75 / \text{menit}$$

$$\text{sehingga : } i_{wd} = 2000 / 649,75 = 3,078$$

- Torsi yang dibutuhkan poros sebagai penggerak :

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

Dimana :

$w_d$  = efficiency keseluruhan (0,65 ÷ 0,75), diambil 0,7

Sehingga :

$$M_{md} = 23258,13 / (3,078 \cdot 0,7)$$

$$= 10794,64 \text{ kg m}$$

- Tenaga cargo winch:

$$N_e = M_{md} \cdot n_m / 71620 \text{ Hp}$$

Dimana :

$M_{md}$  = torsi yang timbul pada poros penggerak = 10794,64

kg m

$N_m$  = putaran poros motor listrik ( 2000 rpm )

Sehingga :

$N_e$  =  $10794,64 \cdot 2000 / 71620$

= 301.4421 Hp, diambil 310 Hp

## 2. Untuk menaikkan dan menurunkan jangkar

- Gaya tarik pada winch barrel

$$T_b = (P + Q) / (p \cdot k)$$

Dimana :

$P$  = Berat jangkar yang ditarik (1808,83 kg)

$Q$  = Berat cargo hook dan shackle

$$= (0,0022 - 0,0028) \cdot P, \text{ diambil } 0,0022$$

$$= 0,0022 \cdot 1808,83 = 3,979 \text{ kg}$$

$p$  = efficiency 1 pulley, diambil 1

$k$  = faktor keamanan

Sehingga:

$$T_b = (1808,83 + 3,979) / (1 \cdot 0,95) = 1908,22 \text{ kg}$$

- Diameter winch barrel

$$D_{wb} = D_d + dr (2z - 1) \text{ m}$$

Dimana:

Dd = Diameter drum (16,5 - 18) dr dan max = 0,4 diambil

max 0,4

dr = Diameter tali = Dd / 17 = 0,024 m

z = Jumlah lilitan tali pada drum (< 8); diambil 4 lilitan

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

- Torsi yang ditimbulkan pada shaft barrel :

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

Dimana b = efficiency winch barrel, diambil 0,8

Maka:  $M_{bd} = 0,5 \cdot 0,568 \cdot 1908,22 / 0,8$

$$= 677,418 \text{ kg m}$$

- Overall gearing ratio

$$iwd = nm / nwb$$

dimana :

nm = putaran poros motor listrik (500 ÷ 3000) rpm, diambil

2000 rpm

nwb = kecepatan putar dari barrel

$$= 19,1 \cdot (Vtd / D_{wb})$$

Vtd = kec. mengangkat beban (0,33 ÷ 0,5) m/dt , diambil 0,4

m/dt

$$= 24 \text{ m/menit}$$

$$nwb = 19,1 \cdot (24 / 0,568) = 807,04/\text{menit}$$

sehingga :

$$iwd = 2000 / 807,04 = 2,48$$

- Torsi yang dibutuhkan poros sebagai penggerak :

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

Dimana :

$w_d$  = efficiency keseluruhan ( $0,65 \div 0,75$ ), diambil 0,7

Sehingga :

$$M_{md} = 677,418 / (2,48 \cdot 0,7)$$

$$= 390,218 \text{ kg m}$$

- Tenaga cargo winch:

$$N_e = M_{md} \cdot n_m / 71620 \text{ Hp}$$

Dimana :

$M_{md}$  = torsi yang timbul pada poros penggerak = 390,218 kgm

$n_m$  = putaran poros motor listrik (2000 rpm)

Sehingga :

$$N_e = 390,218 \cdot 2000 / 71620$$

$$= 10,896 \text{ Hp} \quad \text{diambil 11 Hp}$$

Direncanakan kapal ini menggunakan jangkar sebanyak 6 buah sehingga  $11 \times 6$  kali, yaitu sebesar 66 HP.

## b. Electro motor + pompa

Pompa ballast = 30 HP

Pompa bahan bakar = 30 HP

Pompa air tawar = 10 HP

Pompa keruk = 1245 HP

Untuk melayani kebutuhan listrik pada item-item diatas diasumsikan daya yang dibutuhkan 1705 HP.

Untuk penerangan dan komunikasi

Untuk kebutuhan penerangan dan komunikasi diasumsikan dibutuhkan daya sebesar 40 HP.

Total daya yang dihasilkan generator utama adalah sebesar 1745 HP.

Dari katalog mesin didapatkan generator utama merk STX dengan spesifikasi sebagai berikut:

Type : KTTA50G2

Daya : 1855 HP

Fuel consumption : 560 g/hr

Berat : 23 ton

Untuk generator bantu daya yang dibutuhkan adalah sebesar 20% daya generator utama yaitu 371 HP. Dipilih merk STX dengan spesifikasi:

Type : NT855G6

Daya : 395 HP

Fuel consumption : 230 g/hr

Berat : 9 ton

#### 4.6. Perencanaan Ruang Akomodasi

Ruang akomodasi harus dibuat dari material yang tahan api dan sesuai dengan metode perlindungan terhadap api. Stairway dan corridor, juga termasuk jalan darurat harus mempunyai perlindungan terhadap api

secara lebih spesial. Ruang crew harus terlindung dari panas, dingin, dan pengembunan. Direncanakan ada 3 macam ruang yaitu:

- Ruang tidur
- Mess room
- Ruang saniter

Dalam penyusunan ruang-ruang akomodasi harus mengikuti ketentuan-ketentuan yang berlaku, dan diuraikan sebagai berikut :

#### 1. Ruang tidur

Ketentuannya adalah sebagai berikut :

- Tidak boleh ada bukaan ke dalam ruang tidur dari ruangan untuk muatan, ruang mesin, dapur, saniter, paint room, dan drying room
- Tinggi ruangan minimum 1,9 m, diambil tinggi ruangan 2,4 m
- Tinggi tempat tidur tidak boleh kurang dari 76 cm dan lebih dari 193 cm
- Kapasitas maksimum 2 orang per kabin

Ukuran-ukuran yang digunakan di dalam ruang akomodasi :

Tempat tidur :  $200 \times 80$  cm

Meja kerja :  $100 \times 50$  cm

Lemari :  $120 \times 60$  cm

Kursi :  $40 \times 40$  cm

#### 2. Mess room

Di setiap kapal harus tersedia mess room yang cukup dan diletakkan berdekatan dengan dapur atau ruang makan. Ukuran-ukuran yang digunakan di dalam mess room:

Meja:  $200 \times 100$  cm

Kursi:  $40 \times 40$  cm

### 3. Fasilitas saniter

Setiap kapal harus dilengkapi dengan fasilitas ini yaitu yang termasuk di antaranya adalah wastavel, laundry, toilet, bak mandi/shower bath.

Ketentuan yang harus dipenuhi :

- Washroom dan toilet harus tersedia sedikitnya satu untuk delapan orang crew dan untuk chief harus memiliki fasilitas saniter pribadi
- Untuk penggunaan yang tidak menggunakan fasilitas pribadi harus disediakan dengan perincian:
  - Satu kamar mandi untuk setiap delapan orang crew.
  - Satu wastavel untuk setiap enam orang.
  - Dapat dikurangi bila anak buah kapal kurang dari 100 orang dan waktu pelayaran kurang dari empat jam.

### 4. Dry provision store room

Adalah gudang untuk menyimpan bahan makanan kering yang harus ditempatkan di dekat galley dan pantry bila keadaan memungkinkan.

### 5. Cold store room (freezer)

Adalah gudang tempat menyimpan bahan makanan basah yang biasanya terdiri dari :



- meat room: tempat menyimpan daging dengan temperatur maksimum  $18^{\circ}\text{F}$ .
- vegetable room: tempat menyimpan sayuran dan buah-buahan dengan temperatur maksimum  $35^{\circ}\text{F}$

Luas ruang seluruh provision store adalah  $0,8 \div 1\text{ m}^2$  per orang, di mana untuk cold store room adalah sepertiga sampai setengah darinya.

## 6. Galley (dapur)

Ketentuan yang harus dipenuhi :

- Diletakkan di dekat mess room dan provision store
- Harus terhindar dari asap, debu, dan tidak boleh berhubungan langsung dengan ruang tidur
- Dapur harus dilengkapi dengan exhaust fan yang menghisap bau dan asap yang keluar
- Dapur yang terletak pada open deck harus mempunyai opening pada sisi dan ujungnya untuk ventilasi
- Luas dapur diperkirakan sebesar  $0,5\text{ m}^2$  per ABK

Untuk keperluan navigasi digunakan lampu navigasi sebagai berikut:

1. Mast head light / lampu tiang agung
  - Warna lampu putih
  - Sudut penerangan  $225^{\circ}$  ke depan
  - Diletakkan di sisi depan tiang dan harus dapat dilihat dari jarak  $2 \div 5$  mil

- Mast head light ini ada dua lampu yaitu fore mast head light dan after mast head light

2. Anchor light

- Warna lampu putih
- Dipasang pada saat lego jangkar
- Sudut penerangan  $360^\circ$
- Tinggi dari main deck 23 feet = 7 m
- Letak di forecastle
- Dapat terlihat dari jarak 3 mil terhadap kapal

3. Side light

- Pada sisi kanan kapal (starboard) warna lampu hijau
- Pada sisi kiri kapal (port side) warna lampu merah
- Sudut penerangan  $112,5^\circ$  dan dapat terlihat dari jarak 2 mil

4. Stern light

- Warna lampu putih
- Diletakkan pada buritan kapal dan terletak di tengah-tengahnya
- Sudut penerangan  $135^\circ$
- Tingginya kurang dari anchor light atau 2 m dari main deck

#### **4.7. Perhitungan Volume Ballast Air**

##### **4.7.1. Perhitungan LWT**

a. Berat flat top barge

$$W_{st} = S_c \times C_n / 100 \text{ ton} \quad [\text{Basic Naval Architecture}]$$

$S_c = 0,22 \dots \dots \dots \dots$  untuk barge

$C_n = \text{Cubic number (feet cubic)}$

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

$$W_{st} = 0,22 \times (37,0 \times 12 \times 3,0 \times 35,315) / 100$$

$$= 103,487 \text{ ton}$$

Ditambah berat ladder = 50 ton.

$$W_{st} = 103,487 + 50$$

$$= 153,487 \text{ ton}$$

b. Berat accomodation deck

$$W_{ad} = 0,1185 \times V \quad [\text{LR '64}]$$

$$= 0,1185 \times [10 \times 7,4 \times 2,4]$$

$$= 21,0456 \text{ ton}$$

c. Berat instalasi permesinan

$$\text{Berat genset utama (1855 HP)} = 23000 \text{ kg}$$

$$\text{Berat genset bantu (395 HP)} = 9000 \text{ kg}$$

$$\text{Berat pompa keruk} = 53000 \text{ kg}$$

$$\text{Berat pompa-pompa ( ballast, bahan bakar, air tawar,jig)}$$

$$= 8000 \text{ kg}$$

$$\text{Elektromotor + winch} = 4000 \text{ kg}$$

$$\text{Berat} = 86,3 \text{ ton}$$

d. Berat outfit & akomodasi

$$W_{oa} = 5\% W_{st}$$

$$= 5\% \times 131,391 \text{ ton}$$

$$= 6,57 \text{ ton}$$

e. Berat cadangan

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

$$\begin{aligned} \text{LWT} &= W_{st} + W_{ad} + W_p + W_{oa} \\ &= 153,487 + 21,0456 + 86,3 + 6,57 \\ &= 267,403 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_{res} &= (2 \div 3)\% \text{ LWT, diambil } 2,5\% \\ &= 2,5\% \times 267,403 \\ &= 6,685 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jadi LWT}_{total} &= \text{LWT} + W_{res} \\ &= 267,403 + 6,685 \\ &= 274,088 \text{ ton} \end{aligned}$$

#### 4.7.2 Perhitungan DWT [Poehls, H, 1982]

Tanki-tanki pada kapal pengisinya direncanakan setiap 7 hari sekali.

a. Berat Fuel Oil ( untuk genset utama dan genset bantu )

$$W_{FO} = (Pb_{mg} \cdot b_{mg} + Pb_{ag} \cdot b_{ag}) \cdot t \cdot 10^{-6} \cdot (1,1 \div 1,3)$$

Dimana :

$$Pb_{mg} = \text{Besar HP genset utama} = 1855 \text{ Hp}$$

$$b_{mg} = \text{Konsumsi BB genset utama} = 560 \text{ g / Hph}$$

$$Pb_{ag} = \text{Besar Hp genset bantu} = 395 \text{ Hp}$$

$$b_{ag} = \text{Konsumsi BB genset bantu} = 230 \text{ g / Hph}$$

$$t = 7 \text{ hari} = 112 \text{ jam}$$

$$\begin{aligned}\text{Jadi } W_{FO} &= (1855 \cdot 560 + 395 \cdot 230) \cdot 1182 \cdot 10^{-6} \cdot 1,3 \\ &= 164,48 \text{ ton}\end{aligned}$$

b. Berat Lubrication Oil / minyak pelumas

$$W_{LO} = (Pb_{mg} \cdot b_{mg} + Pb_{ag} \cdot b_{ag}) \cdot t \cdot 10^{-6} \cdot (1,1 \div 1,3)$$

Dimana:

$$Pb_{mg} = \text{Besar HP genset utama} = 1855 \text{ Hp}$$

$$b_{mg} = \text{Konsumsi LO genset utama} = 10,25 \text{ g / Hph}$$

$$Pb_{ag} = \text{Besar Hp genset bantu} = 395 \text{ Hp}$$

$$b_{ag} = \text{Konsumsi LO genset bantu} = 4,20 \text{ g / Hph}$$

$$t = 7 \text{ hari} = 112 \text{ jam}$$

$$\begin{aligned}\text{Jadi } W_{LO} &= (1855 \cdot 10,25 + 395 \cdot 4,20) \cdot 112 \cdot 10^{-6} \cdot 1,3 \\ &= 3,01 \text{ ton}\end{aligned}$$

c. Berat fresh water / air tawar

- Untuk minum: 10 kg/orang/hari

$$= 24 \text{ orang} \cdot 10 \text{ kg/orang/hari} \cdot 7 \text{ hari} \cdot 10^{-3} = 1,68 \text{ ton}$$

- Untuk mandi dan cuci: 100 kg/orang/hari

$$= 24 \text{ orang} \cdot 100 \text{ kg/orang/hari} \cdot 7 \text{ hari} \cdot 10^{-3} = 16,8 \text{ ton}$$

- Untuk pendingin mesin: 2 ÷ 5 kg / HP

$$= (2 \times 1855) + (2 \times 395) = 4,7 \text{ ton}$$

Berat total fresh water yang dibutuhkan = 23,18 ton

d. Berat provision 3 kg/orang/hari

$$= 24 \text{ orang} \cdot 3 \text{ kg/orang/hari} \cdot 7 \text{ hari} \cdot 10^{-3} = 0,5 \text{ ton}$$

e. Berat crew diambil rata-rata 75 kg /orang

$$= 22/2 \text{ orang} \cdot 75 \text{ kg /orang} \cdot 10^{-3} = 0,825 \text{ ton (pekerja)}$$

$$= 2 \text{ orang} \cdot 75 \text{ kg /orang} \cdot 10^{-3} = 0,15 \text{ ton (Pimpinan Umum dan KKM)}$$

Berat total crew dalam satu shift = 0,975 ton

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

$$= 22/2 \text{ orang} \cdot 10 \text{ kg/orang} \cdot 10^{-3} = 0,11 \text{ ton (pekerja)}$$

$$= 2 \text{ orang} \cdot 10 \text{ kg/orang} \cdot 10^{-3} = 0,02 \text{ ton (Pimpinan Umum dan KKM)}$$

Berat total luggage dalam satu shift = 0,13 ton

Jadi berat DWT = 282,515 ton

#### 4.7.3 Perhitungan Displacement

$$\Delta = L \cdot B \cdot T \cdot \gamma_{\text{air laut}} \cdot C$$

$$= 37,0 \times 12 \times 1,7 \times 1,025 \times 1,004$$

$$= 807,71 \text{ ton}$$

$$\Delta = \text{LWT} + \text{DWT}$$

$$= 274,088 + (282,515 + W_{\text{ballast}})$$

Sehingga W ballast dapat diketahui:

$$W_{\text{ballast}} = 807,71 - (274,088 + 282,515)$$

$$= 807,71 - 533,953$$

$$= 251,107 \text{ ton}$$

#### 4.8. Penentuan DWT Hopper Barge ( Barge Lumpur )

Sarana penunjang dalam proses pengeringan berupa bak lumpur sebagai tempat penampungan sementara hasil pengeringan yang nantinya dibuang dilokasi pembuangan.

Dalam pekerjaan pengeringan di alur sungai ini direncanakan memakai dua bak lumpur ( split barge ) non self propelled dengan bukaan dibawah. Tujuan dari pemakaian dua bak lumpur adalah agar pengeringan tidak berhenti apabila bak yang satu sudah penuh, Jika bak 1 sudah penuh maka bak tersebut akan dibawa oleh tug boat ke lokasi pembuangan. Sementara bak 1 pergi, bak 2 akan diisi oleh kapal keruk. Dan seterusnya. Jarak lokasi pembuangan dari lokasi pengeringan rata – rata 2,9 mil laut. Bak lumpur ditarik dengan tug boat milik pelabuhan dengan kecepatan rata – rata 8 knots

Waktu yang diperlukan dalam satu fase ( pulang pergi ) :

- Waktu perjalanan =  $2 \times 2,9 / 8 = 0,725$  jam = 43,5 menit
- Waktu bongkar muatan + pergantian barge = 15 menit

Waktu total = 60 menit = 1 jam

Dalam satu hari satu shif = 8 jam didapatkan  $8 / 1 = 8$  fase ( pulang pergi )

Karena ada 2 shif maka didapatkan  $8$  fase  $\times 2 = 16$  fase ( pulang pergi )

#### 4.8.1. Penentuan kapasitas bak lumpur

Terdapat waktu 1 jam untuk mengisi bak lumpur, jika diketahui kapasitas kapal keruk  $2000 \text{ m}^3 / \text{jam}$ , maka dalam 1 jam dapat mengeruk  $2000 \text{ m}^3$

Kapasitas bak lumpur dapat ditentukan, diambil  $2000 \text{ m}^3$

Hal ini dilakukan karena pada setiap fase pasti ada waktu untuk memindahkan bak lumpur 1 dengan bak lumpur 2 serta pemindahan kapal keruk kelokasi lainnya

Jika stowage faktor lumpur  $1,425 \text{ m}^3 / \text{ton}$ ,

Maka berat muatan bak lumpur =  $2000 / 1,425 = 1403,51 \text{ ton}$

Jadi DWT bak lumpur =  $1403,51 \text{ ton}$ .

#### 4.9. Alternatif Barge sebagai bunker

Kabupaten Daerah Tingkat II Kotawaringin Timur memiliki perairan umum dengan luas  $\pm 480.630 \text{ ha}$  terdiri dari sungai, danau dan rawa dengan potensi yang cukup besar. Potensi penangkapan lestari dari perairan umum ini diperkirakan sebesar  $21.514,2 \text{ ton/tahun}$ .

Perairan laut dengan panjang garis pantai  $321 \text{ km}$  merupakan daerah yang berpotensi tinggi. Potensi penangkapan lestari dari perairan laut diperkirakan sebesar  $53.722,1 \text{ ton/tahun}$ .

Tersedianya potensi fishing ground yang besar diperairan laut, wilayah Kabupaten Daerah tingkat II Kotawaringin Timur membuat semakin

meningkatnya jumlah kapal penangkap ikan yang beroperasi setiap tahunnya dapat dilihat pada tabel berikut ini.

<b>Tahun</b>	<b>Kapal Motor</b>			<b>Jumlah</b>
	<b>&lt; 10 GT</b>	<b>10 – 20 GT</b>	<b>&gt;20 GT</b>	
1994	741	45	18	805
1995	761	45	18	824
1996	766	45	18	829
1997	789	45	18	852
1998	791	45	18	854
1999	1266	56	19	1340
2000	1541	62	20	1621
2001	1754	70	22	1842
2002	1867	98	25	1976

Tabel 4.1. Perkembangan kapal penangkap ikan di daerah Tingkat II Kotawaringin Timur Tahun 1994 – 2002

Karena banyaknya kapal penangkap ikan yang beroperasi maka kebutuhan bahan bakar sangat dibutuhkan, untuk memenuhiinya dibutuhkan sarana untuk bunker atau pengisian bahan bakar. Dalam hal ini kapal keruk dapat dimanfaatkan untuk melayani bunker pada saat kapal tidak melakukan kegiatan mengeruk. Oleh karena itu kapal ini hanya mampu melayani sebagian kapal-kapal ikan yang beroperasi, karena terbatasnya ruang muat yang direncanakan.

Berikut ini tabel kapal ikan yang dapat terpenuhi untuk permintaan pengisian bahan bakar

<b>Kapal Motor</b>	<b>Kebutuhan Rata-rata bahan bakar (ton/bulan/kapal)</b>
<b>&lt; 10 GT</b>	-
<b>10 – 20 GT</b>	18,4
<b>&gt;20 GT</b>	24,5

Tabel 4.2. Kebutuhan rata-rata bahan bakar kapal penangkap ikan

Kebutuhan bahan bakar kapal ikan motor dengan GT kurang dari 10 ton kebanyakan menggunakan mesin tempel yang berbahan bakar premium jadi tidak diperhitungkan.

Kebutuhan bahan bakar untuk kapal dengan GT antara 10 - 20 ton dengan radius pelayaran antara 10 - 12 mil dari garis pantai konsumsi bahan bakarnya sekitar 2,0 – 2,6 ton.

Kebutuhan bahan bakar untuk kapal lebih dari 20 GT dengan radius pelayaran antara lebih dari 12 mil dari garis pantai konsumsi bahan bakarnya sekitar 3,0 – 4.0 ton. Biasanya melaut seminggu 2 kali , dalam setahun nelayan jarang mencari ikan pada bulan januari sampai maret karena cuaca biasanya buruk.

Kapal ikan yang beroperasi sebanyak 91 kapal dengan GT antara 10 - 20 ton dan 18 kapal dengan GT lebih dari 20 GT, sehingga diperkirakan 272,3 ton kebutuhan bahan bakar yang dibutuhkan.

## **BAB V**

### **ANALISIS EKONOMIS**

## **BAB V**

### **ANALISIS EKONOMIS**

#### **5.1. Perhitungan Kelayakan Investasi**

##### **5.1.1. Estimasi Investasi**

Analisa ekonomis pengadaan suatu kapal terdiri dari dua hal penting yang perlu diperhatikan yaitu manfaat atau pemasukan, serta biaya yang dikeluarkan. Perhitungan investasi pengadaan kapal dapat menggunakan pendekatan-pendekatan dengan berdasarkan patokan harga kapal yang sejenis. Harga kapal tersebut diasumsikan konstan setiap tahun dengan mengabaikan indikator ekonomi, selain itu juga dapat melalui pendekatan secara prosentasi dari biaya-biaya yang dikeluarkan dalam merencanakan sebuah kapal.

Estimasi biaya produksi kapal keruk, yaitu  
(dari *Ships Economics; Estimating Building and Operating Costs, I.L. Buxton, 1978*)

Prosentase biaya pembangunan kapal.

<b>Item</b>	<b>(%)</b>
1. Steelwork materials	9
2. Steelwork labour	11
3. Outfit materials and sub-contractors	20
4. Outfit labour	7
5. Main machinery	14
6. Other machinery	16
7. Machinery installation labour	3
8. Overheads	20
Total building cost	100
Subtotal materials	59
Sub total labour, including overheads	41

Tabel 5.1. Prosentase biaya pembuatan kapal

Dari bagian IV.8.1 diketahui berat baja  $W_{st} = 131,391$  ton, dari data yang didapat dari PT PAL Surabaya diperoleh steel plate cost = US\$ 400/ton. Maka diperoleh steel work material adalah  $153,487 \times 400 = \text{US\$ } 61.394,8$ . Harga ini merupakan 6% dari keseluruhan harga kapal keruk yang dibangun (lihat tabel diatas). Total keseluruhan harga kapal adalah sebesar

$$\frac{100\%}{9\%} \times 61.394,8 = \text{US\$ } 682.164,44$$

$$\text{Total cost} = \text{US\$ } 682.164,44 / 0,59 = \text{US\$ } 1.156.210,9$$

### 5.1.2. Estimasi Biaya Operasional Kapal

1 liter fuel oil (HSD) = Rp 1.250,00

1 liter lubricating oil = Rp 13.000,00

1 ton fresh water = Rp 10.000,00

Ada 3 (tiga) komponen biaya operasional kapal:

- Voyage cost
  - Operating cost
  - Capital cost
- Voyage cost

#### Fuel oil cost

- a. Kapal keruk

Kapal keruk direncanakan diisi kebutuhan bahan bakar, minyak lumas, dan air tawarnya setiap 7 (tujuh) hari sekali selama berlangsungnya proses penggerukan (158 hari). Berat konsumsi FO yang dibutuhkan dalam 7 hari ( $W_{FO}$ ) = 253,1 ton. Total volume

selama 7 hari =  $253,1 / 0,95 = 266,42 \text{ m}^3 = 266.420 \text{ liter}$ . Total selama 158 hari =  $266.420 \times 158 / 7 = 6.013.480 \text{ liter}$ .

Dengan harga HSD Rp 1.250,00 per liter maka total fuel cost adalah sebesar  $6.013.480 \times 1250 = \text{Rp } 7.516.850.000 \approx \text{US\$ } 835.205,56$

b. Kapal tunda

Sebuah kapal tunda yang digunakan dalam pekerjaan pengeringan ini. Sebelum menentukan kebutuhan FO kapal tunda, lebih dulu ditentukan jarak yang ditempuh kapal tunda.

- Mobilisasi kapal keruk untuk kali pertama, dari Pelabuhan Sampit menuju ke mulut alur yang baru menempuh jarak  $\approx 35$  mil laut. Satu trip =  $2 \times 35 = 70$  mil laut.
- Kapal tunda selalu berada di lokasi pengeringan kecuali untuk mengangkut kru pada saat pergantian shift dan mengangkut bak lumpur ke tempat pembuangan.

Jarak yang ditempuh adalah 2,9 mil laut, dalam 1 hari ada 16 fase (pulang pergi), (Bab IV. 4.8 hal IV-30)

Didapatkan  $2 \times 2,9 \times 16 = 92,8$  mil laut.

- Mengangkut kru pada saat pergantian shift dua kali sehari selama 158 hari dari dan ke Pelabuhan Sampit. Jumlah trip adalah  $158 \times 2 = 316$  trip. Jarak yang ditempuh adalah 35 mil (jarak dari Pelabuhan Sampit menuju muara sungai). Dalam satu trip =  $2 \times 35 = 70$  mil laut.

Total jarak tempuh selama pengeringan =  $70 \times 316$

$$= 22.120 \text{ mil laut.}$$

$$\begin{aligned} \text{Total jarak pelayaran kapal tunda} &= 70 + 92,8 + 22.120 \\ &= 22.282,8 \text{ mil laut} \end{aligned}$$

Kebutuhan FO kapal tunda dihitung sebagai berikut:

$$W_{FO} = (Pb_{me} \cdot b_{me}) \cdot S/V \cdot 10^{-6} \cdot (1,1 \div 1,3)$$

Dimana :

$$Pb_{me} = \text{Besar HP kapal tunda} = 360 \text{ Hp}$$

$$b_{me} = \text{konsumsi FO kapal tunda} = 150 \text{ g / Hph}$$

$$S = \text{radius pelayaran} = 22.282,8 \text{ mil laut}$$

$$V = \text{kecepatan dinas kapal tunda} = 8 \text{ knot}$$

$$\begin{aligned} \text{Jadi } W_{FO} &= (360 \cdot 150) \cdot 22.282,8 / 8 \cdot 10^{-6} \cdot 1,2 \\ &= 180,5 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\text{Volume FO} = 180,5 / 0,95$$

$$= 190 \text{ m}^3 = 190.000 \text{ liter}$$

$$\begin{aligned} \text{Fuel cost kapal tunda} &= 190.000 \times 1250 \\ &= \text{Rp } 237.500.000,00 \\ &= \text{US\$ } 26.388,89 \end{aligned}$$

### Lubricating Oil Cost

#### a. Kapal keruk

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

$$\text{Konsumsi LO}(W_{LO}) = 3,01 \text{ ton (lihat 4.7.2, hal IV-29).}$$

Total volume selama 7 hari =  $3,01 / 0,9 = 3,344 \text{ m}^3 = 3.344 \text{ liter}$ .

Total selama 158 hari =  $3.344 \times 158 / 7 = 75.478,86 \text{ liter}$ .

Harga LO Rp 13.000,00 per liter maka total LO cost adalah sebesar

$$42.994,29 \times 13.000 = \text{Rp } 558.925.770,00 \approx \text{US\$ } 62.102,63$$

b. Kapal tunda

Kebutuhan LO kapal tunda dihitung sebagai berikut:

$$W_{LO} = (Pb_{me} \cdot b_{me}) \cdot S/V \cdot 10^{-6} \cdot (1,1 \div 1,3)$$

Dimana :

$$Pb_{me} = \text{besar HP kapal tunda} = 360 \text{ Hp}$$

$$b_{me} = \text{konsumsi LO kapal tunda} = 2,37 \text{ g / Hph}$$

$$S = \text{radius pelayaran} = 22.282,8 \text{ mil laut}$$

$$V = \text{kecepatan dinas kapal tunda} = 8 \text{ knot}$$

$$\begin{aligned} \text{Jadi } W_{LO} &= (360 \cdot 2,37) \cdot 22.282,8 / 8 \cdot 10^{-6} \cdot 1,3 \\ &= 3,09 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume LO} &= 3,09 / 0,9 \\ &= 3,43 \text{ m}^3 = 3430 \text{ liter} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Fuel cost kapal tunda} &= 3430 \times 13000 \\ &= \text{Rp } 44.590.000,00 \\ &= \text{US\$ } 4.954,44 \end{aligned}$$

### Fresh water cost ( air tawar )

Konsumsi air tawar( $W_{LO}$ ) = 23,18 ton (lihat 4.7.2, hal IV-29).

Total selama 158 hari =  $23,18 \times 158 / 7 = 523,205 \text{ ton}$ .

Harga FW Rp 10.000,00 per ton maka total FW cost adalah sebesar

$$= 523,205 \times 10.000 = \text{Rp } 5.232.057,1 \approx \text{US\$ } 581,34$$

- **Operating cost**

1. Gaji Anak Buah Kapal (ABK)

Jumlah ABK kapal keruk sebanyak 24 orang dan kru kapal tunda 4 orang (2 shift). Perincian gaji tiap-tiap kru adalah:

$$\text{Imbalan prestasi (premi) rata-rata } / \text{m}^3/\text{org} = \text{Rp } 50,00$$

$$= (50 \times 2.201.100) / 28 = \text{Rp } 3.930.535,70$$

Uang makan Rp 20.000,00 per hari ( 4 x @ Rp. 5.000 )

$$= 20.000,00 \times 158 = \text{Rp } 3.160.000,00$$

$$\text{Pakaian kerja} = \text{Rp } 100.000,00$$

$$\text{Total gaji} = \text{Rp } 7.190.535,70$$

Jadi jumlah gaji yang dibayarkan selama pengeringan berlangsung

$$= 28 \times 7.190.535,70 = \text{Rp } 2.013.355.000,00 \approx \text{US\$ } 22.370,556$$

2. Survey

Survey yang dilaksanakan meliputi:

- predredge survey
- check survey / levelling
- progress survey
- final survey

Biaya yang diperlukan diperkirakan Rp 15.000.000,00

$$= \text{US\$ } 1.667$$

### 5.1.3. Pengeluaran tahunan

1. Perawatan dan perbaikan (dari PT Rukindo Surabaya)

Biaya perawatan dan perbaikan kapal keruk ini setiap tahunnya diambil pendekatan 1,5% dari harga kapal, yaitu  $1,5\% \times 989.762,71 = \text{US\$ } 14.846,44$

2. Asuransi (dari PT Rukindo Surabaya)

Biaya asuransi per tahun diambil pendekatan 1% dari harga kapal, yaitu  $1\% \times 989.762,71 = \text{US\$ } 9.897,63$

### 5.1.4. Capital cost (CC)

$$CC = \frac{(CR - Tr/N)}{(1,0 - Tr)} \times \text{investasi}$$

Dimana :

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

$$\text{- Tr : Tax rate} = 11\%$$

$$\text{- i : Interest rate} = 18\% \text{ ( tingkat suku bunga rata-rata )}$$

$$\text{- N : Lama investasi} = 17 \text{ tahun}$$

$$\text{- Investasi awal} = \text{US\$ } 989.762,71$$

$$\text{- CR} = \frac{0,18 \times (0,18+1)}{(1+0,18)^{17} - 1}$$

$$= 0,196$$

$$\text{- CC} = \frac{(0,196 - 0,11/17)}{(1-0,15)} \times \text{US\$ } 989.762,71$$

$$= 0,222 \times \text{US\$ } 989.762,71$$

$$= \text{US\$ } 219.727,32$$

$$\begin{aligned} \text{Total Cost Per tahun} &= \text{OC} + \text{VC} + \text{CC} \\ &= \text{US\$ } 48.781,626 + \text{US\$ } 939.375,08 + \text{US\$ } \\ &\quad 219.727,32 \\ &= \text{US\$ } 1.207.884,026 \end{aligned}$$

### 5.1.5. Estimasi pemasukan dari operasional kapal

#### Pemasukan

Biaya Sewa dapat dihitung dengan pendekatan :

$$\begin{array}{lcl} - \text{ Biaya Pengerukan} & = \text{Rp. } 6.800,00 \times 1.500.000 = \text{Rp. } 14.960.000.000,00 \\ - \text{ Administrasi} & & = \text{Rp. } 400.000,00 \\ \hline \text{Total biaya sewa} & & = \text{Rp. } 14.960.400.000,00 \\ & & = \text{US\$ } 1.558.266,70 \end{array}$$

### 5.1.6. Analisa Hasil Evaluasi Investasi

Dari hasil sewa kapal keruk pada beberapa tempat diatas dapat diperoleh tambahan pemasukan sebagai berikut :

Hasil evaluasi investasi adalah sebagai berikut :

$$\begin{array}{ll} - \text{ Investasi awal} & = \text{US\$ } 989.762,71 \\ - \text{ Penerimaan per tahun} & = \text{US\$ } 1.558.266,70 \\ - \text{ Pengeluaran per tahun} & = \text{US\$ } 1.207.884,026 \end{array}$$



## 5.2. Perhitungan Kelayakan Kapal Sebagai Bunker

### 5.2.1. Estimasi Biaya Operasional Kapal

1 liter fuel oil (HSD) = Rp 1.250,00

1 liter lubricating oil = Rp 13.000,00

1 ton fresh water = Rp 10.000,00

Komponen biaya operasional kapal:

- Voyage cost
- Operating cost
- Voyage cost
  1. Fuel oil cost

Kapal tunda

Sebuah kapal tunda yang digunakan untuk melayani bunker ini. Sebelum menentukan kebutuhan FO kapal tunda, lebih dulu ditentukan jarak yang ditempuh kapal tunda.

  - Mobilisasi kapal keruk untuk kali pertama, dari Pelabuhan Sampit menuju ke mulut alur yang baru menempuh jarak  $\approx 35$  mil laut. Satu trip =  $2 \times 35 = 70$  mil laut.
  - Total jarak pelayaran kapal tunda =  $2 \times 35 = 70$  mil laut.

Kebutuhan FO kapal tunda dihitung sebagai berikut:

$$W_{FO} = (Pb_{me} \cdot b_{me}) \cdot S/V \cdot 10^{-6} \cdot (1,1 \div 1,3)$$

Dimana :

$Pb_{me}$  = Besar HP kapal tunda = 360 Hp

$b_{me}$  = konsumsi FO kapal tunda = 150 g / Hph

S = radius pelayaran = 70 mil laut

V = kecepatan dinas kapal tunda = 8 knot

$$\begin{aligned} \text{Jadi } W_{FO} &= (360 \cdot 150) \cdot 70 / 8 \cdot 10^{-6} \cdot 1,2 \\ &= 0,57 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume FO} &= 0,57 / 0,95 \\ &= 0,6 \text{ m}^3 = 600 \text{ liter} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Fuel cost kapal tunda} &= 600 \times 1250 \\ &= \text{Rp } 750.000,00 \end{aligned}$$

$$= \text{US\$ } 83.33$$

## 2. Lubricating Oil Cost

Kapal tunda

Kebutuhan LO kapal tunda dihitung sebagai berikut:

$$W_{LO} = (Pb_{me} \cdot b_{me}) \cdot S/V \cdot 10^{-6} \cdot (1,1 \div 1,3)$$

Dimana :

$$Pb_{me} = \text{besar HP kapal tunda} = 360 \text{ Hp}$$

$$b_{me} = \text{konsumsi LO kapal tunda} = 2,37 \text{ g / Hph}$$

$$S = \text{radius pelayaran} = 70 \text{ mil laut}$$

$$V = \text{kecepatan dinas kapal tunda} = 8 \text{ knot}$$

$$\begin{aligned} \text{Jadi } W_{LO} &= (360 \cdot 2,37) \cdot 70 / 8 \cdot 10^{-6} \cdot 1,3 \\ &= 0,0097 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume LO} &= 0,0097 / 0,9 \\ &= 0,011 \text{ m}^3 = 11 \text{ liter} \end{aligned}$$

$$\text{Oil cost kapal tunda} = 11 \times 13000$$

$$= \text{Rp } 143.000,00$$

$$= \text{US\$ } 15,89$$

### 3. Fresh water cost ( air tawar )

Konsumsi air tawar ( $W_{LO}$ ) = 23,18 ton (lihat 4.7.2, hal IV-29).

Harga FW Rp 10.000,00 per ton maka total FW cost adalah sebesar

$$= 23,18 \times 10.000 = \text{Rp } 231.800,00 \approx \text{US\$ } 25,76$$

#### • Operating cost

##### Gaji Anak Buah Kapal (ABK)

Jumlah ABK kapal keruk sebanyak 24 orang dan kru kapal tunda 4 orang. Perincian gaji tiap-tiap kru adalah:

Imbalan prestasi (premi) rata-rata/org @ Rp 100.000,00

$$= 100.000,00 \times 28 = \text{Rp } 2.800.000,00$$

Uang makan Rp 20.000,00 per hari

$$= \text{Rp } 20.000,00 \times 28 = \text{Rp } 560.000,00$$

$$\text{Total gaji} = \text{Rp } 3.360.000,00$$

Jadi jumlah gaji yang dibayarkan = Rp 3.360.000,00  $\approx$  US\\$ 373.33

#### 5.2.2. Estimasi pemasukan dari operasional kapal

##### Pemasukan

Harga jual HSD dapat dihitung dengan pendekatan :

$$- \quad \text{Harga jual HSD} = \text{Rp. } 1.312,50 \times 200.000 = \text{Rp. } 262.500.000,00$$

$$- \quad \text{Harga beli HSD} = \text{Rp. } 1.250,00 \times 200.000 = \text{Rp. } 250.000.000,00$$

$$\text{Total pendapatan bunker} = \text{Rp. } 12.500.000,00$$

$$= \text{US\$ } 1.388,89$$

### 5.2.3. Analisa Pendapatan Bunker

Dari hasil penjualan BBM dapat diperoleh tambahan pemasukan sebagai berikut :

Hasil evaluasi penjualan BBM adalah sebagai berikut :

- Pendapatan per bunker = US\$ 1.388,89
- Pengeluaran per bunker = US\$ 498,31

### 5.3. Perhitungan Net Present Value

*Net Present Value (NPV)* adalah nilai dari 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 suatu proyek. 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 :

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

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

I : Suku bunga bank = 13%

R : Pemasukan dalam satu tahun

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

Analisis perhitungannya adalah sebagai berikut :

Jika : - NPV > 0 , berarti investasi menguntungkan

- 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.

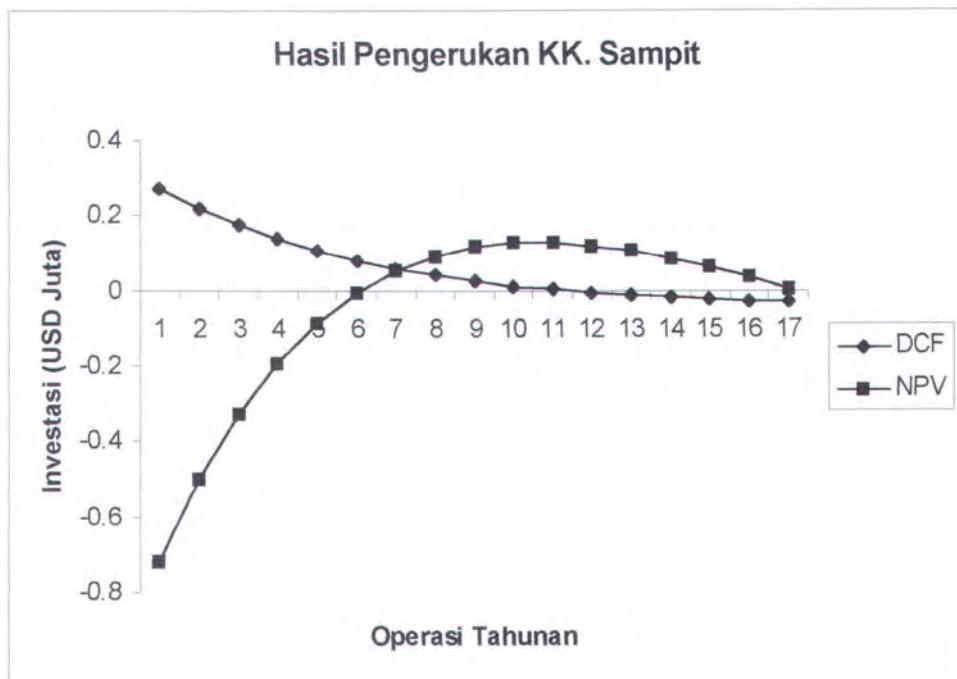
- (Ro) = kolom penerimaan awal tahun operasi
- (w) = faktor pengurangan karena teknologi usang
- (x) = faktor pengurangan karena kondisi kapal
- (Yo) = biaya operasi awal
- (y) = faktor pengurangan karena pengaruh inflasi
- (z) = faktor pengurangan karena perbaikan – perbaikan
- (v) = faktor pengurangan 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) = Adalah kolom untuk *Net Present Value* .

#### Hasil evaluasi Investasi :

Dari perhitungan diperoleh *Break Event Point* (BEP) terjadi pada tahun ke-10 yang ditandai dengan nilai NPV yang positif. Kapal masih bisa memberikan keuntungan setelah tahun ke-7 karena umur efektif kapal 17 tahun. Perhitungan NPV selengkapnya dapat dilihat di lampiran dan dapat disajikan dalam bentuk grafik dibawah ini:



Gambar 5.1. Grafik Hasil perhitungan NPV

#### 5.4. Perhitungan Leasing

Leasing adalah investasi dengan pinjaman modal dari pihak lain, dalam hal ini merupakan pinjaman dari bank. Dengan mengacu pada kebijakan

perbankan sekarang ini maka didapatkan nilai Angsuran setiap tahunnya sebagai berikut.

Tahun	Pinjaman	Cicilan	Bunga	Total Pembayaran	Saldo
1	989.762,71	247.440,68	128.669,15	376.109,83	742.322,03
2	742.322,03	247.440,68	96.501,86	343.942,54	494.881,36
3	494.881,36	247.440,68	64.334,58	311.775,25	247.440,68
4	247.440,68	247.440,68	32.167,29	279.607,97	0,00

Tabel 5.2. Angsuran danPembayaran bunga (13%)

Pinjaman tahun ke-1 = Investasi awal Io

$$\text{Cicilan} = \text{Io} / n$$

$$\text{Bunga} = \text{Io} * i \{i = \text{interest atau bunga}\}$$

$$\text{Total pembayaran} = \text{Cicilan} + \text{Bunga}$$

$$\text{Saldo} = \text{Pinjaman} - \text{Cicilan}$$

$$\text{Satuan} = \text{US\$}$$

$$i = 13\%$$

$$n = 4 \text{ tahun}$$

$$\text{Pajak} = 0.15$$

$$\text{Inflasi} = 0.13$$

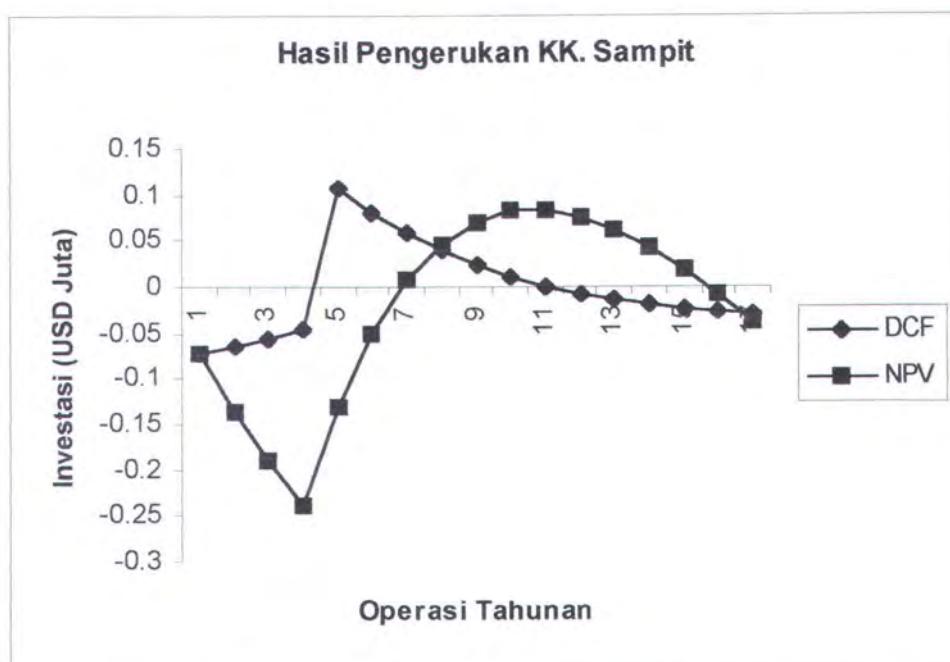
$$\text{Asuransi} = 0.05$$

Referensi dari harian Jawa Pos.

Pembayaran pinjaman dilakukan setiap tahun selama 4 tahun

### Hasil evaluasi Leasing :

Dari perhitungan diperoleh *Break Event Point* (BEP) terjadi pada tahun ke-7 sampai tahun 14 yang ditandai dengan nilai NPV yang positif. Kapal sudah tidak ekonomis lagi pada tahun ke-15 dan seterusnya. Perhitungan NPV selengkapnya dapat dilihat di lampiran dan dapat disajikan dalam bentuk grafik dibawah ini:



Gambar 5.2. Grafik Hasil perhitungan NPV

### 5.3. Perhitungan Sewa

Pihak Pemda menyewa kapal dengan dana RAPD setiap akan mengadakan pengerukan. Harga sewa kapal yang digunakan dalam perhitungan ini didapatkan dari data yang diperoleh dari internet.

Perincian sewa kapal keruk tersebut adalah sebagai berikut:

$$\text{Sewa kapal perbulan} = \text{US\$ } 50.780,00$$

$$\text{Biaya sewa kapal selama proses pengeringan} = \frac{158}{30} \times \$\$50.780,00$$

$$= \$\$ 267.450,00$$

$$\text{Pengeluaran selama 17 th pengeringan} = \$\$ 1.207.884,026$$

Jadi kalau pemda mengadakan pengeringan selama 17 tahun maka biaya yang akan dikeluarkan sebesar \\$\\$ 1.207.884,026

## **BAB VI**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

## **BAB VI**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **6.1. Kesimpulan**

##### **6.1.1. Segi Teknis**

Berdasarkan perhitungan dan analisa di depan disimpulkan sebagai berikut:

- 1) Tipe kapal keruk yang sesuai dengan kondisi perairan alur masuk Pelabuhan Sampit adalah tipe *plain suction dredger*, karena tipe kapal keruk ini memiliki karakteristik yang sesuai dengan jenis endapan yang ada yaitu lumpur halus. Kelebihan yang lain yaitu sarat yang rendah dan kecepatan produksi yang tinggi.
- 2) Dimensi dari KK. Sampit adalah:
  - a) Panjang : 37 m
  - b) Lebar : 12 m
  - c) Tinggi : 3 m
  - d) Sarat : 1,7 m
- 3) Kedalaman keruk maksimum : 17 m
- 4) Kapasitas produksi :  $6000 \text{ m}^3/\text{jam}$
- 5) KK. Sampit hanya mampu melayani sebagian permintaan bunker untuk kapal-kapal ikan sehingga kekurangan ini dimanfaatakan oleh mobil-mobil tangki didaerah setempat.

### 6.1.2. Segi ekonomis

- Untuk membangun KK. Sampit dibutuhkan investasi awal sebesar USD 989.762,71 Break Event Point (BEP) terjadi pada tahun ke-10 yang ditandai dengan harga NPV positif.
- Dengan melayani kebutuhan bahan bakar bagi kapal-kapal ikan akan didapatkan pemasukan tambahan bila kapal keruk tidak melakukan penggerukan

### 6.2. Saran

Dari kesimpulan pada tugas akhir ini untuk menentukan jenis kapal keruk yang sesuai untuk daerah Pelabuhan Sampit khususnya alur pelayarannya maka disarankan untuk membangun kapal keruk jenis *plain suction dredger* karena memadai secara teknis dan layak secara ekonomis. Guna mempercepat kembalinya investasi, maka kapal dapat disewakan ke daerah sekitar yang membutuhkan mengingat kondisi daerah Kalimantan Tengah yang memiliki banyak sungai dan membutuhkan penggerukan akibat meningkatnya volume pelayarannya.

# DAFTAR PUSTAKA



## **DAFTAR PUSTAKA**

1. A. Roorda. Ir, M.R.I.N, "Floating Dredgers", 1970
2. Hubert R. Cooper, "Practical Dredging. Brown", Son & Ferguson Ltd, Britain, 1974
3. John B. Herbick, "Handbook Of Dredging Engineering", RR Donnelly & Sons Company, 1992.
4. Phoels, Herald, "Lecture of Ship Design and Ship Theory", University of Hanover.
5. Rochmandi, "Kapal Keruk dan Penggerukan", 1992
6. Soegiono. Ir, IGM Santosa. Ir, "Perancangan Kapal", Jurusan Teknik Perkapalan FTK ITS, Surabaya, 1990
7. T. Okude, "Dredger and Dredging Work", Port and Harbour Research Institut, Japan, 1988
8. Harian Jawa Pos, "Bisnis & Ekonomi", edisi 16 September 2002

## LAMPIRAN

## VII. DAFTAR PERBAIKAN USULAN TUGAS AKHIR

Mengetahui dan menyetujui

Surabaya,

JURUSAN TEKNIK PERKAPALAN

KETUA

Ir. Djauhar Manfaat, MSc. PhD

NIP. 131.651.444

## **LAMPIRAN**

- 1. Data harga BBM dari Pertamina**
- 2. Gambar-gambar Photo**
- 3. Gambar Rencana Umum KK. Sampit**
- 4. Perhitungan NPV**
  - a. Investasi**
  - b. Leasing**
- 5. Peta daerah pendaratan kapal ikan didaerah Tingkat II Kotawaringin Timur**
- 6. Perhitungan Sarat rata-rata Final sounding**
  - a. Sarat rata-rata area A**
  - b. Sarat rata-rata area B**
  - c. Sarat rata-rata area C**
  - d. Sarat rata-rata area D**
  - e. Sarat rata-rata area E**
- 7. Perhitungan Sarat rata-rata Predredge sounding**
  - a. Sarat rata-rata area A**
  - b. Sarat rata-rata area B**
  - c. Sarat rata-rata area C**
  - d. Sarat rata-rata area D**
  - e. Sarat rata-rata area E**

*Lampiran-1*

**Data harga BBM dari Pertamina**



PERUSAHAAN PEMTAMBANGAN MINYAK & GAS BUMI NEGARA  
( P E R T A M I N A )

UNIT PEMBEKALAN DAN PEMASARAN DALAM NEGERI V  
Jalan Jagir Wonokromo 88 Surabaya - 60241  
KOTAK POS 5037 / Sb  
SURABAYA 60002

FACSIMILE - 6137504  
8437537

MAT KAWAT  
DONESIA SURABAYA

TELEPON . (031) 8492400

TELEX  
33148 - 33149 - 33166 - 33167

Nomor : 044/F5000/2001-S3  
Lampiran  
Perihal :

Surabaya, 30 Januari 2002

Harga BBM Per. 01.07.2001

Yang terhormat :  
■ Perusahaan Pelayaran  
■ Konsumen Industri  
■ PLN / Listrik Swasta  
■ Kj.P.S.  
di  
Tempat

Berdasarkan Surat Keputusan Direksi PERTAMINA No. KPTS - 035/E20000/2001-S3 tanggal 29 Juni 2001, terbitung mulai tanggal 01 Juli 2001 harga jual Bahan Bakar Minyak leko instalasi Depo PERTAMINA untuk sektor Industri dan Kapal ditetapkan sebagai berikut :

Jenis BBM	Harga Pasar ( Rupiah / Liter )	50 % H. Pasar ( Rupiah / Liter )	H.Bunker ( US Cent / Ltr )
Premium	1.710,00	1.450,00	-
M. Tanah	2.560,00	1.280,00	-
M. Solar ( HSD )	2.500,00	1.250,00	22,00
M. Diesel ( MDF )	2.430,00	1.215,00	21,30
M. Bakar ( MFO )	1.760,00	880,00	15,50

Keterangan : Harga tersebut sudah termasuk PPN 10 %

1. Harga jual sebesar 100 % Harga Pasar dan Bunker berlaku bagi :

a. Bidang Transportasi berlaku Harga Bunker :

Transportasi Laut :

- Kapal Penumpang/cargo milik Pemerintah maupun Swasta tujuan luar Negeri
- Kapal - Kapal milik Perusahaan Pelayaran asing
- Tug Boat berbendera asing
- Agen BBM bunker

b. Bidang Industri berlaku Harga Pasar :

- Pertambangan Umum Kontrak Karya ( KK )
- Kegiatan pertambangan migas ( KPS )

2. Harga jual 50 % Harga Pasar berlaku bagi :

a. Bidang Transportasi :

Transportasi Laut :

- Pengambilan BBM menggunakan Tanker/Tongkang untuk Kapal Ikan
- Kapal Ikan (> 30 Gross Ton atau > 90 PK )
- Kapal Keruk
- Tug Boat berbendera Indonesia
- Tongkang ( mengangkut alat-alat kerja )

b. Bidang Industri

- PLN/ Listrik Swasta
- Industri yang tidak termasuk usaha kecil kontrak karya dan kontrak bagi hasil
- Industri pengguna Minyak Tanah
- Perusahaan Penangkap Ikan

Demikian agar menjadi maklum.

PERTAMINA

Penjualan Unit Pembekalan dan Pemasaran Dalam Negeri V

✓ Kepala,

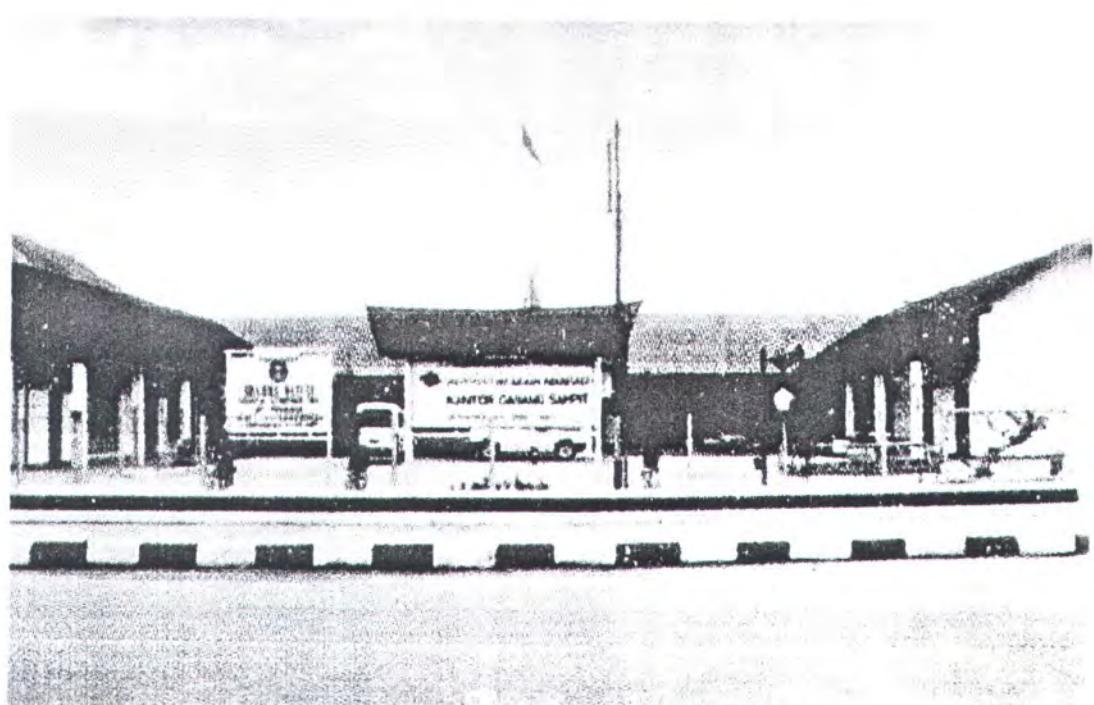
*Herry Sulistyo*

*Lampiran-2*

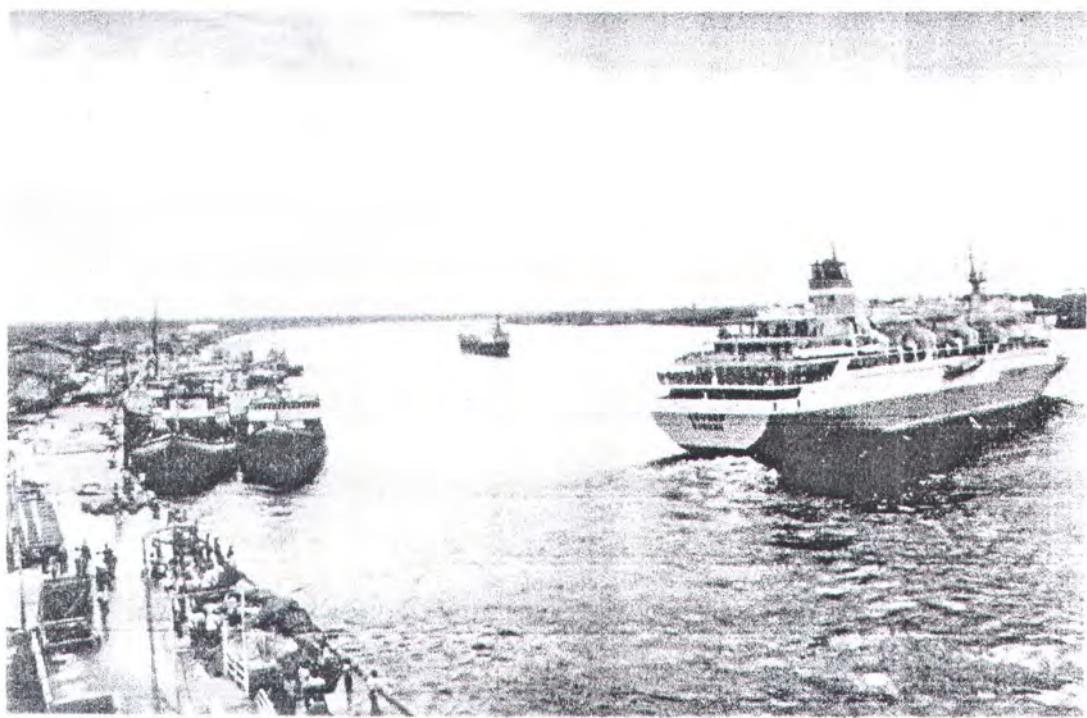
**Gambar-gambar Photo**



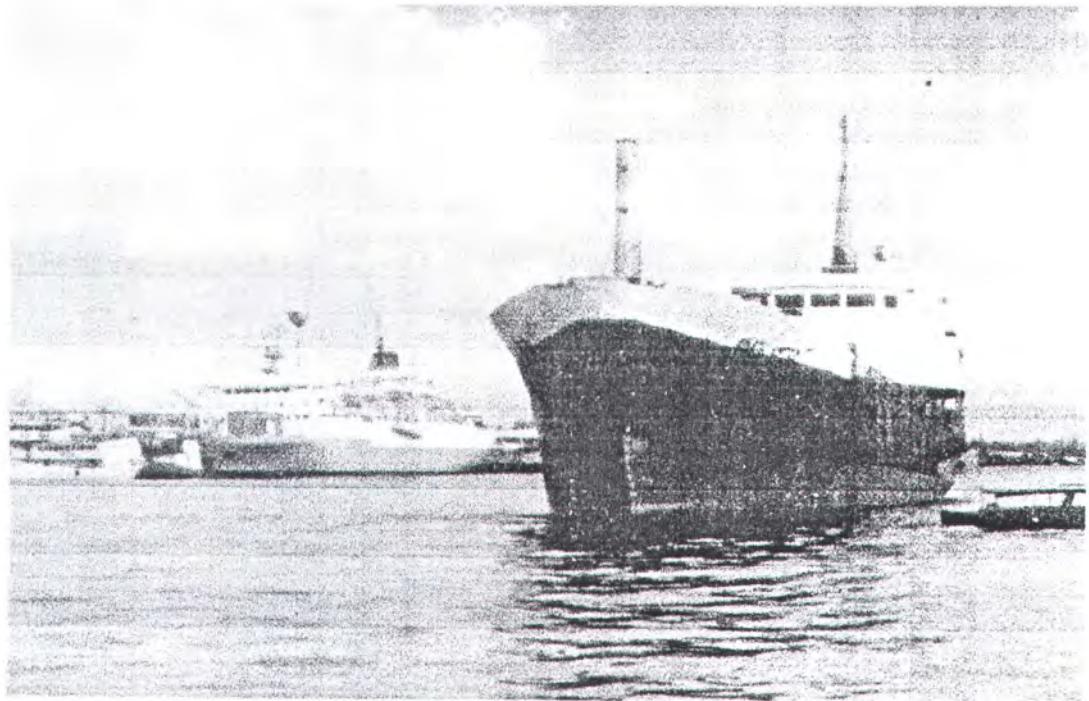
Gambar Kondisi pelabuhan saat bongkar muat kontainer



Gambar Kantor PelindolII cabang Sampit



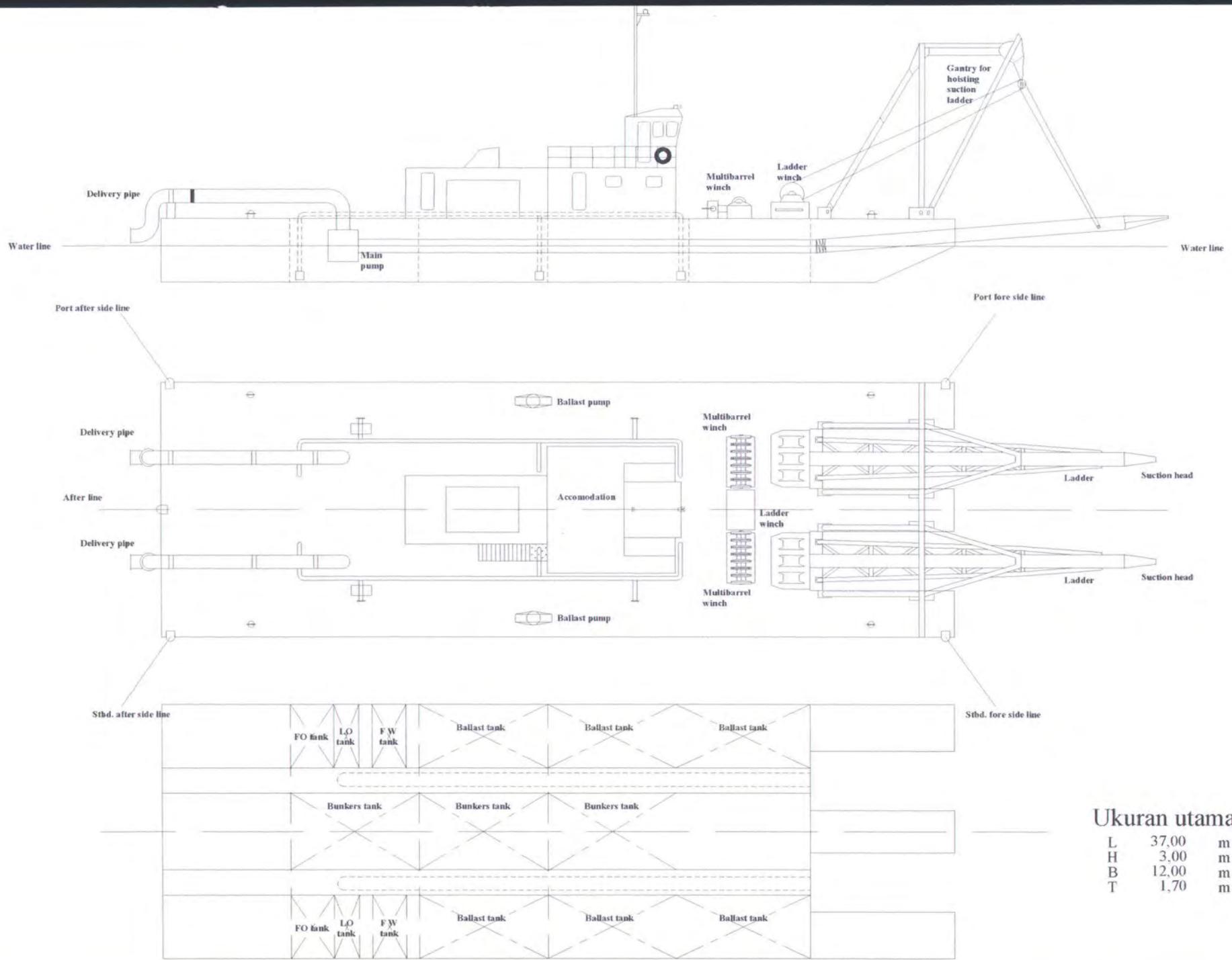
Gambar Suasana Pelabuhan Sampit



Gambar Kapal sedang rede

**Gambar Rencana Umum KK. Sampit**





### Ukuran utama

L	37,00	m
H	3,00	m
B	12,00	m
T	1,70	m

## **Perhitungan NPV**

**a. Investasi**

**b. Leasing**

## INVESTASI

Tabel 5.3. Perhitungan NPV KK. Sampit

No.	NOTASI	RUMUS	SATUAN	TAHUN KE-							
				0	1	2	3	4	5	6	
1	N			0	1,559,266.70	1,559,266.70	1,559,266.70	1,559,266.70	1,559,266.70	1,559,266.70	1,559,266.70
2	Ro		USD	0.00	1,559,266.70	1,559,266.70	1,559,266.70	1,559,266.70	1,559,266.70	1,559,266.70	1,559,266.70
3	w	0,0005*(1) <sup>2</sup> *(2)	USD	0.00	779.63	3,118.53	7,016.70	12,474.13	19,490.83	28,066.80	38,202.03
4	x	0,005*(1)*(2)	USD	0.00	7,796.33	15,592.67	23,389.00	31,185.33	38,981.67	46,778.00	54,574.33
5	Yo		USD	0.00	1,207,884.03	1,207,884.03	1,207,884.03	1,207,884.03	1,207,884.03	1,207,884.03	1,207,884.03
6	y	0,005*(1)*(5)	USD	0.00	6,039.42	12,078.84	18,118.26	24,157.68	30,197.10	36,236.52	42,275.94
7	z	0,025*(1)0.5*(5)	USD	0.00	30,197.10	42,705.15	52,302.91	60,394.20	67,522.77	73,967.49	79,894.02
8	v	(3)+(7)	USD	0.00	30,976.73	45,823.68	59,319.61	72,868.33	87,013.60	102,034.29	118,096.05
9	Yo - y	(5) + (6)	USD	0.00	1,213,923.45	1,219,962.87	1,226,002.29	1,232,041.71	1,238,081.13	1,244,120.55	1,250,159.97
10	Ro - (x+v)	(2) - [(4)+(8)]	USD	0.00	1,520,493.63	1,497,850.35	1,476,558.09	1,455,213.03	1,433,271.43	1,410,454.41	1,386,596.31
11	A	(10) - (9)	USD	-989,762.71	306,570.19	277,887.48	250,555.80	223,171.32	195,190.30	166,333.86	136,436.35
12	i		%	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13
13	PW	1/[1 + (12)](1)		1.00	0.88	0.78	0.69	0.61	0.54	0.48	0.43
14	DCF	(11) * (13)	USD	-989,762.71	271,301.05	217,626.66	173,647.74	136,875.15	105,941.48	79,893.24	57,993.72
15	NPV	(15)N-1 + (14)	USD	-989,762.71	-718,461.66	-500,835.00	-327,187.26	-190,312.11	-84,370.63	-4,477.40	53,516.33

TAHUN KE-										
8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
1,559,266.70	1,559,266.70	1,559,266.70	1,559,266.70	1,559,266.70	1,559,266.70	1,559,266.70	1,559,266.70	1,559,266.70	1,559,266.70	1,559,266.70
49,896.53	63,150.30	77,963.34	94,335.64	112,267.20	131,758.04	152,808.14	175,417.50	199,586.14	225,314.04	
62,370.67	70,167.00	77,963.34	85,759.67	93,556.00	101,352.34	109,148.67	116,945.00	124,741.34	132,537.67	
1,207,884.03	1,207,884.03	1,207,884.03	1,207,884.03	1,207,884.03	1,207,884.03	1,207,884.03	1,207,884.03	1,207,884.03	1,207,884.03	1,207,884.03
48,315.36	54,354.78	60,394.20	66,433.62	72,473.04	78,512.46	84,551.88	90,591.30	96,630.72	102,670.14	
85,410.30	90,591.30	95,491.62	100,152.45	104,605.83	108,877.19	112,987.20	116,952.87	120,788.40	124,505.84	
135,306.83	153,741.60	173,454.95	194,488.09	216,873.03	240,635.23	265,795.34	292,370.37	320,374.54	349,819.87	
1,256,199.39	1,262,238.81	1,268,278.23	1,274,317.65	1,280,357.07	1,286,396.49	1,292,435.91	1,298,475.33	1,304,514.75	1,310,554.17	
1,361,589.20	1,335,358.10	1,307,848.41	1,279,018.94	1,248,837.67	1,217,279.13	1,184,322.69	1,149,951.33	1,114,150.82	1,076,909.16	
105,389.81	73,119.29	39,570.19	4,701.30	-31,519.40	-69,117.35	-108,113.22	-148,524.00	-190,363.92	-233,645.01	
0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	
0.38	0.33	0.29	0.26	0.23	0.20	0.18	0.16	0.14	0.13	
39,643.42	24,340.30	11,656.92	1,225.62	-7,271.71	-14,111.31	-19,533.52	-23,747.61	-26,935.78	-29,256.54	
93,159.74	117,500.04	129,156.96	130,382.58	123,110.87	108,999.56	89,466.03	65,718.42	38,782.64	9,526.10	

## LEASING

Tabel 5.4. Perhitungan NPV KK. Sampit

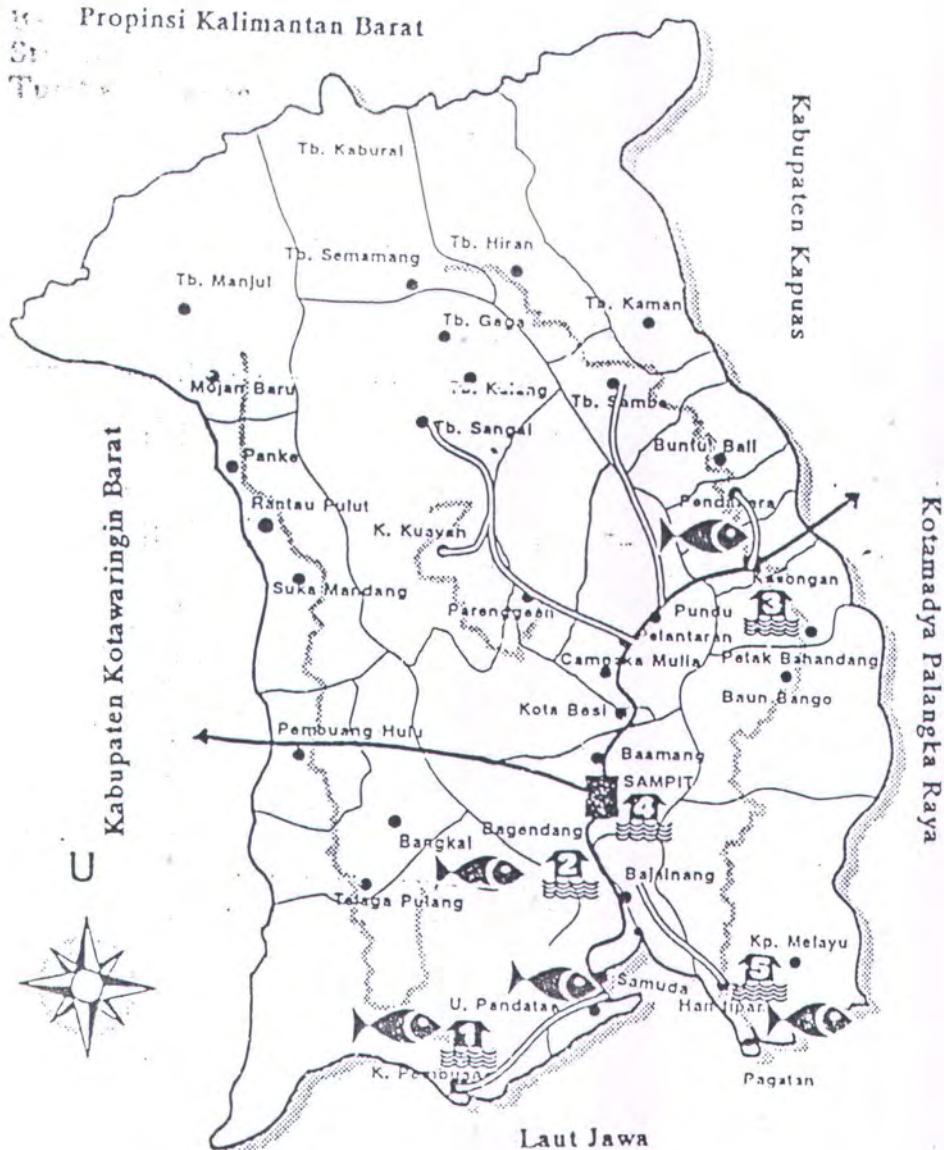
No.	NOTASI	RUMUS	SATUAN	TAHUN KE-							
				0	1	2	3	4	5	6	7
1	N			0							
2	Ro		USD	0.00	1,559,266.70	1,559,266.70	1,559,266.70	1,559,266.70	1,559,266.70	1,559,266.70	1,559,266.70
3	w	0,0005*(1) <sup>2</sup> *(2)	USD	0.00	779.63	3,118.53	7,016.70	12,474.13	19,490.83	28,066.80	38,202.03
4	x	0,005*(1)*(2)	USD	0.00	7,796.33	15,592.67	23,389.00	31,185.33	38,981.67	46,778.00	54,574.33
5	Yo		USD	0.00	1,583,993.86	1,551,826.57	1,519,659.28	1,487,491.99	1,207,884.03	1,207,884.03	1,207,884.03
6	y	0,005*(1)*(5)	USD	0.00	7,919.97	15,518.27	22,794.89	29,749.84	30,197.10	36,236.52	42,275.94
7	z	0,025*(1)0,5*(5)	USD	0.00	39,599.85	54,865.35	65,803.18	74,374.60	67,522.77	73,967.49	79,894.02
8	v	(3)+(7)	USD	0.00	40,379.48	57,983.89	72,819.88	86,848.73	87,013.60	102,034.29	118,096.05
9	Yo - y	(5) + (6)	USD	0.00	1,591,913.83	1,567,344.83	1,542,454.17	1,517,241.83	1,238,081.13	1,244,120.55	1,250,159.97
10	Ro - (x+v)	(2) - [(4)+(8)]	USD	0.00	1,511,090.89	1,485,690.15	1,463,057.82	1,441,232.63	1,433,271.43	1,410,454.41	1,386,596.31
11	A	(10) - (9)	USD	0.00	-80,822.94	-81,654.69	-79,396.35	-76,009.20	195,190.30	166,333.86	136,436.35
12	i	%	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13
13	PW	1/[1 + (12)](1)		1.00	0.88	0.78	0.69	0.61	0.54	0.48	0.43
14	DCF	(11) * (13)	USD	0.00	-71,524.72	-63,947.60	-55,025.65	-46,617.86	105,941.48	79,893.24	57,993.72
15	NPV	(15)N-1 + (14)	USD	0.00	-71,524.72	-135,472.32	-190,497.97	-237,115.84	-131,174.36	-51,281.13	6,712.59

## TAHUN KE-

8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1,559,266.70	1,559,266.70	1,559,266.70	1,559,266.70	1,559,266.70	1,559,266.70	1,559,266.70	1,559,266.70	1,559,266.70	1,559,266.70
49,896.53	63,150.30	77,963.34	94,335.64	112,267.20	131,758.04	152,808.14	175,417.50	199,586.14	225,314.04
62,370.67	70,167.00	77,963.34	85,759.67	93,556.00	101,352.34	109,148.67	116,945.00	124,741.34	132,537.67
1,207,884.03	1,207,884.03	1,207,884.03	1,207,884.03	1,207,884.03	1,207,884.03	1,207,884.03	1,207,884.03	1,207,884.03	1,207,884.03
48,315.36	54,354.78	60,394.20	66,433.62	72,473.04	78,512.46	84,551.88	90,591.30	96,630.72	102,670.14
85,410.30	90,591.30	95,491.62	100,152.45	104,605.83	108,877.19	112,987.20	116,952.87	120,788.40	124,505.84
135,306.83	153,741.60	173,454.95	194,488.09	216,873.03	240,635.23	265,795.34	292,370.37	320,374.54	349,819.87
1,256,199.39	1,262,238.81	1,268,278.23	1,274,317.65	1,280,357.07	1,286,396.49	1,292,435.91	1,298,475.33	1,304,514.75	1,310,554.17
1,361,589.20	1,335,358.10	1,307,848.41	1,279,018.94	1,248,837.67	1,217,279.13	1,184,322.69	1,149,951.33	1,114,150.82	1,076,909.16
105,389.81	73,119.29	39,570.19	4,701.30	-31,519.40	-69,117.35	-108,113.22	-148,524.00	-190,363.92	-233,645.01
0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13
0.38	0.33	0.29	0.26	0.23	0.20	0.18	0.16	0.14	0.13
39,643.42	24,340.30	11,656.92	1,225.62	-7,271.71	-14,111.31	-19,533.52	-23,747.61	-26,935.78	-29,256.54
46,356.01	70,696.31	82,353.23	83,578.85	76,307.14	62,195.83	42,662.30	18,914.69	-8,021.09	-37,277.63

**Peta daerah pendaratan kapal ikan didaerah  
Tingkat II Kotawaringin Timur**

## Lampiran 1. Peta Wilayah Kabupaten Dacrah Tingkat II Kotawaringin Timur



 : Pangkalan Pendaratan Ikan  
 Kuala Pembuang  
 : Tempat Pendaratan Ikan Sampit  
 : Pusat Pendaratan Ikan Hantipan  
 : Sentra Produksi Penangkapan

 : Tempat Pendaratan Ikan Sampit  
 : Pusat Pendaratan Ikan Hantipan  
 : Sentra Produksi Penangkapan

**Perhitungan Sarat rata-rata Final sounding**

- a. Sarat rata-rata area A**
- b. Sarat rata-rata area B**
- c. Sarat rata-rata area C**
- d. Sarat rata-rata area D**
- e. Sarat rata-rata area E**

## PERHITUNGAN SEDIMENTASI PERTAHUN

Final Sounding

**Area A**

SARAT										
52	51	49	48	47	45	45	45	45	46	
54	51	49	48	47	45	46	45	45	47	
51	51	49	48	47	45	46	45	45	46	
51	50	49	48	47	46	48	45	45	45	
208	203	196	192	188	181	185	180	180	184	1897

Sarat rata -rata : 47.43 dm

SARAT										
45	42	46	46	45	45	45	45	45	45	
45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	
45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	
45	45	45	45	45	45	45	41	40	45	
180	177	181	181	180	180	180	176	175	180	1790

Sarat rata -rata : 44.75 dm

SARAT										
40	40	45	48	45	45	40	45	45	45	
45	45	45	47	45	47	45	45	45	45	
45	46	45	45	45	47	45	45	45	45	
46	45	45	42	45	45	45	41	40	45	
176	176	180	182	180	184	175	176	175	180	1784

Sarat rata -rata : 44.60 dm

SARAT										
45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	
45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	
45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	
45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	
180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	1800

Sarat rata -rata : 45.00 dm

SARAT									
45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
45	45	45	45	45	45	45	46	45	45
45	45	45	45	45	45	45	46	45	45
45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
180	180	180	180	180	180	180	182	180	180
1802									

Sarat rata -rata : 45.05 dm

SARAT									
45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
180	180	180	180	180	180	180	180	180	180
1800									

Sarat rata -rata : 45.00 dm

SARAT									
45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
180	180	180	180	180	180	180	180	180	180
1800									

Sarat rata -rata : 45.00 dm

#### SARAT RATA-RATA AREA A

AREA	SARAT ( dm )
A.1	47
A.2	45
A.3	45
A.4	45
A.5	45
A.6	45
A.7	45
JUMLAH	317

SARAT RATA-RATA = 45.26 dm



## Area B

SARAT									
45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
180	180	180	180	180	180	180	180	180	1800

Sarat rata -rata : 45.00 dm

SARAT									
45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
180	180	180	180	180	180	180	180	180	1800

Sarat rata -rata : 45.00 dm

SARAT									
45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
180	180	180	180	180	180	180	180	180	1800

Sarat rata -rata : 45.00 dm

SARAT									
45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
180	180	180	180	180	180	180	180	180	1800

Sarat rata -rata : 45.00 dm

5

SARAT									
45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
45	45	45	45	45	45	45	45	45	46
45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
180	180	180	180	180	180	180	180	180	180
1801									

Sarat rata -rata : 45.03 dm

6

SARAT									
45	46	47	47	47	47	48	47	45	46
46	47	47	47	47	47	48	48	47	46
47	47	47	47	48	48	48	48	48	47
47	47	47	46	48	48	48	48	47	48
185	187	188	187	190	190	192	191	187	187
1884									

Sarat rata -rata : 47.10 dm

7

SARAT									
46	46	46	49	46	48	49	49	47	47
46	46	46	49	47	48	48	48	48	47
47	46	47	49	48	48	48	48	48	48
48	48	49	49	48	48	48	48	47	48
187	186	188	196	189	192	193	193	190	190
1904									

Sarat rata -rata : 47.60 dm

### SARAT RATA-RATA AREA B

AREA	SARAT ( m )
B.1	45
B.2	45
B.3	45
B.4	45
B.5	45
B.6	47
B.7	48
JUMLAH	320

SARAT RATA-RATA = 45.68 dm

## Area C

SARAT									
47	47	47	49	49	48	48	48	48	48
47	47	47	48	48	48	48	49	48	48
48	47	47	48	48	48	48	49	48	47
48	47	47	48	48	48	48	49	49	48
190	188	188	193	193	192	192	195	193	191
									1915

Sarat rata -rata : 47.875 dm

SARAT									
47	48	49	48	48	48	48	47	48	49
48	48	49	48	48	48	47	47	47	48
47	48	48	48	48	48	47	47	48	48
47	48	48	47	48	48	48	48	48	48
189	192	194	191	192	192	190	189	191	193
									1913

Sarat rata -rata : 47.825 dm

SARAT									
48	48	48	48	47	47	46	47	45	46
48	48	48	48	47	47	46	46	46	46
48	48	48	48	46	48	46	46	46	47
48	48	47	47	47	47	46	46	45	47
192	192	191	191	187	189	184	185	182	186
									1879

Sarat rata -rata : 46.975 dm

SARAT									
47	47	46	46	46	47	45	46	48	46
47	47	47	47	46	47	45	46	48	46
47	46	45	46	46	47	45	46	46	46
47	46	45	46	46	46	45	46	46	46
188	186	183	185	184	187	180	184	188	184
									1849

Sarat rata -rata : 46.225 dm

C.6

**SARAT**

45	45	47	46	46	46	46	46	46	50
46	45	47	47	46	46	46	46	46	50
46	45	46	46	45	45	46	46	47	50
46	45	45	45	45	46	45	45	47	49
183	180	185	184	182	183	183	183	186	199
									1848

Sarat rata -rata : 46.20 dm

**SARAT RATA-RATA AREA C**

AREA	SARAT ( m )
C.1	48
C.2	48
C.3	47
C.4	46
C.5	45
C.6	46
JUMLAH	280

SARAT RATA-RATA = 46.71 dm

## Area D

D.1

SARAT									
50	51	50	53	50	51	50	49	49	49
50	52	53	53	52	50	52	52	52	52
52	52	52	53	53	53	50	52	53	54
52	52	51	52	53	53	50	56	54	53
204	207	206	211	208	207	202	209	208	2070

Sarat rata -rata : 51.75 dm

D.2

SARAT									
50	49	45	45	44	45	45	45	45	45
52	47	46	46	45	45	45	45	45	45
52	50	50	47	45	45	45	45	45	45
51	52	49	48	45	45	45	45	45	45
205	198	190	186	179	180	180	180	180	180
									1858

Sarat rata -rata : 46.45 dm

D.3

SARAT									
45	45	45	45	45	45	48	46	45	45
45	45	45	45	45	45	47	45	45	45
45	45	45	45	45	45	46	45	45	45
45	45	45	45	45	45	44	45	45	45
180	180	180	180	180	180	185	181	180	180
									1806

Sarat rata -rata : 45.15 dm

D.4

SARAT									
45	45	47	50	51	51	50	52	52	53
45	46	45	48	48	48	49	50	50	51
45	45	45	46	48	48	51	47	48	48
45	45	45	45	48	47	47	47	47	47
180	181	182	189	195	194	197	196	197	199
									1910

Sarat rata -rata : 47.75 dm

D.5

SARAT										
52	50	52	50	52	52	53	52	50	50	50
52	51	50	50	51	52	52	52	50	51	
49	50	49	51	50	51	52	51	50	51	
48	49	49	51	50	50	50	51	50	51	
201	200	200	202	203	205	207	206	200	203	2027

Sarat rata -rata : 50.675 dm

#### SARAT RATA-RATA AREA D

AREA	SARAT ( m )	SARAT RATA-RATA =	48.36	dm
D.1	52			
D.2	46			
D.3	45			
D.4	48			
D.5	51			
JUMLAH	242			

**Perhitungan Sarat rata-rata Predredge sounding**

- a. Sarat rata-rata area A**
- b. Sarat rata-rata area B**
- c. Sarat rata-rata area C**
- d. Sarat rata-rata area D**
- e. Sarat rata-rata area E**

## PERHITUNGAN SEDIMENTASI PERTAHUN

### Predredge sounding

#### Area A

A.1

SARAT									
49	47	45	46	44	41	40	41	41	40
49	47	46	46	44	42	41	40	40	39
51	48	46	45	45	43	42	41	39	39
51	48	47	45	45	43	41	40	37	39
200	190	184	182	178	169	164	162	157	157
									1743

Sarat rata -rata : 43.575 dm

A.2

SARAT									
37	37	37	38	36	37	36	36	35	35
39	38	37	39	37	37	36	36	35	35
39	38	37	38	37	36	36	36	36	35
38	38	38	36	38	36	35	36	36	35
153	151	149	151	148	146	143	144	142	140
									1467

Sarat rata -rata : 36.675 dm

A.3

SARAT									
35	34	34	34	30	31	32	32	32	31
35	35	34	34	32	33	33	33	32	32
35	35	35	35	32	33	33	33	32	32
35	35	35	35	35	34	33	31	32	32
140	139	138	138	129	131	131	129	128	127
									1330

Sarat rata -rata : 33.25 dm

A.4

SARAT									
31	33	33	32	30	33	32	32	32	32
32	33	34	33	31	33	32	32	32	32
32	33	32	33	32	33	32	33	32	32
32	32	32	34	33	33	33	33	32	31
127	131	131	132	126	132	129	130	128	127
									1293

Sarat rata -rata : 32.325 dm

A.5

SARAT									
32	32	32	32	32	33	33	34	32	32
32	32	34	32	33	33	33	34	33	33
32	32	34	33	34	34	34	35	33	33
31	31	31	31	33	32	34	33	34	32
127	127	131	128	132	132	134	136	132	130
									1309

Sarat rata -rata : 32.725 dm

A.6

SARAT									
32	33	32	35	35	35	33	33	32	30
33	33	34	35	35	36	35	35	32	32
33	34	34	34	34	35	35	35	35	33
32	34	34	32	33	34	34	34	34	34
130	134	134	136	137	140	137	137	133	129
									1347

Sarat rata -rata : 33.675 dm

A.7

SARAT									
30	33	33	35	32	31	32	33	32	32
32	33	34	35	34	35	36	35	33	32
33	34	35	35	35	34	35	34	33	33
34	35	34	35	35	35	35	34	33	34
129	135	136	140	136	135	138	136	131	131
									1347

Sarat rata -rata : 33.68 dm

#### SARAT RATA-RATA AREA A

AREA	SARAT ( dm )
A.1	43.58
A.2	36.68
A.3	33.25
A.4	32.33
A.5	32.73
A.6	33.68
A.7	33.68
JUMLAH	245.90

SARAT RATA-RATA = 35.13 dm

**Area B**

B.1 SARAT

32	30	30	32	31	33	31	34	33	32
32	32	31	33	33	33	30	33	34	34
33	31	31	32	33	33	32	32	33	32
34	31	31	30	31	33	33	30	32	31
131	124	123	127	128	132	126	129	132	129
1281									

Sarat rata -rata : 32.025 dm

B.2 SARAT

30	27	29	28	28	29	29	28	30	31
31	30	30	29	29	29	29	29	31	31
31	31	30	29	29	29	29	30	31	30
32	31	29	29	29	29	29	30	30	30
124	119	118	115	115	116	116	117	122	122
1184									

Sarat rata -rata : 29.6 dm

B.3 SARAT

31	30	30	32	31	33	31	32	31	30
31	30	30	32	31	33	32	32	32	31
30	31	30	31	32	30	32	32	32	31
30	30	30	30	32	32	33	32	32	32
122	121	120	125	126	128	128	128	127	124
1249									

Sarat rata -rata : 31.225 dm

B.4 SARAT

33	33	34	33	33	32	32	31	29	30
33	33	34	33	34	34	35	30	32	31
32	33	34	34	34	34	35	31	32	32
32	32	34	34	35	35	36	32	32	32
130	131	136	134	136	135	138	124	125	125

1314

Sarat rata -rata : 32.85 dm



B.5

SARAT									
30	30	33	34	36	36	38	38	36	36
31	32	34	34	36	36	38	38	39	38
32	31	34	34	35	37	39	38	39	39
32	31	34	34	35	36	38	38	39	38
125	124	135	136	142	145	153	152	153	151
1416									

Sarat rata -rata : 35.4 dm

B.6

SARAT									
39	39	37	36	39	41	41	43	44	45
39	39	39	39	40	40	40	44	44	45
39	39	39	39	41	41	41	43	44	45
38	39	40	40	41	40	41	43	45	45
155	156	155	154	161	162	163	173	177	180
1636									

Sarat rata -rata : 40.9 dm

B.7

SARAT									
45	45	45	46	46	47	47	47	47	47
45	45	45	46	47	47	47	47	47	47
45	45	45	46	47	47	47	47	47	47
45	45	46	47	47	47	47	47	47	47
180	180	181	185	187	188	188	188	188	188
1853									

Sarat rata -rata : 46.325 dm

#### SARAT RATA-RATA AREA B

AREA	SARAT ( dm )
B.1	32
B.2	30
B.3	31
B.4	33
B.5	35
B.6	41
B.7	46
JUMLAH	248

SARAT RATA-RATA = 35.48 dm

## Area C

C.1

SARAT									
46	47	46	46	45	46	45	46	45	45
47	47	46	47	46	46	45	46	45	45
47	47	47	47	46	47	46	46	46	46
47	47	47	47	47	47	47	46	46	46
187	188	186	187	184	186	183	184	182	182

1849

Sarat rata -rata : 46.225 dm

C.2

SARAT									
44	45	45	45	45	45	46	44	45	44
45	45	45	46	46	46	46	45	45	44
46	45	45	46	46	46	46	46	45	45
46	45	45	46	46	46	46	45	45	45
181	180	180	183	183	183	184	180	180	178

1812

Sarat rata -rata : 45.3 dm

C.3

SARAT									
44	44	43	43	43	43	42	42	42	43
44	44	43	43	43	43	43	43	43	43
45	44	43	43	43	43	43	42	42	43
45	44	43	43	42	42	43	42	42	43
178	176	172	172	171	171	171	169	169	172

1721

Sarat rata -rata : 43.025 dm

C.4

SARAT									
42	42	42	43	41	42	41	41	40	40
43	43	42	43	42	42	41	41	40	40
43	43	43	43	42	43	41	41	40	40
43	43	42	43	43	43	41	43	40	40
171	171	169	172	168	170	164	166	160	160

1671

Sarat rata -rata : 41.775 dm

C.5

**SARAT**

40	40	42	41	39	40	40	40	41	41	
40	40	41	41	40	40	41	40	42	41	
40	40	40	42	41	41	41	40	41	41	
40	40	40	42	40	41	41	41	43	41	
160	160	163	166	160	162	163	161	167	164	1626

Sarat rata -rata : 40.65 dm

C.6

**SARAT**

41	42	42	42	42	43	46	46	46	48	
41	42	42	42	42	44	46	46	46	47	
41	43	43	42	42	44	46	46	47	47	
41	43	43	42	43	44	45	45	47	46	
164	170	170	168	169	175	183	183	186	188	1756

Sarat rata -rata : 43.9 dm

**SARAT RATA-RATA AREA C**

AREA	SARAT ( m )
C.1	46
C.2	45
C.3	43
C.4	42
C.5	41
C.6	44
JUMLAH	261

SARAT RATA-RATA = 43.48 dm

## Area D

D.1

SARAT									
49	48	48	48	48	48	48	49	48	48
50	50	49	48	48	48	48	49	49	49
50	49	49	49	49	48	49	49	50	50
49	49	49	49	49	49	49	49	49	50
198	196	195	194	194	193	194	196	196	197
1953									

Sarat rata -rata : 48.825 dm

D.2

SARAT									
47	46	41	40	39	39	38	39	37	38
47	47	42	41	41	39	39	39	38	39
50	46	42	42	40	41	40	40	39	39
49	47	43	42	40	41	40	40	39	40
193	186	168	165	160	160	157	158	153	156
1656									

Sarat rata -rata : 41.4 dm

D.3

SARAT									
38	37	38	39	39	40	40	41	42	42
38	38	38	38	39	39	40	40	41	41
38	38	37	38	37	39	39	40	41	40
39	39	37	37	36	39	39	39	38	40
153	152	150	152	151	157	158	160	162	163
1558									

Sarat rata -rata : 38.95 dm

D.4

SARAT									
44	44	45	50	51	51	50	52	51	52
43	44	44	47	48	48	47	48	50	51
42	44	44	44	48	48	48	46	48	48
42	44	45	44	48	47	46	46	47	47
171	176	178	185	195	194	191	192	196	198
1876									

Sarat rata -rata : 46.9 dm

D.5	SARAT									
	50	50	50	50	51	51	51	50	47	49
49	49	49	50	51	51	50	50	47	49	
49	49	49	51	50	50	50	51	50	50	
48	49	49	51	50	50	50	51	50	50	
196	197	197	202	202	202	201	202	194	198	1991

Sarat rata -rata : 49.78 dm

#### SARAT RATA-RATA AREA D

AREA	SARAT ( m )
D.1	49
D.2	41
D.3	39
D.4	47
D.5	50
JUMLAH	226

SARAT RATA-RATA = 45.17 dm

## Area E

SARAT									
49	48	48	50	49	46	46	45	43	44
49	48	48	48	48	46	46	44	44	44
50	48	49	47	47	46	45	45	44	43
50	49	48	46	46	46	45	45	44	44
198	193	193	191	190	184	182	179	175	175
									1860

Sarat rata -rata : 46.5 dm

SARAT									
43	43	44	43	43	43	42	40	40	40
42	43	44	43	43	41	41	40	40	40
43	42	43	43	43	41	41	41	40	40
43	42	43	43	43	41	41	41	40	40
171	170	174	172	172	166	165	162	160	160
									1672

Sarat rata -rata : 41.8 dm

SARAT									
40	40	40	40	41	42	42	42	43	44
40	40	40	40	41	41	42	42	43	44
40	40	40	40	40	40	42	43	43	43
40	40	40	40	40	40	42	42	43	44
160	160	160	160	162	163	168	169	172	175
									1649

Sarat rata -rata : 41.225 dm

SARAT									
44	45	46	47	48	46	46	46	46	47
44	45	46	47	47	47	46	46	46	48
44	46	46	47	46	46	45	45	47	47
44	45	46	47	46	46	46	46	47	47
176	181	184	188	187	185	183	183	186	189
									1842

Sarat rata -rata : 46.05 dm

SARAT									
44	45	46	47	48	46	46	46	46	47
44	45	46	47	47	47	46	46	46	48
44	46	46	47	46	46	45	45	47	47
44	45	46	47	46	46	46	46	47	47
176	181	184	188	187	185	183	183	186	189
									1842

Sarat rata -rata 46.05 dm

#### SARAT RATA-RATA AREA E

AREA	SARAT ( m )
E.1	47
E.2	42
E.3	41
E.4	46
JUMLAH	176

SARAT RATA-RATA = 43.89 dm

#### SARAT RATA-RATA TOTAL

AREA	SARAT ( m )
A	35
B	35
C	43
D	45
E	44
JUMLAH	203

SARAT RATA-RATA TOTAL = 40.63 dm

SEDIMENTASI PERTAHUN = 1,522,634.38 m<sup>3</sup>

