

**KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN SDM PERHUBUNGAN
SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN**



MAKALAH

**OPTIMALISASI PERAWATAN ALUR PELAYARAN PELABUHAN PULAU BAAI
BENGKULU DENGAN Pengerukan MENGGUNAKAN KAPAL KERUK TIPE
TRAILING SUCTION HOPPER DREDGER (TSHD) HAM 311**

**Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan
Untuk Menyelesaikan Program ANT - I**

Oleh :

CECEP SUTIA LAKSANA

02501/N-1

PROGRAM PENDIDIKAN DIKLAT PELAUT - 1

JAKARTA

2021

**KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN SDM PERHUBUNGAN
SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN**



TANDA PERSETUJUAN MAKALAH

Nama : CECEP SUTIA LAKSANA
No. Induk Siswa : 02501/N-1
Program Pendidikan : DIKLAT PELAUT – I
Jurusan : NAUTIKA
Judul : **OPTIMALISASI PERAWATAN ALUR PELAYARAN
PELABUHAN PULAU BAAI BENGKULU DENGAN
Pengerukan Menggunakan Kapal Keruk Tipe
TRAILING SUCTION HOPPER DREDGER (TSHD) HAM 311**

Pembimbing I,

Jakarta, 07 Oktober 2021
Pembimbing II,

Capt. Suwondho
NIP.

Laila Puspitasari A., M.Pd.
Penata (III/c)
NIP. 19830801 200912 2 004

Mengetahui
Kepala Jurusan Nautika

Capt. Bhima S. Putra, MM.
Penata (III/c)
NIP. 19730526 200812 1 001

**KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN SDM PERHUBUNGAN
SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN**



TANDA PENGESAHAN MAKALAH

Nama : CECEP SUTIA LAKSANA
No. Induk Siswa : 02501/N-1
Program Pendidikan : DIKLAT PELAUT – I
Jurusan : NAUTIKA
Judul : **OPTIMALISASI PERAWATAN ALUR PELAYARAN
PELABUHAN PULAU BAAI BENGKULU DENGAN
PENGERUKAN MENGGUNAKAN KAPAL KERUK TIPE
TRAILING SUCTION HOPPER DREDGER (TSHD) HAM 311**

Penguji I

Penguji II

Penguji III

.....

.....

.....

Mengetahui
Kepala Jurusan Nautika

Capt. Bhima S. Putra, MM.

Penata (III/c)

NIP. 19730526 200812 1 001

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puja dan puji syukur kehadiran Allah SWT. Karena atas berkat rahmat, taufik dan hidayah-Nya sehingga dapat menyelesaikan makalah ini tepat pada waktunya dan sesuai dengan yang diharapkan. Adapun penyusunan makalah ini guna memenuhi persyaratan penyelesaian Program Diklat Pelaut Ahli Nautika Tingkat I (ANT - I) pada Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.

Pada penulisan makalah ini penulis tertarik untuk menyoroti atau membahas tentang keselamatan kerja dan mengambil judul :

**“OPTIMALISASI PERAWATAN ALUR PELAYARAN PELABUHAN PULAU BAAI
BENGKULU DENGAN Pengerukan Menggunakan Kapal Keruk Tipe
TRAILING SUCTION HOPPER DREDGER (TSHD) HAM 311”**

Tujuan penulisan makalah ini adalah untuk memenuhi salah satu persyaratan yang wajib dilaksanakan oleh setiap perwira siswa dalam menyelesaikan pendidikan di Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta pada jenjang terakhir pendidikan. Sesuai Keputusan Kepala Badan Pendidikan dan Latihan Perhubungan Nomor 233/HK-602/Diklat-98 dan mengacu pada ketentuan Konvensi International STCW-78 Amandemen 2010

Makalah ini diselesaikan berdasarkan pengalaman bekerja penulis sebagai Perwira di atas kapal di tambah pengalaman lain yang penulis dapatkan dari buku-buku dan literatur. Penulis menyadari bahwa makalah ini jauh dari kesempurnaan Hal ini disebabkan oleh keterbatasan-keterbatasan yang ada Ilmu pengetahuan, data-data, buku-buku, materi serta tata bahasa yang penulis miliki.

Dalam kesempatan yang baik ini pula, penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang tak terhingga disertai dengan doa kepada Allah Tuhan Yang Maha Kuasa untuk semua pihak yang turut membantu hingga terselesainya penulisan makalah ini, terutama kepada:

1. Bapak Amiruddin, MM, selaku Ketua Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
2. Capt. Bhima S. Putra, MM, selaku Ketua Jurusan Nautika Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran Jakarta.
3. Dr. Ali Muktar Sitompul, MT, selaku Kepala Divisi Pengembangan Usaha.

4. Capt. Roedy Prijadi, sebagai Dosen Pembimbing I atas seluruh waktu yang diluangkan untuk penulis serta materi, ide/gagasan dan moril hingga terselesaikan makalah ini.
5. Drs. Purnomo, MM, sebagai Dosen Pembimbing II atas seluruh waktu yang diluangkan untuk penulis serta materi, ide/gagasan dan moril hingga terselesaikan makalah ini.
6. Para Dosen Pembina STIP Jakarta yang secara langsung ataupun tidak langsung yang telah memberikan bantuan dan petunjuknya.
7. Semua rekan-rekan Pasis Ahli Nautika Tingkat I Angkatan LIX tahun ajaran 2021 yang telah memberikan bimbingan, sumbangsih dan saran baik secara materil maupun moril sehingga makalah ini akhirnya dapat terselesaikan.

Akhir kata penulis mengharapkan semoga makalah ini dapat bermanfaat bagi penulis sendiri maupun pihak-pihak yang membaca dan membutuhkan makalah ini terutama dari kalangan Akademis Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.

Jakarta, Agustus 2021
Penulis,

CECEP SUTIA LAKSANA
NIS. 02501 /N-1

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
TANDA PERSETUJUAN MAKALAH	ii
TANDA PENGESAHAN MAKALAH	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR LAMPIRAN	vii
 BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi, Batasan dan Rumusan Masalah	3
C. Tujuan dan Manfaat Penelitian	4
D. Metode Penelitian	5
E. Waktu dan Tempat Penelitian	6
F. Sistematika Penulisan	6
 BAB II LANDASAN TEORI	
A. Tinjauan Pustaka	9
B. Kerangka Pemikiran	36
 BAB III ANALISIS DAN PEMBAHASAN	
A. Deskripsi Data	37
B. Perencanaan Metode Pengerukan.....	39
C. Pemecahan Masalah	34
 BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN	
A. Kesimpulan	46
B. Saran	47
 DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	
DAFTAR ISTILAH	

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Ship Particular
- Lampiran 2. Crew List
- Lampiran 3. DP Pre Operation Checklist

BAB I

PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Pelabuhan adalah sentral ekonomi daerah yang dapat menghubungkan perpindahan muatan barang-barang produk kebutuhan sehari-hari baik dalam negeri maupun ekspor (Triatmodjo, 1996). Keadaan pelabuhan harus diperhatikan dengan baik dari tingkat kenyamanan, keamanan, dan biaya yang harus disesuaikan dengan kebutuhan masyarakat.

Pelabuhan Pulau Baai Bengkulu adalah salah satu pelabuhan vital yang digunakan sebagai satu-satunya jalur pengangkutan laut beberapa komoditi dan barang kebutuhan pokok baik yang masuk Bengkulu maupun yang keluar (Supiyati dkk., 2009). Pelabuhan Pulau Baai berada sekitar 20 km dari pusat kota Bengkulu, dengan titik koordinat geografis $102^{\circ}16'00''$ - $102^{\circ}19'20''$ BT dan $03^{\circ}53'00''$ - $03^{\circ}55'40''$ LS dengan luas perairan luar 2.183,47 ha dan perairan dalam 1000 ha (Hamdani, 2013). Kendala utama pengoperasian Pelabuhan Pulau Baai adalah sedimentasi alur kolam dengan debit sedimen mencapai 800.000 m³/tahun, sehingga memerlukan perawatan pengerukan secara rutin dengan biaya relatif besar (PELINDO, 2009).

Sedimentasi merupakan peristiwa pengendapan material batuan yang telah diangkut oleh tenaga air atau angin. Proses ini melalui 2 tahap, tahap pertama pada saat pengikisan, air membawa batuan mengalir ke sungai, danau, dan akhirnya sampai di laut. Tahap selanjutnya pada saat kekuatan pengangkutannya berkurang atau habis, batuan diendapkan di daerah aliran air. Hal ini juga dapat disebut sebagai transport sedimen (Rifardi, 2012).

Akibat proses pendangkalan alur pelayaran ini, maka untuk mengatasi pendangkalan di alur tersebut dilakukanlah pengerukan perawatan setiap tahunnya. Tindak lanjut permasalahan pendangkalan alur Pulau Baai yang tidak kunjung tuntas, berujung pada perombakan teknis pengerukan alur yang hingga saat ini

tidak menunjukkan hasil maksimal. Ditegaskan Plt Gubernur Bengkulu Rohidin Mersyah, jelas membutuhkan komitmen serius dari pihak Pelindo Bengkulu bersama para pihak.

Agar tercapai hasil yang diinginkan, maka diperlukan metode dan peralatan yang tepat untuk melakukan pengerukan dalam rangka perawatan alur, dengan memperhatikan kondisi geografis alur pelayaran Pelabuhan Pulau Baai Bengkulu. Selain itu untuk menjaga agar alur tetap dapat dipergunakan untuk jangka waktu lama.

Pengertian sederhana dari pengerukan sendiri adalah penggalian tanah, lumpur, dan bebatuan. Proses pengerukan terdiri dari penggalian, pengangkutan, dan pembuangan akhir atau penggunaan hasil kerukan (Permana, 2019).

Berdasarkan pembahasan tersebut di atas dan pengalaman penulis selama bekerja di atas kapal, maka penulis tertarik untuk membahasnya ke dalam makalah dengan judul :

“OPTIMALISASI PERAWATAN ALUR PELAYARAN PELABUHAN PULAU BAAI BENGKULU DENGAN Pengerukan MENGGUNAKAN KAPAL KERUK TIPE *TRAILING SUCTION HOPPER DREDGER* (TSHD) HAM 311”

B. IDENTIFIKASI, BATASAN DAN RUMUSAN MASALAH

1. Identifikasi Masalah

Berdasarkan pengalaman penulis saat bekerja di atas kapal sebagai Nahkoda, maka penulis mengidentifikasi masalah yang mempengaruhi kegiatan perawatan alur pelayaran Pelabuhan Pulau Baai Bengkulu oleh kapal keruk tipe TSHD HAM 311, yaitu sebagai berikut:

- a. Ketidak sesuaian kapal keruk yang digunakan
- b. Ketidak sesuaian total volume yang harus dikeruk
- c. Tingginya tingkat sedimentasi yang terjadi di alur pelayaran
- d. Ketidak sesuaian waktu pekerjaan pengerukan ditinjau dari kondisi oseanografis area alur pelayaran

2. Batasan Masalah

Dalam penulisan makalah ini penulis membatasi pembahasan hanya pada permasalahan:

- a. Ketidak sesuaian kapal keruk yang digunakan
- b. Ketidak sesuaian waktu pekerjaan pengerukan ditinjau dari kondisi oseanografis area alur pelayaran

3. Rumusan Masalah

Berdasarkan batasan masalah tersebut di atas, maka penulis membuat rumusan masalah yaitu sebagai berikut :

- a. Bagaimana pemilihan jenis kapal keruk yang tepat untuk perawatan alur pelayaran Pelabuhan Pulau Baai Bengkulu terhadap optimalisasi kegiatan pengerukan?
- b. Mengapa waktu pekerjaan pengerukan yang ditinjau dari kondisi oseanografis area alur pelayara berpengaruh terhadap optimalisasi kegiatan pengerukan?

C. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

1. Tujuan penelitian

Adapun tujuan dari penelitian makalah ini sebagai berikut :

- a. Untuk mengetahui optimalitas perawatan alur pelayaran pelabuhan pulau baai bengkulu dengan pengerukan menggunakan kapal keruk tipe TSHD HAM 311.
- b. Untuk mengetahui optimalitas perawatan alur pelayaran Pelabuhan Pulau Baai Bengkulu berdasarkan dari waktu pekerjaan yang ditinjau dari kondisi oseanografis area alur pelayaran.

2. Manfaat Penulisan

Adapun manfaat dari penulisan makalah ini sebagai berikut :

a. Manfaat Bagi Dunia Akademis

- 1) Agar makalah ini dapat dijadikan sebagai bahan referensi bagi perpustakaan STIP mengenai mengoptimalkan perawatan alur pelayaran pelabuhan pulau baai bengkulu dengan pengerukan menggunakan kapal keruk tipe *Trailing Suction Hopper Dredger* (TSHD) HAM 311.
- 2) Agar makalah ini dapat menambah pengetahuan bagi pasis-pasis diklat pelaut STIP tentang cara mengoptimalkan kegiatan pengerukan perawatan alur Pelabuhan Pulau Baai Bengkulu dengan menggunakan kapal keruk tipe TSHD.

b. Manfaat Bagi Dunia Praktisi

- 1) Agar makalah ini dapat digunakan sebagai masukan bagi pihak perusahaan pengerukan dan perusahaan di bidang perawatan alur pelabuhan dalam meningkatkan keefektifitasan kegiatan pengerukan dengan menggunakan kapal Keruk tipe TSHD,
- 2) Agar makalah ini dapat menjadi pengalaman bagi rekan seprofesi terutama yang belum pernah bekerja di kapal keruk tipe TSHD. Sebagai salah satu sumber pengetahuan mengenai kendala yang mungkin ditemui dalam pekerjaan pengerukan alur pelayaran dengan kapal keruk tipe TSHD.

D. METODE PENELITIAN

1. Metode Pendekatan

Dalam metode pendekatan yang digunakan dalam penulisan kertas kerja ilmiah ini menggunakan metode pendekatan, sebagai berikut:

a. Studi Kasus

Dalam melakukan pembahasan makalah ini dilakukan metode pendekatan dengan studi kasus yaitu kasus yang ditemui pada saat

pekerjaan pengerukan perawatan alur pelayaran Pelabuhan Pulau Baai Bengkulu dengan menggunakan kapal keruk tipe TSHD pada tahun 2021 dengan pendekatan secara deskriptif kualitatif.

b. Deskriptif kualitatif

Deskriptif kualitatif merupakan salah satu dari jenis penelitian yang termasuk dalam jenis kualitatif. Metode deskriptif adalah suatu metode yang digunakan untuk menggambarkan atau menganalisis suatu hasil penelitian tetapi tidak digunakan untuk membuat kesimpulan yang lebih luas.

Adapun tujuan dari metode deskriptif kualitatif ini adalah untuk mengungkapkan kejadian atau fakta, keadaan, fenomena, variable, dan keadaan yang terjadi saat penelitian berlangsung dengan menyinggulkan apa yang sebenarnya terjadi.

2. Teknik Pengumpulan Data

Data, informasi, dan semua keterangan yang lengkap agar dapat dijadikan bahan dasar, diolah dan disajikan menjadi suatu gambaran dan acuan dalam penyusunan makalah ini, maka penulis menggunakan teknik pengumpulan data sebagai berikut:

a. Teknik Observasi

Dalam melaksanakan metode observasi, penulis lakukan pada saat bekerja sebagai Nakhoda diatas TSHD HAM 311. Penulis melakukan pengamatan yang sistematis terhadap masalah penelitian, berdasarkan pelaksanaannya dapat dibedakan menjadi 3 (tiga) yaitu:

- 1) Teknik pengamatan langsung
- 2) Teknik pengamatan tak langsung
- 3) Teknik pengamatan partisipasi

Dari ketiga teknik pengamatan tersebut, penulis melakukan metode pendekatan dan pengumpulan data dengan teknik pengamatan secara

langsung pada aspek-aspek yang mempengaruhi pekerjaan pengerukan perawatan alur pelayaran Pelabuhan Pulau Baai Bengkulu.

b. Studi Dokumentasi

Dokumentasi yaitu berupa data - data yang diperoleh dari dokumen-dokumen yang penulis dapatkan. Dokumen - dokumen tersebut merupakan bukti nyata yang berhubungan dengan proses pekerjaan pengerukan perawatan alur pelayaran Pelabuhan Pulau Baai Bengkulu.

c. Studi kepustakaan

Studi kepustakaan adalah penelitian yang mengumpulkan data dan informasi dengan bantuan bermacam - macam sumber bacaan yang terdapat di ruang perpustakaan. Pada hakikatnya data yang diperoleh dengan studi kepustakaan dapat dijadikan landasan dasar dan alat utama dalam penelitian ini. Dalam hal ini penulis mengumpulkan data-data dan informasi dari beberapa sumber bacaan yang erat kaitannya dengan kegiatan pengerukan dengan menggunakan kapal keruk tipe TSHD.

E. WAKTU DAN TEMPAT PENELITIAN

1. Waktu Penelitian

Penelitian di lakukan pada saat penulis bekerja di atas Kapal Keruk Tipe TSHD HAM 311 pada tahun 2021.

2. Tempat Penelitian

Penelitian di lakukan diatas Kapal Keruk Tipe TSHD HAM 311 bendera Indonesia, Isi kotor GT 3423. Pemilik PT. Van Oord Indonesia, daerah pelayaran FG (*Foreign Going*).

F. SISTEMATIKA PENULISAN

Sistematika penulisan dibutuhkan dalam penyusunan makalah guna menghasilkan suatu bahasan yang sistematis dan memudahkan dalam pembahasan maupun pemahaman makalah yang disusun, adapun sistematika penulisan adalah sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Latar belakang sebagai alasan penulis memilih judul tersebut dan mendeskripsikan beberapa permasalahan yang ada terakit dengan pendangkalan alur pelayaran Pelabuhan Pulau Baai Bengkulu. identifikasi masalah yang menyebutkan hal-hal yang berdampak terhadap system pengerukan alur. batasan masalah, menetapkan batas-batas permasalahan dengan jelas dan menentukan ruang lingkup pembahasan di dalam makalah. rumusan masalah merupakan permasalahan yang paling dominan terjadi pada proses pengerukan alur dalam bentuk kalimat tanya. tujuan dan manfaat merupakan sasaran yang akan di capai atau diperoleh beserta gambaran kontribusi dari hasil penulisan makalah ini.

BAB II LANDASAN TEORI

Tinjauan Pustaka membahas beberapa teori yang berkaitan dengan rumusan masalah dan dapat membantu untuk mencari solusi atau pemecahan yang tepat. kerangka Pemikiran merupakan skema atau alur inti dari makalah ini yang bersifat argumentatif, logis dan analitis berdasarkan kajian teoritis, terkait dengan objek yang akan di kaji.

B AB III ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Deskripsi data merupakan data yang diambil dari lapangan berupa spesifikasi kapal dan pekerjaannya, pengamatan pada fakta - fakta yang terjadi di atas kapal sesuai dengan permasalahan yang di bahas. Fakta dan kondisi disini meliputi

waktu kejadian dan tempat kejadian yang sebenarnya terjadi di atas kapal berdasarkan pengalaman penulis. Analisis data adalah hasil analisa faktor - faktor yang menjadi penyebab rumusan masalah. pemecahan masalah di dalam penulisan makalah ini mendeskripsikan studi kasus dan solusi yang tepat dengan menganalisis unsur-unsur positif dari penyebab masalah.

BAB IV

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan merupakan pernyataan singkat dan tepat berdasarkan hasil analisis data sehubungan dengan faktor penyebab pada rumusan masalah. saran merupakan pernyataan singkat dan tepat berdasarkan hasil pembahasan sebagai solusi dari rumusan masalah yang merupakan masukan untuk perbaikan yang akan dicapai.

BAB II

LANDASAN TEORI

A. TINJAUAN PUSTAKA

1. Kondisi oseanografis Pelabuhan Pulau Baai Bengkulu

a. Gambaran Umum

Pelabuhan Pulau Baai terletak di Propinsi Bengkulu yang jaraknya dari kota Bengkulu kurang lebih 25 km ke arah selatan. Pelabuhan ini mulai dibangun sejak tahun 1980 dan mulai dioperasikan pada bulan Juli 1984. Pelabuhan ini dapat dijangkau dengan transportasi umum seperti mobil kira-kira 30 menit. Jalan telah dibangun dengan konstruksi aspal hotmix dengan lebar 8 meter, sebagai pelabuhan baru berkembang dan berperan dalam menghidupkan serta mengembangkan kegiatan ekonomi daerah yang dapat digunakan oleh investor untuk lahan penumpukan batubara, pertama (Petroleum), Pusat Kantor, Penjagaan Pantai dan Polisi. Sejak tahun 2000 pelabuhan Pulau Baai mendapat Sertifikat ISO 1992.



Gambar 2.1. Gambaran Pelabuhan Pulau Baai Bengkulu

Pelabuhan Pulau Baai terletak di dua Kecamatan Selebar Kota Bengkulu yang berada pada posisi Lintang Selatan $03^{\circ} 47' 30''$ dan Bujur Timur $102^{\circ} 15' 04''$. Pelabuhan Pulau Baai merupakan salah satu

pelabuhan laut yang terbuka untuk umum dan merupakan pelabuhan samudera di daerah Provinsi Bengkulu.

Luas tanah daratan daerah kerja pelabuhan mengacu pada SKB No. 20 tahun 1991, tanggal 19 Februari 1991 antara Menteri Dalam Negeri dengan Menteri Perhubungan yang meliputi tanah daratan seluas 1.192,6 ha serta kolam pelabuhan yang terdiri dari perairan dalam 1.000 ha dan perairan luar 2.183,47 ha.

Kendala utama dalam pengoperasian pelabuhan ini adalah tingkat sedimentasi alur dan kolam yang relatif cepat, sehingga memerlukan perawatan pengerukan secara rutin dengan biaya yang relatif besar. Untuk menampung kegiatan pelayanan barang curah kering, pelabuhan ini dilengkapi dengan 2 buah conveyor belt pemuatan batu bara untuk percepatan pelaksanaan bongkar muat hasil tambang tersebut.

Aktivitas bongkar muat di Cabang Pelabuhan Bengkulu didominasi pelayanan barang curah kering, curah cair dan barang dalam karung dan peti kemas, sementara untuk menampung kegiatan pelayanan barang curah kering, pelabuhan ini dilengkapi dengan 3 (tiga) Belt Conveyor pemuatan batu bara untuk percepatan pelaksanaan bongkar muat.

3. Keadaan hidro oseanografi

Pelabuhan Pulau Baai terletak di bekas rawa dengan dasar pasir lembut dan panjang kolam 4km, lebar 2,5km dengan kedalaman -7 M LWS. Pelabuhan ini juga didukung dengan break water (penahan gelombang) sebelah kiri sepanjang 595m dan kanan sepanjang 420m.

4. Pasang surut

Diperkirakan air pasang surut di Pelabuhan Pulau Baai Bengkulu berganti rata-rata 6 jam. Hasil peramalan data pasang surut untuk selang waktu 10 tahun dari tahun 1992-2001 dengan menggunakan program RAMPAS. Kemudian dilakukan analisis statistik dengan menggunakan Fortran untuk mendapatkan elevasi-elevasi yang penting dari kelompok data yang dihasilkan oleh RAMPAS. Komponen pasang surut sebagai Tabel 2.1.

	S_0	M_2	S_2	N_2	K_1	U_0	M_4	MS_4	K_2	P_1
A_{cm}	66.7	32.9	12.8	7.5	16.8	8.6	1.3	1.8	3.5	5.6
g_0	171.6	231.5	149.2	275.2	250.1	353.3	36.0	232.5	275.3

Tabel 2.1. Komponen pasang surut

5. Gelombang

Karakteristik pantai sangat dipengaruhi oleh gelombang, terutama gelombang yang diakibatkan oleh angin. Gelombang menyebabkan terjadinya arus di pantai yang berakibat terjadinya erosi dan sedimentasi. Gaya gelombang menyebabkan kerusakan pada pantai, sehingga dapat terjadi perubahan morfologi pantai.

Kala ulang (tahun)	Tinggi gelombang	Periode gelombang (dtk)
5	2.16	6
10	2.26	
25	3.23	
50	2.48	

Tabel 2.2. Ramalan tinggi gelombang dan periode gelombang di sta. Pulau Baai

Penyebab terjadinya gelombang ada beberapa macam seperti akibat angin, gempa, pasut dan lain sebagainya. Dalam analisis ini menyebabkan terjadinya gelombang dibatasi semata-mata akibat adanya hembusan angin pada perairan di lokasi studi, hal ini disebabkan angin merupakan faktor yang dominan dalam mekanisme pembentukan daerah offshore.

Tinggi Gelombang Makna (N) pada kedalaman 10m	Kekerapan/selang kejadian (tahun)
2.75	1
3.00	2
3.25	4
3.50	7
3.75	14
4.00	25
4.25	50
4.50	10

Tabel 2.3. Tinggi gelombang maksimum lawan kekerapan

Menurut pengamatan Nedeco, arah gelombang tertinggi di Kawasan Pulau Baai Bengkulu datang dari arah 240° dan 300° (barat daya dan timur laut) gelombang ini terjadi di bulan Desember dan Februari (tiga bulan) sehingga keadaan lingkungan sangat tidak menguntungkan pada bulan-bulan tersebut, tinggi gelombang mengena dan kekerapannya. Tabel 4 merupakan hasil pengamatan gelombang pada koordinat 20 - 10° LS dan 100°-105° BT yang telah dilakukan sebelumnya, posisi garis pantai Pulau Baai menyebabkan hanya gelombang dengan arah datang 240°, 270°, 300° dan 330° yang terpakai, selebihnya dianggap berada pada kondisi calm sea, seperti terlihat pada Tabel 2.4.

Direction sector	Yearly (January-December)			December, January, February			March, April			May, June, July, Agust, September			October, November		
	H ² _{ms}	T _r	%	H ² _{ms}	T _r	%	H ² _{ms}	T _r	%	H ² _{ms}	T _r	%	H ² _{ms}	T _r	%
120 ⁰	2.03	7.5	19.9	1.27	7.6	7.7	1.31	7.9	1.9	2.29	7.5	28.6	2.00	7.3	18.7
150 ⁰	1.83	7.7	31.9	1.24	7.6	25.2	1.64	7.9	20.9	2.17	7.5	32.8	1.80	7.3	42.4
158 ⁰	1.82	8.4	20.7	1.48	7.6	21.1	1.70	7.9	27.8	2.11	7.5	16.6	1.84	7.3	21.6
210 ⁰	1.82	8.5	5.3	1.85	7.6	6.3	1.57	7.9	9.4	2.06	7.5	3.6	1.51	7.3	5.1
240 ⁰	1.59	7.1	1.8	1.30	7.6	4.6	2.19	7.9	2.2	1.74	7.5	0.5	0.85	7.3	2.2
270 ⁰	1.52	7.9	4.5	1.75	7.6	9.8	1.24	7.9	7.6	1.98	7.5	0.5	0.94	7.3	2.4
300 ⁰	1.35	7.5	5.1	1.71	7.6	13.1	1.86	7.9	8.6	2.00	7.5	0.6	0.92	7.3	2.7
330 ⁰ 90 ⁰	1.66	7.8	10.8	1.23	7.6	12.1	1.73	7.9	11.7	1.54	7.5	16.8	1.70	7.3	4.8

Sumber : Preliminary Report on Desk Studies, Chapter 3 : Long Shore Transport Calculation, Delft hydraulics Laboratory, Desember 1989

Tabel 2.4. Tinggi dan periode gelombang

Hal ini tidak cukup baik untuk permodelan perumusan garis pantai dengan menggunakan perangkat lunak GENESIS karena sangat sedikit gelombang yang terjadi.

Distribusi tinggi gelombang dan arah gelombang di lepas pantai pelabuhan Pulau Baai dengan data diperoleh dari laporan Netherlands Engineering Consultant (Nedeco,1984).

6. Arah angin dominan

Untuk pantai di Pulau Baai, perkiraan arah angin sebagai penyeret gelombang menuju pantai Pelabuhan Pulau Baai yang memungkinkan terjadi berdasarkan 3 (tiga) kondisi, yang perlu dipertimbangkan, antara lain:

- Dari data prosentase kejadian angin terbesar Pelabuhan Pulau Baai adalah :

Selatan = 25,6%

Barat = 22,11%

Utara = 15,36%

- b. Sebagai pesisir yang memiliki garis pantai menghadap arah barat, barat laut, gelombang didorong angin yang memungkinkan terjadi dari arah selatan, barat dan barat daya.
- c. Namun berdasarkan observasi lapangan dengan melihat kondisi sedimentasi akibat arus sejajar pantai (litoral drift) yang disebabkan oleh gerakan gelombang yang arahnya relatif sama, kemungkinan besar angin mendorong gelombang dari arah barat dan barat daya.

Jadi berdasarkan ketiga kondisi dalam penentuan arah angin dominan adalah angin yang berasal dari arah barat dan barat daya dengan sudut datang sebesar $22,50^\circ$ terhadap garis sejajar pantai Pulau Baai.

7. Arus

Dikutip dari jurnal Geologi kelautan Vol 1 tahun 2003, tentang pendangkalan alur pelayaran di Pelabuhan Pulau Baai Bengkulu, dari hasil pengukuran yang dilakukan, pada saat air pasang, air laut masuk ke kolam pelabuhan dengan kecepatan rata-rata 0,54 m/s, sedangkan pada saat air surut, air dari kolam pelabuhan menuju ke laut lepas dengan kecepatan 0,03 m/s. bila dibandingkan terlihat bahwa kecepatan arus pada saat air pasang lebih besar dari kecepatan arus pada saat air surut. Oleh karena itu dapat dikatakan bahwa pada saat air pasang purnama lebih banyak sedimen yang diendapkan ke kolam pelabuhan khususnya dibagian alur. Pada saat air pasang, air laut memasuki kolam dengan kecepatan cukup besar yaitu masing-masing 0,50, 0,46 dan 0,44 m/s. sebaliknya pada saat air surut, air di pelabuhan ke luar menuju laut. Hal ini ditunjukkan oleh arah arus pada saat surut, dengan arah dari tenggara menuju ke barat laut dengan kecepatan terbesar sekitar 0,03 m/s. demikian juga arus dikedalaman 1,3 dan 5 m menunjukkan bahwa air di pelabuhan menuju ke arah luar dengan kecepatan paling besar yaitu 0,46 m/s.

8. Besar angkutan sedimen total

Menurut kajian yang dilakukan oleh Kementrian Pekerjaan Umum, Angkutan sedimen total (Qs) yang terjadi pada pantai Pelabuhan Pulau Baai adalah 601.576,20 m³/tahun.

Adapun angkutan sedimen yang memberikan kontribusi yang paling besar terhadap alur Pelabuhan P. Baai adalah :

$$\begin{aligned} Q_{s-net} &= Q_s \text{ (arah barat) arah dominan} \\ &= 573.916,72 \text{ m}^3/\text{tahun} \end{aligned}$$

9. Tesktur sedimen

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Putri, 2016, tentang analisa sedimentasi di Pelabuhan Pulau Baai Kota Bengkulu menghasilkan data sebagai berikut:

Hasil analisis sampel sedimen dari 6 lokasi penelitian yang diletakkan pada sedimen trap selama 21 hari dan diambil 7 hari sekali, maka didapatkan hasil jenis sedimen yang terdapat pada lokasi penelitian menunjukan pada Tabel 2.5.

No	Stasiun	Pasir (<i>sand</i>) %	Lanau (<i>silt</i>) %	Jenis Sedimen
1	Stasiun I	99,80	0,20	Pasir
2	Stasiun II	99,70	0,30	Pasir
3	Stasiun III	99,80	0,20	Pasir
4	Stasiun IV	99,70	0,30	Pasir
5	Stasiun V	86,80	13,20	Pasir
6	Stasiun VI	93,00	7,00	Pasir

Tabel 2.5. Nilai hasil analisis tekstur sedimen Pelabuhan Pulau Baai Bengkulu

Stasiun I terletak di sebelah kiri Pelabuhan Pulau Baai dengan koordinat 102°16'17.71" BT dan 3°54'6.94" LS. Daerah ini merupakan daerah yang terjadi sedimentasi (Hamdani, 2013). Nilai hasil analisis tekstur sedimen pada stasiun I terdapat pasir 99,80 % dan lanau 0,20 % (Tabel 3). Menentukan tekstur sedimen menggunakan segitiga shepard sehingga didapatkan tekstur sedimen adalah pasir. Persentase hasil tekstur sedimen Pelabuhan Pulau Baai dari 3 kali pengulangan di dapatkan fraksi yang paling dominan adalah fraksi pasir dan jenis tekstur sedimen pasir.

Dahuri et al. (2001) dalam Wibowo (2012) menyatakan bahwa gelombang yang pecah di daerah pantai merupakan salah satu penyebab utama terjadinya proses erosi dan sedimentasi di pantai. Gelombang yang menimbulkan terjadinya arus menyusur pantai adalah penyebab utama

dari gerakan sedimen (Komar, 1983). Arus yang terjadi di Pelabuhan Pulau Baai adalah arus menyusur pantai merupakan pergerakan massa air yang bergerak sejajar dengan garis pantai (Triadmodjo, 1999). Pengaruh arus terhadap sedimentasi dipengaruhi ukuran partikel sedimen, semakin besar partikel yang diendapkan maka pengaruh arus laut akan semakin besar. Hal ini berarti tempat mengendap partikel yang lebih kecil terletak dari titik sumber dari mana partikel tersebut berasal.

Hasil analisis tekstur sedimen yang terdapat stasiun II berjenis pasir dengan persentase pasir 99,70 % dan lanau 0,30 % (Tabel 2.5). Koordinat pada lokasi ini 102°16'59.40" BT dan 3°53'56.29" LS. Secara umum sedimen permukaan daerah penelitian disusun oleh beberapa kelas ukuran sedimen. Fraksi butiran merupakan fraksi sedimen yang hanya sedikit terdapat di perairan pelabuhan dengan ukuran 2 - 4 mm. Hal ini diduga disebabkan oleh tidak adanya sumber sedimen yang berfraksi batuan yang begitu banyak karena karakter dasar perairan pelabuhan disusun oleh fraksi pasir dan tanah liat (lanau) (Febriyani, 2013).

Lokasi stasiun II tergolong terbuka terhadap arah tiupan angin, sehingga hempasan gelombang cukup kuat. Hempasan gelombang akan menyebabkan abrasi atau erosi pantai, sehingga garis pantai mundur ke arah darat (Purba, 2003). Material yang digerus oleh hempasan gelombang akan dipindahkan sebagian besar oleh arus menyusur pantai sepanjang pantai. Sedimen yang digerus oleh gelombang pada lokasi tertentu akan diangkut oleh arus menyusur pantai dan diendapkan pada lokasi dimana energi gerak air melemah (Sulistyo, 1994). Dahulunya sebelum dibuat Pelabuhan, kolam Pulau Baai terdapat lidah pasir yang membujur dari arah selatan ke utara. Lidah pasir ini terbentuk oleh angkutan pasir dari sebelah hulu Tanjung Kerbau (Hamdani, 2013).

Stasiun III merupakan tempat keluar masuknya transportasi laut dengan koordinat 102°16'43.46" BT dan 3°54'10.26" LS stasiun ini terletak di dekat breakwater. Nilai analisis tekstur sedimen yang terdapat di alur pelayaran dengan persentase pasir 99,8 % dan lanau 0,2 % dan tekstur yang didapatkan berjenis pasir (Tabel 2.5). Proporsi pasir berkisar 90 % dan hampir merata tersebar di setiap stasiun terdapat pasir halus yang memiliki proporsi yang paling dominan. Selain disebabkan

karakteristik perairan yang berpasir, gelombang, arus dan pasang surut juga mempengaruhi dalam mentranspor sedimen (Supiyati dkk., 2012).

Sebaran fraksi yang terdapat di alur pelayaran dominan pasir halus, dikarenakan pergerakan arus yang melemah saat keluar dari kolam menuju laut lepas. Arus pasang surut di Pelabuhan Pulau Baai membawa partikel-partikel dari laut lepas menuju kolam pelabuhan dengan kecepatan sekitar 0,1 – 0,13 m/s (Supiyati dkk, 2012) sedangkan di dalam kolam kecepatan arus pasang surut sekitar 0,001 – 0,005 m/s. Partikel yang terbawa dari laut lepas tidak mampu keluar lagi sehingga terjadi penumpukan partikel yang disebut dengan sedimentasi. Partikel – partikel yang terbawa dari laut lepas ini yang paling dominan adalah fraksi pasir dengan ukuran 0,125 mm. Hal yang sesuai dikatakan Febriyani (2013) mengatakan diameter sedimen di belakang breakwater cenderung lebih halus karena letaknya terlindung oleh breakwater dan sedikit mendapatkan pengaruh dari gelombang laut.

Stasiun IV yang berkoordinat 102°17'2.94" BT dan 3°55'10.57" LS terdapat didekat pelabuhan batubara. Persentase pasir pada lokasi ini adalah 99,30% dan lanau 0,70% dengan tekstur sedimen pasir (Tabel 2.5). Sebaran fraksi yang dominan di lokasi ini adalah fraksi pasir kasar diduga partikel sedimen berasal dari limbah batubara. Analisis tekstur yang dilakukan di Laboraturium Perikanan Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu fraksi yang paling banyak di lokasi ini adalah limbah batubara.

Aktivitas manusia di sekitar pantai mempengaruhi sebaran butiran sedimen karena aktivitas ini mensuplai *Poorly Sorted Sediment* (Rifardi, 2012). *Poorly Sorted Sediment* merupakan perbedaan besar butir yang cukup mencolok, sehingga partikel yang dianalisis besaran butirnya dapat dilihat secara visual.

Stasiun V ini merupakan lokasi penelitian yang berada di depan ekosistem mangrove dengan koordinat 102°17'19.93" BT dan 3°54'18.43" LS. Persentase pasir 86,80 % dan lanau 13,20 % dengan tekstur sedimen pasir (Tabel 2.5). Ekosistem mangrove merupakan ekosistem yang terdapat di daerah pantai yang secara teratur tergenang air laut dan terpengaruh oleh pasang surut air laut tetapi tidak

terpengaruh oleh iklim. Perakaran mangrove dapat mengakumulasi sedimen, merangkap serasah, dan berperan dalam pembentukan formasi tanah (Kennish, 2000).

Persentase pasir pada stasiun ini yang dekat dengan muara sungai adalah 93,00% dan lanau 7,00 %. Dengan koordinat 102°18'5.98" BT dan 3°50'55.26" LS, tekstur sedimen pada muara sungai berjenis pasir (Tabel 2.5). Sebaran fraksi yang dominan di muara sungai adalah fraksi sedang. Fraksi sedang terdapat di muara sungai yang merupakan lokasi yang dekat dengan muara sungai dan sebaran sedimen tergantung pada pola arus dasar perairan (Daulay, 2014).

10. Fraksi sedimen

No	Lokasi Penelitian	Fraksi Sedimen	Ukuran (mm)
1	Stasiun I	Pasir Halus	0,125
2	Stasiun II	Pasir Halus	0,125
3	Stasiun III	Pasir Halus	0,125
4	Stasiun IV	Pasir Kasar	0,600
5	Stasiun V	Pasir Halus	0,125
6	Stasiun VI	Pasir Sedang	0,300

Tabel 2.6. Fraksi sedimen dominan setiap lokasi penelitian

Fraksi sedimen yang dominan di setiap stasiun penelitian adalah fraksi pasir halus. Pada stasiun I, II, III dan V fraksi sedimen diklasifikasikan dalam pasir halus, Stasiun IV fraksi sedimen yang dianalisis adalah pasir kasar. Sedangkan stasiun VI fraksi sedimen pasir sedang (Tabel 2.6).

Pasir halus diduga berasal dari laut lepas, pasir halus masuk ke dalam kolam pelabuhan dipengaruhi oleh arus gelombang menyusur pantai. Hal yang sama dengan pernyataan Febriyani (2013) kecepatan arus yang menjadi penentu transpor sedimen dasar dan partikel material yang terangkut. Mulyadi dkk, (2013) laut lepas memiliki kecepatan arus kuat cenderung memiliki sebaran fraksi pasir. Pasir kasar terdapat di pengangkutan batubara, pada analisis tekstur sedimen yang dilakukan di Laboraturim Perikanan Program Studi Ilmu Kelautan Universitas Bengkulu, fraksi sedimen yang terdapat di lokasi ini partikel - partikelnya berupa limbah batubara. Diduga fraksi kasar berasal dari pengangkutan

batubara yang terjatuh ke perairan. Fraksi sedang terdapat di muara sungai yang merupakan lokasi yang dekat dengan muara sungai. Sebaran sedimen tergantung pada pola arus dasar perairan (Daulay, 2014).

Partikel sedimen halus yang ditemukan di lokasi penelitian di stasiun I, II, III dan V, ukuran butir sedimen halus mengindikasikan kekuatan arus lemah untuk menstrapor sedimen, begitu juga sebaliknya, arus yang kuat mengindikasikan butir sedimen kasar (Rifardi dan Ujiie, 1993). Stasiun V dengan kecepatan arus yang lemah didapatkan fraksi kasar hal ini berbanding terbalik dengan pernyataan Rifardi et al (1998) menyatakan pearairan dengan kecepatan arus kuat dicirikan oleh ukuran partikel sedimen kasar, merupakan indikasi besar/kuatnya kekuatan arus dan gelombang yang bekerja pada lingkungan pengendapan tersebut. Pasir kasar yang terdapat di stasiun V ini berasal dari pengangkutan batubara yang teletak didekat lokasi penelitian, pada stasiun V tidak ada pengaruh arus dari pantai, sehingga sedimen pada lokasi ini hanya sedikit.

Stasiun VI yang terletak di muara sungai fraksi yang paling dominan adalah fraksi sedang. Muara sungai fraksi yang paling dominan adalah lumpur karena adanya suplai partikel dari sungai, akan tetapi pada stasiun VI ini yang paling dominan adalah pasir sedang. Hal ini disebabkan suplai sedimen dari sungai tidak terlalu dekat dengan stasiun penelitian, pada lokasi ini masih adanya vegetasi pantai sehingga partikel yang terperangkap di sedimen trap masih berasal dari pantai itu sendiri. Stasiun ini juga masih berdekatan dengan aktivitas manusia seperti adanya alat tangkap sero di dekat stasiun penelitian.

Sebaran partikel di lokasi penelitian yang mendominasi adalah pasir halus, sedimentasi dalam skala yang kecil dapat terjadi karena transportasi sedimen sepanjang pantai (Ridho, 2005) sehingga diduga partikel sedimen berasal dari pantai tersebut.

2. Aktivitas Pengerukan

1. Gambaran Umum Pengerukan

Pengertian sederhana dari pengerukan adalah penggalian tanah, lumpur, dan bebatuan. Proses pengerukan terdiri dari penggalian, pengangkutan, dan pembuangan akhir atau penggunaan hasil kerukan.

2. Tujuan Pengerukan

Sasaran utama pengerukan antara lain:

a. Pelayaran (navigasi)

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

b. Pengendalian banjir (*flood control*)

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

c. Konstruksi dan reklamasi

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

d. Pertambangan (*mining*)

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

e. Untuk tujuan lainnya

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

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. Jenis-Jenis Kapal Keruk

Pada dasarnya dilihat dari sudut pandang cara mengoperasikannya, kapal keruk dibagi menjadi dua, yaitu kapal keruk tanpa mesin penggerak dan kapal keruk dengan mesin penggerak sendiri.

- Kapal keruk tanpa mesin penggerak

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

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

- Kapal keruk dengan mesin penggerak sendiri

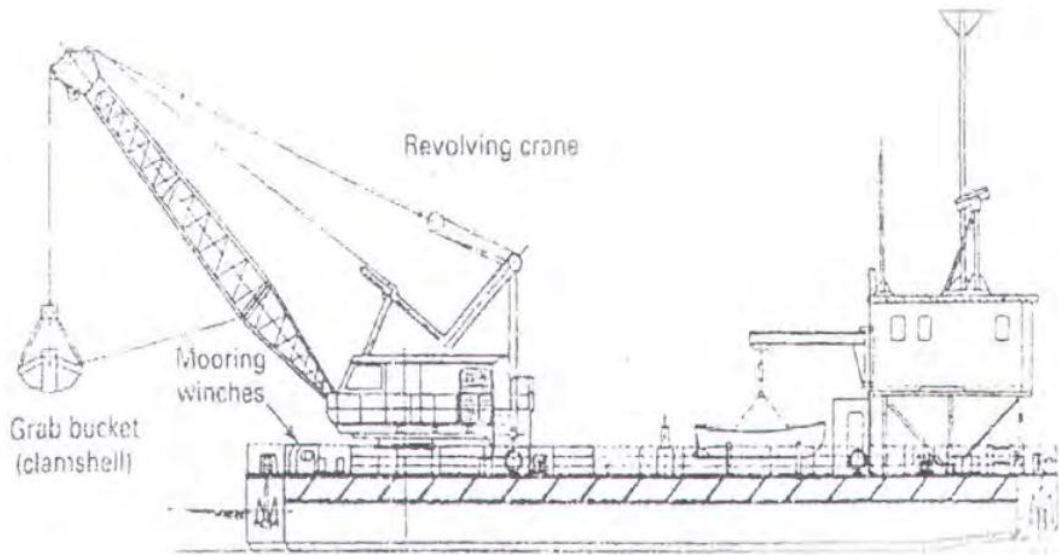
Perpindahan kapal dilakukan dengan tenaga terpisah dari mesin pengeruknya.

Secara teknis peralatan pengerukan pada dasarnya dapat dibagi dalam tiga tipe, yaitu; alat keruk mekanis, alat keruk hidrolis, dan alat keruk mekanis-hidrolis.

1. Tipe Kapal keruk Mekanis

- a. *Grab Clamshell dredger*

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 2.2. Kapal Keruk *Grab*

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

Tipe *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 *grab*:

- Kemampuan mengeruk pada titik yang tepat
- Cocok dipakai pada lokasi yang berpasir, tanah liat, kerikil, dan batu pecah
- Kedalaman pengerukan praktis tak terbatas, tergantung panjang tali, tetapi makin dalam, produksi berkurang karena waktu mengangkat makin lama

- Beroperasi tanpa mengganggu lalu lintas kapal lainnya
- Dapat bekerja baik pada air yang bergelombang
- Hasil pengerukan tidak merata, sehingga sukar menentukan dalamnya penggalian
- Kurang baik dipakai pada lokasi yang berlumpur, karena lumpur mudah keluar dan bucketnya.

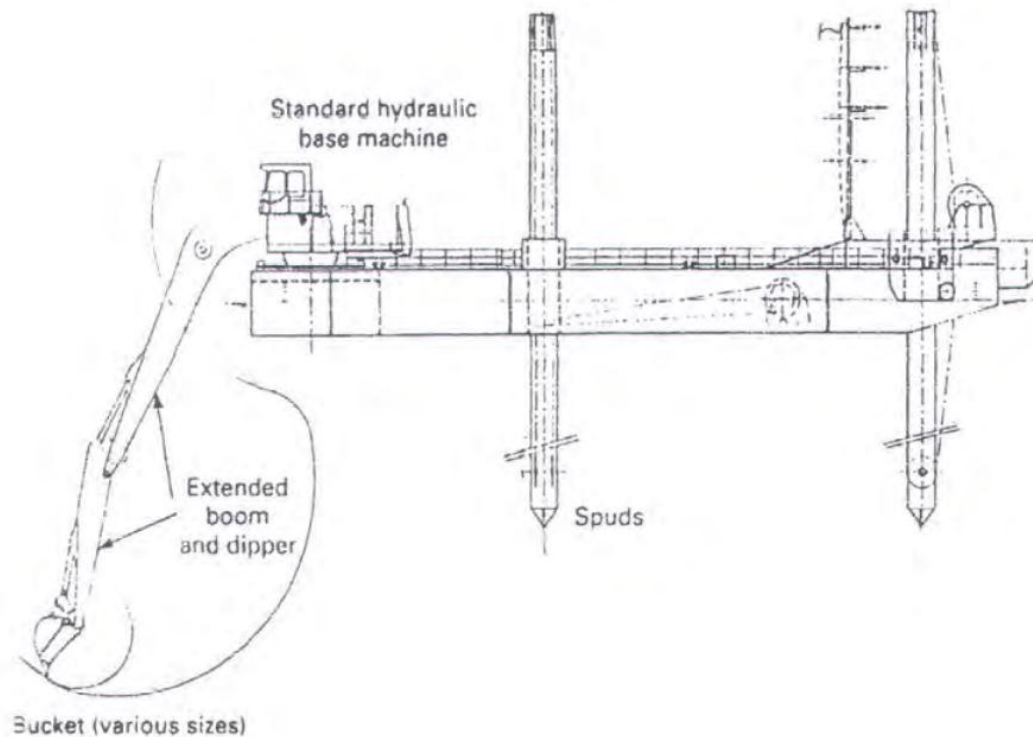
Untuk keperluan operasi, kapal keruk ini dilengkapi dua buah *spud* dan spul-spul penggulung kawat baja yang digunakan untuk mengangkat maupun menurunkan *spud*. Kapal bergerak sedikit demi sedikit secara zig-zag dengan mengatur pengangkatan *spud* dan penarikan / penguluran tali jangkar.

b. Backhoe

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

Karakteristik kapal keruk ini:

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



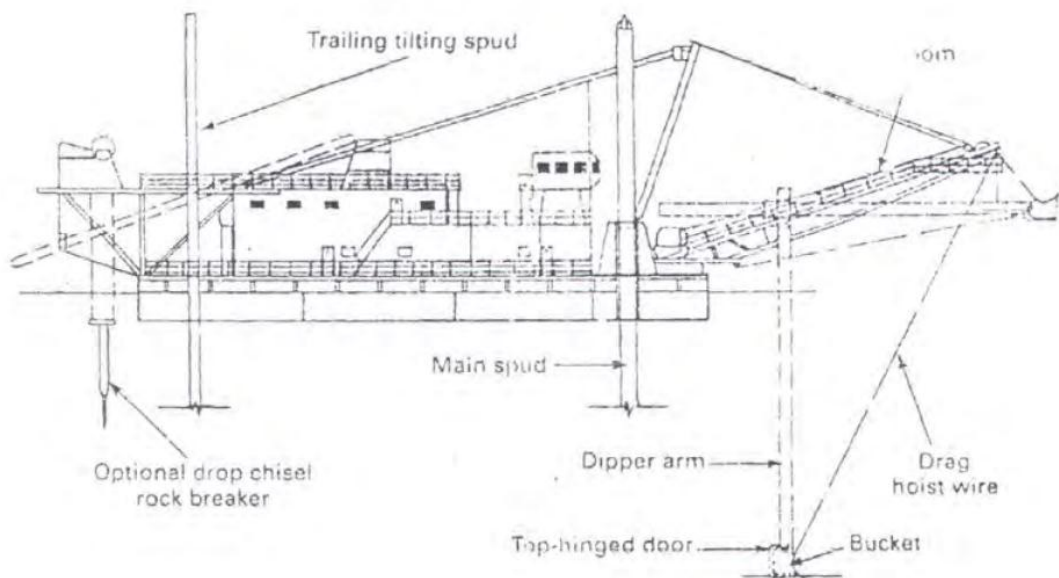
Gambar 2.3. Kapal Keruk *Backhoe*

c. *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 di atas garis air guna menambah daya gali, dan satu *spud* belakang yang disebut *kicking spud* yang digunakan untuk menggerakkan tongkang ke depan.

Karakteristik kapal keruk ini:

- Cocok untuk mengeruk batu karang
- Dapat digunakan untuk membuang pondasi bawah taut yang tidak terpakai
- Jumlah crew sedikit (5 s/d 6) orang
- Bisa menggali jalannya sendiri, juga menggali tebing yang curam tanpa takut longsor



Gambar 2.4. Kapal Keruk *Dipper*

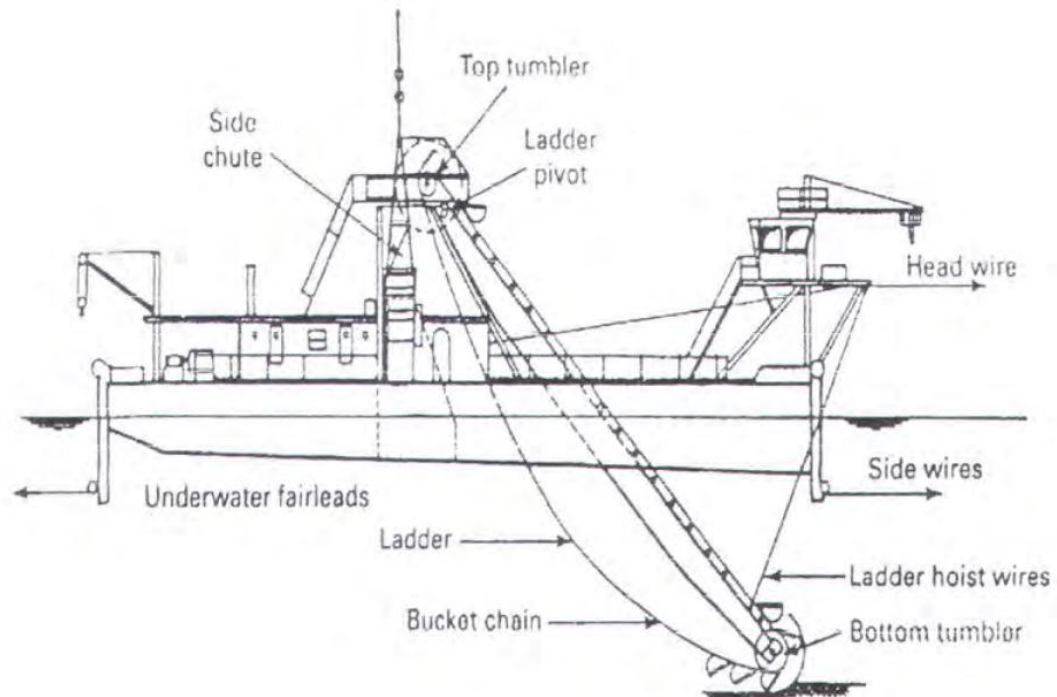
d. *Bucket-ladder*

Kapal keruk ini menggunakan timba yang disusun pada rangkaian rantai yang berputar. Pengerukan dengan *bucket ladder* biasanya dilakukan pada kolam pelabuhan atau pada kanal, dan juga digunakan untuk menggali mineral (penambangan) di lepas pantai.

Kapasitas keruk tiap jam berhubung erat dengan banyaknya timba yang dipakai dan kedalaman yang dikeruk, serta 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.
- Semakin dalam pengerukan semakin tidak efisien karena jumlah material keruk semakin berkurang.



Gambar 2.4. Kapal Keruk *bucket ladder*

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.

Yang termasuk kapal keruk hidrolis adalah:

a. *Dustpan*

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

Karakteristik kapal keruk ini adalah:

- Efisien untuk lumpur halus
- Bekerja sambil berjalan, karena mempunyai mesin penggerak sendiri
- Pekerjaan masih bisa dilakukan, walaupun ada gelombang
- Mempunyai bak lumpur di badan kapal

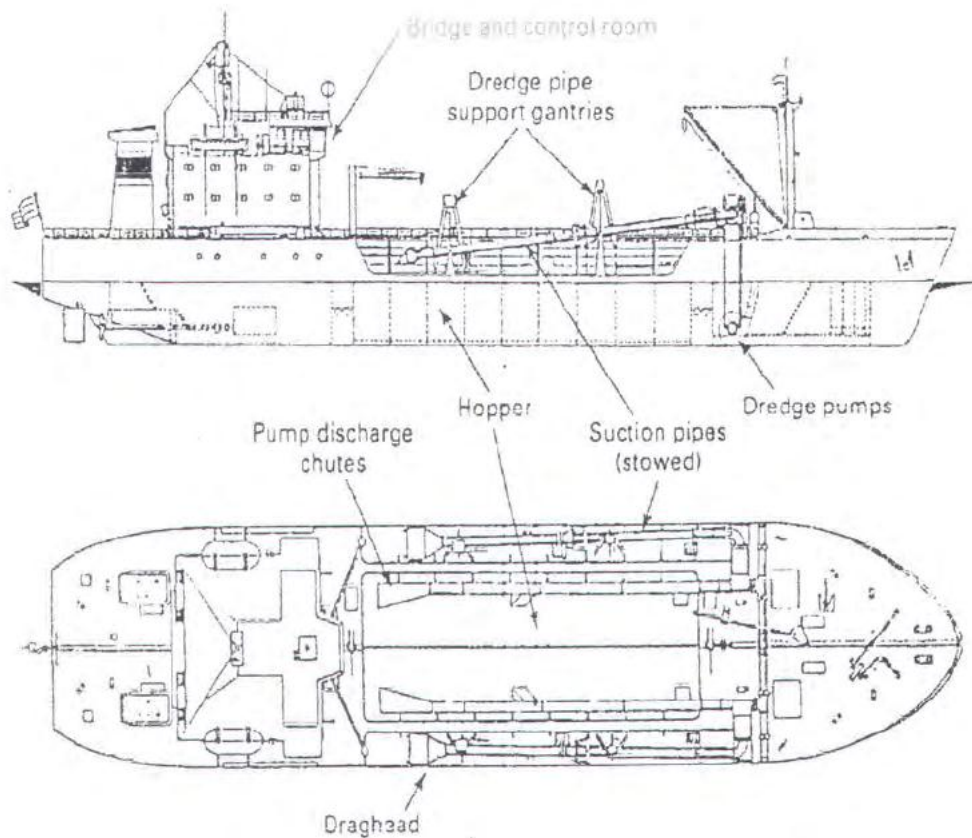
- Kapasitas muat bisa diatur, dengan mengatur pompa sentrifugal dan pipa hisap
- Titik berat kapal rendah sehingga stabilitas kapal relatif baik
- Bila bak lumpur penuh, kapal harus berhenti bekerja
- Pembuangan lumpur dilakukan kapal sendiri, sehingga menambah waktu kerja
- Pengerukan terbatas pada lumpur halus.

b. *Trailing Suction Hopper Dredger (TSHD)*

Merupakan kapal keruk dengan tempat penyimpanan 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



Gambar 2.5. Kapal Keruk *Trailing Suction Hopper Dredger* (TSHD)

Bagian-bagian utama TSHD ini:

- Kepala pipa hisap (*draghead*)

Berfungsi seperti sendok, digunakan untuk menyendok lumpur sebagai akibat gerakan maju kapal. *Draghead* terbuat dari bahan tahan karat yang kekerasannya memenuhi syarat, terutama pada ujung-ujungnya. Kepala pipa hisap ini dilengkapi dengan kisi-kisi untuk menjaga agar material yang besar tidak ikut terhisap ke dalam pipa dan mengakibatkan rusaknya pompa sentrifugal. Lubang kisi-kisi bisa diatur, karena jika terlalu besar, material besar bisa masuk dan menyumbat pompa, tetapi bila terlalu kecil, material yang seharusnya terhisap tidak bisa masuk dan lubang sering buntu oleh kotoran.

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

Macam-macam bentuk *draghead* antara lain:

- *California*

Dipakai khusus untuk pasir, bisa mengatur sendiri kedalaman pengerukan. *Draghead* ini ditarik menggelincir di permukaan dasar taut.

- *Newport Bay*

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

- *Ambrose*

Dipakai untuk Lumpur, silt, lempung lunak, kerikil halus, pasir, atau batu. Jenis ini tidak sesuai untuk pasir padat karena headnya tidak mau masuk.

- *Coral*

Dipakai untuk pengerukan atol di Pasifik selatan. Mempunyai barisan gigi di dasarnya, berguna untuk memecahkan karang yang belum pecah akibat ledakan dinamit. Dapat disetel untuk bermacam-macam kedalaman.

- *Fruchling*

Efektif untuk lumpur lunak, tetapi jelek untuk pasir. Karena bekerja dengan cara menyedot, jenis ini mempunyai bibir yang melengkung. Untuk maju diperlukan tenaga besar, kadang-kadang dilengkapi dengan *water jet*. Hubungan *draghead* dengan pipa hisap perlu diperhatikan. Bila dibuat mati (*fixed*), dan terjadi benturan dengan material yang keras, akibatnya *draghead* akan lepas / patah dan hilang, bila hubungannya kuat sekali dan dengan benturan yang keras tidak mau patah, kapal akan kehilangan keseimbangan, seperti kalau kapal kandas.

- Pipa hisap dan pipa buang

Pipa hisap biasanya terletak dibawah *ladder*, jadi *ladder* adalah penguat dari pipa hisap, disamping untuk menjaga agar pipa hisap tidak bergerak kekanan maupun ke kiri akibat gerakan kapal. Tekanan yang diberikan pompa tidak hanya untuk mengangkut material saja, tetapi juga untuk mengatasi kerugian gesekan, terutama pada bagian bawah pipa, maka hanya sedikit tekanan tersisa untuk mengangkut material.

Kerugian gesekan dalam pipa hisap harus dibuat serendah mungkin. Parameter yang mempengaruhi kerugian gesekan pada pipa yaitu debit, luas pipa, dan kecepatan campuran. Kerugian gesekan di pipa diatasi melalui pengurangan kecepatan. Untuk itu, diameter pipa hisap dan pipa buang

dibedakan, yaitu diameter pipa hisap ($1,25 \pm 1$) x diameter pipa buang . Pipa hisap biasanya satu ukuran standar diatas pipa buang.

Disamping itu juga perlu memutar pipa hisap maupun pipa buang secara bergantian agar keausan merata, sehingga dapat memperpanjang umur pemakaian pipa. Hubungan pipa hisap kebadan kapal biasanya dengan *coupling flexible* yaitu selang karet yang dapat dibengkokkan. Sebagai ganti selang dapat dipakai hubungan engsel, keuntungannya dapat dibengkokkan sampai sudut tak terbatas. Kerugiannya susah dibuat kedap dibandingkan selang karet.

Sistem peletakan pipa hisap dapat disamping kiri dan kanan badan kapal (dua pipa hisap). Untuk pipa hisap tunggal peletakannya dapat ditempatkan di tengah, di belakang, maupun di depan. Perletakan pipa hisap ini memerlukan pemikiran yang tersendiri, mengingat lokasi yang akan dikeruk, keadaan kapal (pembagian ruangan maupun pembagian berat kapal) yang berhubungan langsung dengan stabilitas kapal.

- Pompa

Kerja pompa melayani antara lain:

- Menaikan material yang dihisap dari dasar laut, ke mulut hisap pipa (*suction head*)
- Menaikan campuran tanah dari pompa ke tempat penampungan
- Mengambil campuran masuk kedalam tabung pipa hisap
- Memberikan kecepatan campuran yang bergerak sepanjang pipa

- Bak Lumpur (*hopper*)

Bak lumpur berguna untuk menampung basil hisapan dari pompa hisap. Saringan berfungsi sebagai penahan material besar agar tidak langsung masuk ke dalam bottom yang mengakibatkan rusaknya bottom karena benturan. Karena hasil keruk sebagian besar adalah air (± 60 % air), maka bak akan cepat penuh dengan lumpur cair tersebut. Ini jelas merugikan, karena tidak dikehendaki adanya air, melainkan lumpur. Cara mengatasinya dengan membuat suatu sekat penampung air, dan air segera dialirkan keluar dari badan kapal. Karena berat jenis lumpur lebih besar dari berat jenis air, maka lumpur akan mengendap dan permukaan atas terisi air. Kelebihan air disalurkan ke tempat penampungan air, kemudian dibuang sehingga yang tinggal di bak lumpur adalah lumpur yang agak padat. Kepadatan lumpur tergantung

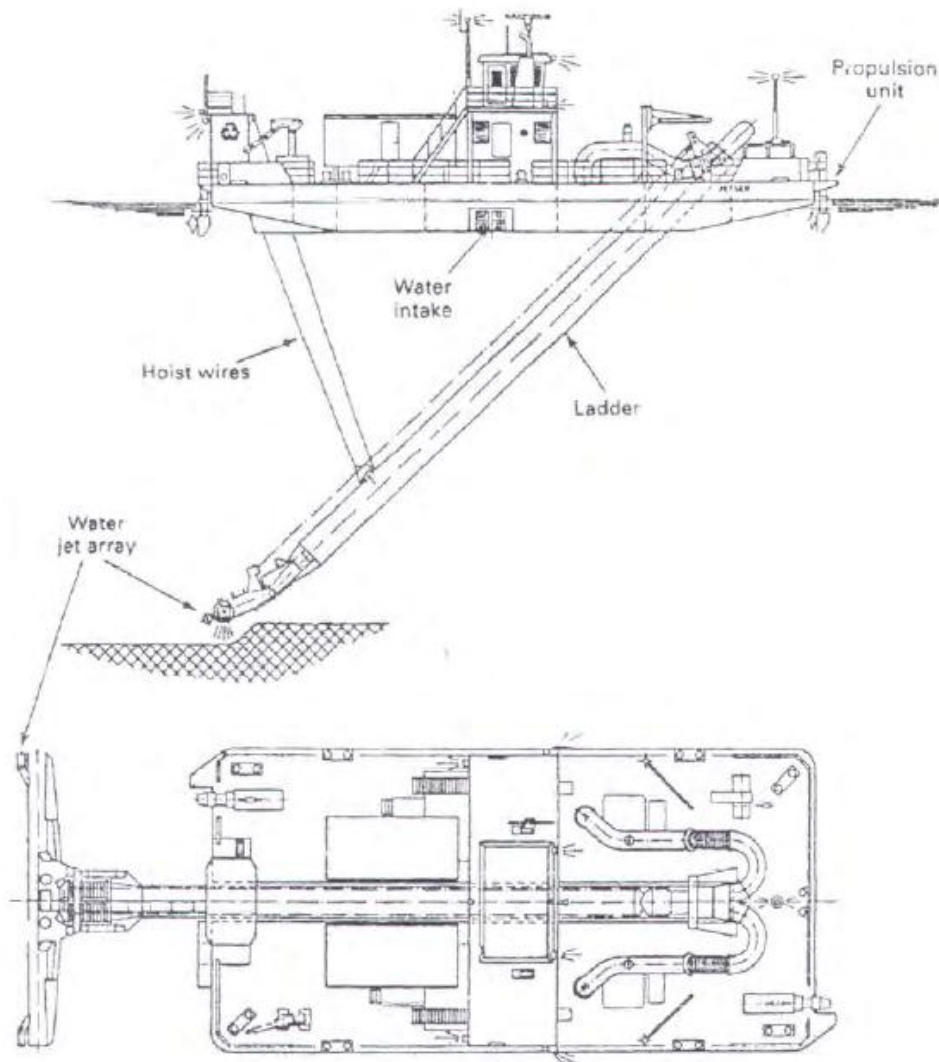
pengisian bak, bila dikehendaki lebih besar kepadatannya, pengisian bak terus dilakukan.

c. *Water Injection*

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

Karakteristik kapal keruk ini :

- Biaya pengerukan cukup tnurah
- Hanya cocok di pakai untuk tanah lumpur, tanah hat dan pasir



Gambar 2.6. Kapal Keruk *water injection*

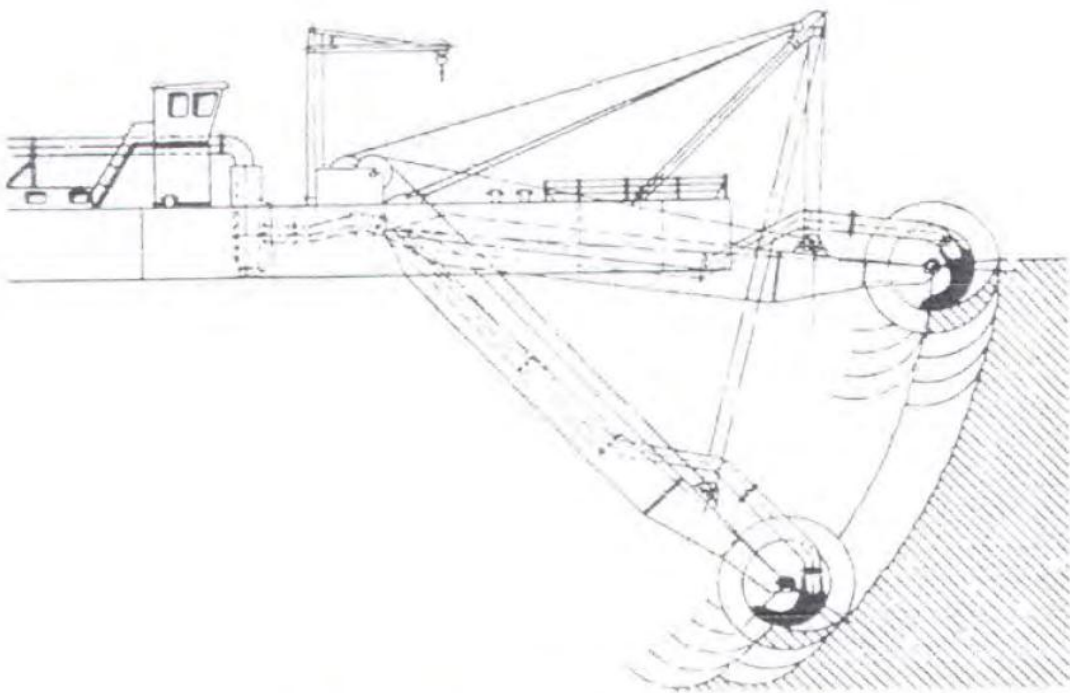
3. Kapal Keruk Mekanis/Hidrolis

a. *Bucket-wheel Dredger*

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

Karakteristik kapal keruk ini antara lain:

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



Gambar 2.7. Kapal Keruk *bucket-wheel*

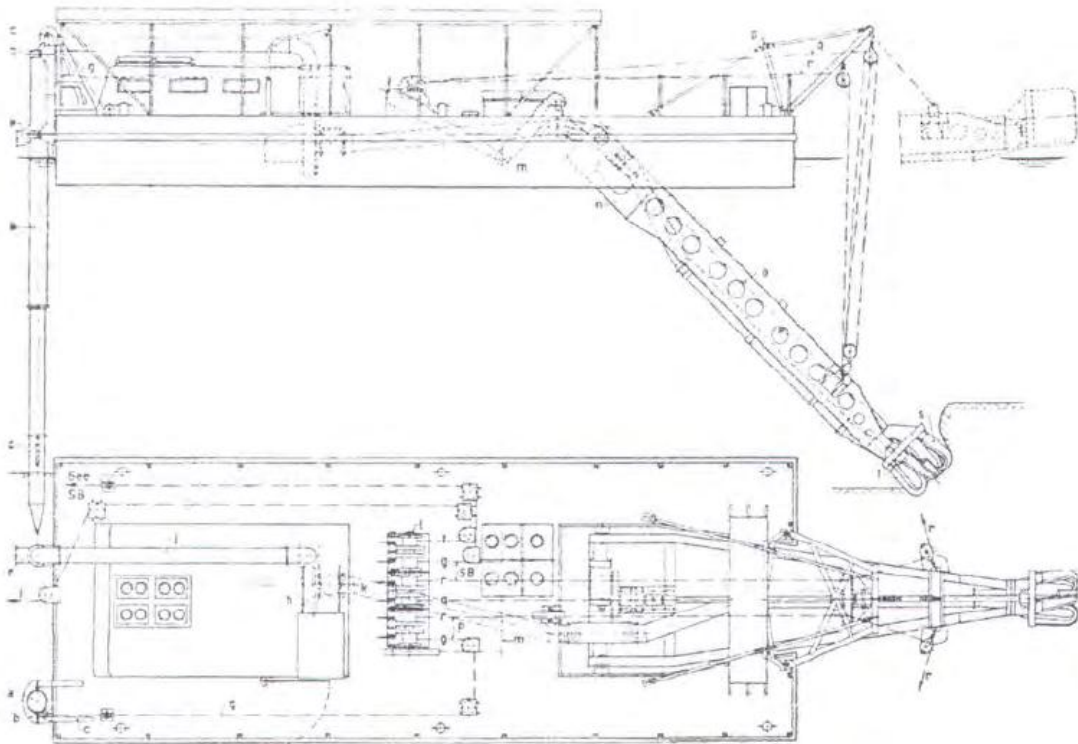
b. *Cutter Suction Dredger (CSD)*

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 kapal.

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 dapat dilakukan dengan spud atau jangkar.



Gambar 2.8. Kapal Keruk *cutter suction*

Bagian-bagian dari *cutter section dredger*:

- *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 *cutter* mempunyai kekerasan paling sedikit 500 Brinell atau 51 Rockwell, dengan yield strength sekitar 200.000 pound/inch². Yang perlu diperhatikan dalam menentukan bentuk *cutter sweep* adalah penyesuaian sudut pada piringan *cutter* dari daun-daun *cutter* lengkap. Suatu *cutter* dengan 3 daun 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 mullah slip pada material, jika sudut terlalu besar, *cutter* akan menusuk / mencukil material.

Jenis *cutter* :

- *Close nose basket* (dengan daun spiral)
Cocok untuk menggali material lunak dan pasir lepas.
- *Open nose basket*
Paling sesuai untuk mengeruk material yang liat (lempung). Karena jika mengeruk lempung dengan daun *cutter* yang berdekatan, *cutter* akan tersumbat.
- *Straight arm cutter*
Daun cutter ini dihubungkan dengan baut ke *spider*, dipergunakan untuk lempung yang keras. Untuk material yang amat keras dipakai daun dengan gigi berbentuk sekop. 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 ± 400 HP. Untuk kapal keruk dengan tenaga sampai 400 HP, kecepatan putar dari cutter biasanya berkisar antara (20 ÷ 30) rpm, tergantung material yang dikeruk dan besarnya *cutter*.

- *Ladder*

Ladder selain membawa *cutter* juga pipa hisap, pipa pelumas, motor *cutter* dan gigi reduksi. Ujung *ladder* disanglah 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 pengerukan. Dalam pengerukan maksimum biasanya diambil sekitar 0,7 panjang *ladder*, yaitu jika *ladder* miring 45° 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 (*hydraulic suction dredger*)

- *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*. Jika kedalaman keruk sangat dalam maka penggunaan *spud* kurang efisien, selain berat *spud* bertambah juga mengakibatkan stabilitas kapal keruk kurang baik. Hal ini dapat diatasi dengan menggunakan jangkar yang ditempatkan di haluan, buritan, dan sisi-sisi pada kapal keruk.

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

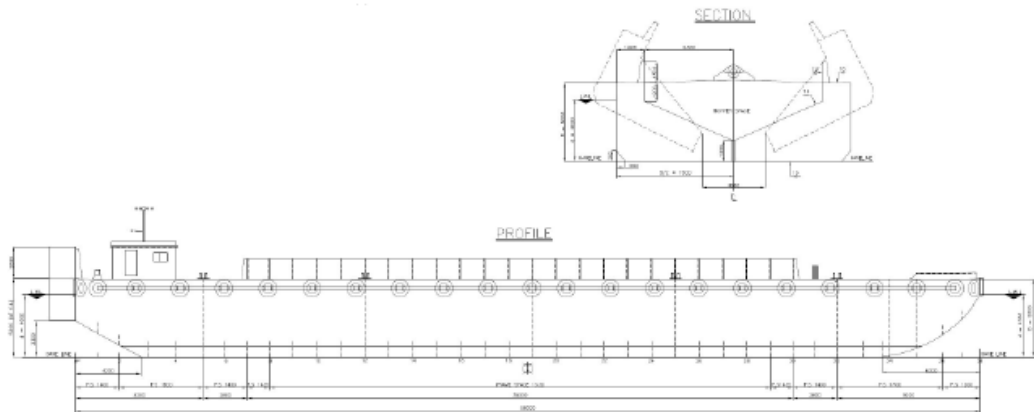
4. Alat Bantu Pengerukan

- a. 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*)



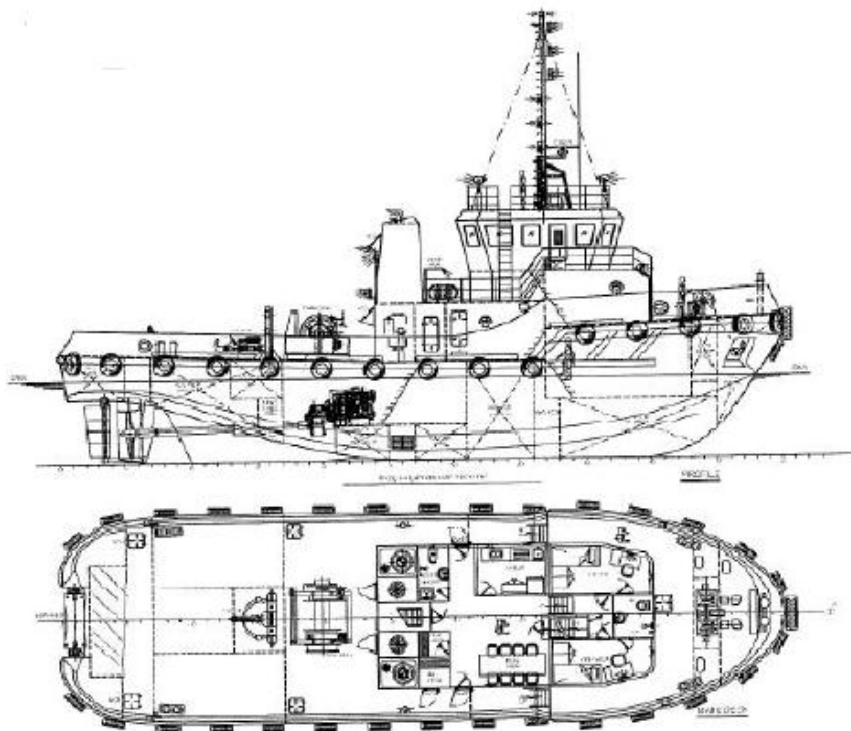
Gambar 2.9. Bak Lumpur Bercelah (*split barge*)

b. 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.

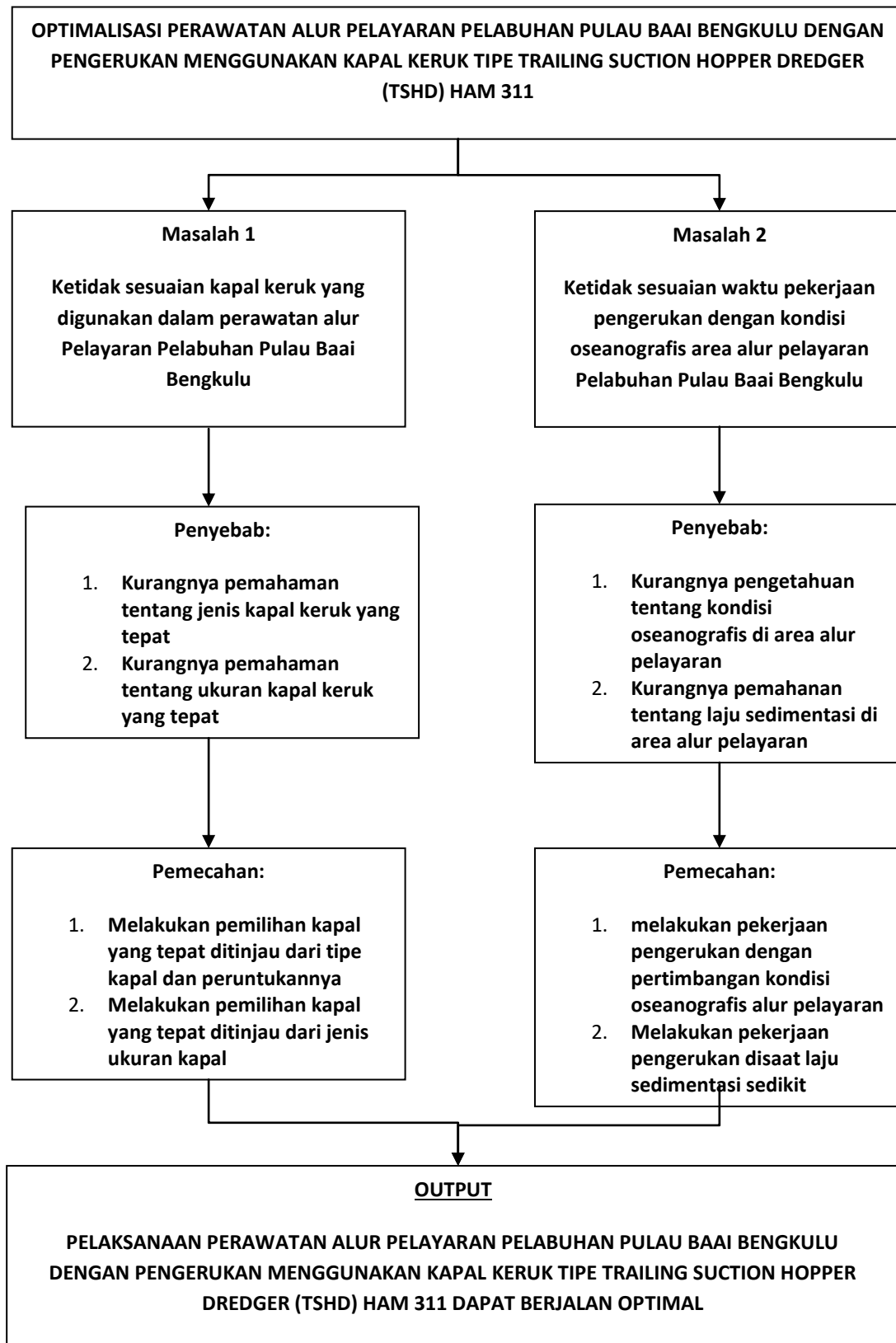
c. Kapal Tunda

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



Gambar 2.10. Kapal Tunda

B. KERANGKA PEMIKIRAN



BAB III

PEMBAHASAN

A. Dasar Pemilihan Tipe Kapal

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pemilihan tipe kapal keruk yang sesuai adalah kondisi perairan yang akan dikeruk, yaitu perawatan alur pelayaran Pelabuhan Pulau Baai Bengkulu yang terletak di pesisir barat pulau Sumatera dimana berhadapan langsung dengan samudera lepas. Kondisi alur pelayaran Pelabuhan Pulau Baai Bengkulu adalah:

- Dimensi alur pelayaran Pulau Baai Bengkulu berdasarkan situs resmi Indonesia Port Company (IPC) adalah dengan panjang 2300m, lebar *sea bed* 66m dan kedalaman -10 m LWS.
- Besar angkutan sedimen total pertahun berdasarkan kajian Kementrian Pekerjaan Umum adalah sebesar 601.576,20 m³. Dengan asumsi tidak ada pekerjaan pengerukan dalam tahun tersebut. Yang mana kontribusi terbesar angkutan sedimen tersebut berasal dari arah barat yaitu sebesar 573.916,72 m³/ tahun.
- Berdasarkan penelitian tekstur sedimen pada tahun 2016, hasil analisis di 6 lokasi yang tersebar di daerah alur pelayaran Pelabuhan Pulau Baai, membuktikan angkutan sedimen total didominasi oleh jenis sedimen pasir dengan prosentase rata-rata 96,4%, dimana rata-rata 3,6% berupa lanau (*silt*).
- Berdasarkan penelitian tekstur sedimen yang sama, area alur pelayaran Pelabuhan Pulau Baai Bengkulu didominasi fraksi sedimen pasir halus.
- Dimensi alur baru yang diajukan oleh kontraktor pengerukan pada pekerjaan pengerukan perawatan alur pelayaran Pelabuhan Pulau Baai Bengkulu adalah sebagai berikut:
 - Panjang 2300 m
 - Lebar *seabed* 60 m
 - Tingkat kemiringan slope 1:7
 - Kedalaman alur KP 0 s/d KP 1000 -10.5m LWS, KP 1000 s/d KP 1800 -11m LWS dan KP 1800 s/d KP 2300 -10.5m LWS

- Berdasarkan hasil survey hidrografi yang dilakukan oleh kontraktor pengerukan, untuk mendapatkan hasil alur pelayaran seperti disebutkan diatas, total material yang harus di keruk adalah 482.260 m³. Dimana kontraktor pengerukan mengajukan durasi pekerjaan selama 28 hari.
- Penambahan kedalaman di beberapa bagian alur pelayaran seperti yang disebutkan diatas digunakan untuk mengantisipasi laju pengendapan yang terjadi selama proses pengerukan, agar hasil kedalaman -10m LWS tercapai di akhir masa pekerjaan pengerukan.
- Lokasi titik buangan untuk material diberikan 7nm sebelah barat alur pelayaran Pelabuhan Pulau Baai Bengkulu.

Kapal keruk yang akan dipergunakan haruslah dapat memenuhi kriteria awal berdasarkan kondisi laju pengendapan dan kondisi umum alur pelayaran Pelabuhan Pulau Baai Bengkulu. Kriteria tersebut yaitu:

- Dapat mengeruk secara efisien, dan dapat bekerja dengan cepat sesuai dengan tingkat pengendapan dan volume pengerukan yang cukup tinggi.
- Kapal keruk yang digunakan harus memiliki *draught* saat penuh kurang lebih -6m LWS untuk mengantisipasi agar kapal dapat tetap beroperasi apabila terjadi penumpukan material ditengah alur, dan juga Under Keel Clearance kapal itu sendiri.
- Kapal keruk harus mampu melakukan manuvering sendiri, dikarenakan proses pekerjaan dilakukan di tengah alur pelayaran, sehingga diharapkan tidak akan mengganggu aktivitas alur pada umumnya.
- Jenis material keruk didominasi material pasir halus dengan laju sedimentasi yang cukup tinggi, sehingga dibutuhkan kapal keruk yang dapat bekerja dengan cepat dan efisien.
- Lokasi titik buangan hasil keruk yang cukup jauh, 7nm, membutuhkan fasilitas pengangkutan material keruk yang efisien.

Untuk pekerjaan pengerukan alur pelayaran Pelabuhan Pulau Baai Bengkulu, ada tiga jenis kapal keruk yang dapat dipertimbangkan, yaitu trailing suction hopper dredger (TSHD), cutler suction dredger, dan kapal keruk mekanis.

1. Trailing Suction Hopper Dredger

Tipe kapal keruk ini sesuai untuk melaksanakan *capital dredging* maupun *maintenance dredging*, baik di pelabuhan, alur pelabuhan, maupun lepas pantai. 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 s/d 10 m, tergantung dari ukuran kapal itu sendiri dan kapasitas bak penampungnya.

2. 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 pengerukan di areal yang terbuka.

3. Kapal Keruk Mekanis

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 dan menuju dumping area. Kapal keruk jenis ini sesuai untuk mengeruk daerah yang kecil dan terlindung. Kapal keruk jenis ini tidak efisien untuk area lepas pantai yang melibatkan volume keruk dalam jumlah sangat besar dan dumping area yang jauh, juga ditinjau dari kapasitas pengerukan yang ada terlalu kecil dan waktu pengerukan yang lambat sehingga dinilai tidak efisien

Berdasarkan pertimbangan diatas, pihak kontraktor pengerukan memilih untuk menggunakan kapal keruk jenis Trailing Suction Hopper Dredger ukuran kecil dengan kapasitas kosong 3702 m^3 untuk pekerjaan perawatan alur pelayaran Pelabuhan Pulau Baai Bengkulu.

B. Perencanaan metode pengerukan

Dalam pekerjaan pengerukan alur pelayaran Pelabuhan Pulau Baai Bengkulu diasumsikan kapal keruk TSHD dapat melakukan produksi $\pm 1800 \text{ m}^3/\text{trip}$ dengan perbandingan volume material keruk dan air sebesar 1:1. Material yang

dikeruk berdasarkan informasi diatas adalah pasir dengan ukuran rata-rata 0.125mm. Durasi pengerukan oleh TSHD sendiri untuk mencapai rata-rata produksi per trip adalah 90 menit, sedangkan proses pembuangan material dititik lokasi pembuangan ditambah waktu berlayar memakan waktu ± 60 menit. Sehingga total pengerukan dalam satu cycle adalah ± 150 menit.

Berdasarkan survey yang dilakukan oleh PT. Pelindo, penumpukan material terbanyak terjadi di antara KP1000 s/d KP 1500 yang mana penumpukan material sudah menyetuh garis tengah alur dengan kedalaman terendah -6m LWS yang mana akan menghambat proses operasional pelabuhan.

Total volume yang harus dikeruk berdasarkan data yang diberikan oleh PT Pelindo adalah sebanyak 322.373 m³, dua kali dalam periode dalam 1 tahun. Pihak kontraktor pengerukan mengajukan desain baru dengan volume lebih banyak yaitu sebesar 482.260 m³, maka diharapkan proses pengerukan akan selesai dalam waktu 670 jam, atau 28 hari.

Pekerjaan pengerukan perawatan alur pelayaran Pelabuhan Pulau Baai Bengkulu, akan dibagi menjadi 3 bagian, yang dinamakan *section 1* (KP 0 – KP 1000), *section 2* (KP 1000 – KP 1800), dan *section 3* (KP 1800 – KP 2300). Penjelasan per *Section* adalah sebagai berikut

- *Section 1*

- Panjang *Section* : 1000m (KP 0 – KP 1000)
- Desain kedalaman : -10.5m LWS
- Lebar alur : 60m
- Desain slope : 1:7

Sedimentasi yang terjadi diantara KP 0 ke KP 1000 secara relatif sangat sedikit, oleh karena itu, kontraktor pengerukan akan mengeruk *section 1* lebih dalam dari desain awal yaitu menjadi -10.5m LWS.

- *Section 2*

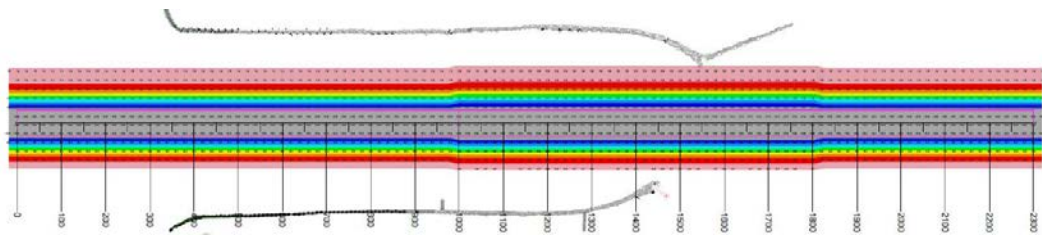
- Panjang *Section* : 800m (KP 1000 – KP 1800)
- Desain kedalaman : -11.0m LWS
- Lebar alur : 60m
- Desain slope : 1:7

Sedimentasi pada alur pelayaran Pelabuhan Pulau Baai Bengkulu paling banyak terjadi diantara KP 1000 ke KP 1800, oleh karena itu, kontraktor

pengerukan akan mengeruk *section 2* lebih dalam dari desain awal yaitu menjadi -11.0m LWS.

- *Section 3*
- Panjang *Section* : 500m (KP 1800 – KP 2300)
- Desain kedalaman : -10.5m LWS
- Lebar alur : 60m
- Desain slope : 1:7

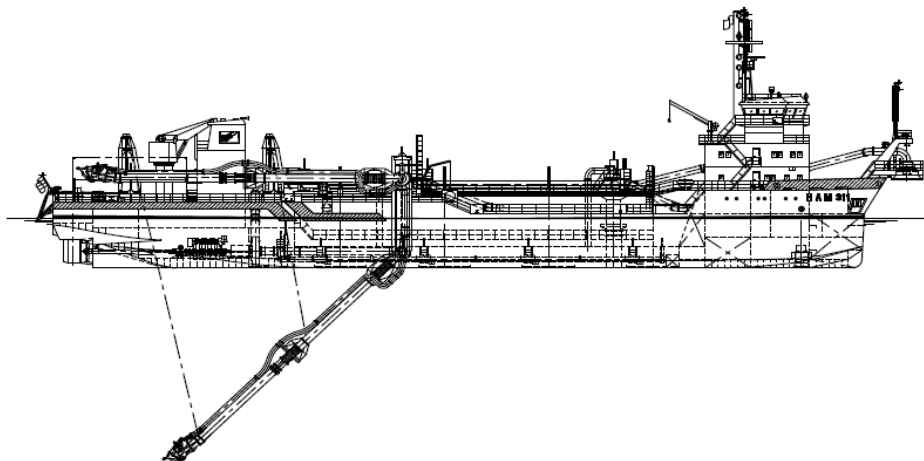
Sedimentasi yang terjadi diantara KP 1800 ke KP 2300 secara relatif sedikit, oleh karena itu, kontraktor pengerukan akan mengeruk *section 3* lebih dalam dari desain awal yaitu menjadi -10.5m LWS.



Gambar 3.1. Gambaran desain pengerukan alur pelayaran

C. Proses Pengerukan Menggunakan TSHD

1. Trailing suction hopper dredger merupakan kapal yang cocok untuk navigasi di laut dalam dengan kemampuan untuk memuat material di atas kapalnya sendiri, yang dinamakan hopper dengan bantuan pompa sentrifugal dan pipa sedot.



Gambar 3.2. Trailing Suction Hopper Dredger HAM 311

Trailing suction hopper dredger harus melalui satu perputaran dari empat operasi yang beruntun, yaitu:

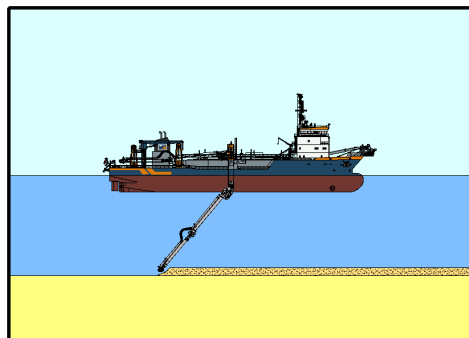
- loading
- sailing full
- unloading
- sailing empty

Durasi yang dibutuhkan untuk memenuhi hopper dan juga volume hasil keruk setiap trip akan bervariasi tergantung dari parameter material kerukan, kedalaman pengerukan dan hal-hal lainnya. Waktu pelayaran baik disaat kapal penuh dengan material ataupun saat kosong tergantung dari Batasan kecepatan, gelombang, ombak, kondisi cuaca, jarak pelayaran dan rute kelokasi pembuangan. Untuk proses pembuangan material sekali lagi karakteristik material memegang peranan penting. Operasi pekerjaan yang dijabarkan diatas dilakukan secara terus-menerus selama 24 jam dan 7 hari dalam seminggu sampai total volume yang harus dikeruk tercapai.

a. Loading

Tshd merupakan kapal *self-propelled*, yang mana proses berlayar dibutuhkan saat melakukan pekerjaan pengerukan.

Saat proses pengerukan, tshd akan berlayar dengan kecepatan 1 sampai dengan 3 knots, tergantung dari lokasi pengerukan, objek-objek laut disekitar lokasi pengerukan, kondisi laut, dan karakteristik material yang dikeruk. Dengan menggunakan kecepatan dari kapal, drag head akan menguraikan material keruk. Dengan cara ini campuran air laut dan material akan disedot kedalam pipa penyedot yang mana akan di muat kedalam hopper diatas tshd. Water jets di drag head akan membantu menguraikan material keruk, yang mana akan mengoptimalkan produksi pengerukan.



Gambar 3.3. Loading

Material yang harus di keruk akan dikeruk dengan metode lapis demi lapis sampai desain yang diinginkan tercapai. Posisi dari suction head dan pipa-pipa data di cek melalui pengukuran dibawah ini:

- Mengukur sudut dari kapal yang dikombinasikan dengan draught dan trim dari kapal
- Alat pengukuran yang dipasang di drag head dan pipa akan mengindikasikan sudut-sudut tertentu dari suction pipe
- Kedalaman dan variasi pipa pipa akan ditentukan dengan menggunakan pengukuran tekanan dari *suction pipe*.

Pengukuran-pengukuran yang di sebutkan diatas dapat menentukan seberapa dalam dan dengan sudut apa drag head akan digunakan untuk proses pengerukan.

Produksi dari tshd bergantung dari banyak faktor, sebagai contoh, karakteristik material, densitas situ, distribusi partikel, Cone Penetration Test value, kedalaman pengerukan, kondisi cuaca, jarak berlayar, tingkat keramaian area pengerukan, pasang surut, gelombang, dll.

Tshd memiliki kapasitas tersendiri untuk membawa hasil keruk. Kuantitas dari material yang akan dibawa diatas kapal terbatas berdasarkan volume dan/atau berat, tergantung dari spesifikasi tshd itu sendiri, atau berdasarkan dari hasil optimalisasi untuk menghasilkan proses pemuatan hasil keruk yang paling ekonomis.

b. Sailing full

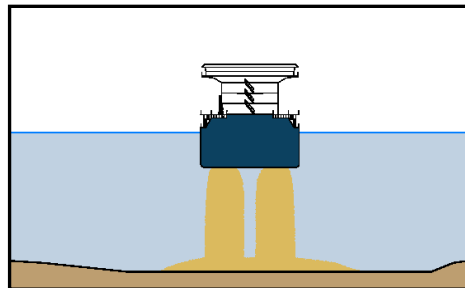
Sailing full adalah proses dimana hopper dalam posisi penuh, suction pipe diangkat dan system pompa dikapal berhenti. Suction pipe akan diangkat dan diamankan diatas kapal dan tshd berlayar ke area pembuangan material hasil keruk.



Gambar 3.4. Sailing full

c. Unloading

Disaat proses pemuatan material keruk selesai, tshd akan berlayar kearea pembuangan material hasil keruk. Disaat mendekati area pembuangan, kecepatan dari tshd akan dikurangi secara bertahap. Dengan membuka pintu bawah hopper untuk melakukan proses pembuangan material hasil keruk. Sesaat setelah material hasil kerukan terbuang, hopper yang kosong segera dibersihkan dengan system waterjet dan pintu bawah hopper akan segera ditutup sebelum berlayar kembali ke area pengerukan untuk proses pengerukan selanjutnya.



Gambar 3.5. Unloading

d. Sailing empty

Saat hopper dari tshd sudah kosong, tshd akan berlayar kembali kearea keruk dan memulai proses pengerukan kembali.

Disaat tshd sudah hampir mendekati area pengerukan, tshd akan mengurangi kecepatan dan menurunkan pipa keruk ke air. Suction head di ujung pipa keruk akan diposisikan diatas seabed sampai tiba dilokasi area keruk. Disaat sudah sampai di titik lokasi pengerukan, pompa keruk akan dinyalakan kembali.



Gambar 3.6. Sailing empty

2. Spesifikasi Kapal yang digunakan

Nama	: HAM 311
Tipe	: Trailing Suction Hopper Dredger
Bendera	: Indonesia
Klasifikasi	: Bureau Veritas, I Hull Mach AUT-UMS, Hopper dredger, pelayaran semua lautan, dapat mengeruk sampai jarak 15 mil dari pantai atau 20 mil dari pelabuhan, mengeruk lebih dari 15 mil dari pantai dengan H.S < 2.5m.
Tahun pembuatan	: 1994
Dimensi	: Length overall 94.11m Breadth overall 17.02m Moulded depth 6.30m Dredging draught 5.68m
Kapasitas hopper	: 3.702 m ³
Bobot mati	: 4.975 tons
Kedalaman keruk maksimum	: 29.6 m
Pipa hisap	: 900 mm diameter
Pipa buang	: 800 mm diameter
Kecepatan dengan muatan	: 11.5 kn
Daya dorong kapal	: 2 x 1.150 kW
Daya dorong haluan kapal	: 375 kW
Total Daya Terpasang	: 5.317 kW
Daya pompa keruk	: 1.545 kW

B. Data Hidro-oseanografi

Data kondisi laut yang penting bagi kegiatan pengerukan adalah kecepatan arus, kecepatan angin, data gelombang (tinggi, arah, dan periode), dan pasang surut. Data kondisi laut berguna untuk mensimulasikan pergerakan kapa keruk, apakah kondisi laut yang ada begitu signifikan mengganggu kinerja kapal.

Berdasarkan pengamatan Nedeco, dapat disimpulkan gelombang tertinggi terjadi di bulan Desember sampai dengan bulan Februari, demikian pula laporan arah angin dominan pada bulan tersebut adalah dari arah barat dan barat daya, dimana berdasarkan Jurnal Geologi kelautan Vol 1 Tahun 2003, bahwa tingkat siltasi di dominasi dari arus masuk kedalam Pelabuhan (saat pasang) daripada arus yang keluar (saat surut), sehingga dapat disimpulkan proses sedimentasi terbanyak terjadi saat angin dominan dari arah barat dan barat daya. Dari data tersebut diatas, waktu pengerukan yang dilakukan pada bulan Mei, dinilai menguntungkan, yang mana proses pengerukan dapat dilakukan secara optimal tanpa adanya penambahan sedimen dari luar yang akan menambah volume keruk.

Survey yang dilakukan adalah survey bathymetri, untuk mengetahui kondisi kedalaman alur pelayaran yang ada. Survey bathymetri yang dilakukan menggunakan perangkat DGPS RTK, echosounder, laptop, software survey dan terramodel. Proses survey dibagi menjadi tiga tahap, survey sebelum pengerukan, survey progress pengerukan, dan survey setelah pengerukan. Survey sebelum pengerukan dilakukan untuk mengetahui kondisi aktual area yang akan dikeruk dan menentukan volume keruk berdasarkan desain. Survey progress pengerukan dilakukan untuk memberikan informasi harian tentang progress pengerukan yang sedang berlangsung agar hasil pengerukan menjadi optimal. Survey setelah pengerukan dilakukan setelah hasil progress survey terakhir menunjukkan area keruk sudah mencapai desain yang ditentukan sebelumnya.

C. Gambaran Pekerjaan Pengerukan

Berdasarkan hasil pengamatan penulis sebagai Nakhoda di Kapal Keruk TSHD HAM 311, proses pekerjaan dapat dilakukan kurang dari target awal yaitu 28 hari, dikarenakan dalam kenyataannya proses pekerjaan dari awal sampai akhir

hanya membutuhkan 26 hari saja. Dimana pada penghitungan awal dibutuhkan setidaknya 9 trip per hari untuk menyelesaikan total volume keruk, sedangkan pada aktualnya kapal dapat melakukan produksi sampai dengan 11 trip per hari.

Tanggal	Jumlah Trip	Volume kapal	Rata-rata vol. kapal	Volume survey	Rata-rata vol. survey
10-05-2021	9	18000 m3	2000 m3	16574 m3	1842 m3
11-05-2021	9	18000 m3	2000 m3	16772 m3	1864 m3
12-05-2021	9	18000 m3	2000 m3	16800 m3	1867 m3
13-05-2021	9	18000 m3	2000 m3	15992 m3	1777 m3
14-05-2021	9	18000 m3	2000 m3	17023 m3	1891 m3
15-05-2021	11	22000 m3	2000 m3	20332 m3	1848 m3
16-05-2021	11	22000 m3	2000 m3	21001 m3	1909 m3
17-05-2021	11	22000 m3	2000 m3	21100 m3	1918 m3
18-05-2021	11	22000 m3	2000 m3	20899 m3	1900 m3
19-05-2021	11	22000 m3	2000 m3	20922 m3	1902 m3
20-05-2021	BUNKER & MAINTENANCE DAY				
21-05-2021	11	22000 m3	2000 m3	21203 m3	1928 m3
22-05-2021	10	20000 m3	2000 m3	19732 m3	1973 m3
23-05-2021	10	20000 m3	2000 m3	19234 m3	1923 m3
24-05-2021	11	22000 m3	2000 m3	21129 m3	1921 m3
25-05-2021	11	22000 m3	2000 m3	21002 m3	1909 m3
26-05-2021	11	22000 m3	2000 m3	20911 m3	1901 m3
27-05-2021	11	22000 m3	2000 m3	20932 m3	1903 m3
28-05-2021	11	22000 m3	2000 m3	20876 m3	1898 m3
29-05-2021	11	22000 m3	2000 m3	20332 m3	1848 m3
30-05-2021	11	22000 m3	2000 m3	21008 m3	1910 m3
31-05-2021	BUNKER & MAINTENANCE DAY				
01-06-2021	9	18000 m3	2000 m3	17200 m3	1911 m3
02-06-2021	9	18000 m3	2000 m3	16890 m3	1877 m3
03-06-2021	9	18000 m3	2000 m3	16939 m3	1882 m3
04-06-2021	9	18000 m3	2000 m3	17232 m3	1915 m3
05-06-2021	8	16000 m3	2000 m3	15003 m3	1875 m3
06-06-2021	7	14000 m3	2000 m3	12003 m3	1715 m3

Tabel 3.1 Gambaran volume keruk

Pada tabel diatas dapat dilihat rata-rata pengerukan harian dapat dilakukan lebih dari 9 trip. Pada 5 hari awal pekerjaan pengerukan, terdapat beberapa kendala yang menyebabkan proses pengerukan tidak optimal, sehingga hanya mampu menghasilkan rata-rata 9 trip. Kendala tersebut antara lain, kurangnya pengalaman kru kapal pada pekerjaan pengerukan di alur pelayaran Pelabuhan Pulau Baai, baik dari kondisi alur, keadaan cuaca dan arus, dll. Yang mana membutuhkan waktu beberapa hari untuk

beradaptasi. Kendala lainnya adalah kurangnya sosialisasi dari pihak pemilik alur pelayaran tentang pekerjaan pengerukan yang sedang dilaksanakan, sehingga kegiatan pekerjaan pengerukan kadang terhenti oleh karena lalu lintas di alur, baik oleh kapal yang keluar dan masuk dari pelabuhan, juga pergerakan kapal nelayan yang sulit untuk dipantau karena kurangnya peralatan navigasi dari kapal tersebut.

Setelah proses adaptasi baik dari kapal keruk itu sendiri maupun lalu lintas alur, pekerjaan pengerukan dapat berlangsung dengan optimal, dimana rata-rata perhari total trip mencapai 11 trip yang mana lebih banyak 2 trip dari perhitungan awal. Hal ini dipengaruhi oleh beberapa hal, yaitu; kru kapal dan lalu lintas pelabuhan yang sudah beradaptasi dengan proses pengerukan yang sedang berjalan, jumlah material pengerukan yang masih banyak, sehingga proses pengerukan yang dilakukan bersifat pengerukan *bulk* dimana proses pengerukan dilakukan dengan skala besar dikarenakan lokasi material terdapat dimana saja, sehingga proses pengisian material ke dalam *hopper* dapat berlangsung lebih cepat dari biasanya.

Penurunan jumlah trip di minggu terakhir disebabkan oleh jumlah material yang dikeruk sudah sedikit, sehingga proses *high spot hunting* atau pencarian material di daerah yang masih belum sesuai dengan desain harus dilakukan yang mana akan memakan waktu lebih lama dari trip normal.

BAB IV

KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Dari apa yang telah diuraikan pada bab-bab sebelumnya tentang optimalisasi perawatan alur pelayaran Pelabuhan Pulau Baai Bengkulu dengan pengerukan menggunakan Kapal Keruk tipe *Trailing Suction Hopper Dredger* (TSHD) HAM 311, maka penulis mencoba untuk memberikan kesimpulan sebagai berikut:

1. Pemilihan kapal keruk jenis TSHD, dinilai efektif dibanding kapal keruk tipe *Cutter Suction Dredger*, dan Kapal Keruk mekanis. Hal tersebut ditinjau dari jenis material keruk berupa pasir, lokasi alur yang cukup sempit sehingga membutuhkan kapal yang dapat bermanuver sendiri (*self-propelled*), dan lokasi titik buangan material yang berada dilaut lepas.
2. Pemilihan waktu keruk di bulan Mei dinilai cukup efektif dibanding pada bulan-bulan lainnya dikarenakan puncak laju sedimentasi pada alur Pelabuhan Pulau Baai terjadi pada bulan Desember sampai dengan Februari. Yang mana apabila dilakukan pengerukan pada bulan-bulan tersebut, jumlah material yang harus di keruk akan bertambah sehingga target waktu pengerukan tidak akan tercapai.

B. SARAN

Dari beberapa kesimpulan di atas, untuk optimalisasi perawatan alur pelayaran Pelabuhan Pulau Baai Bengkulu dengan pengerukan menggunakan Kapal Keruk tipe *Trailing Suction Hopper Dredger* (TSHD) HAM 311 penulis menyarankan beberapa hal sebagai berikut :

1. Pihak penyelenggara Pelabuhan disarankan untuk menggunakan kapal keruk tipe TSHD di perencanaan pengerukan selanjutnya berdasarkan data aktual yang penulis dapatkan pada penulisan makalah ini.
2. Pihak penyelenggara Pelabuhan disarankan dapat memperhitungkan waktu yang tepat untuk dilakukan proses pengerukan dengan meninjau kondisi

oseanografis alur Pelabuhan Pulau Baai.

3. Pihak penyelenggara pelabuhan disarankan tidak melakukan proses pengerukan di bulan Desember sampai dengan bulan Februari dikarenakan pada bulan tersebut gelombang tertinggi dan arah angin dominan dari barat dan barat daya terjadi.
4. Pihak penyelenggara Pelabuhan disarankan untuk melakukan sosialisasi tentang pekerjaan pengerukan kepada masyarakat sekitar sehingga kendala-kendala yang terjadi akibat interfensi masyarakat sekitar dapat di minimalisir.
5. Pihak penyedia kapal keruk disarankan untuk melakukan pemaparan area yang akan dikeruk terlebih dahulu, sehingga proses adaptasi kru kapal dapat berlangsung dengan cepat sehingga tidak menimbulkan keterlambatan pada proses eksekusi pengerukan.

IMO CREW LIST

Arrival

X Departure

WK.52

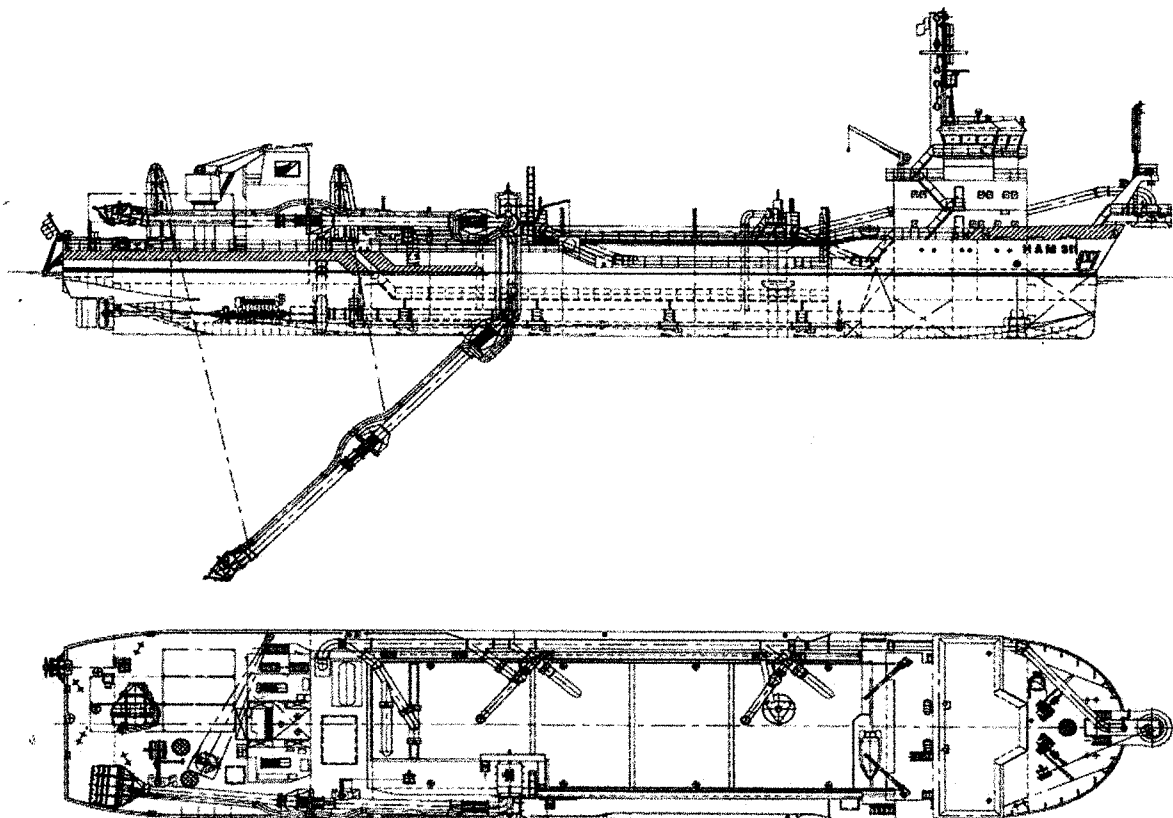
1.1 Name of ship 1.2 IMO Number 1.3 Call Sign			2. Port of Arrival			3. Date of Arrival - Departure	
HAM 311 9100700 YCUT2			Pt. Van Oord Batam			21-Dec-20	
4. Flag State of ship			5. Last port of call			6. Nature and No. / Expiry date of identity document (seaman's passport) Passport No. / Expiry date Seaman's Book No. / Expiry date	
INDONESIAN			Pulau Baai - Bengkulu				
7. No.	8. Surname and forenames	9. Rank or rating	10. Nationality and sex	11. Date and place of birth	12. Embarkation date/place		
1	Anthony Roshian	Master	INDONESIA Male	21/01/1972 Kudus	13/07/2020 Teluk Bayur	B5444902 C008765	14/12/2021 17/09/2021
2	Cecep Sutia Laksana	Chief Mate	INDONESIA Male	09/12/1977 Subang	09/09/2020 Bojonegoro	C2876817 C050136	09/01/2024 17/03/2021
3	Purwanto Dwi	Chief Mate	INDONESIA Male	08/05/1988 Ujung Pandang	26/12/2020 Batam	B6871175 E040209	10/04/2022 06/01/2021
4	Rahmat Hidayat	2nd Off	INDONESIA Male	30/10/1992 Sungguminasa	02/12/2020 Pulau Baai	C1977619 C053178	12/12/2023 14/04/2021
5	Bones Silalahi	Rating deck	INDONESIA Male	13/10/1985 Pematang Siantar	09/09/2020 Bojonegoro	C3458183 F231540	26/03/2024 26/03/2022
6	Didik Wahyudi	Rating deck	INDONESIA Male	14/06/1972 NGANJUK	17/12/2020 Batam	C5206814 F279131	15/10/2024 26/09/2022
7	Suherman Sakka	Rating deck	INDONESIA Male	19/08/1980 Larompong	12/10/2020 Pulau Baai	C5348779 F152738	18/10/2024 23/04/2022
8	M. Aqil Shafwan C.	Cadet	INDONESIA Male	11/06/2000 Makassar	23/10/2020 Pulau Baai	C7307706 6211924711	16-07-2025 02/12/2022
9	Eduard Everson Mandey	Chief Engineer	INDONESIA Male	15/10/1972 Manado	02/12/2020 Pulau Baai	C6380017 F344732	15/06/2025 18/06/2023
10	Miftah Faridl Dharsono	Second Engineer	INDONESIA Male	14/08/1983 Karawang	02/12/2020 Pulau Baai	B9168280 D055833	18/01/2023 11/03/2022
11	Abrori	3rd Engineer	INDONESIA Male	16/08/1978 Brebes	04/10/2020 Pulau Baai	B4566637 F061907	05/08/2021 07/09/2022
12	Goh Teck Kong	Expert Electrician	MALAYSIA Male	29/05/1957 Johor	19/09/2020 Pulau Baai	A39199365 9889	23/04/2022 01/01/2099
13	Wemda Carlos L.	Rating engine room	INDONESIA Male	30/01/1981 Suli	19/12/2020 Batam	B3984575 F072902	09/05/2021 14/03/2021
14	Andi Hermawan	Rating engine room	INDONESIA Male	04/07/1991 Subang	04/10/2020 Pulau Baai	B9190497 F228511	07/02/2023 04/03/2022
15	Max William Pepah	Cook	INDONESIA Male	18/05/1972 Banyumas	01/09/2020 Bojonegoro	B5382948 F094006	02/11/2021 28/12/2020
16	Rusan Arip	Steward	INDONESIA Male	14/03/1984 Majalengka	01/09/2020 Bojonegoro	B6219831 E157062	25/01/2022 22/02/2022

13. Date and signature by master, authorized agent or officer

Master TSHD HAM311
Callsign : YCUT2
IMO 9100700
3423 GT . 5417 kW

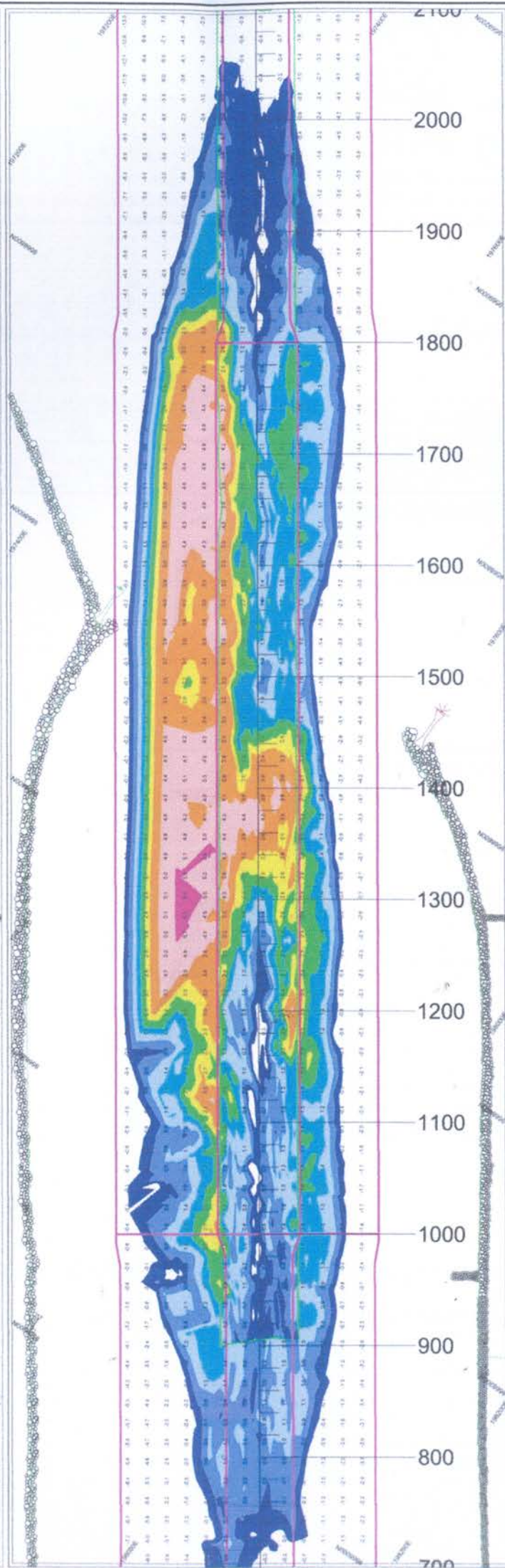
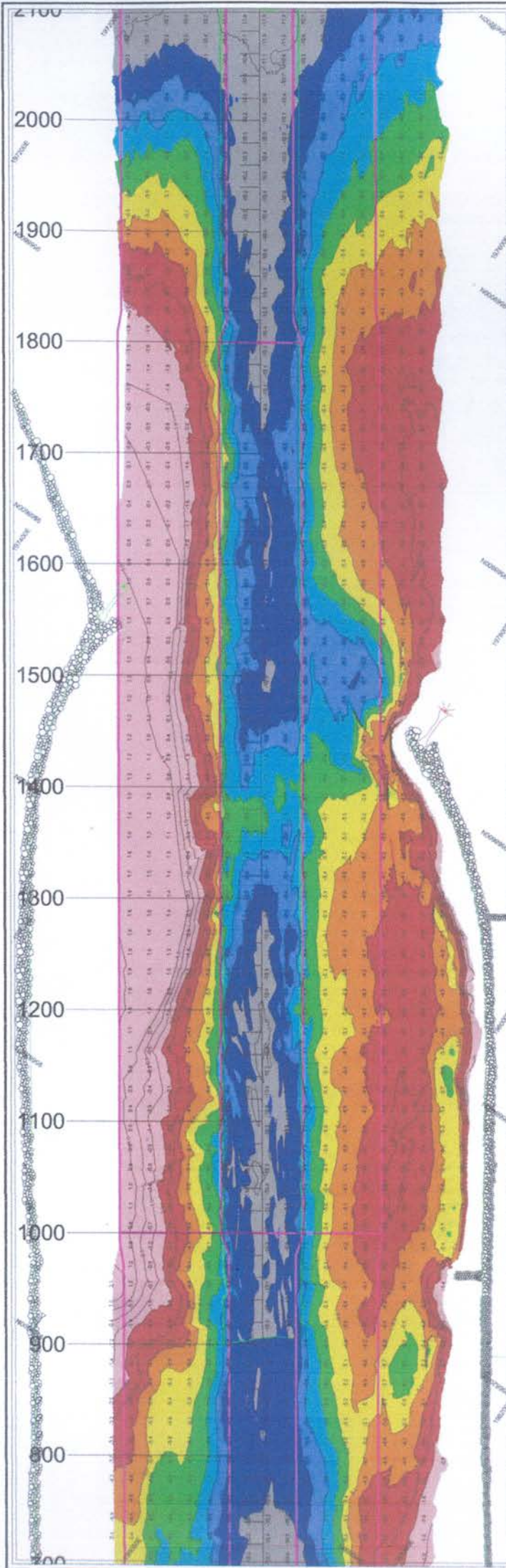
[Signature]
A. Roshian

[Signature]



HAM 311

GENERAL Kind of vessel : Trailing Suction Hopper Dredger Building yard : IHC Holland By., Slidrecht Yard number : CO 1207 Building year : 1993 Refit / Conversion : Van Oord equipment number : 0311		CAPACITIES Hopper volume : 3,701.528 m' Dredging depth - Normal : 27.5 m Dredging depth - Maximum : 29.6 m Trailing suction pipes - Diameter : 1 x 0 0.90 m Shore delivery pipe - Diameter : 0 0.80 m Shore delivery pipe - Bow : 0 0.75 m Coupling Sailing speed : 12.2 knots Unloaded in ballast Sailing speed : 11.5 knots - Loaded Unloading system : Bottom doors & Bow discharge Anchoring system : 3 anchors - 2 x bow / 1 x stern Dynamic Positioning (DP) : No Dynamic Tracking (DT) : No	
REGISTRATION Registered owner : Sleephopperzuigers I B.V. Class society : Bureau Veritas Class notation : I * HULL C MACH AUT-UMS Hopper dredger * working area - International freeboard : Unrestricted navigation * working area - Dredging mark : Dredging within 15 miles from shore or within 20 miles from port. Dredging over 15 miles from shore with H.S. <= 2.5 m * working area - Inland mark : - Flag : Indonesia Registration number : 2019 PsT No. 307/L MMSI number : 525500257 IMO number : 9100700 Call sign : YCUT2 Gross tonnage : 3,423 Net tonnage : 1,055 Port of Registry : Jakarta		INSTALLED DIESEL POWER Propulsion engines : 1 x Deutz-MWM - SBV 9M 628 - power : 1,850 kW : 1 x Deutz-MWM - SBV 8M 628 : 1,545 kW Dredge pump engine : 1 x Deutz-MWM - SBV 8M 628 - power : 1,545 kW Auxiliary generator engine : 1 x Cummins - NT855-G - power : 261 kW Emergency generator engine : 1 x Cummins - 6CT - power : 116 kW Total installed diesel power : 5,317 kW	
DIMENSIONS Length over all : 94.11 m Breadth over all : 17.02 m Length between perpendiculars : 84.95 m Breadth moulded : 17.00 m Depth moulded : 6.30 m Draught - Light ship weight : 3.68 m aft / 2.52 m fore Draught - International freeboard : 5.06 m Draught - Dredging mark : 5.68 m Draught - Inland mark : 6.24 m Height vessel from keel to top of mast : 31.50 m Light ship weight : 2,432 tons Deadweight - International freeboard : 4,087 tons Deadweight - Dredging mark : 4,975 tons Deadweight - Inland mark : 5,592 tons Displacement - International freeboard : 6,519 tons Displacement - Dredging mark : 7,407 tons Displacement - Inland mark : 8,024 tons (fresh water) Persons - Lifesaving equipment : 16 Minimum safe manning - Unrestricted : 7 Minimum safe manning - 30 miles : 4 non continuous trade		INSTALLED DREDGE PUMP POWER Inboard dredge pump : 1 x 1,545 kW Shore delivery pump : 1 x 2,820 kW (inboard dredge pump) Underwater dredge pumps : Jet pump : 1 x 890 kW	
		INSTALLED PROPULSION POWER Bow thruster : 1 x 375 kW Stern thrusters : Propulsion power - Free sailing : 2,300 kW Propulsion power - Dredging : 1,650 kW	
		BUNKER CAPACITIES Marine gas oil : 282.9 m' Fresh water : 61.0 m' Fuel type engines : MGO (DMA)	



Van Oord
Marine Technology

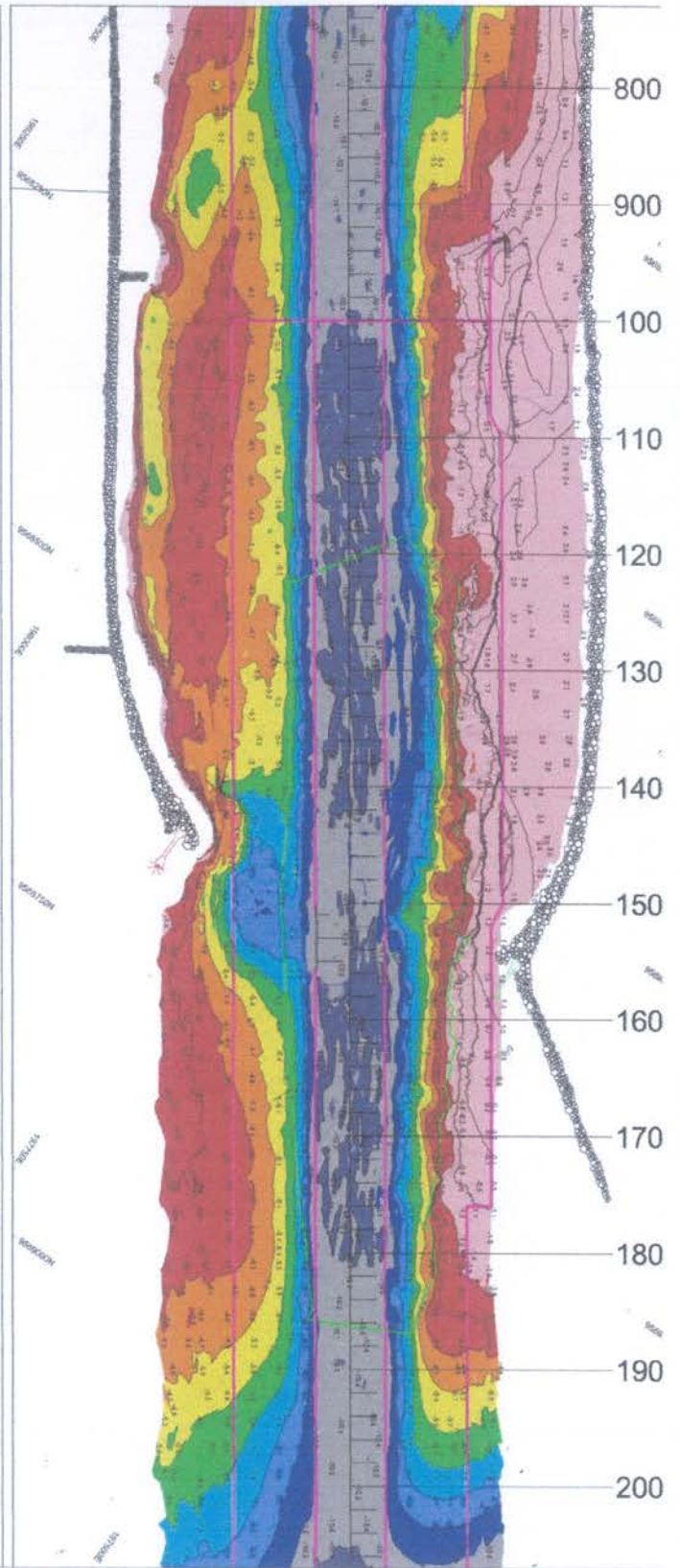
IPC
Infrastructure Project Control

SCALE 1:1750

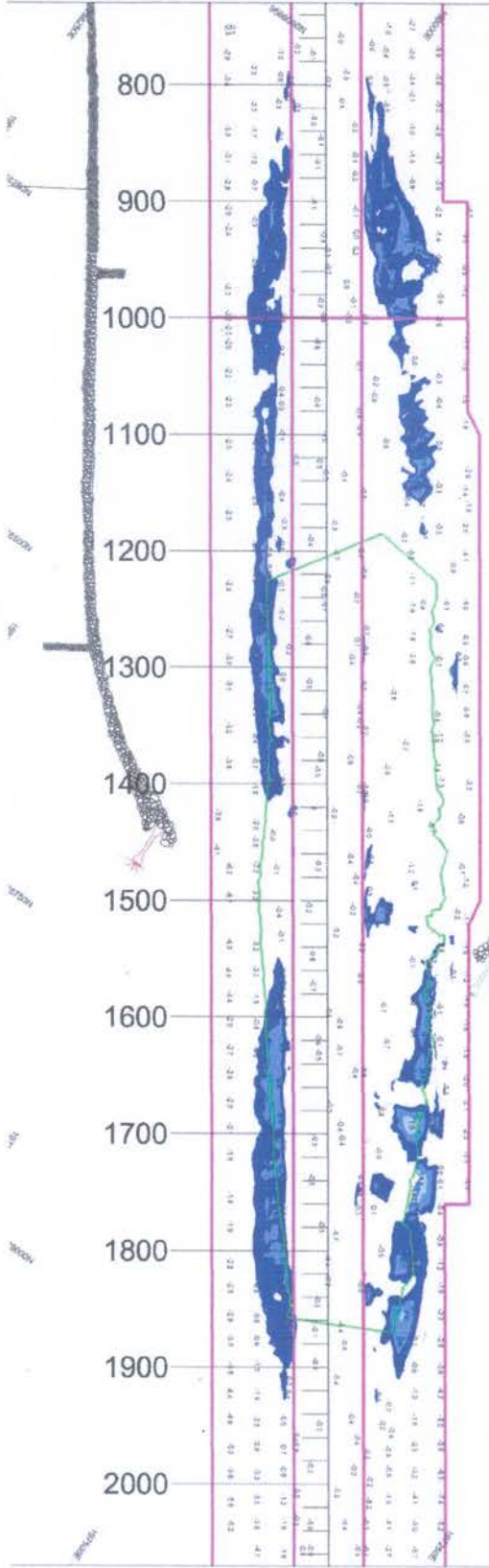
Legend

Symbol	Description
[Red Star]	Breakwater
[Blue Line]	Coastline
[Black Line]	Depth Contour
[Grey Area]	Shallow Water
[Green Area]	Medium Water
[Yellow Area]	Deep Water
[Blue Area]	Very Deep Water

Project: [Blank]
Date: [Blank]
Scale: 1:1750
Sheet: [Blank] of [Blank]



Basic Design



Project Name	Port of Rotterdam
Client	Port of Rotterdam
Contract No.	123456789
Revision	1.0
Date	2023-10-27
Drawn by	J. Doe
Checked by	J. Doe
Approved by	J. Doe