



TUGAS AKHIR - MN 184802

**ANALISIS TEKNIS DAN EKONOMIS PENGEMBANGAN
INDUSTRI GALANGAN KAPAL KERUK DI INDONESIA**

**Muhammad Afif Budi Wicaksono
NRP 041124000086**

**Dosen Pembimbing
Ir. Triwilaswadio Wuruk Pribadi, M.Sc.**

**DEPARTEMEN TEKNIK PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2019**



TUGAS AKHIR - MN 184802

**ANALISIS TEKNIS DAN EKONOMIS PENGEMBANGAN
INDUSTRI GALANGAN KAPAL KERUK DI INDONESIA**

**Muhammad Afif Budi Wicaksono
NRP 041124000086**

**Dosen Pembimbing
Ir. Triwilaswandio Wuruk Pribadi, M.Sc.**

**DEPARTEMEN TEKNIK PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2019**



FINAL PROJECT - MN 141581

**TECHNICAL AND ECONOMIC ANALYSIS OF SHIPYARD
DEVELOPMENT FOR DREDGER IN INDONESIA**

**Muhammad Afif Budi Wicaksono
NRP 041124000086**

**Supervisor
Ir. Triwilaswandio Wuruk Pribadi, M.Sc.**

**DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY
SURABAYA
2019**

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS TEKNIS DAN EKONOMIS PENGEMBANGAN INDUSTRI GALANGAN KAPAL KERUK DI INDONESIA

TUGAS AKHIR

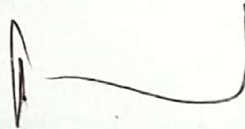
Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Program Sarjana Departemen Teknik Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

MUHAMMAD AFIF BUDI WICAKSONO
NRP 041124000086

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

Dosen Pembimbing



Ir. Triwilaswandio Wuruk Pribadi, M.Sc.
NIP 19610914 198701 1 001

Mengetahui,
Kepala Departemen Teknik Perkapalan



Ir. Wasis Dwi Aryan, M.Sc., Ph.D.
NIP 19640210 198903 1 001

SURABAYA, 29 JULI 2019

LEMBAR REVISI

ANALISIS TEKNIS DAN EKONOMIS PENGEMBANGAN INDUSTRI GALANGAN KAPAL KERUK DI INDONESIA

TUGAS AKHIR

Telah direvisi sesuai dengan hasil Ujian Tugas Akhir
Tanggal 2 Juli 2019

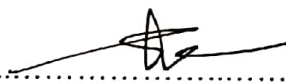
Program Sarjana Departemen Teknik Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

MUHAMMAD AFIF BUDI WICAKSONO
NRP 0411240000086

Disetujui oleh Tim Penguji Ujian Tugas Akhir:

1. Muhammad Nurul Misbah, S.T., M.T.




.....

2. Dr. Ir. Heri Supomo, M.Sc.



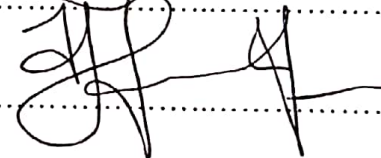
.....

3. Sufian Imam Wahidi, S.T., M.Sc.



.....


4. Imam Baihaqi, S.T., M.T.



.....

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

1. Ir. Triwilaswandio Wuruk Pribadi, M.Sc.



.....

SURABAYA, 29 JULI 2019

Dipersembahkan kepada kedua orang tua atas segala dukungan dan doanya

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas karunianya Tugas Akhir dengan judul “ANALISIS TEKNIS DAN EKONOMIS PENGEMBANGAN GALANGAN KAPAL KERUK DI INDONESIA” ini dapat diselesaikan dengan baik. Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu persyaratan memperoleh gelar sarjana Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Pada kesempatan ini Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang membantu penyelesaian Tugas Akhir ini, yaitu:

1. Ir. Triwilaswandio Wuruk Pribadi, M.Sc. selaku Dosen Pembimbing atas bimbingan dan motivasinya selama pengerjaan dan penyusunan Tugas Akhir ini;
2. Ibu Sri Rejeki Wahyu Pribadi. S.T., M.T selaku Dosen Wali yang selalu memberikan motivasi selama proses penyelesaian Tugas Akhir ini.
3. Seluruh Dosen Departemen Teknik Perkapalan FTK ITS, khususnya pada bidang keahlian Industri Perkapalan yang senantiasa membantu.
4. Orang tua tercinta, Bapak Estiadi Poespo Pradopo dan Ibu Endah Budi Waluyanti serta kakak Muhammad Iqbal Gentur Bismono dan Muhammad Hanif Wegig Hascaryo yang selalu membantu, mendoakan, dan memberikan dukungan terbaik kepada penulis.
5. Asri Cahyaningrum yang telah memberikan dukungan moral dan menemani penulis dalam proses penyelesaian Tugas Akhir ini.
6. Penghuni “Rumah Mas Ais” - Harisuddin Hawali, Haris Zulfikar, Nirwan Hilmy, Alif Akbar, Dwi Rendra Pramono, Rafid Buana Putra yang selalu membantu lewat doa & dukungannya.
7. Teman-Teman FORECASTLE P-52, dan semua pihak yang telah mendukung diselsaikannya Tugas Akhir ini, yang tidak dapat disebutkan satu-persatu.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, sehingga kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan. Akhir kata semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak.

Surabaya, Juli 2019

Muhammad Afif Budi Wicaksono

ANALISIS TEKNIS DAN EKONOMIS PENGEMBANGAN INDUSTRI GALANGAN KAPAL KERUK DI INDONESIA

Nama Mahasiswa : Muhammad Afif Budi Wicaksono
NRP : 0411124000086
Departemen / Fakultas : Teknik Perkapalan / Teknologi Kelautan
Dosen Pembimbing : Ir. Triwilaswandio Wuruk Pribadi, M.Sc.

ABSTRAK

Peluang investasi dalam industri galangan kapal keruk mulai berkembang sejak diluncurkannya kapal keruk buatan Indonesia sendiri yaitu TSHD Barito Equator pada tahun 2015, tetapi pangsa pasar pengerukan di Indonesia masih terbilang sepi dikarenakan jumlah kapal keruk yang ada tidak cukup banyak dibandingkan dengan jumlah permintaan pasar untuk kegiatan pengerukan. Karena itu dilakukan analisis untuk mengetahui potensi permintaan pasar untuk kebutuhan kapal keruk baru berdasarkan data volume kegiatan pengerukan di Indonesia, populasi kapal keruk yang ada di Indonesia, dan produktivitas dari kapal yang ada kemudian dihitung untuk menentukan jumlah dan jenis kapal yang akan diproduksi serta potensi pengembangan galangan. Kemudian dilakukan analisis kekhususan galangan untuk pengembangan galangan kapal keruk dan analisis ekonomis dari pengembangan galangan tersebut. Dari penelitian ini didapatkan hasil dari analisis potensi pasar akan kebutuhan kapal baru adalah didapatkannya permintaan terbanyak dari jenis kapal keruk yaitu kapal jenis TSHD dengan kapasitas 1000 m³, 1500 m³, dan 2000 m³ menjadi prioritas galangan untuk dibangun. Hasil dari analisis teknis adalah didapatkannya jumlah kapal keruk yang harus dibangun dahulu untuk menggantikan kapal berusia ≥ 20 tahun berjumlah 7 kapal dengan kapal berkapasitas 1000 m³ berjumlah 2 kapal, 1500 m³ berjumlah 1 kapal, dan 2000 m³ berjumlah 4 kapal. Kemudian diadakannya kerja sama galangan dengan pihak yang berpengalaman untuk mengadakan pelatihan kepada tenaga kerja galangan untuk mendesain, membangun, dan memasang alat keruk sesuai spesifikasi dari *maker* yang berbeda. Hasil analisis ekonomis ini adalah menginvestasikan biaya pelatihan kepada tenaga kerja galangan untuk melaksanakan pelatihan dengan biaya 1,5% yang diambil dari pendapatan galangan dari produksi kapal TSHD 1000 sebesar Rp 2.846.841.750,00 dari nilai Rp 189.789.450.000 serta biaya untuk pembelian dan pengembangan desain dari desain yang sudah ada sebesar Rp 3.000.000.000,00. Total pendapatan galangan dari 3 jenis kapal pada tahun pertama adalah Rp 1.013.161.362.000,00. Pengembangan galangan kapal keruk ini layak dilakukan karena waktu pengembalian dari investasi yang dilakukan adalah 4 tahun 11 bulan dengan nilai IRR nya mencapai 40,78% dari suku bunga 11%.

Kata kunci: kapal keruk, pengerukan, galangan, Indonesia, kelayakan

TECHNICAL AND ECONOMIC ANALYSIS OF SHIPYARD DEVELOPMENT FOR DREDGER IN INDONESIA

Author : Muhammad Afif Budi Wicaksono
Student Number : 0411124000086
Department / Faculty : Naval Architecture / Marine Technology
Supervisor : Ir. Triwilaswandio Wuruk Pribadi, M.Sc.

ABSTRACT

Investment opportunities in the dredging shipyard industry began to develop since the launch of the Indonesian-made dredgers, namely TSHD Barito Equator in 2015, but the market share of dredging in Indonesia is still relatively quiet because the number of dredgers is not large compared to the market demand for dredging activities. Therefore an analysis was conducted to determine the potential market demand for the needs of new dredgers based on data on the volume of dredging activities in Indonesia, the dredger population in Indonesia, and the productivity of existing vessels then calculated to determine the number and types of vessels to be produced and potential development shipyard. Then analysis of the specificity of the shipyard for the development of dredger yards and economic analysis of the development of the shipyard. From this study, the results of the analysis of market potential for the needs of new vessels were obtained, namely the highest demand from dredgers, namely TSHD type vessels with a capacity of 1000 m³, 1500 m³, and 2000 m³ as shipyard priorities to be built. The results of the technical analysis are the acquisition of the number of dredges that must be built first to replace the ≥ 20 year old vessels totaling 7 ships with a capacity of 1000 m³ totaling 2 ships, 1500 m³ totaling 1 ship, and 2000 m³ totaling 4 vessels. Then a shipyard collaboration was held with experienced parties in building dredgers to carry out training for shipyard workers to design, build and install dredgers according to the specifications of different makers. The result of this economic analysis is to invest in training costs for shipyard workers to carry out training at a cost of 1,5% taken from shipyard revenues from the production of TSHD 1000 vessels of Rp. 2.846.841.750 from the value of Rp. 189.789.450.000 and costs for purchase and development. the design of the existing design is Rp. 3.000.000.000. The total shipyard revenue from 3 types of vessels in the first year is Rp 1.013.161.362.000. The development of dredger shipyard is feasible because the return period of the investment made is 4 years 11 months with an IRR value reaching 40,78% of the interest rate of 11%.

Keywords: dredgers, dredging, shipyard, Indonesia, feasibility

DAFTAR ISI

LEMBAR REVISI.....	iv
HALAMAN PERUNTUKAN.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR SIMBOL.....	xiv
Bab 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Perumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan.....	2
1.4. Batasan Masalah.....	2
1.5. Manfaat.....	3
1.6. Hipotesis.....	4
Bab 2 STUDI LITERATUR.....	5
2.1. Galangan Kapal.....	5
2.1.1. Sarana Pokok Galangan Kapal.....	5
2.1.2. Analisis Pemilihan Galangan Kapal.....	8
2.2. Gambaran Umum Pengerukan.....	9
2.2.1. Klasifikasi Pengerukan.....	10
2.2.2. Tujuan Pengerukan.....	10
2.2.3. Metode Pengerukan.....	11
2.3. Tinjauan Kapal Keruk.....	11
2.3.1. Kapal Keruk Mekanis.....	12
2.3.2. Kapal Keruk Hidrolik.....	18
2.3.3. Kapal Keruk Mekanis-Hidrolik.....	22
2.4. Fasilitas Penunjang Operasional Kapal Keruk.....	35
2.5. Organisasi Perusahaan.....	37
2.6. Investasi.....	39
2.7. Perhitungan Produktivitas Kapal.....	43
Bab 3 METODOLOGI.....	47
3.1. Umum.....	47
3.1.1. Alur Penyelesaian Tugas Akhir.....	47
Bab 4 KONDISI SAAT INI.....	51
4.1. Kondisi Pengerukan Saat Ini.....	51
4.2. Kondisi dan Ketersediaan Kapal Keruk di Indonesia.....	59
4.3. Kondisi Terkini Galangan Kapal.....	67
Bab 5 ANALISIS TEKNIS PENGEMBANGAN GALANGAN KAPAL KERUK.....	83
5.1. Penentuan Jumlah Kapal Keruk Berdasarkan Analisis Pasar.....	83
5.2. Perencanaan Lokasi Galangan Kapal.....	84
5.3. Perencanaan Kapal Keruk TSHD.....	85

5.4.	Analisis Kekhususan pada Galangan Kapal Keruk.....	93
Bab 6	ANALISIS EKONOMIS PENGEMBANGAN GALANGAN KAPAL KERUK....	95
6.1.	Analisis Nilai Investasi.....	95
6.1.1.	Estimasi Nilai Investasi untuk Pembangunan Kapal Keruk	95
6.1.2.	Estimasi Nilai Investasi untuk Galangan Kapal Keruk	97
6.1.3.	Estimasi Pengeluaran Gaji Tenaga Kerja	98
6.2.	Estimasi Pengeluaran Total	98
6.3.	Estimasi Pendapatan Galangan	99
6.4.	Analisis Kelayakan Investasi	100
Bab 7	KESIMPULAN DAN SARAN.....	103
7.1.	Kesimpulan.....	103
7.2.	Saran.....	104
	DAFTAR PUSTAKA.....	105
	LAMPIRAN	
	LAMPIRAN A	
	LAMPIRAN B	
	BIODATA PENULIS	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Peta pertumbuhan kegiatan pengerukan yang terkonsentrasi di 6 wilayah	1
Gambar 2.1 <i>Slipway</i>	6
Gambar 2.2 <i>Graving Dock</i>	7
Gambar 2.3 <i>Floating Dock</i>	8
Gambar 2.4. <i>Grab Dredger</i>	13
Gambar 2.5. <i>Grab lumpur</i>	13
Gambar 2.6. <i>Grab kaktus</i>	14
Gambar 2.7. Gambar dari <i>backhoe dredger</i>	15
Gambar 2.8. <i>Dipper dredger</i>	16
Gambar 2.9. <i>Bucket dredger</i>	17
Gambar 2.10. Komponen-komponen dari <i>bucket dredger</i>	18
Gambar 2.11. <i>Dustpan dredger</i>	19
Gambar 2.12. <i>Plain suction dredger</i>	20
Gambar 2.13. <i>Water injection dredger</i>	21
Gambar 2.14. <i>Bucket wheel dredger</i>	23
Gambar 2.15. <i>Cutter suction dredger</i>	24
Gambar 2.16. <i>Trailing suction hopper dredger</i>	25
Gambar 2.17. <i>Swell compensator</i>	26
Gambar 2.18. Tampilan <i>hopper</i> dengan <i>bottom door</i>	27
Gambar 2.19. Pompa keruk di dalam ruang pompa TSHD.....	28
Gambar 2.20. Gambar dari <i>trailing pipe</i> atau pipa hisap (hitam).....	29
Gambar 2.21. <i>Draghead</i> tipe IHC	30
Gambar 2.22. <i>Draghead</i> tipe California.....	31
Gambar 2.23. <i>Draghead</i> tipe Wild Dragon	31
Gambar 2.24. <i>Draghead</i> tipe <i>Geo Drag</i>	32
Gambar 2.25. <i>Gantry</i> (kuning) pada kapal keruk.....	32
Gambar 2.26. <i>Self-propelled split hopper barge</i>	36
Gambar 2.27. <i>Survey boat Archi-Med</i>	37
Gambar 3.1 Bagan Alir Pengerjaan Tugas Akhir	50
Gambar 4.1. Diagram perdagangan melalui laut dalam skala internasional dari tahun 1980-2016 (dalam juta ton).....	51
Gambar 4.2. Infografik mengenai pertumbuhan penduduk dunia pada 2018 dan proyeksinya pada 2030.....	52
Gambar 4.3. Diagram perbandingan omset tahun 2016-2017 berdasarkan lokasi geografis (dalam juta Euro).....	53
Gambar 4.4. Peta kegiatan pengerjaan pengerukan dalam rentang 2010-2017.....	57
Gambar 4.5. Diagram populasi kapal keruk berdasarkan jenisnya	61
Gambar 4.6. Diagram populasi kapal keruk berdasarkan jenis dan tahun pembuatannya	61
Gambar 4.7. Grafik regresi linier antara <i>Gross Tonnage</i> (GT) dengan kapasitas (Cap).....	64
Gambar 4.8. Grafik regresi linier antara <i>Net Tonnage</i> (NT) dengan kapasitas (Cap).....	64
Gambar 4.9. Histogram populasi kapal keruk hasil regresi linier	67
Gambar 4.10. Peta lokasi PT Dok & Perkapalan Surabaya.....	68
Gambar 4.11. Layout galangan PT Dok & Perkapalan Surabaya	69

Gambar 4.12. <i>Floating Dock</i> Surabaya I.....	71
Gambar 4.13. Spesifikasi <i>floating dock</i> Surabaya I.....	72
Gambar 4.14. Spesifikasi <i>Floating Dock</i> Surabaya II.....	73
Gambar 4.15. Spesifikasi <i>Floating Dock</i> Surabaya IV	74
Gambar 4.16. Spesifikasi <i>Floating Dock</i> Surabaya V.....	75
Gambar 4.17. <i>Building berth</i> yang sedang dilakukan pekerjaan.....	76
Gambar 4.18. <i>Crane</i> pada bengkel lambung selatan.....	76
Gambar 4.19. Mesin <i>bending</i> pada bengkel lambung utara	77
Gambar 4.20. <i>Crane</i> dengan kapasitas 60 ton.....	80
Gambar 5.1. <i>General Arrangement Plan Self Unloading</i> TSHD BNR 193.....	86
Gambar 5.2. Peralatan pengerukan dari kapal keruk TSHD	87
Gambar 5.3. <i>Layout</i> kapal keruk mesin utama dan pompa terpisah.....	90
Gambar 5.4. <i>Layout</i> kapal keruk pompa <i>electric-driven</i> dan penggerak <i>direct-driven</i>	91
Gambar 5.5. <i>Breakdown</i> dari sebuah <i>draghead</i> tipe IHC.....	92

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Tabel Karakteristik Kapal Keruk Jenis Hidrolik	21
Tabel 2.2. Tabel Karakteristik Kapal Keruk Mekanis-Hidrolik	34
Tabel 2.3. Estimasi waktu pengerukan TSHD dalam sehari	44
Tabel 4.1. Tabel Pelabuhan di Indonesia yang rutin dikeruk	54
Tabel 4.2. Tabel Pasar <i>Maintenance Dredging</i> di Indonesia	55
Tabel 4.3. Tabel kegiatan pengerjaan pengerukan dari tahun 2010-2017	56
Tabel 4.4. Tabel potensi pasar pengerukan	58
Tabel 4.5. Tabel data kapal TSHD, CSD, <i>Dredger</i> , <i>Dredger Barge</i> , <i>Suction & Suction Barge</i>	60
Tabel 4.6. Tabel populasi kapal keruk TSHD di Indonesia	62
Tabel 4.7. Tabel kapasitas kapal hasil regresi linier	65
Tabel 4.8. Fasilitas Galangan PT. Dok & Perkapalan Surabaya	69
Tabel 5.1. Tabel total kapasitas produksi dari kapal yang berusia ≤ 20 tahun	83
Tabel 5.2. Tabel jumlah kapal baru yang akan dibangun	84
Tabel 5.3. Spesifikasi pompa keruk	88
Tabel 5.4. Spesifikasi <i>trailing pipe</i>	88
Tabel 5.5. Tabel komponen dari draghead tipe IHC	93
Tabel 6.1. Tabel standar harga untuk TSHD tipe standar	96
Tabel 6.2. Tabel standar biaya untuk TSHD tipe <i>split bottom</i>	96
Tabel 6.3. Hasil interpolasi harga	97
Tabel 6.4. Tabel pendapatan galangan dari TSHD 1000	99
Tabel 6.5. Tabel pendapatan galangan dari TSHD 1500	99
Tabel 6.6. Tabel pendapatan galangan dari TSHD 2000	99
Tabel 6.7. Tabel Analisis Kelayakan Investasi dan <i>Cashflow</i> Galangan	101
Tabel 6.8. Nilai NPV, IRR, ROI, dan <i>Payback Period</i>	102

DAFTAR SIMBOL

NPV	= nilai sekarang <i>neto</i>
$(C)t$	= aliran kas masuk tahun ke- t
$(C_0)t$	= aliran kas masuk tahun ke- t
n	= umur unit usaha hasil investasi
i	= arus pengembalian (<i>rate of return</i>)
t	= waktu
TC	= biaya total untuk membuat X jumlah penduduk
FC	= biaya tetap (<i>Fixed Cost</i>)
VC	= biaya tidak tetap untuk membuat satu produk
TR	= total penjualan dari penjualan X buah produk
P	= harga jual per satuan produk
P_{\max}	= <i>maximum productivity</i>

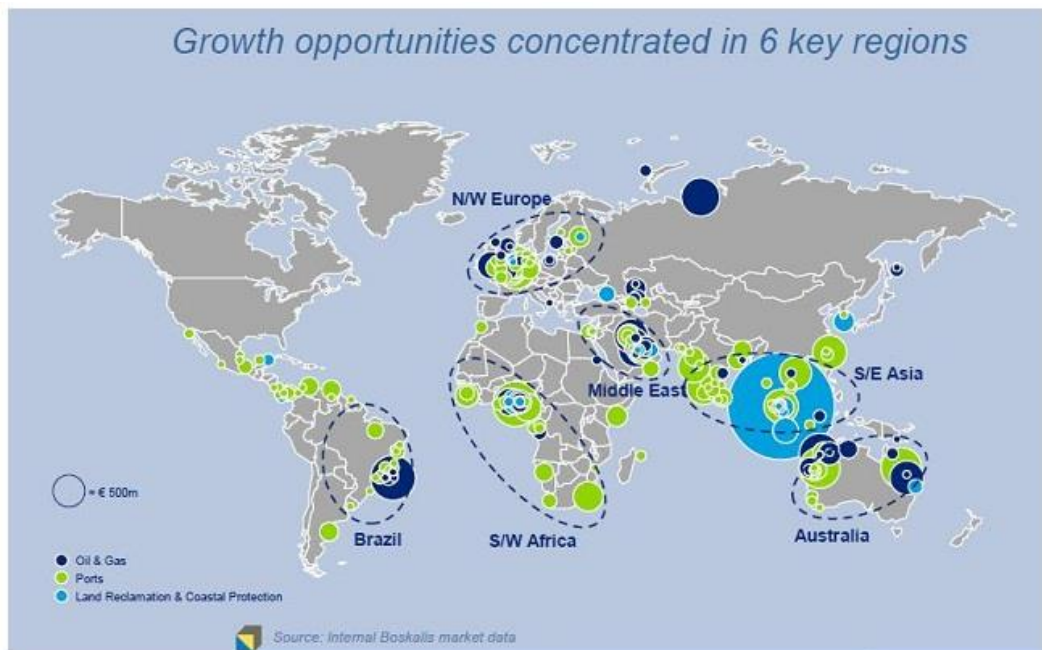
BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Peluang investasi pengembangan industri galangan kapal keruk makin besar setelah PT. Steadfast Marine berhasil meluncurkan kapal keruk MV Barito Equator Damen TSHD 2500 pada 2015 lalu dengan pengawasan langsung dari Damen Shipyard, Belanda. Kapal keruk pertama di Indonesia berjenis *Trailing Suction Hopper Dredger* (TSHD) ini memiliki panjang 90 meter, direncanakan akan beroperasi di sepanjang Sungai Kapuas, Sungai Barito dan sejumlah sungai di tanah air. (Damen, 2015; TribunPontianak.co.id, 2015)

Dengan diluncurkannya MV Barito Equator tersebut diharapkan dapat menguatkan pasar kapal keruk di Indonesia yang di mana jumlahnya masih belum terlalu banyak padahal pangsa pasar kapal keruk di Asia Tenggara memiliki potensial yang sangat tinggi di mana kebutuhannya untuk perawatan alur pelayaran dan kolam pelabuhan, pengembangan pelabuhan, eksplorasi *oil & gas* dan kebutuhan untuk reklamasi daratan dan perlindungan pantai seperti yang terlihat di Gambar 1.1 di bawah ini.



Gambar 1.1. Peta pertumbuhan kegiatan pengerukan yang terkonsentrasi di 6 wilayah
(Sumber:International Association of Dredging Companies (IADC), 2011)

Begitu juga dengan banyaknya sungai dan pelabuhan di dalam negeri, pengerukan rutin, eksplorasi *oil & gas* dan mahal nya biaya transportasi kapal keruk dari luar negeri, seharusnya Indonesia memiliki galangan yang dapat memproduksi kapal keruk dengan berbagai ukuran sehingga dapat memenuhi kebutuhan pengerukan di berbagai lokasi di Indonesia yang terkadang membutuhkan kapal dengan ukuran tertentu dikarenakan alasan geografis dan lainnya.

Mengingat keberadaan galangan kapal nasional sangat strategis saat ini, bukan hanya dari segi bisnis melainkan juga dari segi perannya di dalam menunjang perekonomian nasional secara keseluruhan. Sampai sekarang pun belum ada industri yang dapat memproduksi kapal keruk secara massal di Indonesia. Hal inilah yang mendasari ide pengembangan galangan untuk kapal keruk untuk meningkatkan industri kapal keruk dan pengerukan di Indonesia.

1.2. Perumusan Masalah

Sehubungan dengan latar belakang yang telah disebutkan diatas, permasalahan yang akan dikaji dalam tugas akhir ini adalah :

1. Bagaimana potensi permintaan pasar akan kapal keruk dan potensi dari pengembangan industri kapal keruk di Indonesia?
2. Bagaimana analisis teknis dari galangan khusus kapal keruk yang akan dikembangkan?
3. Bagaimana analisis ekonomis dari galangan khusus kapal keruk yang akan dikembangkan?

1.3. Tujuan

Adapun tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah:

1. Melakukan analisis potensi permintaan pasar kebutuhan kapal keruk baru dan potensi pengembangan galangan kapal keruk di Indonesia.
2. Menganalisis kekhususan fasilitas galangan kapal yang akan dikembangkan untuk membangun kapal keruk.
3. Menentukan kelayakan ekonomis pengembangan industri galangan khusus kapal keruk.

1.4. Batasan Masalah

Dalam penyusunan tugas akhir, diperlukan batasan masalah. Batasan-batasan yang ada dalam tugas akhir ini adalah:

1. Galangan yang dipilih untuk dikembangkan menjadi galangan khusus kapal keruk adalah PT Dok dan Perkapalan Surabaya dengan alasan kapasitas produksi galangan PT

Dok dan Perkapalan Surabaya yang besar dengan kapasitas produksi mencapai 10000 ton beban baja.

2. *Scope* atau lingkup pengembangan industri ini adalah penambahan fasilitas galangan yang dibutuhkan untuk pembangunan kapal keruk.
3. Faktor eksternal seperti kondisi perekonomian, politik, dan sosial diasumsikan dalam keadaan stabil.
4. Kurs Dolar terhadap Rupiah dan Euro terhadap Rupiah saat penelitian dilaksanakan adalah 14.165 dan 16.118 pada tanggal 24 Juni 2019 (dengan pembulatan).

1.5. Manfaat

Penelitian ini dilaksanakan untuk dapat memberikan manfaat bagi orang-orang di sekitar. Manfaat yang dihasilkan dapat ditujukan untuk akademisi dan praktisi di bidang perkapalan khususnya industri perkapalan dan pengerukan.

a. Manfaat Bagi Akademisi

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi akademisi yang membutuhkan informasi mengenai industri perkapalan khususnya di bidang pengerukan dan kapal keruk:

1. Memberikan informasi mengenai kapal keruk dan komponen-komponen dari alat keruk.
2. Memberikan informasi saat ini mengenai kondisi pasar pengerukan di Indonesia.
3. Memberikan informasi saat ini mengenai populasi kapal keruk di Indonesia.

b. Manfaat Bagi Praktisi

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi praktisi yang membutuhkan informasi saat ini mengenai keadaan industri galangan khususnya di bidang produksi kapal keruk:

1. Memberikan informasi mengenai jumlah investasi untuk industri galangan khusus kapal keruk di Indonesia.
2. Memberikan informasi mengenai rencana teknis pengembangan industri galangan khusus kapal keruk di Indonesia.
3. Memberikan usulan-usulan untuk membantu memajukan industri perkapalan dalam negeri.

1.6. Hipotesis

Pengembangan galangan kapal keruk di Indonesia ini layak untuk dilaksanakan karena mampu menjadi penunjang dan pendukung industri galangan khususnya bangunan baru dan dapat memenuhi permintaan pasar serta layak dari sisi investasinya.

BAB 2

STUDI LITERATUR

2.1. Galangan Kapal

Bangunan kapal bisa disebut sebagai sebuah seni, dilakukan oleh seniman yaitu perancang kapal. Itu berarti sang seniman merancang ukuran dan bentuk kapal berdasarkan pikiran mereka tanpa ada perhitungan maupun gambar yang detail, hanya berdasarkan pengetahuan dan pengalaman. Seniman hanya merangkai sebuah kapal dari material mentah, pada waktu itu adalah kayu. Seiring berjalan waktu, kapal tidak lagi dibangun dari kayu dan oleh seniman tanpa adanya perhitungan, namun dibangun dengan material baja dengan perhitungan stabilitas, kekuatan, dan hidrodinamika oleh teknisi yang terlatih. (Schlott, 1980)

Secara umum galangan kapal dapat diartikan sebagai tempat yang dirancang untuk mengerjakan bangunan kapal baru dan perbaikan kapal (Storch, 1995). Galangan kapal biasanya dibangun di lahan yang luas karena objek pengerjaan yang begitu besar di sertai fasilitas pendukung guna menunjang aktivitas yang terkait dengan pembangunan ataupun perbaikan kapal. (Soegiono, 2004)

2.1.1. Sarana Pokok Galangan Kapal

Untuk dapat beroperasi galangan kapal harus memiliki sarana pokok dan sarana penunjang (Soeharto & Soejitno, 1996). Untuk galangan kapal bangunan baru, salah satu sarana berikut harus dimiliki, yaitu :

- a. *Building berth*
- b. *Building dock*
- c. *Slipway*
- d. *Graving dock*
- e. *Lift dock*

Berikut akan dijelaskan mengenai beberapa jenis sarana pokok galangan tersebut:

- a. *Slipway*

Slipway merupakan salah satu bentuk sarana pokok untuk reparasi kapal yang paling sederhana untuk menaikkan dan menurunkan kapal yang akan direparasi. Konstruksi *slipway* terdiri dari rel yang dipasang pada landasan beton seperti pada *building berth* dan kereta (*cradle*) di atasnya. *Cradle* dapat dinaik turunkan di atas

rel dengan bantuan kabel baja (*slink*) yang ditarik mesin derek (*winch*). *Slipway* terdiri dari 2 (dua) macam, yaitu: *slipway* memanjang dan melintang.

Keuntungan menggunakan *slipway* sebagai sarana pendedokan dari segi ekonomis relatif murah sehingga dalam pemilihan sarana pendedokan umumnya dianalisis apakah *slipway* layak. Kemudian dari segi teknis *slipway* dianalisis daerah peluncuran/penaikan kapal, sehingga membutuhkan daerah perairan terbuka dan membutuhkan areal tanah yang panjang untuk tipe *end launching* dan areal tanah yang luas untuk tipe *side launching*. Pada Gambar 2.1 ditunjukkan contoh desain *slipway* sebagai salah satu sarana pendedokan.



Gambar 2.1 *Slipway*

(Sumber: The Phuket News, 2013)

b. *Graving dock*

Graving dock adalah tempat untuk membangun atau memperbaiki kapal di mana bentuknya seperti kolam dengan konstruksi beton yang terletak di tepi pantai/laut. Antara konstruksi kolam dan laut disekat oleh pintu yang kedap air. Cara kerja bila dibangun kapal baru, pintu ditutup kemudian air di dock dikosongkan dengan cara memompa air keluar. Sedangkan bila reparasi, kapal dimasukkan, kemudian pintu ditutup, air dipompa keluar dan di bawah kapal diberikan penumpu penumpu yang akan menopang kapal. Pada Gambar 2.2 ditunjukkan fasilitas *graving dock* sebagai salah satu sarana pendedokan kapal.



Gambar 2.2 *Graving Dock*

(Sumber: Tema Shipyard, 2019)

c. *Floating Dock*

Floating Dock merupakan tipe *dock* yang portabel sehingga dapat dengan mudah dipindahkan. *Floating dock* dibuat dari baja sehingga biaya perawatan cukup mahal. Proses pengedokan dengan cara menenggelamkan dan mengapungkan dock pada sarat air tertentu dibantu dengan pompa pompa pengisi. Hal terpenting pada saat pengedokan adalah urutan pengisian air ke dalam kompartemen atau ponton agar tidak terjadi defleksi yang berlebihan pada konstruksi *floating dock* tersebut. Keuntungan penggunaan *floating dock* adalah biaya pembuatan untuk kapasitas yang sama lebih murah dari pada *graving dock*, dapat dipindahkan ke tempat lain, dapat mengangkat kapal yang lebih panjang dari doknya sendiri serta dapat melakukan *self docking* apabila mengalami kerusakan. Sedangkan kerugiannya adalah biaya perawatan yang mahal; hanya untuk menguntungkan pekerjaan reparasi; umur pemakaian relatif pendek dibandingkan dengan tipe yang lain karena pengaruh korosi; memerlukan perairan yang tenang untuk menjaga stabilitas kapal di atas dok serta memerlukan perairan yang dalam (Soejitno, 1997). Pada Gambar 2.3 ditunjukkan fasilitas *floating dock* sebagai salah satu sarana pengedokan kapal.



Gambar 2.3 *Floating Dock*
(Sumber: Abu Dhabi Ship Building, 2019)

2.1.2. Analisis Pemilihan Galangan Kapal

Ada beberapa analisis teknis yang harus dilakukan untuk pemilihan lokasi yang cocok untuk dibangun galangan kapal. Beberapa kriteria tersebut antara lain: (Wignjosuebrototo, 2009)

a. Ketersediaan lahan yang cukup

Luasan lahan haruslah dikategorikan lebih dari cukup untuk membangun galangan kapal. Semakin luas lahan yang dibangun untuk galangan kapal, maka sangat memungkinkan pihak galangan kapal untuk melakukan variasi pada *layout* galangan serta penambahan fasilitas galangan kapal selain fasilitas pokok dari galangan kapal.

b. Keadaan alam dan lingkungan

Keadaan alam dan lingkungan menjadi faktor penting dari pemilihan lokasi. Keadaan alam dan lingkungan ditinjau dari letak geografisnya, cuaca dan iklim, sarana transportasi, angin, gelombang, instansi di sekitar galangan kapal, dan pangsa pasar galangan kapal di sekitar lokasi. Dari letak geografisnya, akan ditinjau dari perbatasan arah mata angin baik dari utara, selatan, timur dan barat. Untuk sarana transportasi, akan ditinjau dari jalan utama terdekat dengan lokasi dan fasilitas umum seperti pelabuhan atau terminal.

c. Fasilitas umum di sekitar lokasi

Fasilitas-fasilitas umum yang berada di sekitar lokasi akan dibangunnya galangan kapal menjadi prioritas pula dalam pemilihan lokasi galangan kapal. Ada beberapa fasilitas umum yang sangat riskan, gedung, jalan utama, dll. Sebisa mungkin pembangunan kapal tidak mengorbankan fasilitas umum apabila ada persinggungan dengan rencana galangan kapal yang akan dibuat, seperti tempat peribadatan, sekolah yang ada, sehingga tidak merugikan orang lain, terutama warga setempat. Apabila di

suatu ketika terdapat persinggungan dengan fasilitas umum yang dekat dengan lokasi pembangunan galangan kapal, maka perusahaan galangan kapal harus mengeluarkan biaya yang lebih untuk kompensasi. Persinggungan yang sering kali terjadi terkait masalah pemotongan jalan, gedung, dan lain-lain.

d. Keamanan lokasi secara teknis dan lingkungan

Keamanan suatu lokasi juga sangat diperhitungkan di dalam pemilihan lokasi pembangunan galangan kapal. Keamanan dari segi sumbernya dibagi menjadi 2, yaitu faktor keamanan lingkungan dan faktor keamanan teknis. Faktor keamanan lingkungan merupakan keamanan yang berhubungan dengan ancaman dari luar, misalnya perampokan, penjarahan, dll. Sedangkan keamanan teknis berasal dari internal perusahaan yang tidak mengganggu fasilitas utama dari galangan kapal itu sendiri.

e. Akses logistik ke lokasi

Mudahnya akses logistik ke lokasi akan sangat diperlukan untuk pengiriman material untuk proyek dari galangan kapal. Kedekatan antara lokasi galangan kapal dengan jalan utama akan sangat menguntungkan pihak galangan kapal, baik secara ekonomis maupun secara teknis.

f. Kedekatan dengan industri penunjang

Industri penunjang galangan kapal, misalnya industri material baja juga merupakan kriteria penting dalam pemilihan lokasi galangan kapal. Kedekatan galangan kapal dengan industri penunjang akan mempercepat pembelian material pembangunan kapal dan dapat menghemat biaya transportasi dari pengangkutan material.

g. Sumber daya manusia

Kriteria yang tidak kalah penting adalah kriteria sumber daya manusia di sekitar galangan kapal. Sumber daya manusia yang dimaksud adalah sumber daya manusia yang nantinya dapat menjadi pekerja di galangan kapal. Sumber daya manusia yang sangat dibutuhkan dalam proyek antara lain lulusan Sekolah Menengah Kejuruan (SMK), khususnya di bidang perkapalan.

2.2. Gambaran Umum Pengerukan

Pengerukan adalah pekerjaan mengubah bentuk dasar perairan untuk mencapai kedalaman dan lebar yang dikehendaki atau untuk mengambil material dasar laut perairan yang dipergunakan untuk keperluan tertentu. (Kementerian Perhubungan, 2018)

Menurut Mahendra (2016), pengerukan merupakan bagian dari ilmu sipil, yang memiliki pengertian pemindahan material dari dasar bawah air dengan menggunakan peralatan keruk atau setiap kegiatan yang mengubah konfigurasi dasar atau kedalaman perairan seperti laut, sungai, danau, pantai ataupun daratan sehingga mencapai elevasi tertentu dengan menggunakan peralatan kapal keruk.

2.2.1. Klasifikasi Pengerukan

Berdasarkan pemanfaatan material keruk, dibagi atas:

1. Pekerjaan pengerukan yang hasil material keruknya tidak dimanfaatkan atau dibuang, sesuai rekomendasi dari syahbandar dan penyelenggara pelabuhan terdekat.
2. Pekerjaan pengerukan yang hasil material keruknya dapat dimanfaatkan, di mana hasil pemanfaatannya harus mendapatkan persetujuan dari instansi yang berwenang.

Berdasarkan jenis kegiatan, dibagi atas:

- a. Kegiatan pembangunan atau pengerukan awal (*Capital Dredging*)
Capital dredging adalah pengerukan yang pertama kali dilaksanakan dalam rangka pembangunan pelabuhan, pendalaman kolam pelabuhan atau alur pelayaran, dan pembuatan alur baru.
- b. Kegiatan pengerukan pemeliharaan (*Maintenance Dredging*)
Maintenance dredging adalah pengerukan yang dilaksanakan secara rutin berkala dalam rangka memelihara kedalaman kolam pelabuhan, alur masuk pelabuhan dan alur pelayaran. (Kementerian Perhubungan, 2018)

2.2.2. Tujuan Pengerukan

Tujuan dari pengerukan di antaranya adalah:

1. Pelayaran (Navigasi)
Untuk pemeliharaan, perluasan, dan perbaikan sarana lalu lintas air dan pelabuhan. Untuk membuat pelabuhan, memperdalam *turning basin* (kolam pelabuhan), dan fasilitas lainnya.
2. Pengendalian banjir (*Flood Control*)
Untuk memperbaiki atau memperlancar aliran sungai dengan memperdalam dasar sungai atau fasilitas pengendali banjir lainnya seperti bendungan dan tanggul.

3. Konstruksi dan reklamasi

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

4. Pertambangan (*Mining*)

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

5. Untuk tujuan lainnya

Untuk penggalian fondasi di bawah air dan penanaman pipa saluran air atau pembuatan terowongan. Untuk membuang polutan dan mendapatkan air yang berkualitas. (Bray, Bates, & Land, 1996)

2.2.3. Metode Pengerukan

Pekerjaan pengerukan secara garis besar dapat dibagi dalam tiga proses utama, yaitu penggalian, pengangkutan, dan pembuangan. Metode pekerjaan pengerukan dapat dilaksanakan dengan jenis kapal keruk *hopper* dan kapal keruk *non-hopper*. Untuk material keruk yang keras, semisal karang, pekerjaan pengerukan dapat dilaksanakan dengan berbagai cara, yaitu:

- a. Penggalian material karang dengan metode *mechanical* kemudian pemindahan material keruk dengan sistem pengerukan yang normal.
- b. Penggalian material karang dengan metode peledakan karang kemudian pemindahan material keruk dengan sistem pengerukan yang normal.
- c. Penggalian material karang dengan metode pemecahan karang melalui gelombang pendek atau *microwave*.
- d. Pemotongan karang dengan menggunakan peralatan tekanan tinggi.
- e. Penggalian material keruk karang dengan metode peledakan harus mendapat izin dari instansi yang berwenang.

2.3. Tinjauan Kapal Keruk

Kapal keruk adalah kapal yang dapat menggali, mengangkut, dan membuang sejumlah tanah di bawah air dalam waktu tertentu. Kuantitas tanah yang dipindahkan per unit waktu disebut produksi. Kapal keruk dapat menggali secara hidrolik atau mekanis. Penggalian hidrolik menggunakan kerja erosi aliran air. Misalnya, aliran air yang dihasilkan oleh pompa keruk dipimpin melalui mulut isap di atas hamparan pasir. Aliran akan mengikis dasar pasir dan membentuk campuran air pasir sebelum memasuki pipa hisap.

Penggalian hidrolik sebagian besar dilakukan dengan jet air khusus di tanah tanpa kohesi seperti lumpur, pasir dan kerikil. Penggalian mekanis dengan pisau, gigi atau ujung tombak dari peralatan pengerukan diterapkan pada tanah yang kohesif. Tanah yang dikeruk juga dapat diangkut secara hidrolik atau mekanis, baik secara kontinu maupun tidak kontinu. Pemindahan tanah dapat dilakukan dengan cara sederhana, misalnya, dengan membuka *grab*, memutar ember *excavator* atau membuka pintu bawah di kapal. Deposisi hidrolik terjadi ketika campuran mengalir di atas area reklamasi atau menetap di *hopper* dari kapal TSHD. Pasir akan mengendap saat air mengalir kembali ke laut atau sungai. Desain kapal keruk untuk menjalankan operasi pengerukan tidak hanya tergantung pada fungsi yang disebutkan sebelumnya tetapi juga pada aksesibilitas ke lokasi, cuaca dan tindakan gelombang, kondisi penahan, akurasi yang diperlukan dan kondisi lainnya (SNAME, 2003). Secara operasionalnya, kapal keruk dapat dibedakan sebagai berikut:

a. Kapal keruk tanpa mesin penggerak

Kapal keruk jenis ini untuk perpindahan dari satu tempat ke tempat lainnya dibantu dengan kapal tunda atau dengan sistem tali baja pengikat di mana satu pihak dicekamkan pada suatu jangkar dan di ujung lainnya dililitkan pada suatu mesin derek. Untuk kelancaran dan ketepatan lokasi, biasanya digunakan lebih dari satu tali baja pengikat atau dengan menggunakan *spud*. Untuk pengerukan tanah yang keras, arah gerakan kapal zig-zag, bergerak ke samping kiri kemudian maju, lalu ke samping kanan dan seterusnya. Pergerakan dilakukan dengan mengulur maupun menarik kawat-kawat pengikat yang dihubungkan dengan jangkar.

b. Kapal keruk dengan mesin penggerak sendiri

Kapal keruk jenis ini memiliki mesin penggerak sendiri yang terpisah dengan mesin pengeruknya. Secara teknis, peralatan pengerukan pada dasarnya dapat dibagi menjadi 3 tipe, yaitu mekanis, hidrolik, dan mekanis-hidrolik.

2.3.1. Kapal Keruk Mekanis

Tipe kapal keruk ini sederhana, mempunyai analogi dengan peralatan gali/keruk di darat. Yang termasuk dalam tipe kapal ini adalah:

1. *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*, di samping membantu pelepasan *spud* untuk keperluan reparasi. Contoh *grab dredger* dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4. *Grab Dredger*

(Sumber: Mynewsdesk, 2014)

Kedalaman keruk tergantung dari berat *grab*, semakin berat *grab* maka semakin dalam hasil galiannya. *Grab* direncanakan sedemikian rupa agar tahanannya terhadap air harus sekecil mungkin ketika dicelupkan ke dalam air. Jenis-jenis dari *grab* sendiri dapat dibedakan menjadi:

a. *Grab lumpur*

Kepala *grab* lumpur ini memiliki karakteristik seperti tanpa gigi, dengan pinggiran rata, dipakai untuk material lumpur dan tanah lunak. Bentuk dari kepala *grab* lumpur ini ditunjukkan oleh Gambar 2.5.



Gambar 2.5. *Grab lumpur*
(Sumber: MachineTo, 2017)

b. *Grab* garpu

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

c. *Grab* kaktus

Biasanya berjadi empat atau lebih yang dapat menutup secara bersamaan, biasanya dipakai untuk batu-batuan besar. Bentuk dari *grab* kaktus ini dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6. *Grab* kaktus
(Sumber: Armatic Engineering Pvt., 2016)

Karakteristik dari *grab dredger* itu sendiri adalah:

- a. Mampu mengeruk daerah yang diinginkan dengan tepat.
- b. Paling sering dipakai untuk pengerukan di sekitar dok, dermaga, dan bagian sudut dari kade-kade, karena dapat merapat sampai ke tepi.
- c. Cocok dipakai untuk mengeruk material yang berupa pasir, tanah liat, kerikil, dan batu pecah.
- d. Kedalaman pengerukan praktis tak terbatas, tergantung panjang tali, tetapi makin dalam, produksi akan semakin berkurang karena waktu mengangkat yang akan semakin lama.
- e. Beroperasi tanpa mengganggu lalu lintas kapal lainnya.
- f. Dapat bekerja secara baik pada air yang bergelombang.
- g. Dapat dipakai untuk menggali material padat ataupun tanah asli (*in-situ soil*).

- h. Kapasitas pengerukannya kecil.
- i. Kabel *crane* mudah terbelit.
- j. Hasil pengerukan tidak merata, sehingga sukar menentukan dalamnya hasil pengerukan.

Untuk keperluan operasi, kapal keruk ini dilengkapi dengan dua buah *spud* dan *spul-spul* penggulung kawat baja yang digunakan untuk mengangkat maupun menurunkan *spud*. Kapal bergerak sedikit demi sedikit secara zig-zag dengan mengatur pengangkatan *spud* dan penarikan/penguluran tali jangkar. (Bray et al., 1996)

2. *Backhoe Dredger*

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 hidrolik. Gambar 2.7 di bawah adalah contoh dari *backhoe dredger*.



Gambar 2.7. Gambar dari *backhoe dredger*

(Sumber: Jan De Nul, 2016)

Karakteristik dari *backhoe dredger* adalah:

- Dapat menggali bermacam-macam material seperti pasir, tanah liat, kerikil, dan batu maupun karang.
- Tidak dapat bergerak sendiri, membutuhkan jangkar untuk menempatkan pada posisi pengerukan.
- Kecepatan produksinya rendah. (Bray et al., 1996)

3. *Dipper Dredger*

Kapal keruk jenis *dipper* ini seperti sekop yang bertenaga dan dilengkapi dengan mata penembus batu. Kapal ini memiliki dua buah *spud* depan yang dipakai untuk

mengangkat tongkang agar berada di atas air guna menambah daya gali, dan satu *spud* belakang yang disebut *kicking spud* yang digunakan untuk menggerakkan tongkang ke arah depan maupun belakang. Contoh *dipper dredger* dapat dilihat pada Gambar 2.8.



Gambar 2.8. *Dipper dredger*

(Sumber: International Association of Dredging Companies (IADC), 2017)

Karakteristik dari *dipper dredger* adalah:

- Cocok untuk mengeruk batu karang dan lapisan tanah yang keras dan padat, karena memiliki tenaga pengungkit dan desak yang besar.
- Dapat digunakan untuk membuang pondasi bawah laut yang tidak terpakai.
- Jumlah kru yang dibutuhkan sedikit (5-6 orang).
- Bisa menggali jalannya sendiri, juga dapat menggali tebing yang curam tanpa takut longsor. (Bray et al., 1996)

4. *Bucket Dredger*

Kapal keruk ini menggunakan timba yang disusun pada rangkaian *conveyor* yang berputar di mana timba-timba pengeruk tersebut terpasang. Pengerukan dengan kapal keruk jenis ini biasanya dilakukan pada kolam pelabuhan atau pada kanal dan juga digunakan untuk menggali mineral (penambangan) di lepas pantai.

Gerakan *conveyor* dengan timbanya merupakan gerak berputar mengelilingi *ladder*. *Ladder* ini dapat digerakkan naik turun sesuai dengan kedalaman pengerukan yang diinginkan dengan menggunakan tali baja. Tali baja ini dililitkan pada sistem drum yang digerakkan *winch*. Ujung bawah *conveyor* masuk ke dalam tanah yang mau

dikeruk, sehingga gerak timba mempunyai berat sendiri yang besar, kemudian menggali tanah tersebut. Karena *conveyor* bergerak secara terus-menerus, maka timba pengeruk akan terangkat ke atas permukaan dengan membawa tanah galian. Dikarenakan gerakan *conveyor* yang selalu bergerak terus-menerus maka kapal keruk jenis ini lebih efisien dibanding kapal keruk mekanis lain terutama untuk pekerjaan pengerukan pasir dan bijih tambang. (Bray et al., 1996)

Kapasitas keruk tiap jam berhubungan erat dengan banyaknya timba/*bucket* yang dipakai dan kedalaman yang dikeruk serta kecepatan timba itu sendiri (jumlah timba per menit). Contoh *bucket dredger* dapat dilihat pada Gambar 2.9.



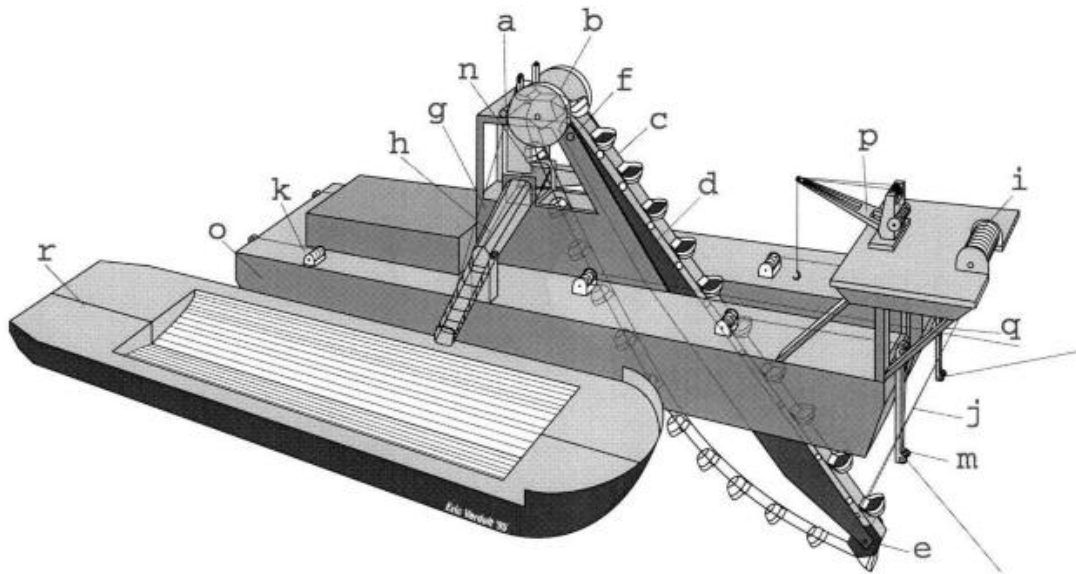
Gambar 2.9. *Bucket dredger*

(Sumber: International Association of Dredging Companies (IADC), 2015)

Karakteristik *bucket dredger* adalah:

- Dipakai untuk berbagai jenis material dari tanah keras sampai batuan lunak.
- Kecepatan produksinya kecil serta memerlukan jangkar.
- Tidak praktis untuk jumlah pengerukan yang besar, daerah yang luas dan berkembang.
- Semakin dalam pengerukan akan semakin tidak efisien karena jumlah material keruk semakin berkurang.
- Terlalu bising. (Rohim, 2003)

Komponen-komponen dari *bucket dredger* dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 2.10. Komponen-komponen dari *bucket dredger*

(Sumber: SNAME, 2003)

Nama dari komponen-komponen tersebut jika diurutkan sesuai abjad adalah sebagai berikut:

- | | |
|-----------------------------|-----------------------------|
| a. <i>Main gantry</i> | j. <i>Ladder hoist wire</i> |
| b. <i>Upper tumbler</i> | k. <i>Stern winch</i> |
| c. <i>Bucket chain</i> | |
| d. <i>Bucket ladder</i> | m. <i>Fairlead</i> |
| e. <i>Bottom tumbler</i> | n. <i>Diverting valve</i> |
| f. <i>Ladder suspension</i> | o. <i>Pontoon</i> |
| g. <i>Ladder gantry</i> | p. <i>Bucketing crane</i> |
| h. <i>Chute</i> | q. <i>Fore gantry</i> |
| i. <i>Ladder winch</i> | r. <i>Barge</i> |

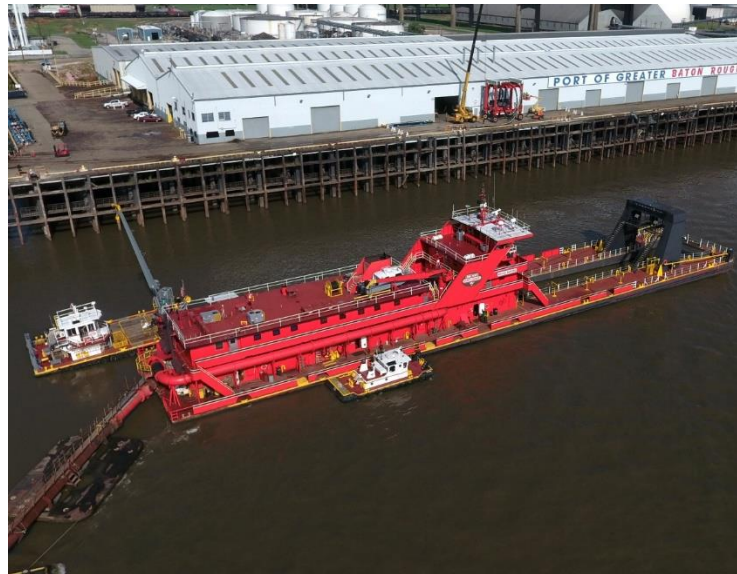
2.3.2. Kapal Keruk Hidrolik

Yang dimaksud dengan hidrolik dalam jenis ini adalah tanah yang dikeruk bercampur dengan air laut kemudian campuran tersebut diisap pompa melalui pipa pengisap, selanjutnya melalui pipa pembuang dialirkan ke daerah pembuangan. Pengerukan dasar laut dengan jenis peralatan ini makin populer karena sangat efektif. Kapal keruk jenis hidrolik ini terbagi menjadi beberapa tipe, yaitu:

1. *Dustpan Dredger*

Kapal keruk tipe ini dinamai demikian karena ujung pengisapnya terdiri dari beberapa saluran pengisap yang disatukan dan membentuk kepala pengisap. Guna memperlancar

pekerjaan pengisapan lumpur maka pada kepala pengisap dapat dipasang alat *multiple jets* (penyemprot air bertekanan) yang berguna untuk melepas material dari dasarnya sehingga mudah diisap oleh pompa. Berbentuk seperti kapal dagang biasa, kapal ini sering dilengkapi oleh bak lumpur sendiri. *Dustpan* termasuk jenis *suction* yang lebih khusus, dipakai di sungai dengan *rate* sedimen yang tinggi. Contoh dari *dustpan dredger* dapat dilihat pada Gambar 2.11 di bawah ini.



Gambar 2.11. *Dustpan dredger*

(Sumber: International Association of Dredging Companies (IADC), 2017b)

Karakteristik dari kapal keruk *dustpan* ini adalah:

- Efisien untuk lumpur halus.
- Bekerja sambil berjalan, karena mempunyai mesin penggerak sendiri.
- Pekerjaan masih dapat dilakukan walaupun ada gelombang.
- Kapasitas muat bisa diatur dengan mengatur pompa sentrifugal dan pompa isap.
- Titik berat kapal rendah sehingga stabilitas kapal relatif baik.
- Pembuangan lumpur dilakukan oleh kapal itu sendiri, bila bak lumpur penuh kapal harus berhenti bekerja sehingga menambah waktu kerja.
- Tidak dapat beroperasi apabila pada lokasi pengerukan yang ada halangannya seperti bekas pondasi dan batuan karang.
- Pengerukan terbatas pada lumpur halus. (Bray et al., 1996)

2. *Plain Suction Dredger*

Plain suction dredger adalah kapal isap keruk stasioner dan terdiri dari beberapa ponton yang disatukan dan dilakukan pengikatan. Pada kapal keruk ini setidaknya terdapat satu

pompa pengisap yang terhubung dengan pipa isap. Dalam melakukan kegiatannya, pembuangan material hasil kerokan pada kapal ini dapat menggunakan pipa (*land and floating pipeline*) atau dipindahkan ke kapal bantu (*hopper barge*). Secara keseluruhan, prinsip kerja dari kapal keruk isap ini sama dengan *trailing suction hopper dredger* (TSHD) hanya saja letak pipa isap pada kapal keruk ini terletak pada depan kapal, tidak seperti TSHD yang biasanya berada pada sisi-sisi kapal.

Contoh *plain suction dredger* dapat dilihat pada gambar Gambar 2.12.



Gambar 2.12. *Plain suction dredger*
(Sumber: Dredge Yard, 2017)

3. *Water Injection Dredger*

Kapal keruk jenis ini memindahkan materialnya dengan menggunakan *water jet* yang menyemburkan material yang diarahkan menuju lokasi tertentu. Tekanan *jet pump* disesuaikan dengan jenis materialnya dan diusahakan agar material tidak berhamburan ke manapun. Dalam melakukan operasinya, kapal keruk ini sangat tergantung dari kecepatan dan arah arus air laut. *Density* dari material yang akan dipindahkan harus tidak boleh melebihi $1,3 \text{ ton/m}^3$, jadi merupakan material endapan yang melayang. Kapal keruk ini sangat cocok untuk *maintenance dredging* pada alur pelayaran yang pendek atau sungai dan biayanya yang relatif murah. Tetapi diperlukan perhitungan teknis yang akurat agar material yang akan dipindahkan/dibuang pada lokasi yang dituju dapat dikendalikan (Mahendra, 2016). Contoh dari *water injection dredger* dapat dilihat pada Gambar 2.13.



Gambar 2.13. *Water injection dredger*

(Sumber:Damen, 2017)

Karakteristik dari masing-masing kapal keruk jenis hidrolik ini dapat dilihat pada Tabel 2.1. Dalam tabel tersebut dijelaskan keuntungan dan kerugian dari masing-masing tipe kapal keruk jenis hidrolik. Sehingga dari keterangan tersebut dapat dijadikan bahan pertimbangan dalam memilih kapal keruk dalam suatu proyek.

Tabel 2.1. Tabel Karakteristik Kapal Keruk Jenis Hidrolik

No	Tipe Kapal Keruk	Karakteristik
1	<i>Plain Suction Dredger</i>	<p>Keuntungan:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Dapat mengeruk sangat dalam b. Efektif untuk pasir dan kerikil c. Memiliki kecepatan produksi tinggi d. Kapal dapat berjalan (<i>self-propelled</i>) dan dapat juga tetap (<i>stationary</i>) <p>Kerugian:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Tidak dapat menangani material bergumpal dan lekat b. Hasil kerukan sempit tapi dalam, kurang cocok untuk alur pelayaran dan pelabuhan
2	<i>Dustpan Dredger</i>	<p>Keuntungan:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Cocok untuk pengerukan perawatan sungai dengan <i>bed load</i> yang tinggi dari pasir dan kerikil kecil b. Mampu mengeruk material dalam jumlah besar c. Terdapat sistem perpipaan yang menghubungkan kapal langsung dengan lokasi penampungan pembuangan material <p>Kerugian:</p>

No	Tipe Kapal Keruk	Karakteristik
		<ul style="list-style-type: none"> a. Tidak cocok untuk pengerukan awal (<i>capital dredging</i>) b. Adanya pulau-pulau (delta sungai) akan mengganggu operasional sistem pipa buangan c. Didesain spesial untuk alur sungai yang lebar dan cocok untuk karakteristik kapal keruk tersebut
3	<i>Water Injection Dredger</i>	<p>Keuntungan:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Cocok untuk pengerukan dari "bar" b. Cocok untuk alur pelayaran (<i>channel</i>) atau sungai c. Dapat dipadu dengan <i>self-propelled barge</i> atau konstruksi tetap yang dipasang dekat lokasi pengendapan dan lokasi pembuangan yang berada di sekitarnya d. Teknik <i>dredging</i> yang murah <p>Kerugian:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Tidak cocok untuk material sungai atau alur yang sangat terkontaminasi b. Hanya untuk material: lumpur, lempung lepas dan pasir halus c. Pengerukan dilaksanakan pada kondisi arus yang kuat

(Sumber: Mahendra, 2012)

2.3.3. Kapal Keruk Mekanis-Hidrolik

Kapal keruk jenis ini merupakan kapal keruk yang dalam operasinya menggunakan metode gabungan antara mekanis dan hidrolik. Tipe-tipe dari kapal keruk mekanis-hidrolik ini adalah:

1. *Bucket Wheel Dredger*

Kapal ini bisa juga disebut kapal keruk timba yang di mana merupakan kapal keruk pertama yang ada di Indonesia, yaitu pada jaman penjajahan Belanda. Kapal ini sering dipergunakan dan dioperasikan untuk penambangan timah di Pulau Bangka. Tipe kapal keruk ini dapat mengeruk sampai kedalaman 100 meter dengan cara menyesuaikan banyaknya dan kemampuan dari *bucket wheel* itu sendiri. Oleh sebab itu, produksi pengerukan kapal ini ditentukan dari kedalaman pengerukan, kapasitas *bucket*, jenis material yang dikeruk dan kecepatan putar *bucket wheel*.

Dalam operasionalnya, pergerakan kapal ini menggunakan *winch* yang terhubung dengan jangkar, biasanya sebanyak 6 unit, 4 unit *winch* digunakan saat mengeruk dan 2 unit *winch* digunakan untuk pergerakan maju dan mundur kapal. Masing-masing *winch* membutuhkan tali kawat (*sling*) sepanjang minimal 100 m. oleh sebab itu, kapal ini membutuhkan area yang luas dalam beroperasi. Material yang dikeruk oleh kapal ini sangat beragam, dari yang lunak sampai yang keras. Biasanya dalam beroperasi, kapal ini dibantu oleh *hopper barge* yang digunakan untuk menampung dan membuang material hasil kerukannya. (European Dredging Association, 2012b) Contoh *bucket wheel dredger* dapat dilihat pada Gambar 2.14 di bawah ini.



Gambar 2.14. *Bucket wheel dredger*
(Sumber: Highling Dredger, 2017)

2. *Cutter Suction Dredger (CSD)*

Cutter suction dredger (CSD) merupakan salah satu jenis dari kapal keruk yang dilengkapi dengan kepala pemotong berputar di pintu masuk pengisap yang dapat memotong material keras seperti kerikil dan batu menjadi bagian-bagian kecil. Material yang dikeruk kemudian disedot oleh pompa pengisap, kemudian dapat dikeluarkan ke darat menggunakan pompa dan pipa yang mengapung atau dimuat ke tongkang lain yang memiliki *hopper* dan ditambat di dekat kapal tersebut. (European Dredging Association, 2012a)

Sebagian besar CSD merupakan kapal keruk yang stasioner, dengan kata lain kapal tidak berlayar selama kegiatan pengerukan. Dalam beberapa kasus di mana ukuran dari kapal keruk tipe CSD ini cukup besar, kapal ini memiliki sistem penggerak sendiri, sehingga tidak perlu ditarik oleh kapal lain. Biasanya CSD memiliki dua

buah *spudcan* serta dua jangkar. *Spudcan* berguna sebagai poros bergerak CSD, dua jangkar untuk menarik ke kiri dan kanan. (Jan De Nul, 2017)

Contoh *cutter suction dredger* dapat dilihat pada Gambar 2.15 di bawah ini.



Gambar 2.15. *Cutter suction dredger*

(Sumber: Damen, 2017a)

3. *Trailing Suction Hopper Dredger (TSHD)*

Trailing Suction Hopper Dredger (TSHD) merupakan jenis kapal keruk yang dilengkapi dengan *propeller* (untuk berlayar) dan ruang muatan material (*hopper*). Ukuran dari kapal keruk jenis TSHD ini adalah kapasitas *hopper*, dan saat ini sudah berbagai ukuran yang telah dibangun dan dioperasikan (Vlasblom, 2007). *Trailing suction hopper dredger* sendiri merupakan salah satu jenis dari kapal keruk yang menyeret pipa pengisap ketika bekerja dan mengisi material yang diisap tersebut ke satu atau beberapa tangki penampung (*hopper*) di dalam kapal. Ketika tangki penampung sudah penuh, kapal ini akan berlayar ke lokasi pembuangan dan membuang material tersebut melalui pintu yang ada di bawah kapal atau dapat pula memompa material tersebut ke luar kapal. (Jan De Nul, 2017)

Kapal ini merupakan kapal yang cepat dalam perkembangannya, baik dari segi ukuran, teknologinya, dan variasi dalam beroperasinya karena sifatnya yang serba guna atau *multi-purpose*. Jenis pekerjaan yang bisa dilakukan oleh kapal TSHD adalah; *maintenance dredging*; *capital dredging*; *sand transporting*; *land reclamation/beach nourishment*. Contoh *trailing suction hopper dredger* dapat dilihat pada Gambar 2.16 di bawah ini.



Gambar 2.16. *Trailing suction hopper dredger*

(Sumber: QPS Confluence, 2019)

Karakteristik dari *trailing suction hopper dredger* di antaranya adalah:

- Persiapan operasi, mobilisasi, dan demobilisasi dari TSHD sangat mudah karena kapal memiliki mesin penggerak sendiri.
- Cocok untuk volume pengerukan yang besar.
- Dapat beroperasi dengan jarak angkut yang jauh, seperti mengeruk material untuk reklamasi.
- Kapal ini mengeruk dengan selalu bergerak dan tidak menggunakan sling serta jangkar pada saat beroperasi, sehingga tidak mengganggu lalu lintas kapal lainnya jika beroperasi di pelabuhan atau daerah sibuk lainnya. (Mahendra, 2016)

Berikut ini adalah uraian mengenai peralatan utama TSHD mulai dari peralatan kapal sampai peralatan keruk yang dibutuhkan. (Mahendra, 2016)

1) Peralatan Kapal

a) Mesin Induk & *Bow Thruster*

Sebagai penggerak utama kapal dengan *twin screw* dan dilengkapi dengan *bow thruster*, sehingga kapal lebih mudah dalam manuver pada area yang terbatas.

b) Propeler dan kemudi

Propeler/baling-baling dan kemudi khusus untuk kapal keruk dengan jumlah daun 4.

c) *Swell compensator*

Alat untuk memonitor kondisi *draghead*, terutama jika mengenai *high spot* dan gelombang. Maka alat ini akan secara otomatis mengatur ketegangan *sling*, sehingga dapat menjaga *sling* tidak putus. Gambar mengenai *swell compensator* ditunjukkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 2.17. *Swell compensator*

(Sumber: SMI Offshore, 2017)

d) *Hopper dan pintu hopper*

Tempat untuk menyimpan material sebelum dibuang dan pembuangannya melalui pintu *bottom door* dan *upper door*. Pintu *hopper* jenis lainnya adalah *conical bottom valve*. Di dalam *hopper* juga dilengkapi dengan *overflow*, yaitu alat untuk mengalirkan alir dan material halus jika sudah mencapai batas ketinggian *hopper*. Dan juga ketinggian *overflow* dapat diatur ketinggiannya. Di bawah ini adalah gambar dari *hopper*.



Gambar 2.18. Tampilan *hopper* dengan *bottom door*
(Sumber: Captains Voyage Forum, 2012)

2) Peralatan Keruk

a) Pompa Keruk

Menurut Vlasblom (2004), pompa keruk ini adalah jantung dari kapal keruk TSHD. Posisi dari pompa keruk ini harus memenuhi persyaratan atau kondisi tertentu terutama dalam kasus di mana tidak adanya pompa *suction pipe*. Besarnya dan kapasitas pompa keruk disesuaikan dengan kapasitas *hopper*. Kondisi yang harus dipenuhi itu adalah:

1. Pompa mengeruk yang ditempatkan di dalam harus dipasang serendah mungkin. Semakin dalam pompa berada di bawah permukaan air, semakin tinggi konsentrasi campuran.
2. Hambatan pipa harus serendah mungkin. Jadi pipa hisap diusahakan pendek, diameter tekukan lebar dan tidak ada penyempitan.
3. Arah rotasi pompa harus sesuai dengan arah rotasi campuran yang disebabkan oleh tikungan dalam sistem perpipaan.

Kontrol kecepatan pompa keruk sangat tergantung pada jenis motor penggerak. Jika mesin utama langsung menggerakkan pompa pasir maka pengaturan kecepatan tidak dimungkinkan atau hanya bisa dilakukan dengan kontrol bertahap menggunakan gearbox. Jika pompa mengeruk digerakkan oleh mesin diesel terpisah maka kontrol kecepatan dimungkinkan, tetapi kontrol terbaik diperoleh dengan motor penggerak listrik. Harus disebutkan bahwa saat ini, perkembangan baru dalam transmisi variabel tersedia untuk pompa yang

digerakkan mesin diesel. TSHD sendiri juga menggunakan pompa keruk *single walled* dan *double walled*, tergantung dari permintaan pemilik/*owner*.

Terkadang kapasitas/kemampuan pompa menjadi tolok ukur dari kemampuan kapal itu sendiri karena kecepatan pemompaan yang tinggi berarti waktu untuk pengerukan menjadi lebih cepat dan dapat mengurangi waktu total dari siklus yang berdampak ke bertambahnya *trip* dalam sehari, yang berakhir dengan meningkatnya produktivitas. Gambar 2.19 menunjukkan pompa keruk yang berada di dalam ruang pompa.



Gambar 2.19. Pompa keruk di dalam ruang pompa TSHD

(Sumber: Royal IHC, 2017)

b) Pipa hisap (*Ladder/Trailing Pipe*)

Ladder atau *trailing pipe* atau pipa hisap yang di ujung pipanya terdapat *draghead*. *Ladder* sendiri memiliki *reach* atau jangkauan kedalaman yang bervariasi, tergantung dari besarnya kapal. Saat ini kapal TSHD sudah dapat mengeruk hingga kedalaman lebih dari 100 meter. Gambar 2.20 di bawah ini adalah gambar dari *ladder*.



Gambar 2.20. Gambar dari *trailing pipe* atau pipa hisap (hitam)

(Sumber: Royal IHC, 2017b)

Untuk spesifikasi pipa hisap atau *trailing pipe* ini juga diperlukan pada kapal keruk yang akan dibangun nanti. Spesifikasi dari *trailing pipe* ini adalah diameter dari *trailing pipe* itu sendiri di mana semakin besar kapal maka diameter pipa juga akan lebih lebar agar dapat melakukan pekerjaan dengan lebih cepat. Berikut ini adalah tabel yang menunjukkan spesifikasi dari *trailing pipe* tersebut.

c) *Draghead*

Draghead merupakan kepala hisap pada kapal keruk jenis *trailing suction hopper dredger* yang memiliki jenis dan ukuran yang berbeda. *Draghead* mengisap tanah dari dasar laut yang kemudian dipindahkan ke *hopper* dari TSHD. Karena *draghead* merupakan bagian yang pertama kali menyentuh material di *sea bed*, sehingga bagian ini merupakan bagian penting untuk seluruh proses pengerukan. Faktor-faktor yang harus diperhatikan pada *draghead* adalah:

- Kontak *draghead* dengan *sea bed* harus optimal
- Jarak efektif *draghead* dengan *sea bed*
- Kemampuan *vacuum* yang maksimum
- Aliran hambatan yang minimum
- Mengurangi hambatan atau *block* pada *draghead*
- Produksi yang optimal
- Desain *draghead* yang mudah untuk perawatan
- Kepekatan campuran atau *density* yang tinggi

Draghead sendiri terbagi menjadi beberapa jenis tergantung dari material yang akan dikeruk, yaitu:

1. *IHC Type*

Jenis *draghead* ini termasuk sederhana, di mana bagian kepalanya langsung tersambung dengan pipa hisap. Desain jenis ini dapat menggali semua jenis tanah, yaitu lumpur, pasir, dan kerikil. *Jet nozzle* dan gigi pada *draghead* akan mempermudah penghancuran dan melembutkan material yang digali, sehingga hisapan dari pompa dapat mengalirkan material dengan produksi maksimum. Gambar 2.21 di bawah adalah gambar dari *drag head* tipe IHC.



Gambar 2.21. *Draghead* tipe IHC

(Sumber: Ship Support, 2018)

2. *California Type*

Draghead tipe ini dirancang berdasarkan teori erosi. Dengan adanya 2 buah kepala hisap maka memungkinkan untuk menggali area yang lebih luas sehingga terciptalah proses erosi. Material yang cocok digali oleh *draghead* tipe *California* ini adalah pasir kasar atau *coarse sand* dan kerikil. Berikut ini adalah gambar dari *draghead* tipe *California*.



Gambar 2.22. *Draghead* tipe California
(Sumber: Trade India, 2013)

3. *Wild Dragon Type*

Draghead ini memiliki gigi sebanyak 2 baris dan memiliki *water jet* yang merupakan kombinasi yang baik untuk menggali material seperti pasir halus yang padat dan sulit dikeruk dengan *draghead* tipe lainnya. Untuk tanah jenis lainnya juga bisa menggunakan tipe ini.



Gambar 2.23. *Draghead* tipe Wild Dragon
(Sumber: Royal IHC, 2017b)

4. *Geo Drag Type*

Draghead ini memiliki desain modular yang dapat menyesuaikan dengan kebutuhan material yang akan digali. Tipe ini bisa menggali pasir halus yang

keras, kerikil, tanah liat/*clay*, atau bisa disetel dengan tugas khusus. Gambar di bawah ini menunjukkan *draghead* tipe *geo drag*.



Gambar 2.24. *Draghead* tipe *Geo Drag*

(Sumber: Royal IHC, 2017b)

Hambatan yang terjadi jika mengeruk pada daerah yang mengandung batu dan sampah, material tersebut akan menutupi *inlet* dari *draghead*. Material yang terkeruk dan bisa terkeruk selain tanah adalah; ban; tali; plastik; kayu; sampah konstruksi bom; botol kaca; botol plastik; dan masih banyak lainnya.

d) *Gantry*

Gantry adalah tempat bergantungnya *ladder*. Ada 3 jenis *gantry* menurut posisinya yaitu; *Trunion Gantry* pada pangkal *ladder*; *Intermediate Gantry* di tengah *ladder*; dan *Draghead Gantry* pada *draghead*. Di bawah ini adalah contoh dari *gantry* yang sudah dipasangi *trailing pipe* dan *draghead*.



Gambar 2.25. *Gantry* (kuning) pada kapal keruk

(Sumber: Royal IHC, 2017b)

3) Automasi

a) *Density Meter*

Berfungsi untuk mengukur kandungan material yang dihisap pompa di dalam pipa tekan sebelum dialirkan ke *hopper*. Operator keruk terbantu dengan alat ini karena dapat mengatur *density* (ton/m^3) material, sehingga kekentalannya bisa dimonitor.

b) *Velocity Meter*

Alat ini menjadi satu dengan *density meter* dan memang sangat berhubungan. Semakin tinggi *density* maka kecepatan material di pipa akan semakin berkurang.

c) *Vacuum Meter*

Alat untuk mengukur kekuatan atau daya hisap pompa yang terletak di *ladder* agar dapat memonitor kualitas material yang melewati pipa hisap.

d) *Press Meter*

Alat untuk mengukur kekuatan atau daya tekan pompa di pipa setelah pompa.

e) *Ladder Indicator*

Ladder Indicator bekerja dengan menggunakan tekanan cairan yang dipengaruhi oleh tekanan air sesuai kedalaman air. Alat ini terletak di *Trunnion*, *Intermediate*, dan *Draghead Gantry*. Sehingga kondisi kedalaman di setiap titik pada *ladder* dapat diketahui dan dimonitor oleh operator keruk.

f) *Displacement*

Alat untuk mengetahui posisi *draught* kapal TSHD pada haluan dan buritan kapal yang dikonversikan ke bobot/muatan dalam ton.

g) *Loading Graph*

Alat untuk memonitor muatan *hopper* selama operasi yang menunjukkan waktu dan waktu selama TSHD beroperasi. Alat ini juga berfungsi untuk memonitor siklus waktu kapal.

4) Positioning

- a) *Differential Global Positioning System* (DGPS) adalah metode memberikan koreksi diferensial ke *Global Positioning System* (GPS) penerima dalam rangka meningkatkan akurasi navigasi. Akurasi kesalahan posisi lebih kurang 10 meter. Khusus untuk kapal jenis TSHD, alat ini menyiarkan posisi kapal setiap saat terutama pada saat mengeruk.

b) *Echo Sounder*

Alat untuk mengukur kedalaman perairan, posisi *transducer* pada lunas kapal sehingga perlu koreksi dengan sarat kapal.

c) *Bottom Profiling*

Alat ini dapat mengetahui jenis material berdasarkan kerapatan material (*density*) sehingga kapal dapat memonitor material yang dikeruk. Terutama jika ditemukan material yang keras dan bisa merusak peralatan keruk. Sayangnya tidak seluruh kapal memiliki alat ini.

d) Radar

Alat ini berfungsi untuk mengetahui posisi kapal TSHD dan posisi kapal lainnya pada radius tertentu. Selain itu alat ini juga menyajikan jarak dan arah haluan kapal di sekitarnya sehingga dapat mengantisipasi kecelakaan di laut.

Karakteristik dari masing-masing kapal keruk jenis mekanis-hidrolik ini dapat dilihat pada Tabel 2.2. Dalam tabel tersebut dijelaskan keuntungan dan kerugian dari masing-masing tipe kapal keruk jenis mekanis-hidrolik. Sehingga dari keterangan tersebut dapat dijadikan bahan pertimbangan dalam memilih kapal keruk dalam suatu proyek berdasarkan material yang diangkut, lokasi, dan sebagainya.

Tabel 2.2. Tabel Karakteristik Kapal Keruk Mekanis-Hidrolik

No	Tipe Alat Keruk	Karakteristik
1	<i>Bucket Wheel Dredger</i>	<ul style="list-style-type: none">a. Mengombinasikan keunggulan <i>bucket dredger</i> dengan <i>cutter head</i>b. Material yang terbuang/tidak terangkut jumlahnya relatif sedikitc. Harga kapal, biaya perawatan dan kebutuhan tenaga relatif murahd. Dapat mengeruk lebih dalam

No	Tipe Alat Keruk	Karakteristik
2	<i>Cutter Suction Dredger</i>	<ul style="list-style-type: none"> a. Material keras (<i>consolidate</i>) dipecah dengan <i>cutter head</i> b. Material dihisap menjadi “bubur” (<i>slurry</i>) masuk ke <i>barge</i> terpisah c. Dapat mengeruk sampai 25-30 meter secara efektif d. Kecepatan produksinya tinggi e. Dengan bantuan <i>booster</i> dapat menyemprot material melalui pipa sampai jarak cukup jauh f. Kapal dapat bergerak sendiri atau berdiri diam di atas <i>spud</i>
3	<i>Trailing Suction Hopper Dredger</i>	<ul style="list-style-type: none"> a. Dapat bergerak sendiri (<i>self-propelled</i>) dengan palka (<i>hopper</i>) untuk menampung material dalam badan kapal b. Sesuai untuk perairan dengan gelombang, arus, dan <i>swell</i>, serta tidak mengganggu alur pelayaran c. Material diangkut dan dibuang dengan kapal yang sama d. Bisa dibawa di berbagai tempat di dunia e. Mampu mengeruk sangat dalam dan kecepatan produksi tinggi f. Tidak cocok untuk pengerukan batuan

(Sumber: Mahendra, 2012)

2.4. Fasilitas Penunjang Operasional Kapal Keruk

1. Bak lumpur bercelah (*Split Barge*)

Split barge berfungsi sebagai tempat menampung hasil kerukan, terutama pada kapal keruk timba atau cangkram. Ada dua jenis *split barge*, yaitu:

- a. *Split barge* dengan mesin penggerak sendiri (*self propelled*)
- b. *Split barge* tanpa mesin penggerak sendiri (*non-self propelled*)

Gambar 2.26 di bawah ini menunjukkan *split barge* dengan mesin penggerak sendiri.



Gambar 2.26. *Self-propelled split hopper barge*

(Sumber: DSB Offshore, 2019)

2. Kapal tunda (*Tug Boat*)

Kapal tunda berfungsi untuk membantu olah gerak kapal keruk dan juga untuk menarik alat-alat bantu lain yang tidak memiliki motor penggerak sendiri (*self propelled*). Penggunaan kapal tunda dalam pengoperasian kapal keruk dapat dibedakan menjadi 3 tahap kegiatan, yaitu:

a. Penggunaan pada saat mobilisasi kapal keruk

Untuk keperluan mobilisasi ini, kapal tunda digunakan untuk menarik kapal keruk, tongkang lumpur, tongkang minyak, tongkang air, yang biasanya tidak mempunyai mesin penggerak sendiri, dari *home base* ke lokasi pengerukan dan sebaliknya.

b. Penggunaan pada saat transportasi bahan keruk

Dalam hal ini, kapal tunda digunakan untuk menarik tongkang-tongkang lumpur di lokasi pengerukan ke tempat pembuangan akhir yang telah ditentukan di laut, di pinggir pantai atau sungai dan sebaliknya.

c. Penggunaan di lokasi pengerukan

Pada lokasi pengerukan, biasanya kapal tunda digunakan untuk memindahkan posisi kapal keruk, posisi jangkar, menempatkan tongkang-tongkang lumpur di samping kapal keruk, dan membantu pemasangan pipa-pipa apung pada kapal keruk. (Oktoberty, 2011)

3. Tongkang

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

4. *Survey Boat*

Digunakan sebagai alat bantu pada survei. Biasanya mesin kapal berkekuatan di bawah 500 PK. Gambar 2.27 di bawah ini menunjukkan *survey boat Archi-Med*.



Gambar 2.27. *Survey boat Archi-Med*

(Sumber: Baird Maritime, 2017)

5. *Crane*

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

2.5. Organisasi Perusahaan

Organisasi dalam suatu galangan umumnya terbagi dalam beberapa departemen meliputi administrasi, produksi, teknis, pengadaan material, *quality assurance*, dan manajemen proyek (Storch, 1995) Organisasi memiliki sebuah struktur, di mana struktur organisasi tersebut mengindikasikan tentang beberapa hal antara lain:

- a. Bagaimana sebuah organisasi berfungsi dan dikelola.
- b. Bagaimana sebuah informasi berjalan/mengalir dan diproses dalam sebuah organisasi
- c. Seberapa fleksibel dan responsif organisasi tersebut.

Struktur organisasi menggambarkan fungsi, tugas dan kewenangan departemen, divisi, karyawan individu serta hubungan antara mereka. Hubungan yang dimaksud adalah baris perintah, komunikasi serta prosedur yang berlaku dalam organisasi tersebut. Dalam struktur juga menjelaskan jumlah karyawan di setiap divisi, unit dan departemen. Pada umumnya sistem organisasi memiliki 2 jenis, yaitu struktur fungsional dan struktur *divisional*:

1. Struktur Fungsional

Struktur organisasi yang terdiri dari orang-orang dengan keterampilan yang sama dan melakukan tugas-tugas serupa yang kemudian dikelompokkan bersama menjadi beberapa unit kerja. Anggota-anggotanya bekerja di bidang fungsional sesuai dengan keahlian mereka. Jenis struktur organisasi seperti ini tidak terbatas pada bisnis saja. Jenis struktur seperti ini juga dapat bekerja dengan baik untuk organisasi kecil yang memproduksi beberapa produk atau jasa.

Struktur fungsional mengelompokkan orang berdasarkan fungsi yang mereka lakukan dalam kehidupan profesional atau menurut fungsi yang dilakukan dalam organisasi. Bagan organisasi untuk organisasi berbasis fungsional terdiri dari *vice president, sales department, customer service department, engineering* atau departemen produksi, departemen akunting dan administratif.

Pada sistem organisasi divisional tiap-tiap persekutuan atau *company* sebagai pembantu dari pemegang saham yang akan melakukan kegiatan usahanya sesuai dengan tanggung jawab dan kecakapannya dalam garis batas yang telah digariskan oleh perusahaan. Garis batas kebijaksanaan ini dapat dipengaruhi oleh masing-masing persekutuan dan dengan tingkatan kemajuan yang dicapai dapat memberikan kemajuan perusahaan.

Akibat buruk dari sistem organisasi ini adalah terlalu banyak penempatan manajemen yang berkedudukan tinggi pada tiap-tiap bagian, sehingga pemegang saham dianggap mempunyai kekuasaan relatif kecil. Di samping itu koreksi masing-masing bagian menjadi sulit serta terdapat fungsi yang terlalu banyak dan hampir bersamaan.

2. Struktur Divisional

Struktur organisasi yang dikelompokkan berdasarkan pada produk yang sama, proses yang sama, kelompok orang yang melayani pelanggan yang sama, dan atau berlokasi di daerah yang sama di suatu wilayah geografis. Secara umum dalam struktur organisasi seperti ini biasanya bersifat kompleks, dan menghindari masalah

yang terkait dengan struktur fungsional. Struktur divisional Ini adalah jenis struktur yang berdasarkan divisi yang berbeda dalam organisasi. Struktur-struktur ini dibagi ke dalam:

a. Struktur produk

Struktur sebuah produk berdasarkan pada pengelolaan karyawan dan kerja yang berdasarkan jenis produk yang berbeda. Jika perusahaan memproduksi tiga jenis produk yang berbeda, mereka akan memiliki tiga divisi yang berbeda untuk produk tersebut.

b. Struktur pasar

Struktur pasar digunakan untuk mengelompokkan karyawan berdasarkan pasar tertentu yang dituju oleh perusahaan. Sebuah perusahaan bisa memiliki 3 pangsa pasar yang digunakan dan berdasarkan struktur ini, maka akan membedakan divisi dalam struktur.

c. Struktur geografis

Organisasi besar memiliki kantor di tempat yang berbeda, misalnya ada zona utara, zona selatan, barat, dan timur. Struktur organisasi mengikuti struktur zona wilayah. Jika korporasi diorganisir berbasis divisi, akan memerlukan lapisan manajemen ekstra (kepala divisi) antara manajemen puncak dan para manajer fungsional. Fungsi baku kemudian didesain sekitar produk, pelanggan atau teritori. Pada sistem organisasi fungsional kelompok pekerja dipecah ke dalam beberapa bagian dengan tugas yang berbeda. Dengan demikian tidak akan ada bagian yang sama dalam satu perusahaan serta pengawasan ke bawah jadi lebih jelas dan efektif juga memungkinkan untuk pengembangan dan penelitian dari dana yang ada. Tetapi kekurangan dari sistem kebijaksanaan perusahaan tidak dapat dipengaruhi oleh rencana produksi dan lebih sering dipengaruhi oleh keadaan keuangan.

2.6. Investasi

Investasi adalah penanaman modal yang dilakukan oleh investor, baik investor asing maupun domestik dalam berbagai bidang usaha yang terbuka untuk investasi, yang bertujuan untuk memperoleh keuntungan (Salim & Sutrisno, 2008). Tujuan utama investasi adalah memperoleh berbagai manfaat yang cukup layak di masa yang akan datang. Manfaat tersebut dapat berupa imbalan keuangan, misalnya laba, manfaat non-keuangan atau kombinasi dari keduanya.

Studi kelayakan juga berperan penting dalam proses pengambilan keputusan investasi. Kesimpulan dan saran yang disajikan pada akhir studi merupakan dasar pertimbangan teknis dan ekonomis untuk memutuskan apakah investasi pada proyek tertentu layak dilakukan. Keputusan ini tidak harus selalu identik dengan saran yang diajukan. Untuk itu, ada banyak peralatan yang bisa digunakan untuk mengukur kelayakan investasi di antaranya adalah:

- NPV (*Net Present Value*)
- Ratio B/C (*Ratio Benefit and Cost*)
- IRR (*Internal Rate Return*)
- Sementara periode mengembalikan dapat diukur dengan menggunakan rumus *Payback Periods*, selanjutnya akan dihitung BEP (*Break Even Point*) dan analisis sensitivitas.

Di dalam perencanaan investasi dibutuhkan perhitungan sebagai berikut:

- Pasar dan Pemasaran
Evaluasi aspek pasar dan pemasaran meliputi kedudukan produk yang direncanakan pada saat ini, komposisi dan perkembangan permintaan produk dari mulai yang lampau sampai saat sekarang, proyeksi permintaan di masa yang akan datang, kemungkinan persaingan dan peranan pemerintah dalam menunjang perkembangan pemasaran.
- Evaluasi Teknis
Evaluasi teknis meliputi penentuan kapasitas produksi ekonomis proyek, jenis teknologi yang paling sesuai serta penggunaan mesin dan peralatan. Di samping itu perlu juga diteliti dan diajukan saran tentang lokasi proyek dan tata letak pabrik yang paling menguntungkan ditinjau dari berbagai segi. Selain itu evaluasi teknis meliputi bagaimana kebutuhan tenaga kerja, bagaimana kebutuhan akan sarana produksi dan bagaimana rencana pengembangannya di masa yang akan datang.
- Manajemen Operasi Proyek
Proyek tidak dapat beroperasi dengan baik dan berhasil tanpa didukung tenaga manajemen yang kapabel, bermotivasi, dan berdedikasi. Sebelum keputusan investasi diambil, harus ada gambaran terlebih dahulu tenaga manajemen apa, dalam jumlah berapa diperlukan untuk mengelola proyek yang akan direncanakan. Agar dapat menarik dan mempertahankan tenaga kerja ahli yang berdedikasi tinggi, proyek yang direncanakan harus mampu menyediakan dana balas jasa tenaga kerja yang memadai pula.

- Aspek Ekonomi dan Keuangan

Untuk menentukan layak tidaknya suatu investasi ditinjau dari aspek keuangan dapat diukur dengan beberapa kriteria. Setiap penilaian 'layak' diberikan nilai standar untuk usaha yang sejenis dengan cara membandingkan dengan target yang telah ditentukan. Kriteria sangat tergantung dari kebutuhan masing-masing perusahaan dan metode mana yang digunakan. Setiap metode memiliki kelebihan dan kelemahannya masing-masing. Dalam penilaian suatu usaha hendaknya penilai menggunakan beberapa metode sekaligus. Artinya, semakin banyak metode yang digunakan, maka semakin memberikan gambaran lengkap sehingga diharapkan memberikan hasil yang akan diperoleh menjadi lebih sempurna.

Adapun kriteria yang biasa digunakan untuk menentukan kelayakan suatu usaha atau investasi adalah:

- *Payback Period (PP)*

Metode *payback period* (PP) merupakan bentuk teknik penilaian terhadap jangka waktu (*periode*) pengembalian investasi untuk proyek atau usaha. Perhitungan ini dapat dilihat dari perhitungan kas bersih (*proceed*) yang diperoleh setiap tahun. Nilai kas bersih merupakan penjumlahan laba setelah pajak ditambah dengan penyusutan (dengan catatan jika investasi 100% menggunakan modal sendiri).

$$PP = \frac{\text{Investasi}}{\text{Kas bersih/tahun}} \times 1 \text{ tahun} \quad (2.1)$$

- *Net Present Value (NPV)*

Net Present Value (NPV) atau nilai bersih sekarang merupakan perbandingan antara PV kas bersih (*PV of proceed*) dengan PV investasi (*capital of money*) selama umur investasi. Selisih antara kedua PV tersebut dikenal dengan *Net Present Value*. Untuk menghitung NPV, terlebih dahulu harus diketahui berapa PV kas bersihnya. PV kas bersih dapat dicari dengan cara membuat dan menghitung dari *cash flow* perusahaan selama umur investasi tertentu. Rumus NPV yang biasa digunakan adalah sebagai berikut:

$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{(C)t}{(1+i)^t} - \sum_{t=0}^n \frac{(C_0)t}{(1+i)^t} \quad (2.2)$$

Di mana:

NPV = nilai sekarang *neto*

(C)t = aliran kas masuk tahun ke-t

- $(C_0)t$ = aliran kas masuk tahun ke-t
- n = umur unit usaha hasil investasi
- i = arus pengembalian (*rate of return*)
- t = waktu

Mengkaji usulan proyek dengan NPV memberikan petunjuk (indikasi) sebagai berikut:

NPV = positif, usulan proyek dapat diterima

NPV = negatif, usulan proyek ditolak

NPV = 0, *netral*

- *Break Even Point* (BEP)

Break Even Point atau analisis titik impas adalah salah satu analisis dalam ekonomi teknik yang sangat populer digunakan terutama pada sektor industri padat karya. Analisa ini akan sangat berguna apabila seseorang akan mengambil keputusan pemilihan alternatif yang sangat sensitive terhadap parameter/variabel dan bila variable tersebut sulit diestimasi nilainya. Nilai suatu variable/parameter dapat menentukan tingkat produksi yang bisa mengakibatkan perusahaan tersebut berada pada kondisi impas. Untuk mendapatkan kondisi titik impas ini maka harus dicari fungsi- -fungsi dari biaya maupun pendapatannya.

Dalam melakukan analisa titik impas, seringkali fungsi biaya maupun fungsi pendapatan diasumsikan linear terhadap volume produksi. Ada 3 (tiga) komponen biaya yang dipertimbangkan dalam analisa ini (Pujawan, 2004), yaitu:

- a. Biaya Tetap (*Fixed Cost*)

Biaya tetap adalah biaya-biaya yang besarnya tidak dipengaruhi oleh volume produksi adapun yang termasuk biaya tetap adalah biaya gedung, biaya pajak, biaya tanah, dan sebagainya.

- b. Biaya Tidak Tetap (*Variable Cost*)

Biaya tidak tetap adalah biaya-biaya yang besarnya dipengaruhi atau tergantung (biasanya linear) terhadap volume produksi. Yang termasuk biaya variabel antara lain adalah biaya bahan baku, biaya tenaga kerja, dan sebagainya.

- c. Biaya Total (*Total Cost*)

Biaya total adalah jumlah keseluruhan dari biaya tetap dan biaya tidak tetap.

Secara matematis *Break Even Point* dapat dinyatakan sebagai berikut:

Bila dimisalkan X adalah volume produk yang dibuat, dan c adalah biaya variabel yang terlibat dalam pembuatan satu buah pokok, maka biaya variabel untuk membuat X buah produk adalah:

$$VC = c \times V \quad (2.3)$$

Karena biaya total adalah jumlah dari biaya tetap dan biaya tidak tetap, maka berlaku hubungan:

$$\begin{aligned} TC &= FC + VC \\ TC &= FC + X \end{aligned} \quad (2.4)$$

di mana

TC = biaya total untuk membuat X jumlah penduduk

FC = biaya tetap (*Fixed Cost*)

VC = biaya tidak tetap untuk membuat satu produk

Dalam mendapatkan titik impas selalu diasumsikan bahwa total pendapatan (*total revenue*) diperoleh dari penjualan semua produk akan menjadi total pendapatan yaitu:

$$TR = P \times X \quad (2.5)$$

di mana

TR = total penjualan dari penjualan X buah produk

P = harga jual per satuan produk

Titik impas akan diperoleh apabila total biaya-biaya yang terlibat sama dengan total pendapatan yang dicapai, yaitu:

$$\begin{aligned} TR &= TC \\ P \times X &= FC + VC \\ P \times X &= FC + cX \\ X &= \frac{FC}{P - c} \end{aligned} \quad (2.5)$$

Di mana X dalam ini volume produksi yang menyebabkan perusahaan berada pada titik impas (BEP). Tentu saja perusahaan akan mendapatkan keuntungan apabila berproduksi melampaui X titik impas.

2.7. Perhitungan Produktivitas Kapal

Diambil dari disertasi berjudul **Analysis of Productivity in Dredging Project: A Case Study in Port of Tanjung Perak Surabaya-Indonesia** di mana penelitian ini membahas mengenai studi kasus tentang analisis produktivitas dari proyek pengerukan di pelabuhan

Tanjung Perak Surabaya yang dilakukan menggunakan kapal keruk jenis TSHD dan CSD. Pada penelitian ini digunakan rumus untuk menghitung berapa produktivitas dari kapal TSHD dengan perhitungan seperti ditunjukkan pada perhitungan berikut. (Hardya, 2016)

$$P_{\max} = \frac{\text{total load}}{\text{total cycle time}} \quad (2.6)$$

Di mana total *load* adalah kapasitas dari *hopper* kapal dan total *cycle time* adalah waktu dalam satu siklus aktivitas pengerukan. Dan untuk menghitung jumlah siklus per hari digunakan rumus berikut:

$$\text{Jumlah trip dalam sehari} = \frac{\text{Jumlah menit dalam sehari}}{\text{Durasi satu siklus dalam menit}} \quad (2.7)$$

Untuk penghitungan jumlah *trip* dalam sehari dari kapal TSHD digunakan estimasi waktu satu siklus dari kapal TSHD Kalimantan II berkapasitas 4000 m³ yang dapat dilihat pada Tabel 2.3 di bawah ini.

Tabel 2.3. Estimasi waktu pengerukan TSHD dalam sehari

No.	Siklus pengerukan	Waktu (menit)
1	Keruk	125
2	Berlayar ke lokasi pembuangan	72
3	Pembuangan	10
4	Berlayar ke lokasi pengerukan (kondisi kosong)	60
5	Kapal <i>turning</i>	10
Jumlah waktu siklus		277

(Sumber: Hardya, 2016)

Sehingga jika dimasukkan sebagai koefisien dalam rumus selanjutnya akan menjadi seperti berikut:

$$\text{Jumlah trip dalam sehari} = \frac{24 \text{ jam} \times 60 \text{ menit}}{277 \text{ menit}} = 5,25 \text{ trip} \quad (2.8)$$

Selanjutnya, kapasitas produksi dapat dikalkulasikan dengan mengalikan jumlah *trip* dalam sehari dengan kapasitas *hopper*, dan juga konsentrasi butiran dalam *slurry* sebanyak 40% yang didapatkan dari hasil analisis laboratorium dan dapat dijelaskan sebagai berikut:

$$\text{Kapasitas produksi} = \text{jumlah trip} \times \text{kapasitas } \textit{hopper} \times \% \text{ butiran dalam } \textit{slurry} \quad (2.9)$$

Sedangkan untuk mengetahui kapasitas produksi perjam dari kapal adalah dengan membagi kapasitas produksi dalam sehari dengan jumlah jam dalam sehari yang dijelaskan sebagai berikut:

$$\text{Produktivitas} = \frac{\text{kapasitas produksi dalam sehari}}{\text{jumlah jam dalam sehari}} \quad (2.10)$$

Hasil dari perhitungan ini adalah didapatkannya produktivitas yang direncanakan (*planned productivity*) dari kapal TSHD. Dinamakan *planned productivity* dikarenakan belum adanya perhitungan dari variabel lain seperti gangguan cuaca, padatnya lalu lintas di pelabuhan, kerusakan pada mesin, waktu *maintenance*, dan sebagainya. Untuk itu, perlu dilakukan perhitungan lanjut untuk mengetahui produktivitas yang sesungguhnya (*real productivity*) dari kapal tersebut, namun untuk mengetahui *real productivity* dari setiap kapal bergantung pada lokasi dan kapasitas masing-masing kapal itu sendiri sehingga tidak dicantumkan.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 3

METODOLOGI

3.1. Umum

Penelitian ini berupa analisis dari segi teknis dan ekonomis mengenai pengembangan galangan kapal untuk produksi kapal keruk. Metodologi tugas akhir ini akan dimulai berdasarkan jenis data dan tahapan pelaksanaan. Adapun bagan dari metodologi pada tugas akhir ini dapat dilihat pada gambar tentang *flowchart* pengerjaan tugas akhir.

3.1.1. Alur Penyelesaian Tugas Akhir

Selama pengerjaan tugas akhir ini penulis membagi pengerjaan tugas akhir dalam beberapa tahapan, yaitu:

- Tahap Identifikasi

Pada tahap ini dilaksanakan identifikasi masalah, pencarian sumber informasi (studi literatur dan studi lapangan). Selanjutnya yaitu mengkaji, mengevaluasi, dan mengidentifikasi aspek teknis yang diperlukan dalam pengembangan galangan kapal hasil studi literatur dan studi lapangan tersebut.

- Identifikasi masalah

Pengembangan galangan untuk produksi kapal keruk muncul akibat adanya permasalahan sebagai berikut:

- a. Kebutuhan akan kapal keruk karena pekerjaan pengerukan yang bertambah banyak
- b. Belum adanya galangan di Indonesia yang memproduksi kapal keruk secara massal

- Perumusan masalah dan tujuan

Dari informasi dan masalah yang teridentifikasi pada tahap sebelumnya, dibuat perumusan masalahnya dan tujuan penelitian yang akan dilakukan.

- Studi literatur

Studi literatur dilakukan terhadap berbagai referensi terkait topik penelitian. Studi literatur ini dimaksudkan untuk memahami konsep dan metode yang tepat untuk menyelesaikan masalah yang telah dirumuskan pada tahap sebelumnya dan untuk mewujudkan tujuan yang dimaksudkan. Studi literatur ini termasuk mencari

referensi atas teori-teori terkait atau hasil penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya. Adapun referensi yang diperlukan adalah sebagai berikut:

- a. Kapal keruk
- b. Jenis-jenis kapal keruk
- c. Teknologi dan fasilitas pembangunan kapal keruk
- d. Perencanaan pengembangan galangan kapal
- e. Studi kelayakan

- Tahap pengumpulan dan pengolahan data

Setelah dapat memahami konsep, penulis melakukan penentuan variabel penelitian yang digunakan, variabel tersebut yakni:

- Perencanaan fasilitas galangan kapal untuk pembangunan kapal keruk
- Perencanaan perlengkapan yang dibutuhkan untuk pembangunan kapal keruk
- Studi kelayakan akan perencanaan pengembangan galangan kapal

Setelah menentukan variabel, maka langkah selanjutnya yakni dilakukan pengumpulan data untuk pengerjaan tugas akhir ini. Dalam pengumpulan data, dilakukan analisis teknis maupun analisa ekonomis. Pengumpulan data meliputi hal:

- Data teknis
- Data tentang kebutuhan kapal keruk di Indonesia
- Data tentang kapal keruk dan jenis-jenisnya
- Data tentang fasilitas dan peralatan untuk keperluan pembangunan kapal keruk
- Data ekonomis
- Data biaya pengembangan fasilitas galangan kapal keruk

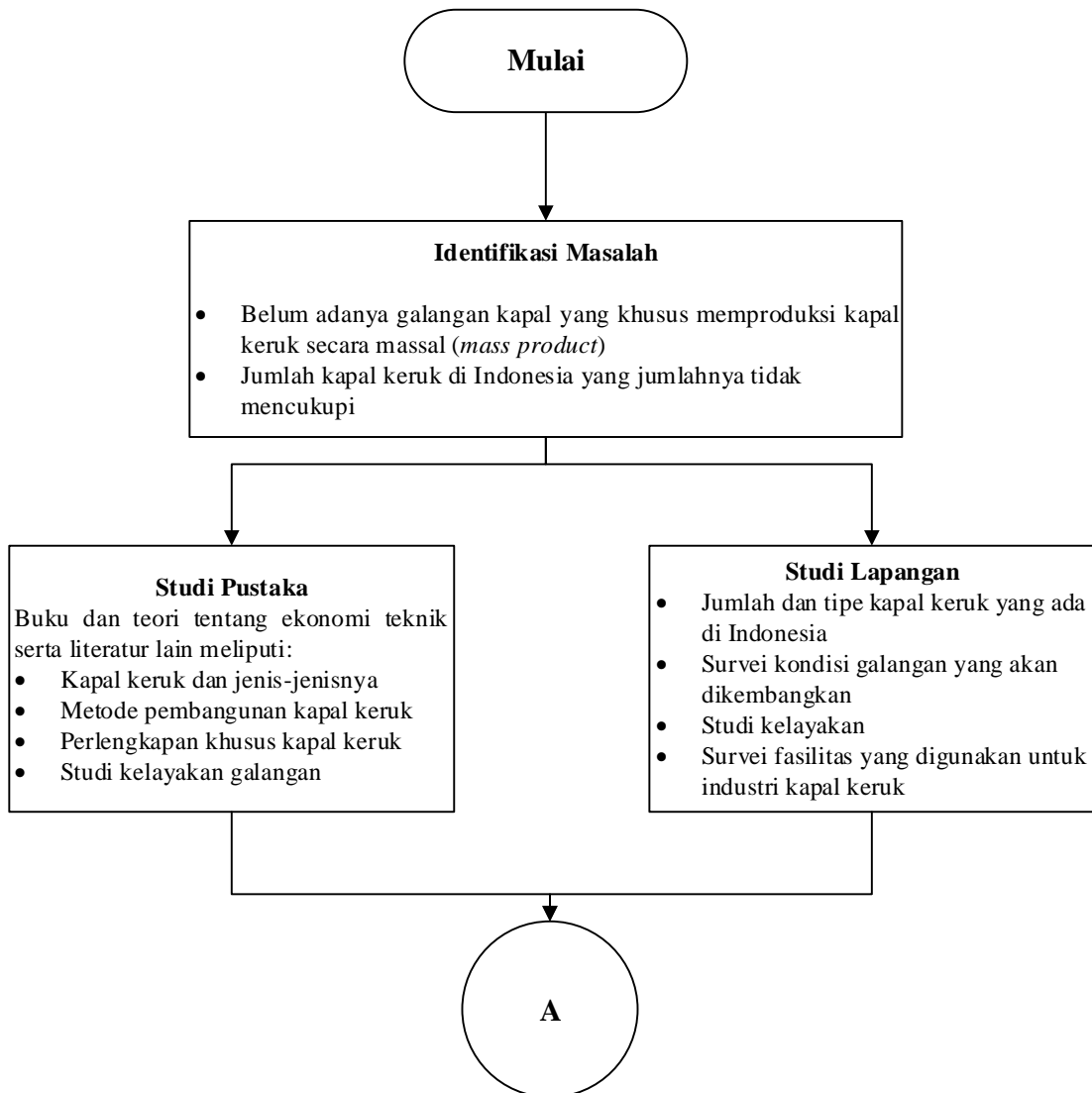
- Tahap analisis teknis dan ekonomis

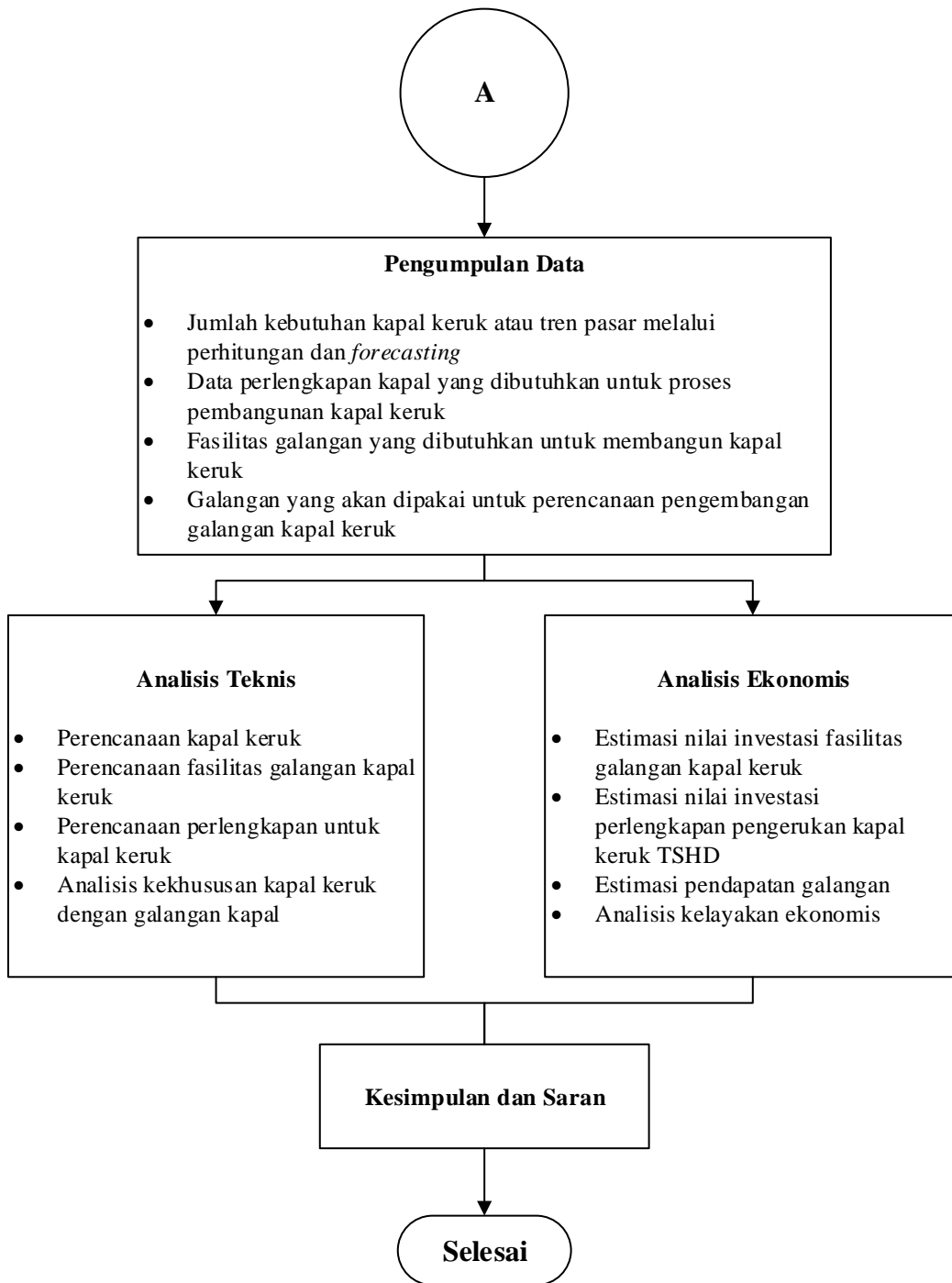
Setelah dilakukan proses pengolahan data kemudian dilakukan analisis mengenai aspek teknis dan ekonomis. Analisis teknis berupa perencanaan jumlah kapal yang akan dibangun menurut potensi pasar, perencanaan pembangunan kapal keruk yang sudah ditentukan, kekhususan dari kapal keruk yang ditentukan serta analisis kekhususan galangan untuk produksi kapal keruk tersebut. Sedangkan untuk analisis ekonomis akan dihitung biaya untuk pembangunan kapal keruk, biaya operasional selama pengerjaan pembangunan kapal keruk tersebut serta studi kelayakan ekonomi untuk pengembangan galangan kapal ini.

- Tahap Kesimpulan dan Saran

Dari hasil analisis teknis dan ekonomis akan dapat ditarik kesimpulan mengenai keuntungan pengembangan galangan kapal untuk produksi kapal keruk secara massal terhadap keuntungan perusahaan ditinjau dari kebutuhan fasilitas dan pendapatan galangan dari pembangunan kapal. Kemudian juga diberikan saran-saran yang bisa digunakan untuk pihak investor sehingga dapat memperkirakan besar biaya yang dikeluarkan untuk pengembangan galangan kapal untuk produksi kapal keruk.

Sementara bagan alir dari tugas akhir ini dapat dilihat pada Gambar 3.1



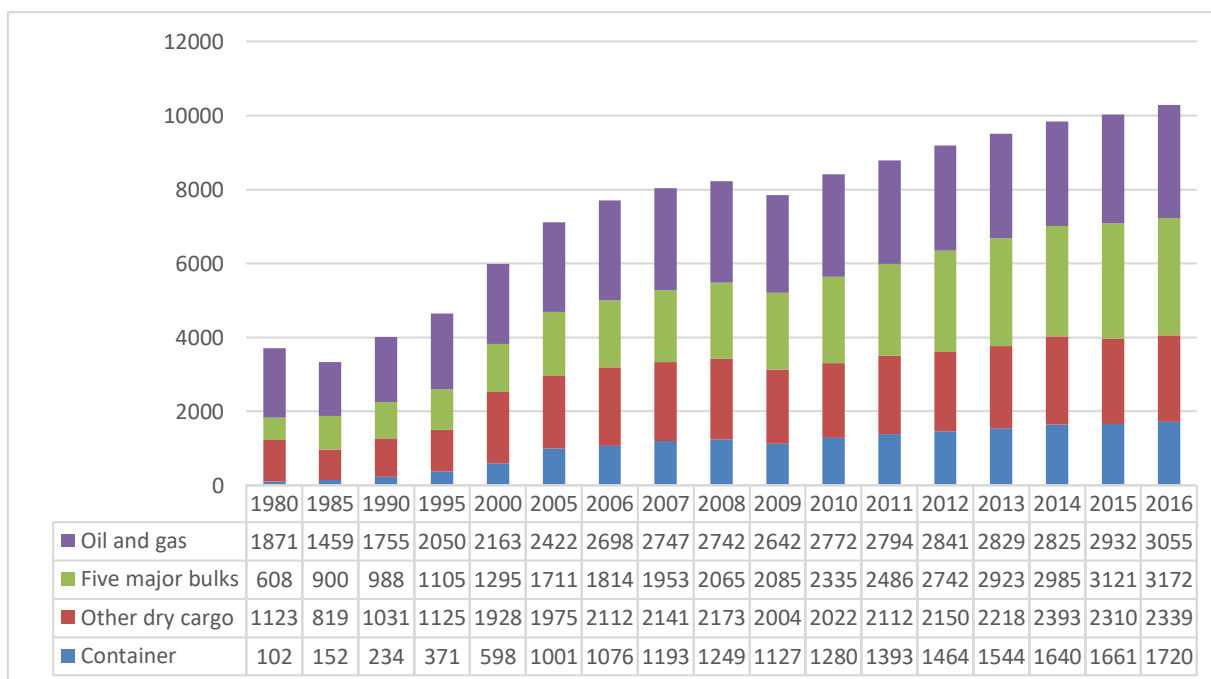


Gambar 3.1 Bagan Alir Pengerjaan Tugas Akhir

BAB 4 KONDISI SAAT INI

4.1. Kondisi Pengerukan Saat Ini

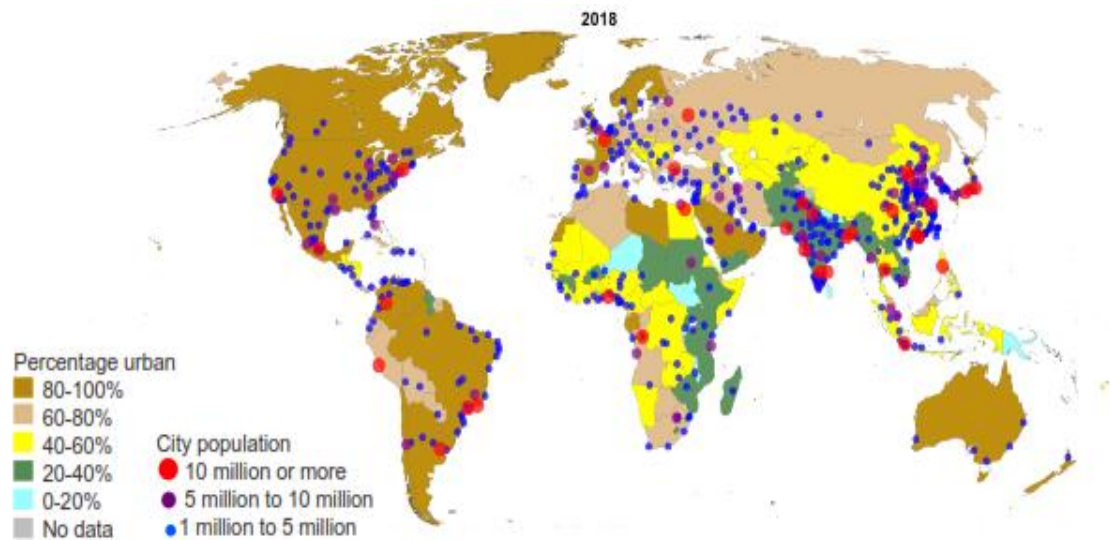
Progres kegiatan pengerukan di dunia didorong oleh enam faktor kunci. Faktor-faktor tersebut adalah perdagangan dunia, pertumbuhan demografi dan perkotaan, perlindungan pesisir, sektor energi, dan pariwisata. Contohnya dalam perdagangan dunia, sampai saat ini perpindahan material ataupun perdagangan lebih banyak dilakukan oleh kapal. Perpindahan barang-barang ini tentunya harus difasilitasi dengan jalur pelayaran dan pelabuhan yang mudah diakses. Dengan perdagangan melalui laut ini menjadi salah satu sumber perputaran ekonomi dunia yang paling besar, ada kebutuhan di mana-mana untuk memperluas pelabuhan yang ada dan memelihara saluran air yang ada serta membangun pelabuhan dan saluran air baru. Kenaikan perdagangan melalui laut ini dapat dilihat pada Gambar 4.1.



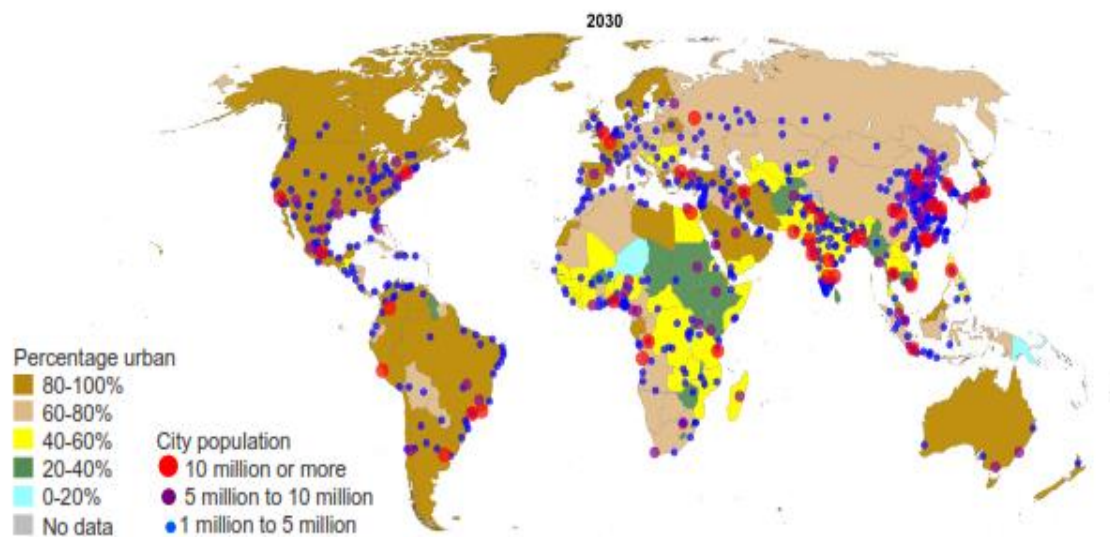
Gambar 4.1. Diagram perdagangan melalui laut dalam skala internasional dari tahun 1980-2016 (dalam juta ton) (Sumber: International Association of Dredging Companies (IADC), 2018)

Pertumbuhan pada satu dekade terakhir ini didorong oleh pasar negara berkembang, permintaan domestik, dan pemulihan investasi di negara maju. Dilanjutkan pula dengan pertumbuhan yang kuat di negara-negara berkembang Asia, negara-negara berkembang Eropa dan tanda-tanda pemulihan di beberapa eksportir komoditas. Sementara untuk perkembangan

demografi dan perkotaan sendiri, populasi dunia terus bertambah dengan angka yang cenderung stabil. Pada Juli 2017, populasi manusia di dunia sudah mencapai 7,6 miliar menurut *UN Department of Economic and Social Affairs* (UNDESA). Prediksi UNDESA mengenai populasi maksimum penduduk dunia adalah 8,6 miliar di tahun 2030, 9,8 miliar di tahun 2050, dan 11,2 miliar pada tahun 2100. Pada 2050, setengah dari pertumbuhan populasi dunia diprediksi akan terpusat pada beberapa negara saja seperti India, Nigeria, Pakistan, Tanzania, Amerika Serikat, dan Indonesia. Infografik mengenai pertumbuhan penduduk dunia dapat dilihat pada infografik yang ditunjukkan oleh Gambar 4.2.



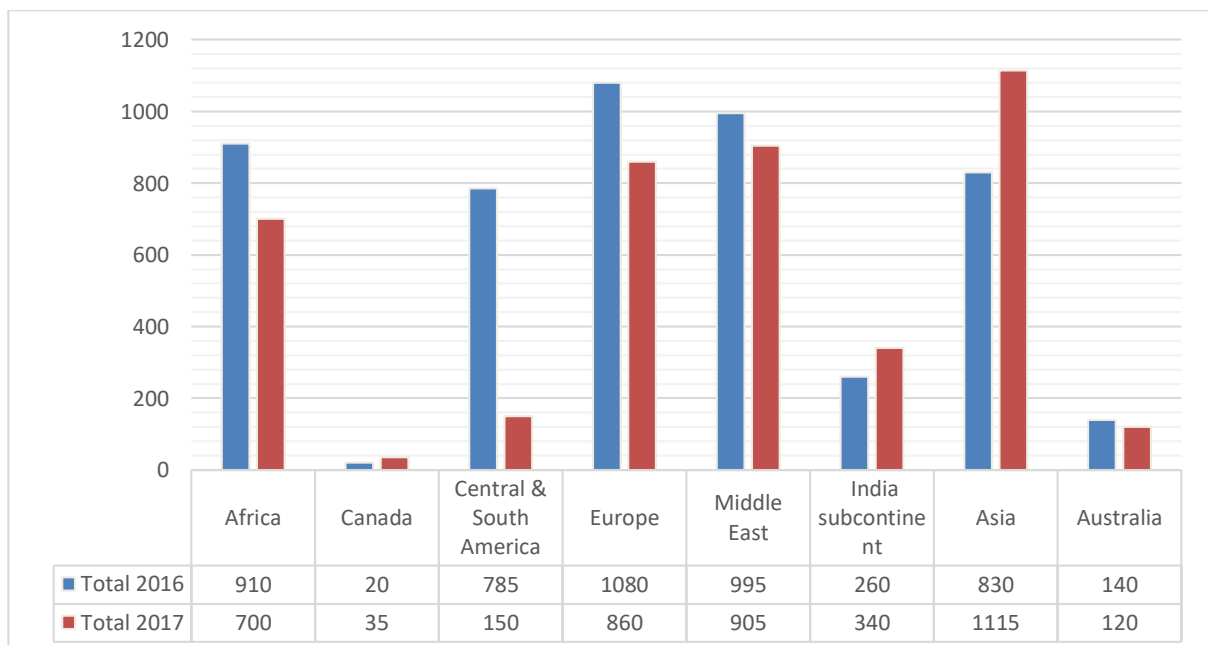
Urban populations across the globe in 2018.



Gambar 4.2. Infografik mengenai pertumbuhan penduduk dunia pada 2018 dan proyeksinya pada 2030 (Sumber: International Association of Dredging Companies (IADC), 2018)

Untuk mengimbangi peningkatan populasi yang diproyeksikan, negara-negara harus terus mengembangkan daerah perkotaan mereka. Ketika pertumbuhan populasi memberi tekanan pada negara-negara yang memiliki ruang terbatas untuk urbanisasi, kemampuan untuk memperluas wilayah tanah yang dapat dibangun mereka dapat meringankan masalah ini. Kebutuhan inilah yang menjadikan reklamasi lahan sebagai pendorong utama industri pengerukan. Kontraktor secara rutin melaksanakan proyek reklamasi tanah di seluruh dunia, memperluas batas wilayah pesisir atau pulau yang ada. Indonesia sendiri sebagai negara kepulauan memiliki ribuan pelabuhan sebagai gerbang ekonomi pada setiap daerah.

Kemudian untuk omset industri pengerukan tahunan secara global diestimasikan sekitar € 4,8 miliar (US\$ 5,55 miliar) atau sekitar Rp 79 triliun pada tahun 2017. Dalam hal pengembangan terkait perdagangan, proyek infrastruktur baru merupakan 36% dari omset tahun ini dengan sebagian besar pekerjaan direalisasikan di Afrika, Asia dan Timur Tengah. Pemeliharaan infrastruktur yang ada merupakan 13% dari omset, dengan sebagian besar terjadi di Asia, Eropa, dan Amerika Tengah dan Selatan. Total *turnover* tahunan dari 2017 menandai fluktuasi 5% dari angka *turnover* 2016 sebesar € 5,02 miliar (US \$ 5,81 miliar). Dikarenakan sifat industri pengerukan ini bersifat siklis, *turnover* tahunan ini tidak sepenuhnya mencerminkan *recovery* dan pertumbuhan ekonomi global. Infografik mengenai *turnover* industri pengerukan pada 2017 ini dapat dilihat pada grafik berikut.



Gambar 4.3. Diagram perbandingan omset tahun 2016-2017 berdasarkan lokasi geografis (dalam juta Euro)

(Sumber: International Association of Dredging Companies (IADC), 2018)

Dalam kasus pengerukan di negara Indonesia sendiri pelabuhan-pelabuhan di Indonesia sebagian besar terletak di dalam sungai ataupun di daerah teluk. Contohnya pelabuhan Belawan, Palembang, Pontianak, Surabaya, Samarinda, dan lain-lain. Berbeda dengan pelabuhan-pelabuhan yang berada di sebelah Timur Indonesia, sebagian besar merupakan pelabuhan alam yang tidak memerlukan perawatan kedalaman.

Posisi pelabuhan di sungai, tentu kedalamannya akan sangat dipengaruhi oleh karakter sungai tersebut, terutama laju sedimentasi. Hal ini yang mengakibatkan alur pelayaran kapal dan kolam pelabuhan harus dikeruk (*maintenance dredging*) secara berkala. Karena itu, dilakukan pengerukan di pelabuhan-pelabuhan di Indonesia dalam periode tertentu seperti yang tercantum pada Tabel 4.1 di mana beberapa pelabuhan membutuhkan pekerjaan pengerukan setiap 2 tahun sekali atau setiap 3 tahun sekali. Total volume pekerjaan pengerukan dari pelabuhan-pelabuhan di Indonesia yang rutin dikeruk ini adalah 3.500.000 m³. (Mahendra, 2012)

Tabel 4.1. Tabel Pelabuhan di Indonesia yang rutin dikeruk

NO	PELABUHAN	VOLUME (m ³)	PERIODE	KAPAL KERUK
1	Kolam Pelabuhan Belawan	200.000	Setiap 1 tahun	Clamshell
2	Alur & Kolam Pelabuhan Bengkulu	1.000.000	Setiap 1 tahun	Hopper
3	Kolam Bogasari Tanjung Priok	200.000	Setiap 1 tahun	Clamshell
4	Alur Pelabuhan Jambi	300.000	Setiap 2 tahun	Hopper
5	Alur Pelabuhan Balikpapan	1.000.000	Setiap 2 tahun	Hopper
6	Alur Pelabuhan Benoa	300.000	Setiap 2 tahun	Clamshell
7	Kolam Pelabuhan Muara Padang	200.000	Setiap 3 tahun	Clamshell
8	Alur Pelabuhan Pangkal Balam	300.000	Setiap 3 tahun	Hopper
9	Kolam Pelabuhan Pekalongan	50.000	Setiap 3 tahun	Clamshell
Total		3.500.000		

(Sumber: Mahendra, 2012)

Sementara itu di bawah ini ditunjukkan Tabel 4.2 mengenai pasar *maintenance dredging* yang mencakup beberapa proyek yaitu proyek pemerintah dan swasta dengan keterangan kebutuhan jenis kapal dan minimum *requirement* dari kapasitas kapal yang dibutuhkan beserta periode pengerjaannya. Dapat dilihat dari tabel ini diketahui jumlah kapal yang dibutuhkan

dalam setiap proyek beserta kedalaman lokasi proyek saat ini dan kedalaman yang direncanakan pada proyek tersebut. Diketahui dari Tabel 4.2 ini bahwa total dari proyek pekerjaan pengerukan *maintenance dredging* di Indonesia adalah 16.400.000 m³.

Tabel 4.2. Tabel Pasar *Maintenance Dredging* di Indonesia

NO	LOCATION	TYPE	VOLUME (m ³)	EQUIPMENT (Minimum)	PERIODIC	Ext. Depth (-mLWS)	Design Depth (-mLWS)
A	GOVERNMENT						
1	Palembang	Maintenance	800.000	TSHD 3000m3	Annual	3	6
2	Pontianak	Maintenance	800.000	TSHD 2000m3	Annual	3	4,6
3	Samarinda	Maintenance	1.000.000	TSHD 3000m3	Annual	3-4	6
4	Sampit	Maintenance	400.000	TSHD 2000m3	Annual	3-4	6
5	Kumai	Maintenance	400.000	TSHD 2000m3	Annual	3-4	6
6	Tegal	Maintenance	100.000	Clamshell 8m3	Annual	3	5
7	Juwana	Maintenance	100.000	Clamshell 8m3	Annual	3	5
			3.600.000				
B	GOVERNMENT COMPANY						
1	Pertamina						
	a. Cilacap	Maintenance	400.000	TSHD 3000m3	Annual	7	9
	b. Balongan	Maintenance	800.000	TSHD 3000m3	Annual	6	9
	c. Tanjung Priok	Maintenance	300.000	Clamshell 8m3	Annual	9	12
	d. Chevron Dumai	Maintenance	300.000	TSHD 3000 & Clamshell 8m3	Setiap 3 tahun	16	17
	e. Semampir	Maintenance	500.000	Clamshell 8m3	Setiap 2 tahun	7	9
	l. Arun	Maintenance	300.000	TSHD 2000m3	Setiap 2 tahun	10	12
			2.600.000				
2	Energy & PLN (Power Plant)						
	a. Cilacap S2P	Maintenance	400.000	TSHD 2000m3	Annual	6	7
	b. Tg. Awar-Awar	Maintenance	400.000	TSHD 2000 & Clamshell 8m3	Annual	6	7
	c. Pacitan	Maintenance	300.000	TSHD 2000 & Clamshell 8m3	Setiap 2 tahun	6	7
	d. Labuan	Maintenance	400.000	TSHD 2000 & Clamshell 8m3	Setiap 2 tahun	6	7
	e. Indramayu	Maintenance	300.000	TSHD 2000 & Clamshell 8m3	Setiap 2 tahun	6	7
	f. Tangerang	Maintenance	200.000	TSHD 2000 & Clamshell 8m3	Setiap 2 tahun	6	7
			2.000.000				
3	Gas/PGN						
4	Pelabuhan Indonesia						
	a. Belawan	Maintenance	1.000.000	TSHD 5000m3	Annual	7	9
	b. Bengkulu	Maintenance	500.000	TSHD 5000m3	Annual	6	10
	c. Tanjung Priok	Maintenance	700.000	TSHD 2000 & Clamshell 8m3	Annual	13	15

NO	LOCATION	TYPE	VOLUME (m ³)	EQUIPMENTS (Minimum)	PERIODIC	Ext. Depth (-mLWS)	Design Depth (-mLWS)
	d. Tanjung Perak	Maintenance	400.000	TSHD 5000m ³	Annual	14	14
	e. Banjarmasin	Maintenance	2.000.000	TSHD 4000m ³	Annual	5	6
	f. APBS Surabaya	Maintenance	2.000.000	TSHD 5000m ³	Annual	13	14
	g. Tanjung Mas	Maintenance	500.000	TSHD 5000m ³	Annual	13	14
	h. Cirebon	Maintenance	400.000	TSHD 2000 & Clamshell 8m ³	Annual	7	8
			7.400.000				
			12.000.000				
C	PRIVATE						
	Indominco Coal	Maintenance	800.000	TSHD, Clamshell	Setiap 2 tahun		
			800.000				
TOTAL			16.400.000				

(Sumber: China Harbour Engineering, 2019)

Dari Tabel 4.1 dan Tabel 4.2 di atas dapat disimpulkan bahwa dari berbagai lokasi dan proyek kapal jenis TSHD dengan volume 2000 m³ adalah yang paling banyak dibutuhkan, yaitu sebanyak 12 kapal dan juga total volume pekerjaan *maintenance dredging* adalah 19.950.000 m³. Sedangkan dari proyek yang akan dilakukan pada tahun 2019 juga dapat dicari permintaan terhadap kapal dengan volume tertentu. Adapun berdasarkan data yang diperoleh dari Direktorat Kepelabuhanan dan Pengerukan Kementerian Perhubungan menunjukkan kegiatan pekerjaan pengerukan yang sudah dilakukan oleh Kementerian Perhubungan pada rentang 2010-2017 yang dapat dilihat pada Tabel 4.3 di bawah ini.

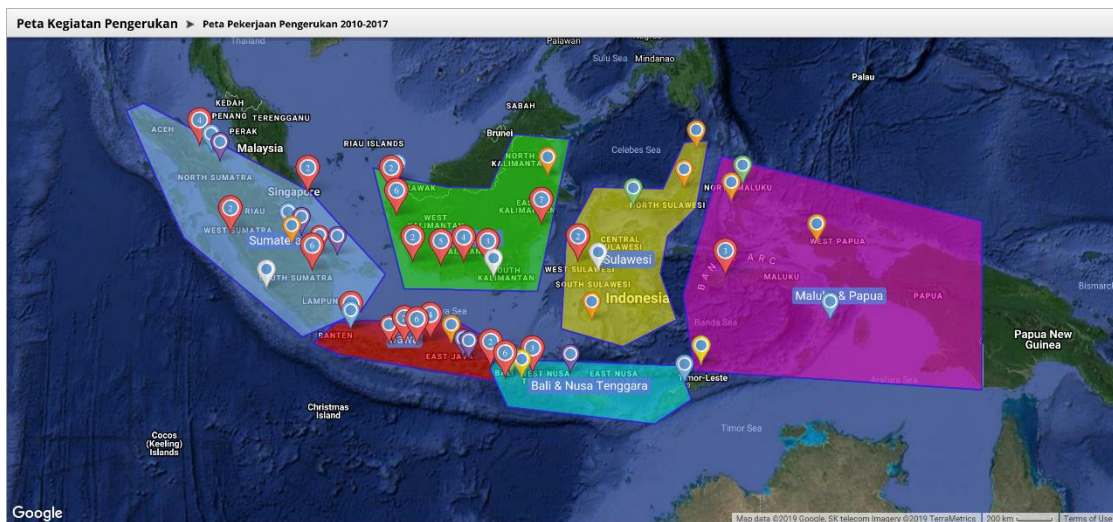
Tabel 4.3. Tabel kegiatan pengerjaan pengerukan dari tahun 2010-2017

Lokasi	Jenis Kapal	Volume (× 1000 m ³)							
		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Kumai (BUP)	TSHD	332,3			1.013,5	1.194,8	1.000	1.000	
Palembang (BUP)	TSHD	1.000	1.000	1.000	865		1.000	1.760	
Muara Padang (BUP)	Clamshell	150					145,46		
Samarinda (BUP)	TSHD	1.000	1.000	1.000	865	1.000	1.000	1.000	
Juwana	Clamshell		350		372			400	427,3
Batang	Clamshell		199						416,2
Benoa (BUP)	Clamshell		110	178	204,15	245,6	201,608	200	
Labuhan Lombok			228	90					151,1
Pontianak (BUP)	TSHD		1.000	1.000	865	1.074,7	1.002,1	1.000	
Sampit (BUP)	TSHD		880		618		490,105	1.000	
Pulang Pisau (BUP)	TSHD		1.100		892,7			1.000	
Namlea			40	70					175,16

Lokasi	Jenis Kapal	Volume (× 1000 m ³)							
		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Tanjung Emas (BUP)	TSHD			350	1.300	1.000	715	300	723,5
Kendawangan	Clamshell			250				300	
Belang-Belang				150	131				
Belawan (BUP)	TSHD				1.415	1.800	2.262	2.100	
Tanjung Berakit						461,4			356,1
Tanjung Priok (BUP)	Clamshell					117,3	579,85	365,2	
Ketapang (BUP)						407,	400		
Sintete (BUP)						433,4		500	
Paloh						207,38 6			322
Lembar (BUP)	TSHD / Clamshell						286,1		
Lirang							100,		64,68
Pulau Baai	TSHD								632
Banjarmasin	TSHD								3.189,6

(Sumber: Direktorat Kepelabuhanan dan Pengerukan, 2019)

Kemudian data-data dalam tabel di atas dipetakan ke dalam peta Indonesia untuk memudahkan dalam pembacaan dan pengelompokan berdasarkan lokasinya seperti ditunjukkan pada Gambar 4.4 di bawah ini.



Gambar 4.4. Peta kegiatan pengerjaan pengerukan dalam rentang 2010-2017

(Sumber: Maptive, 2019)

Menurut sebaran pada data di peta kegiatan pengerukan tersebut kegiatan terbanyak yang dilakukan dalam rentang waktu 2010 sampai dengan 2017 terjadi di pulau Kalimantan dengan jumlah 33 kegiatan yang disusul oleh pulau Sumatera dan Jawa dengan jumlah kegiatan yang sama yaitu 22 kegiatan. Setelah itu di daerah Bali dan Nusa Tenggara terdapat 13 kegiatan, daerah Maluku dan Papua terdapat 9 kegiatan dan terakhir Sulawesi dengan jumlah 7 kegiatan.

Setelah ditentukan jenis kapal dan ukuran yang akan diproduksi kemudian ditentukan jumlah kapal yang akan diproduksi untuk menggantikan kapal-kapal yang berusia lebih dari 20 tahun dengan alasan efektivitas dan ekonomis. Berdasarkan perencanaan pemerintah tentang pengembangan pelabuhan (perluasan, pembangunan baru) di beberapa lokasi di Indonesia, data-data tersebut dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 4.4. Tabel potensi pasar pengerukan

NO	LOCATION	TYPE	VOLUME (m ³)	EQUIPMENT	Remarks
A	GOVERNMENT				
1	Palembang	Maintenance	800.000	TSHD	12 Nmiles
2	Pontianak	Maintenance	800.000	TSHD	16 Nmiles
3	Samarinda	Maintenance	1.000.000	TSHD	12 Nmiles
4	Sampit	Maintenance	400.000	TSHD	12 Nmiles
5	Kumai	Maintenance	400.000	TSHD	12 Nmiles
6	Tegal	Maintenance	100.000	Clamshell	8 Nmiles
7	Juwana	Maintenance	100.000	Clamshell	8 Nmiles
			3.600.000		
B	GOVERNMENT COMPANY				
1	Pertamina				
	a. Cilacap	Maintenance	400.000	TSHD	12 Nmiles
	b. Balongan	Maintenance	8.000	TSHD	8 Nmiles
	c. Tanjung Priok	Maintenance	300.000	Clamshell	16 Nmiles
	d. Semampir	Maintenance	500.000	Clamshell	22 Nmiles
	e. Dumai	Capital	200.000	CSD	12 Nmiles
	f. CIB Cilacap	Capital	2.500.000	TSHD & Clamshell	12 Nmiles
	h. Dumai	Capital	1.500.000	TSHD & Clamshell	12 Nmiles
	i. Arun	Maintenance	300.000	TSHD	3 Nmiles
	j. Balikpapan	Capital	1.500.000	TSHD & Clamshell	12 Nmiles
	k. TPPI Tuban	Maintenance	2.000.000	TSHD & Clamshell	8 Nmiles
			9.208.000		
2	Energy & PLN (Power Plant)				
	a. Cilacap S2P	Maintenance	400.000	TSHD	12 Nmiles
	b. Tg. Awar-Awar	Maintenance	400.000	TSHD & Clamshell	8 Nmiles
			800.000		
3	Gas/PGN				
4	Fertilizer Company				
	a. PIM Aceh	Maintenance	1.200.000	TSHD & Clamshell	3 Nmiles
	b. PKT Bontang	Reclamation	6.000.000	CSD,TSHD & Clamshell	12 Nmiles
			7.200.000		4-5 Km Pipeline
5	Pelabuhan Indonesia				
	a. Belawan	Maintenance	1.000.000	TSHD	12 Nmiles

NO	LOCATION	TYPE	VOLUME (m ³)	EQUIPMENT	Remarks
	b. Bengkulu	Maintenance	500.000	TSHD	8 Nmiles
	c. Tanjung Priok	Maintenance	600.000	TSHD & Clamshell	16 Nmiles
	d. Tanjung Perak	Maintenance	400.000	TSHD	22 Nmiles
	e. Banjarmasin	Maintenance	2.000.000	TSHD	12 Nmiles
	f. APBS Surabaya	Maintenance	2.000.000	TSHD	12 Nmiles
	g. Tanjung Mas	Maintenance	500.000	TSHD	12 Nmiles
	h. Cirebon	Maintenance	400.000	TSHD & Clamshell	8 Nmiles
			7.400.000		
			24.608.000		
C	PRIVATE				
1	Maspion Gresik	Capital	400.000	Clamshell	22 Nmiles
2	Bojanegara Wilmar	Capital	2.500.000	CSD	12 Nmiles
3	Jawa 3	Capital	1.000.000	CSD	12 Nmiles
4	Brondong	Reklamasi	2.000.000	CSD	2 Km
			5.900.000		
TOTAL			34.108.000		

(Sumber: PT China Harbour Engineering, 2019)

4.2. Kondisi dan Ketersediaan Kapal Keruk di Indonesia

Berdasarkan data yang didapat dari Kementerian Perhubungan mengenai populasi kapal keruk yang ada di Indonesia, tercatat jumlah populasi kapal keruk hidrolis berjumlah 165 unit dari total 221 unit seperti yang ditunjukkan pada tabel di bawah ini. Tabel 4.5 menunjukkan data kapal TSHD, CSD, *dredger*, *dredger barge*, *suction*, dan *suction barge* yang tercatat oleh Direktorat Perkapalan dan Kepelautan dari Direktorat Jenderal Perhubungan Laut Kementerian Perhubungan Republik Indonesia. Diambil juga asumsi bahwa kapal-kapal yang tercatat oleh Direktorat Perkapalan dan Kepelautan ini berada di bawah bendera Indonesia. Dari tabel tersebut kemudian disortir berdasarkan jenisnya yang dapat dilihat pembagiannya pada Gambar 4.5.

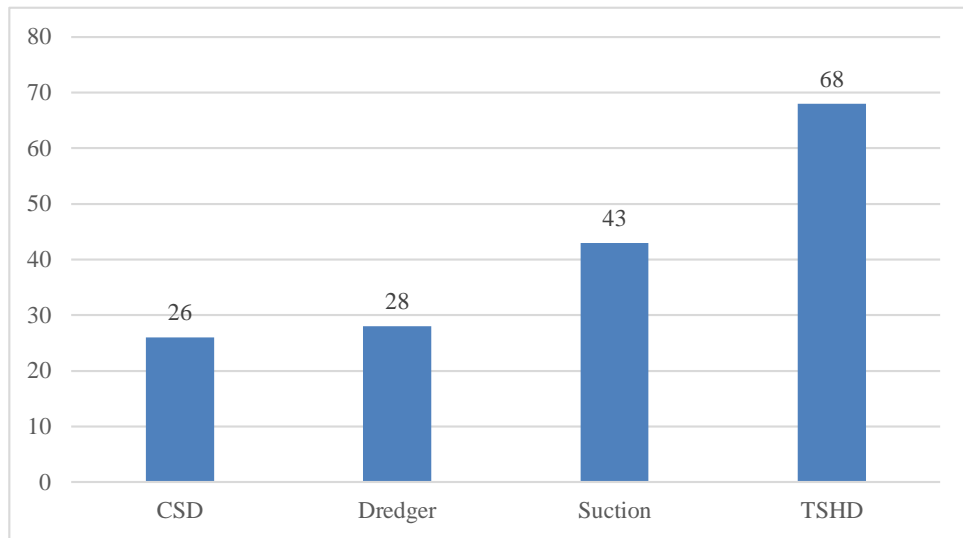
Tabel 4.5. Tabel data kapal TSHD, CSD, Dredger, Dredger Barge, Suction & Suction Barge

No	Nama Kapal	Jenis Kapal	Nama Pemilik	Pelabuhan Pendaftaran	Nomor Tanda Pendaftaran	LOA	LBP	Lebar	Tinggi	GT	NT	Daya Mesin	Tahun Pembuatan
1	GT-2	TSHD	PT. GLOBAL PILAR SENTOSA	Jakarta	2015 Pst No. 8977/L	92,34	90	18	2,53	594	179	2 x 250 HP	2015
2	PUSAKA	TSHD	PT. PUSAKA SAMUDERA INDONESIA	Jakarta	2015 Pst No. 8973/L	70,2	68,28	20	3,65	1821	547	2 x 601 KW	2014
3	TRISIGMA ONE	TSHD	PT. TRISIGMA INDONESIA	Jakarta	2013 Pst No. 8274/L	10,95	10,95	3,65	1,22	12	4	370 HP	2012
4	REZEKI ALAM SENTOSA 1	TSHD	PT. GRANDMININDO ANUGRAH	Jakarta	2013 Pst No. 8183/L	89,76	85,76	16	2,45	462	139	2 x 360 HP	2013
5	ARSARI I	TSHD	PT. AEGA PRIMA	Jakarta	2013 Pst No. 8099/L	94,6	94,6	18,1	2,42	701	211	2 x 500 HP	2013
6	WAHANA INDAH KARYA	TSHD	PT. RIAU PRIMA INTERNASIONAL	Jakarta	2013 Pst No. 8094/L	24,58	24,58	9	2,6	201	61	2 x 40 KW	2012
7	PARI 02	TSHD	DITJEN PERIKANAN TANGKAP - DKP	Jakarta	2013 Pst No. 8017/L	15,75	11,85	3,12	1,15	7	3	425 HP	2011
8	PARI 01	TSHD	DITJEN PERIKANAN TANGKAP – DKP	Jakarta	2013 Pst No. 8016/L	15,75	11,85	3,12	1,15	7	3	425 HP	2011
9	MEHAD 2	TSHD	PT. GLOBAL JAYA UTAMA	Jakarta	2013 Pst No. 7771/L	79,8	76	14,2	4,6	1665	500	2 x 353 KW	2010
10	DUANG DEE 3	TSHD	PT. SARANA MARINDO	Jakarta	2019 Pst No. 5961/L	70	70	16,4	2,13	293	88	2 x 350 HP	2006

•
•
•

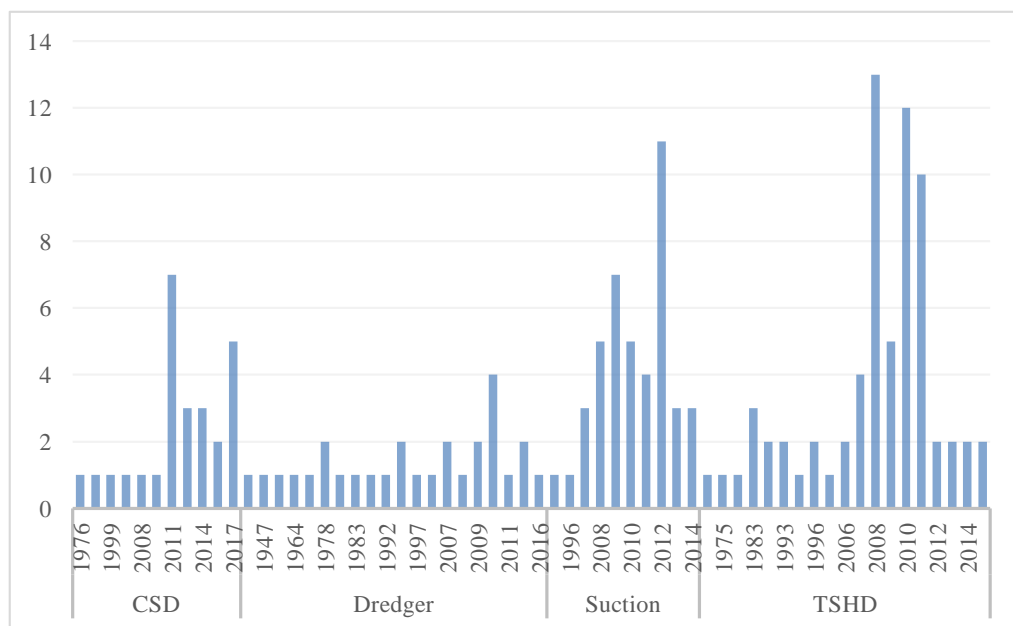
217	BONTANG 04	Suction Barge	PT. PERTAMINA (Persero)	Tanjung Priok	1988 Ba No. 7945/L	37,6	35,2	10	4,5	326	97	2 x 2100 HP	1987
218	RED DRAGON	Suction Barge	PT. BUMI BANGKA ENERGI	Jakarta	2010 Pst No. 6325/L	93	93	16	2,35	425	128	430 400 HP HP	2010
219	SAND CARRIER 103	Suction Barge	PT. PELAYARAN DAN Pengerukan Indonesia	Jakarta	2015 Pst No. 8777/L	134	128,64	26	9,15	9063	2719		2008
220	CSD MULLAN	Suction Barge	PT. CINTA TIMAH INDONESIA	Jakarta	2014 Pst No. 8576/L	70,2	54,58	10,8	3,1	551	166		2011
221	JOZABAD	Suction Barge	PT. BUKIT INTI MINERAL	Jakarta	2009 Pst No. 5524/L	74,97	74,97	15	2,3	339	102	2 x 400 HP	2009

(Sumber: Direktorat Perkapalan dan Kepelautan, 2019)



Gambar 4.5. Diagram populasi kapal keruk berdasarkan jenisnya

Gambar 4.5 menunjukkan bahwa populasi kapal keruk hidrolik terbanyak adalah tipe *trailing suction hopper dredger* yang berjumlah 68 unit. Sementara itu dari sumber data yang sama data tersebut dibagi lagi populasi kapal keruk tersebut berdasarkan tahun pembuatannya seperti yang dapat dilihat pada diagram berikut ini.



Gambar 4.6. Diagram populasi kapal keruk berdasarkan jenis dan tahun pembuatannya

Dari diagram di atas didapat kesimpulan bahwa populasi kapal terbanyak berdasarkan jenis dan tahun pembuatannya adalah kapal keruk *trailing suction hopper dredger* pada tahun 2008 dengan jumlah 13 unit. Sehingga untuk pemilihan jenis kapal yang akan diproduksi ke depannya di galangan nanti adalah kapal keruk tipe *trailing suction hopper dredger*. Kemudian

dari kapal jenis TSHD ini data tersebut direkapitulasi sesuai umur dan ukuran *hopper* agar memudahkan pembacaan dan penghitungan untuk mengganti kapal-kapal yang berusia 20 tahun ke atas. Berikut ini adalah tabel populasi kapal keruk TSHD yang telah direkapitulasi.

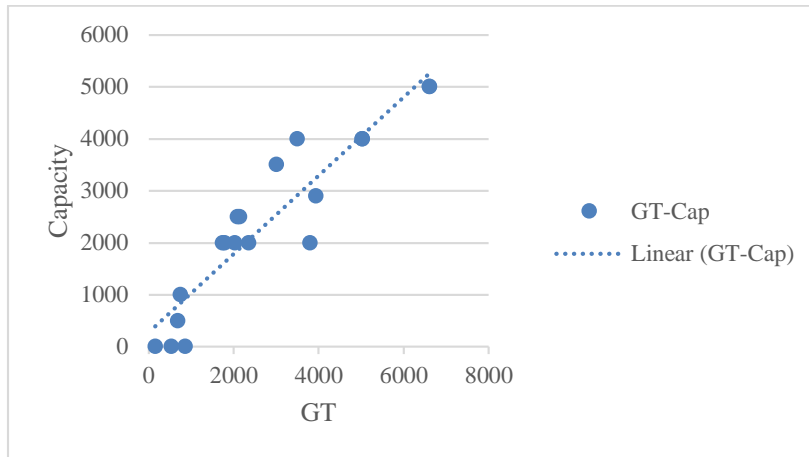
Tabel 4.6. Tabel populasi kapal keruk TSHD di Indonesia

Nama Kapal	Tahun Pembuatan	LOA	LBP	Lebar	Tinggi	Gross Tonnage	Net Tonnage	Kapasitas (m3)
KING RICHARD 8	1975	84	78,14	13	5	2348	705	2000
TIMOR	1980	95	89,17	18,4	7,27	3801	1141	2000
IRIAN JAYA	1981	109,88	104,9	18	8,05	5029	1509	4000
NATUNA	1983	44,8	43,01	14	4,9	740	222	1000
RSA MARINE 2	1983	62,48	58,43	14,63	5,03	1786	535	2000
HALMAHERA	1983	92	85,81	16	8	3934	1181	2900
KALIMANTAN – II	1983	109,88	104,9	18	8,05	5029	1509	4000
SORONG	1985	105,43	100,68	16	6,15	3497	1050	4000
TSHD MEKAR 501	1992	65,3	62,67	16	5,6	1741	532	2000
INAI KEKWA	1993	46	42,37	11	4	687	214	500
PERINTIS	1993	84,3	80,26	14,5	6,3	2020	606	2000
ARU - II	1993	124,4	115,11	18	10,3	6603	1981	5000
BALI II	1993	124,4	115,1	18	10,3	6603	1981	5000
VERSATILE	1995	60	56,65	12	4,6	851	461	
SAGAR MANTHAN	1996	46,5	37,46	11,2	4	534	161	
KARTIKA SURYA Satria	1996	26,16	26,16	8,33	3,3	151	120	
KING ARTHUR III - 2500	2003	85,8	81	14	5,1	2084	672	2500
RSA MARINE 1 - 2500	2006	85,8	81	14	6,1	2141	643	2500
KING ARTHUR 8 - 3500	2007	88,5	83,54	16	6,8	2998	1098	3500
H.P BELTIM I	2008	60	57,6	12	3,2	515	155	
MENTRA CHOOL	2008	74,97	74,97	15	2,3	335	101	
INA I	2008	74,97	74,97	15	2,3	335	101	
CHUN SIN	2008	80,5	80,5	16,8	2,38	404	122	
NUSANTARA JAYA ABADI 2	2008	77	77	16	2,3	375	113	
NUSANTARA JAYA ABADI 1	2008	77	77	16	2,3	375	113	
RSA MARINE 3 - 5000	2009	105,75	95,8	18,8	8,6	5132	1803	5000
BERKAH ALAM SAMUDRA	2009	74,97	74,97	15,09	2,3	335	101	
KIMKIM	2009	83	83	16	2,3	348	105	
KIMHIN	2009	77	77	16	2,3	369	111	
PARAMRUAY 3	2009	80	80	16	2,46	405	122	
MEHAD 2 - 2000	2010	79,8	76	14,2	4,6	1665	500	2000
INDO DHARMA 1	2010	81,6	81,6	18	2,43	353	106	
PIRAT 1	2010	83	83	16	2,45	413	124	
NEEMA	2010	83	83	16	2,35	382	115	
XJL 601	2010	64,3	64,3	13	5,6	1493	448	

Nama Kapal	Tahun Pembuatan	LOA	LBP	Lebar	Tinggi	Gross Tonnage	Net Tonnage	Kapasitas (m3)
BARUNA TIRTA SAMUDERA	2010	80,1	80,1	15,8	2,78	521	157	
CITRA BANGKA LESTARI	2010	89,56	89,56	16	2,3	358	108	
PRIMA SUKSES 1	2010	93	93	16	2,45	469	141	
ANDALAS JAYA UTAMA	2010	82,8	82,8	18	2,55	511	154	
ANUGERAH BERKAH UTAMA	2010	89,58	89,58	16	2,3	406	122	
HARAPAN SELAMAT	2010	89,58	89,58	16	2,3	358	108	
PARAMA I	2011	83	83	16	2,45	470	141	
RANTAU INDAH MANDIRI	2011	85	85	16,2	2,45	427	129	
INTI SAMUDRA I	2011	92	92	16	2,6	589	177	
SRIWIJAYA LAUTAN TIMAH	2011	86	86	18	2,55	548	165	
ISAMAR	2011	74,5	74,5	15	2,3	438	131	
SURYA NUSANTARA	2011	53,34	48	8,8	4,1	575	338	
RANTAU INDAH MANDIRI 02	2011	85,55	85,55	16,3	2,3	359	108	
REZEKI ALAM SENTOSA 1	2013	89,76	85,76	16	2,45	462	139	
ARSARI I	2013	94,6	94,6	18,1	2,42	701	211	
PUSAKA - 2000	2014	70,2	68,28	20	3,65	1821	547	2000
ARSARI 8	2014	87,6	87,6	18,5	2,5	588	177	
BARITO EQUATOR -2500	2015	80,35	76,16	16,2	5,6	2682	650	2500
GT-2	2015	92,34	90	18	2,53	594	179	
Keterangan								
Berusia > 20 tahun								
Berusia ≤ 20 tahun								

(Sumber: Direktorat Perkapalan dan Kepelautan, 2019)

Dari Tabel 4.6 dapat dilihat pada kolom nama kapal yang berwarna merah adalah kapal yang berusia ≥ 20 tahun dan kolom berwarna hijau adalah kapal-kapal yang berusia ≤ 20 tahun. Dari tabel tersebut juga diketahui bahwa banyak terdapat kapal-kapal yang tidak diketahui volume dari *hopper* kapal itu sendiri. Sementara untuk mengetahui kebutuhan dan produktivitas dari tiap ukuran kapal harus diketahui volume *hopper* dari tiap-tiap kapal agar bisa dihitung. Untuk mencari volume *hopper* dari kapal-kapal tersebut digunakan regresi linier dengan acuan dari regresinya adalah *gross tonnage* (GT) dan *net tonnage* (NT) terhadap kapasitas *hopper*. Berikut ini adalah hasil perhitungan regresi linier antara GT dan NT kapal terhadap kapasitas *hopper*.



Gambar 4.7. Grafik regresi linier antara *Gross Tonnage* (GT) dengan kapasitas (Cap)

Gambar 4.7 menunjukkan sebaran data dari Tabel 4.6 dengan membandingkan *gross tonnage* (GT) dari beberapa kapal dengan kapasitas dari kapal yang tercatat sehingga didapat perhitungan regresi sebagai berikut:

$$y = 0,7539x + 276,94$$

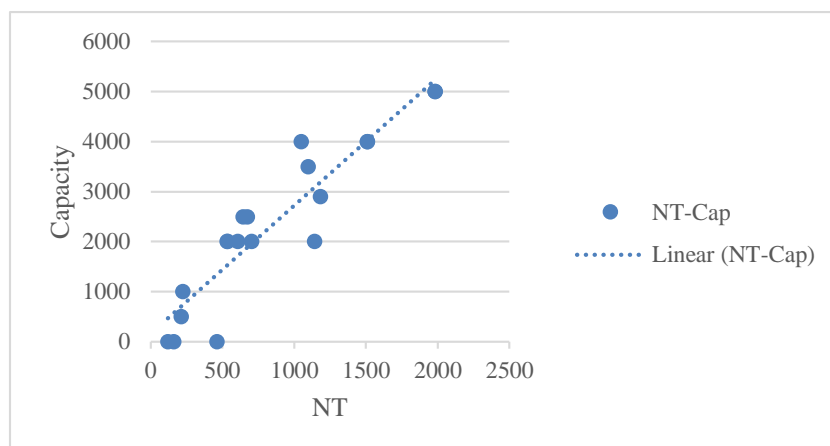
(4.1)

$$R^2 = 0,862$$

Di mana:

y = kapasitas kapal

x = *gross tonnage* (GT) kapal



Gambar 4.8. Grafik regresi linier antara *Net Tonnage* (NT) dengan kapasitas (Cap)

Sementara dari Gambar 4.8 dihitung regresi dari *net tonnage* (NT) kapal dari Tabel 4.6 dengan kapasitas kapal dari tabel yang sama dan didapat perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$y = 2,5579x + 165,92$$

(4.2)

$$R^2 = 0,8527$$

Setelah dilakukan perhitungan regresi linier perhitungan 4.1 dan 4.2 berdasarkan data kapal dari Tabel 4.6, didapatkan hasil regresi kapasitas kapal seperti ditunjukkan dalam Tabel 4.7.

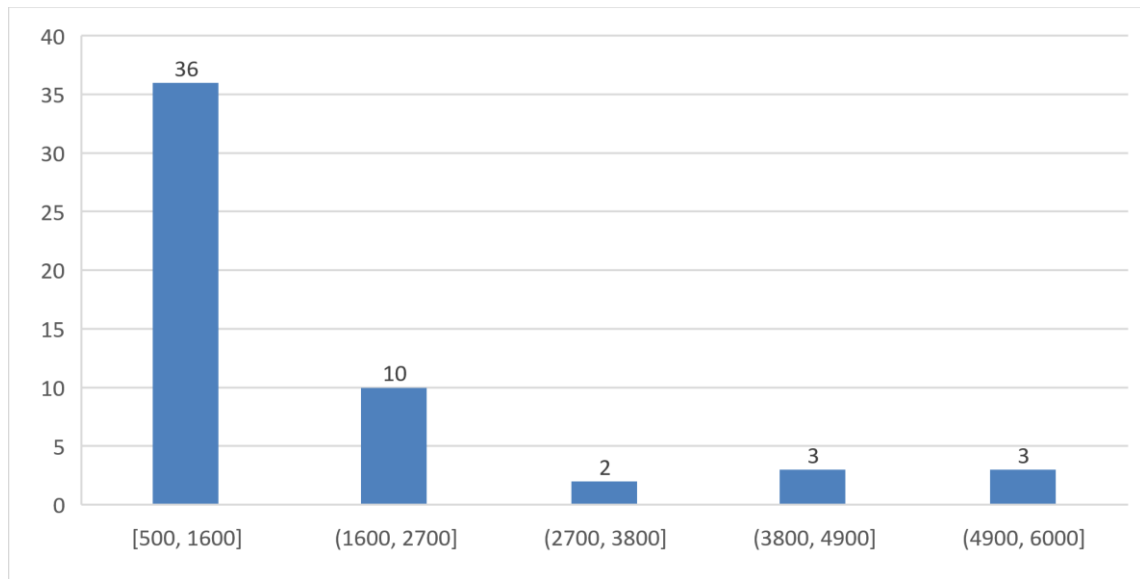
Tabel 4.7. Tabel kapasitas kapal hasil regresi linier

Nama Kapal	Gross Tonnage	Net Tonnage	Kapasitas (m3)
KING RICHARD 8 - 2000	2348	705	2000
TIMOR - 2000	3801	1141	2000
IRIAN JAYA - 4000	5029	1509	4000
NATUNA	740	222	1000
RSA MARINE 2 - 1700	1786	535	2000
HALMAHERA - 2900	3934	1181	2900
KALIMANTAN - II - 4000	5029	1509	4000
SORONG	3497	1050	4000
TSHD MEKAR 501 - 2000	1741	532	2000
INAI KEKWA - 500	687	214	500
PERINTIS 2000	2020	606	2000
ARU - II - 5000	6603	1981	5000
BALI II - 5000	6603	1981	5000
VERSATILE	851	461	1500
SAGAR MANTHAN	534	161	1000
KARTIKA SURYA SATRIA	151	120	900
KING ARTHUR III - 2500	2084	672	2500
RSA MARINE 1 - 2500	2141	643	2500
KING ARTHUR 8 - 3500	2998	1098	3500
H.P BELTIM I	515	155	1000
MENTRA CHOOL	335	101	900
INA I	335	101	900
CHUN SIN	404	122	900
NUSANTARA JAYA ABADI 2	375	113	900
NUSANTARA JAYA ABADI 1	375	113	900
RSA MARINE 3 - 5000	5132	1803	5000
BERKAH ALAM SAMUDRA	335	101	900
KIMKIM	348	105	900
KIMHIN	369	111	900
PARAMRUAY 3	405	122	900
MEHAD 2 - 2000	1665	500	2000
INDO DHARMA 1	353	106	900

Nama Kapal	Gross Tonnage	Net Tonnage	Kapasitas (m ³)
PIRAT 1	413	124	900
NEEMA	382	115	900
XJL 601	1493	448	1500
BARUNA TIRTA SAMUDERA	521	157	1000
CITRA BANGKA LESTARI	358	108	900
PRIMA SUKSES 1	469	141	1000
ANDALAS JAYA UTAMA	511	154	1000
ANUGERAH BERKAH UTAMA	406	122	900
HARAPAN SELAMAT	358	108	900
PARAMA I	470	141	1000
RANTAU INDAH MANDIRI	427	129	1000
INTI SAMUDRA I	589	177	1000
SRIWIJAYA LAUTAN TIMAH	548	165	1000
ISAMAR	438	131	1000
SURYA NUSANTARA	575	338	1500
RANTAU INDAH MANDIRI 02	359	108	900
REZEKI ALAM SENTOSA 1	462	139	1000
ARSARI I	701	211	1500
PUSAKA - 2000	1821	547	2000
ARSARI 8	588	177	1000
BARITO EQUATOR -2500	2682	650	2500
GT-2	594	179	1000
Keterangan			
Berusia > 20 tahun			
Berusia ≤ 20 tahun			

(Sumber: Direktorat Perkapalan dan Kepelautan, 2019)

Tabel 4.7 menunjukkan hasil regresi dari perhitungan 4.1 dan perhitungan 4.2 berdasarkan data dari Tabel 4.6. Pada kolom kapasitas dapat dilihat bahwa setelah dilakukan regresi kapasitas kapal-kapal yang sebelumnya tidak diketahui. Apabila data pada Tabel 4.7 diubah menjadi histogram, dapat terlihat seperti pada Gambar 4.9 di bawah yang menunjukkan bahwa populasi kapal dengan *range* 500-1600 m³, 1600-2700 m³, 2700-3800 m³, 3800-4900 m³, dan 4900-6000 m³. Tetapi pada penelitian ini kapal TSHD berkapasitas 900 m³ ke bawah tidak diperhitungkan karena tidak adanya spesifikasi alat keruk yang berada di pasaran, yang berarti apabila direncanakan untuk membangun kapal TSHD berkapasitas 900 m³ maka alat-alat keruk tersebut harus dipesan secara khusus dan dibuat terlebih dahulu alih-alih memakai stok alat yang sudah ada di gudang. Dampak dari ini adalah bertambahnya waktu tunggu dan keterlambatan produksi kapal.



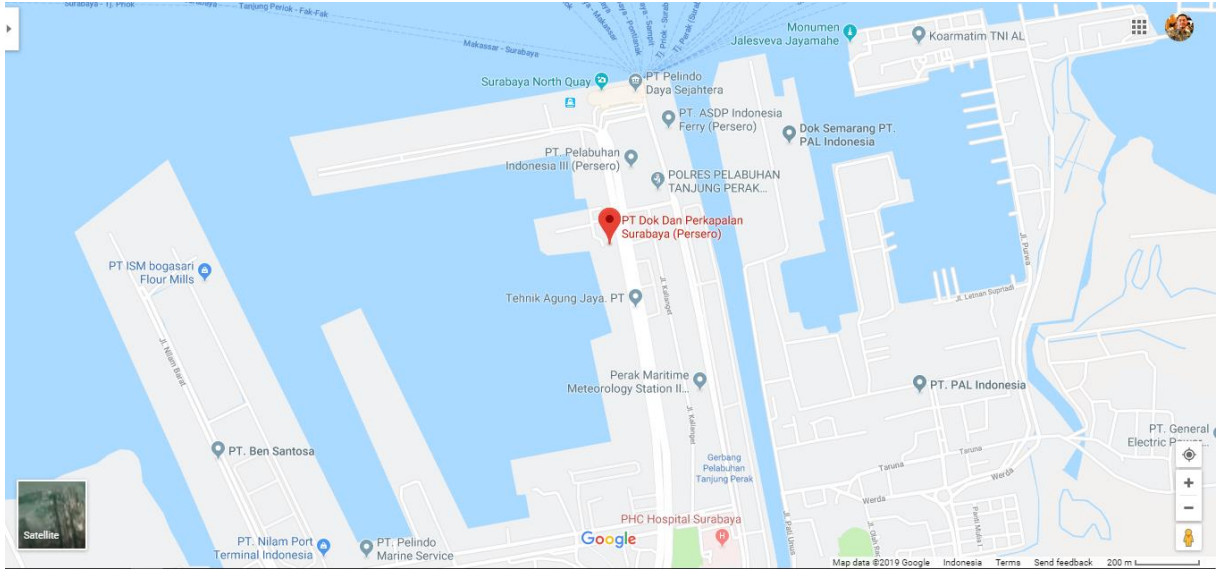
Gambar 4.9. Histogram populasi kapal keruk hasil regresi linier

Pada Gambar 4.9 di atas menunjukkan bahwa populasi kapal di bawah 2000 m³ sangatlah banyak, yaitu berjumlah 36 unit. Tapi pada penelitian ini kapal TSHD berkapasitas 900 m³ ke bawah tidak diperhitungkan karena tidak adanya spesifikasi alat keruk yang berada di pasaran, yang berarti apabila direncanakan untuk membangun kapal TSHD berkapasitas 900 m³ maka alat-alat keruk tersebut harus dipesan secara khusus dan dibuat terlebih dahulu yang berdampak pada terbuangnya waktu untuk menunggu stok.

Setelah diketahui kondisi saat ini dari pengerukan dan kondisi kapal keruk serta ketersediaannya di Indonesia, diketahui terdapat 165 unit kapal keruk jenis hidrolik. Jenis terbanyak berjumlah 68 unit adalah tipe TSHD yang kemudian dibagi berdasarkan kelompok usia yaitu kelompok kapal berusia ≥ 20 tahun dan kelompok kapal berusia ≤ 20 tahun. Kelompok kapal ≥ 20 tahun berjumlah 16 unit sedangkan kelompok kapal ≤ 20 tahun berjumlah 52 unit. Setelah direkapitulasi, terdapat kapal-kapal yang kapasitasnya tidak diketahui sehingga dilakukan regresi linier dengan memakai acuan *gross tonnage* (GT) dan *net tonnage* (NT) terhadap kapasitas kapal dan didapat hasil regresi kapal di mana jumlah kapal terbanyak adalah kapal dengan kapasitas di bawah 2000 m³ berjumlah 36 unit.

4.3. Kondisi Terkini Galangan Kapal

Lokasi galangan yang direncanakan untuk dijadikan pengembangan galangan kapal keruk adalah PT. Dok dan Perkapalan Surabaya yang beralamat di Jl. Perak Barat No.433-435, Perak Utara, Kec. Pabean Cantian, Kota Surabaya, Jawa Timur.



Gambar 4.10. Peta lokasi PT Dok & Perkapalan Surabaya

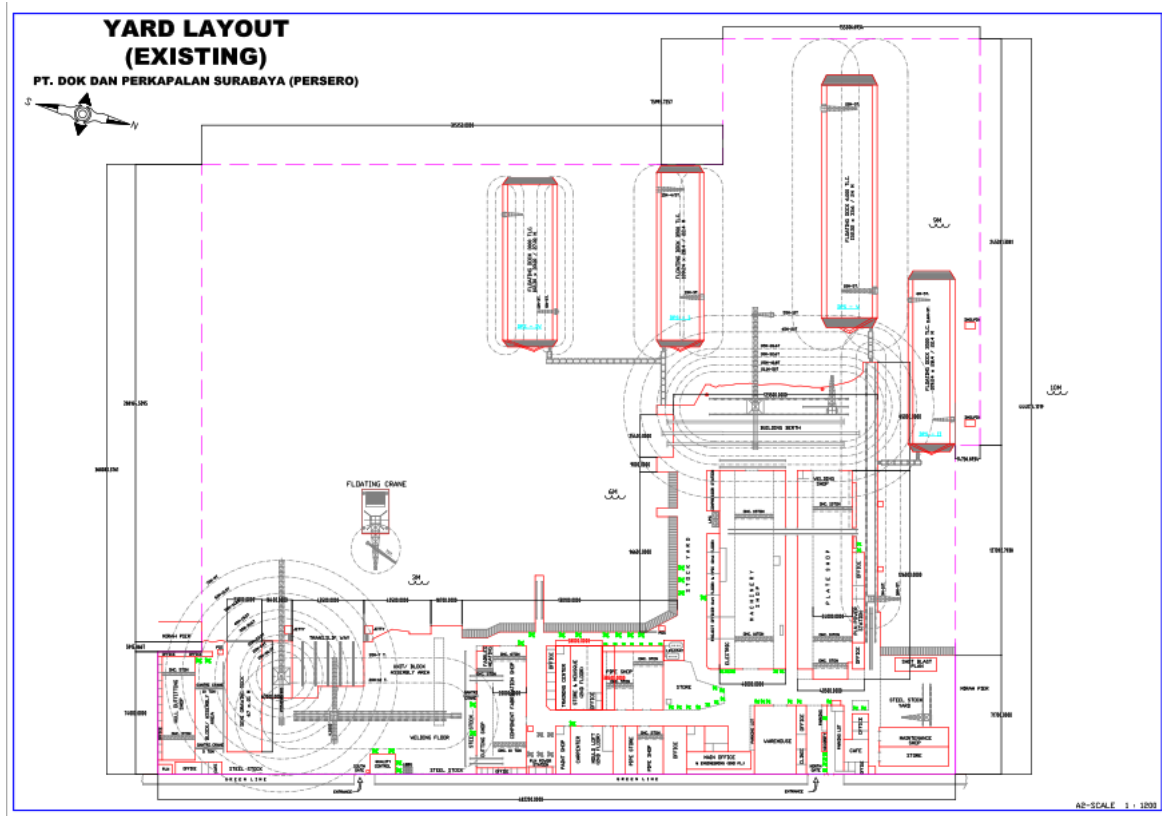
(Sumber: Google Maps, 2019)

Luas lahan yang dipakai adalah 73.100 meter persegi dan wilayah ini disewa dari *Port Administration* Surabaya. Berdasarkan Gambar 4.10 diketahui batas-batas wilayah dari PT. Dok dan Perkapalan Surabaya adalah sebagai berikut:

- Sebelah Utara berbatasan dengan bangunan milik Surabaya Veem
- Sebelah Selatan berbatasan dengan tanah persil Departemen Perhubungan Laut
- Sebelah Timur berbatasan dengan Jalan Perak Barat Surabaya

Dari arah laut bebas, perusahaan dapat dicapai melalui pelayaran yaitu alur barat dan alur timur. Kedalaman yang diperkirakan oleh *Port Administration* bagian pengerukan adalah:

- Alur barat, dengan kedalaman 8,0 meter LWS dan panjangnya 23 mil
- Alur timur, dengan kedalaman 4,5 meter LWS dan panjangnya 23 mil



Gambar 4.11. Layout galangan PT Dok & Perkapalan Surabaya

Alasan dipilihnya PT Dok dan Perkapalan Surabaya sebagai galangan yang direncanakan untuk dikembangkan adalah kapasitas produksi dari galangan PT Dok dan Perkapalan Surabaya yang besar. Berdasarkan Gambar 4.11 dapat dilihat bahwa PT Dok & Perkapalan Surabaya memiliki *building berth* dan kapasitas *crane* yang cukup besar. *Layout* galangan dari PT Dok & Perkapalan Surabaya secara jelasnya dapat dilihat pada lampiran A. PT Dok dan Perkapalan Surabaya sendiri memiliki tingkat produktivitas baja 10.000 ton per tahun yang sama dengan kapasitas pembangunan kapal baru dari empat kapal 6.500 DWT per tahun serta kelengkapan fasilitas dan sarana pokok galangan PT Dok dan Perkapalan Surabaya seperti tercantum pada Tabel 4.8. Berdasarkan survei yang telah dilakukan untuk rencana pengembangan galangan kapal keruk ini didapatkan data-data fasilitas galangan dari PT Dok & Perkapalan Surabaya sebagai berikut:

Tabel 4.8. Fasilitas Galangan PT. Dok & Perkapalan Surabaya

N O	NAMA FASILITAS	TIPE	JUMLAH	KAPASITAS
1	BUILDING BERTH AND FLOATING DOCK			
	A. BUILDING BERTH			
	Slipway North Yard		1 unit	125 m x 22 m

N O	NAMA FASILITAS	TIPE	JUMLAH	KAPASITAS
	Transverse Slipway		1 unit	60 m x 40 m
	Building Berth South Yard (Semi Graving)	Semi Graving Dock	1 unit	69 m x 21 m
	B. FLOATING DOCK			
	Floating Dock Surabaya IV	Floating Dock	1 unit	2000 TLC, 100.0 m x 22.0 m
	Floating Dock Surabaya II	Floating Dock	1 unit	3500 TLC, 109.3 m x 28.4 m
	Floating Dock Surabaya I	Floating Dock	1 unit	3500 TLC, 109.3 m x 28.4 m
	Floating Dock Surabaya V	Floating Dock	1 unit	6000 TLC, 152.5 m x 33.6 m
2	OUTFITTING QUAY			
	Quay No. 1			190 m & 8 - 12 m
	Quay No. 2			140 m & 8 - 12 m
	Quay No. 3			270 m & 8 - 12 m
3	WELDING MACHINE			
	Submerged Automatic Welding Machine	ESSAB A2 Minitrack, 800 A	2 unit	
		HOBART, TAL 1500	2 unit	
	Multi Operator Welding Machine "ESAB"		96 unit	
	Welding Machine DC 400 A "ESAB"	DC 400 A	60 unit	
4	CUTTING MACHINE			
	Optical Gas Cutting Machine "ESAB"		1 unit	Model: L x A 15 / 20 WT - 16300
	NC Cutting Machine + Software	ESAB COMBIREX CXD-P	2 unit	Size 4000 - 30 m, Track length
5	CRANE, TUG BOAT, BARGES, AND FORKLIFT			
	A. CRANE			
	Krol Giant Tower Crane	Model K. 3000 Jib length 90 m	1 unit	Kapasitas: 60 ton di 6 m, 27 ton di 90 m
	Pontain MD 900	MD 900, Jib length 60 m	2 unit	50 ton x 18 m outreach, 14 ton x 60 m outreach
	B. TUG BOAT			
	DPS IX (400 PS)	Tug Boat	1 unit	400 PS
	DPS X (480 PS)	Tug Boat	1 unit	480 PS
6	BENDING MACHINE			
	Hydraulic Press Machine	Plate Bending/Press Machine	1 unit	500 ton
7	BLASTING & PAINTING EQUIPMENT			
	Compressor	Electric Screw Compressor	4 unit	Min. 400 CFM (2 nozzle), pressure 8,5 bar
	Air Receiver		2 unit	200 liter complete accessories
	Blasting Pot		8 unit	1 nozzle, air hose dia. 2,5" 5 meter
	Blasting Hose		8 unit	dia. 1 1/4" (@ 120m)
	Blasting Nozzle		8 unit	
8	Post Weld Heat Treatment	Filamen	1 unit	Max temp 700°C
9	Roll Plate Machine		1 unit	to roll plate 10 - 15 mm
10	WORKSHOP			
	Plate Workshop			Total 6725 m ²

NO	NAMA FASILITAS	TIPE	JUMLAH	KAPASITAS
	Pipe Workshop			Total 2800 m ²

Tabel 4.8 menunjukkan sebagian dari fasilitas galangan yang dimiliki oleh PT Dok & Perkapalan Surabaya. Dan fasilitas dari galangan tersebut akan ditambahkan dengan fasilitas khusus yang diperlukan untuk pembangunan kapal keruk nanti. Berikut ini adalah uraian dari fasilitas dan sarana pokok yang dimiliki oleh PT Dok dan Perkapalan Surabaya. (PT Dok dan Perkapalan Surabaya, 2011)

A. Fasilitas Penedokan Kapal

Sebagai tempat penedokan suatu kapal, PT. Dok an Perkapalan Surabaya menggunakan *Floating Dock* atau dok apung.

1) *Floating Dock* Surabaya I

Sistem pengendalian yang digunakan *floating dock* ini adalah sistem elektrik yang dioperasikan dari *control house*. *Floating dock* ini juga dilengkapi dengan *crane* yang terletak di kedua sisi *floating dock* tersebut dengan kapasitas 5 ton. Kapasitas angkat dari *floating dock* ini adalah 3500 TLC dan mempunyai ukuran panjang 99,24 m; tinggi 9,9 m; dan lebar 22,4 meter. Berikut ini adalah gambar dari *floating dock* Surabaya I yang ditunjukkan oleh Gambar 4.12.

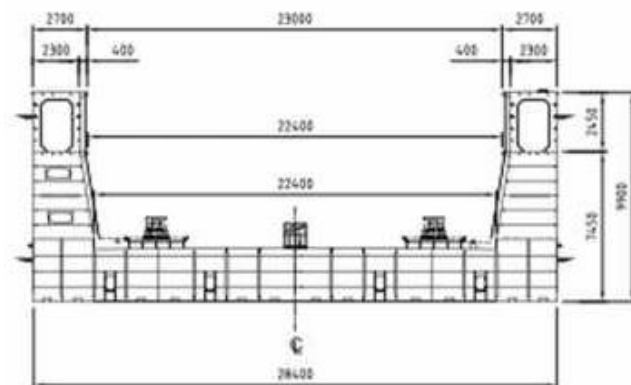


Gambar 4.12. *Floating Dock* Surabaya I

Di bawah ini adalah spesifikasi dari *floating dock* Surabaya I dengan keterangan seperti ditunjukkan pada Gambar 4.13.

DOK APUNG SURABAYA - I

TRANSVERSE SECTION



<i>Length Over Pontoon</i>	99,24 m
<i>Length Over All</i>	113,24 m
<i>Breadth Internal</i>	22,40 m
<i>Breadth External</i>	28,40 m
<i>Depth to Upper Deck</i>	9,90 m
<i>Depth to Safety Deck</i>	7,45 m
<i>Max. Draft of Vessel to be Docked</i>	4,20 m
<i>Draft Max. of Dock</i>	8,40 m
<i>Draft Loaded of Dock</i>	2,60 m
<i>Capacity</i>	3500 TLC

Gambar 4.13. Spesifikasi *floating dock* Surabaya I

2) *Floating Dock* Surabaya II

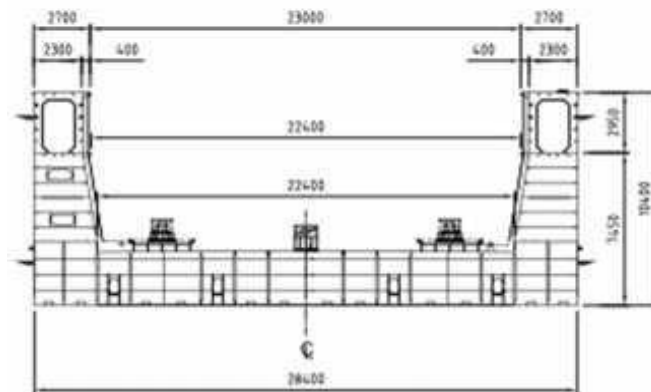
Floating dock Surabaya II memiliki karakteristik sebagai berikut:

- Menggunakan sistem pengapungan dok sama seperti dok apung yang lain.
- Masih menggunakan sistem manual untuk masuknya kapal ke dalam dok sehingga memerlukan banyak tenaga manusia.
- Dilengkapi dengan 2 buah *crane* yang berada di sisi kanan kiri dari *floating dock*.
- Mempunyai kapasitas 3500 TLC (*Ton Lifting Capacity*).

Floating dock Surabaya II memiliki spesifikasi seperti ditunjukkan oleh Gambar 4.14.

DOK APUNG SURABAYA - II

TRANSVERSE SECTION



<i>Length Over Pontoon</i>	99,24 m
<i>Length Over All</i>	109,24 m
<i>Breadth Internal</i>	22,40 m
<i>Breadth External</i>	28,40 m
<i>Depth to Upper Deck</i>	10,40 m
<i>Depth to Safety Deck</i>	7,45 m
<i>Max. Draft of Vessel to be Docked</i>	4,20 m
<i>Draft Max. of Dock</i>	8,40 m
<i>Draft Loaded of Dock</i>	2,60 m
<i>Capacity</i>	3500 TLC

Gambar 4.14. Spesifikasi *Floating Dock* Surabaya II

3) *Floating Dock* Surabaya IV

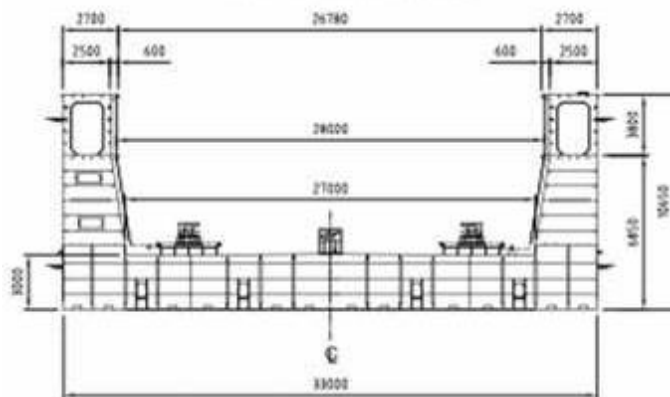
Floating dock Surabaya IV memiliki karakteristik sebagai berikut:

- Mempunyai fasilitas 2 buah *crane* yang berada di sisi kanan dan kiri dok apung.
- Menggunakan sistem perpompaan elektrik yang dioperasikan dari *control house*.
- Mempunyai kapasitas apung 4000 TLC.

Spesifikasi dari *floating dock* Surabaya IV ini ditunjukkan oleh Gambar 4.15.

DOK APUNG SURABAYA - IV

TRANSVERSE SECTION



<i>Length Over Pontoon</i>	94,30 m
<i>Length Over All</i>	112,30 m
<i>Breadth Internal</i>	27,00 m
<i>Breadth External</i>	33,00 m
<i>Depth to Upper Deck</i>	13,65 m
<i>Depth to Safety Deck</i>	7,45 m
<i>Max. Draft of Vessel to be Docked</i>	6,85 m
<i>Draft Max. of Dock</i>	9,65 m
<i>Draft Loaded of Dock</i>	2,20 m
<i>Capacity</i>	4000 TLC

Gambar 4.15. Spesifikasi *Floating Dock* Surabaya IV

4) *Floating Dock* Surabaya V

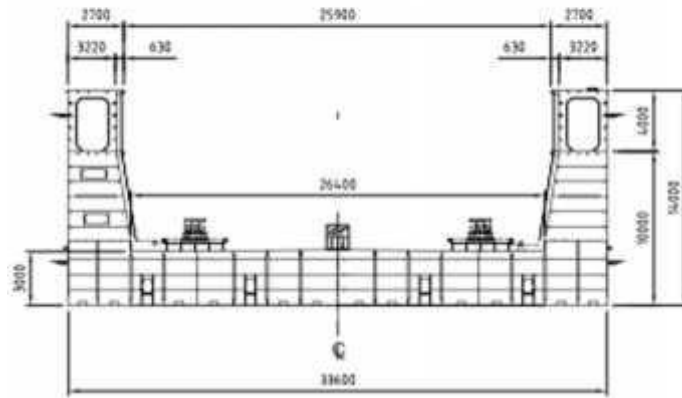
Floating dock Surabaya V memiliki karakteristik sebagai berikut:

- Menggunakan sistem perpompaan elektrik yang dioperasikan dari *control house*.
- Mempunya fasilitas *crane* yang berkapasitas 6 ton.
- Mempunyai kapasitas angkat 6000 TLC (*Ton Lifting Capacity*)

Floating dock Surabaya V ini memiliki spesifikasi seperti ditunjukkan oleh Gambar 4.16.

DOK APUNG SURABAYA - V

TRANSVERSE SECTION



<i>Length Over Pontoon</i>	138,52 m
<i>Length Over All</i>	152,52 m
<i>Breadth Internal</i>	26,40 m
<i>Breadth External</i>	33,60 m
<i>Depth to Upper Deck</i>	14,00 m
<i>Depth to Safety Deck</i>	10,00 m
<i>Max. Draft of Vessel to be Docked</i>	7,50 m
<i>Draft Max. of Dock</i>	12,20 m
<i>Draft Loaded of Dock</i>	2,90 m
<i>Capacity</i>	6000 TLC

Gambar 4.16. Spesifikasi *Floating Dock* Surabaya V

B. Fasilitas Peluncuran Kapal

PT. Dok dan Perkapalan Surabaya juga mempunyai tempat peluncuran untuk membangun kapal-kapal baru yaitu jenis *building berth*. *Building berth* mempunyai panjang 110 m dan mempunyai kapasitas 6500 DWT. Ukuran panjang bangunan ini dapat ditambah sesuai dengan kebutuhan dan begitu pula dengan kapasitasnya. Untuk saat ini kapasitasnya hanya ditingkatkan menjadi 10000 DWT. Berikut ini ditunjukkan pembangunan kapal yang sedang dilakukan di *building berth* pada Gambar 4.17.



Gambar 4.17. *Building berth* yang sedang dilakukan pekerjaan

C. Fasilitas Bengkel

PT. Dok dan Perkapalan Surabaya memiliki fasilitas bengkel untuk bangunan baru dan reparasi, antara lain:

- 1) Bengkel Pelat
 - a) Bengkel Lambung Selatan

Pada bengkel lambung selatan terdapat mesin CNC, alat las, alat *cutting*, mesin *bending* dengan beban maksimum 500 ton dan mesin *bending* dengan profil 2000 kN. Terdapat juga *overhead traveling crane* dengan SWL 5 ton, 10 ton, 15 ton. Berikut ini adalah gambar dari *crane* pada bengkel lambung yang ditunjukkan oleh Gambar 4.18.



Gambar 4.18. *Crane* pada bengkel lambung selatan

b) Bengkel Lambung Utara

Pada bengkel lambung utara terdapat mesin *bending* dengan beban maksimum 300 kN, alat *cutting* manual, mesin CNC, alat las, mesin *roll*, mesin *cutting optic*. Terdapat juga *overhead trailing crane* dengan SWL 6 ton, 10 ton, 15 ton. Ditunjukkan oleh Gambar 4.19 tentang mesin *bending* pada bengkel lambung utara tersebut.



Gambar 4.19. Mesin *bending* pada bengkel lambung utara

2) Bengkel Mesin

Peralatan yang terdapat pada bengkel mesin adalah alat *propeller balancer*, peralatan las, perkakas *overhaul* mesin, mesin gergaji, mesin bor. Mesin bubut dengan berbagai ukuran juga terdapat di bengkel mesin untuk menyesuaikan kebutuhan pekerjaan. Kemudian terdapat juga mesin *fraise* dan mesin *drill* dengan kecepatan tinggi serta *coulter* pada bengkel mesin ini.

3) Bengkel *Outfitting*

Bengkel *outfitting* terbagi menjadi 3 bengkel di mana bagian pertama adalah untuk *outfitting* pipa yang di mana di bengkel tersebut terdapat mesin-mesin untuk pemasangan pipa atau pembuatan pipa. Mesin-mesin tersebut adalah mesin *bending*, mesin *guillotine*, mesin gerinda, mesin bor, mesin bubut, dan mesin *roll*. Ada juga alat-alat listrik dan gas asetilena pada bengkel tersebut.

Bengkel kedua adalah bengkel *outfitting* kayu untuk pengerjaan bagian-bagian yang berbahan dasar kayu. Alat-alat yang terdapat pada bengkel ini adalah mesin gergaji, mesin bor, mesin perkakas, dan mesin *pen* atau pembentuk profil. Bengkel ketiga adalah bengkel *outfitting* blek di mana alat yang terdapat pada bengkel tersebut adalah alat potong blek.

4) Bengkel Listrik

Bengkel listrik melakukan pekerjaan untuk peralatan dari kelistrikan kapal. Alat-alat yang terdapat pada bengkel listrik ini adalah kompresor, mesin bor kecil, mesin gerinda. Alat khusus yang ada di bengkel ini adalah lampu oven, peralatan pembongkaran motor listrik, dan kompor listrik.

5) Rancang Bangun

Bagian rancang bangun adalah pusat desain di PT. DOK dan Perkapalan Surabaya. Semua gambar yang dikerjakan di lapangan/bengkel semua berasal dari departemen ini. Departemen rancang bangun mengembangkan seluruh gambar-gambar hanya sebagai pendukung shop owner di bengkel. Gambar dari owner biasanya hanya berupa gambar lines plan dan rancangan umum. Dari dua gambar ini departemen rancang bangun bertugas mengembangkan gambar hingga gambar paling detail yang bisa dikerjakan oleh pekerja di lapangan / bengkel. Departemen rancang bangun terdiri dari empat bagian yaitu:

a) *Hull Construction*

HC adalah bagian yang mengerjakan desain dan permodelan konstruksi-konstruksi kapal seperti *deck plan*, konstruksi ruang muat dan lain-lain. HC memiliki 5 proses kerja yaitu:

- *Shop Drawing*
- *Cost Numbering*
- *Nesting*
- WCOG (tabel data *Shop Drawing*)
- MPG (data-data bahasa pemrograman mesin CNC)

b) *Hull Outfitting*

Hull Outfitting adalah bagian yang mengerjakan desain seluruh perlengkapan dan peralatan kapal seperti desain catwalk, sistem jangkar dan lain-lain. Jadi *hull outfitting* adalah bagian yang lebih dispesifikan dalam desain keperluan alat-alat kapal seperti akomodasi, jendela, tangga dan lain-lain. Dalam menggambar *hull outfitting* digunakan standar desain, sehingga desain-desain gambar yang dihasilkan memiliki standar yang sama dan dapat meminimalisir terjadinya kecelakaan kapal akibat adanya perbedaan standar. Pengerjaan *hull outfitting* biasanya tidak menunggu desain konstruksi kapal dibuat, karena pengerjaan *outfitting* bisa dilakukan secara bersamaan sesuai dengan standar desain yang digunakan.

c) *Machinery and Piping*

Merupakan bagian yang mendesain sistem-sistem peletakan komponen perpipaan, mesin dan listrik di kapal seperti engine lay out, shafting, arrangement, diagram perpipaan ruang muat, ballast system dan lain-lain. Selain itu, bagian ini juga mengerjakan desain sistem perpipaan pada floating dock yang sedang maintenance.

d) *Electrical*

Merupakan bagian yang mendesain kelistrikan kapal yang nantinya akan berhubungan dengan sistem tenaga kapal. Didalam bagian rancang bangun ini 95% gambar yang dikerjakan adalah untuk mendetailkan gambar yang didapatkan dari consultan untuk bangunan baru. Jadi gambar-gambar seperti *lines plan*, *general arrangement*, dan *construction profile* adalah gambar yang dihasilkan oleh badan lain seperti NASDEC (consultan). Departemen rancang bangun dalam melaksanakan tugas pengerjaan desain baik 2D maupun 3D menggunakan software seperti Autocad dan Tribon M3. Dalam pekerjaan desain, software Tribon M3 digunakan untuk membuat detail dan untuk mengetahui gambar tiga dimensi dari bidang yang sedang digunakan.

D. Fasilitas Transportasi dan *Material Handling*

Fasilitas transportasi yang dimiliki oleh PT Dok dan Perkapalan Surabaya sebagai sarana penunjang untuk jalannya produksi yaitu:

- a) *Forklift*, sarana kendaraan pengangkut material dan peralatan lainnya.
- b) *Crane*

PT Dok dan Perkapalan Surabaya memiliki beberapa jenis *crane*, yaitu:

1. *Railway Crane*

Berbentuk *crane* yang dapat berjalan di mana untuk kapasitas 7 ton memiliki tinggi 20 m dan 60 ton memiliki tinggi 75 meter. *Crane* ini sangat berguna sebagai alat angkut proses *assembly* kapal baru. Gambar 4.20 menunjukkan *crane* dengan kapasitas 60 ton.



Gambar 4.20. *Crane* dengan kapasitas 60 ton

2. *Floating Crane*

Terdapat di sisi *floating dock* dengan kapasitas 75 ton dan ketinggian 15 m. *Crane* ini dapat dipindahkan dengan menggunakan *tug boat*.

3. *Overhead Crane*

Crane ini terdapat di setiap bengkel dan memiliki rel melintang dan memanjang dengan kapasitas 3-15 ton.

4. *Portal Crane*

- *Portal Crane* I dengan kapasitas 3 ton
- *Portal Crane* II dengan kapasitas 3 ton
- *Portal Crane* III dengan kapasitas 10 ton
- *Portal Crane* IV dengan kapasitas 5 ton
- *Portal Crane* V dengan kapasitas 10 ton
- *Portal Crane* Thole dengan kapasitas 10 ton
- *Portal Crane* Figeo dengan kapasitas 15 ton
- *Tower Traveling Crane Kroll* dengan kapasitas 12 ton.

c) *Tug Boat*

Merupakan sarana penunjang operasional harian. Fungsi *tug boat* ini antara lain untuk menarik dan mendorong kapal yang akan masuk atau keluar dari *floating dock* maupun juga untuk menarik kapal baru setelah diluncurkan.

d) *Barge/Ponton*

Ponton yang tersedia digunakan untuk berbagai kebutuhan seperti:

- Ponton air tawar
- Ponton bahan bakar
- Ponton *lubricating oil*
- Ponton pemadam kebakaran dengan pompa
- Ponton biasa untuk mengangkut komponen-komponen kapal ke bengkel

e) Kade

Total panjang kade seluruh penataran yaitu 424 m dengan kedalaman ± 7 m.

E. Fasilitas Produksi

Fasilitas produksi PT Dok dan Perkapalan Surabaya adalah sebagai berikut:

- a) Genset listrik *emergency*
- b) 3 buah generator set masing-masing 600 kVA
- c) Udara tekan

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 5

ANALISIS TEKNIS PENGEMBANGAN GALANGAN KAPAL KERUK

5.1. Penentuan Jumlah Kapal Keruk Berdasarkan Analisis Pasar

Setelah volume *hopper* dari masing-masing kapal TSHD sudah didapatkan seperti yang tercantum pada Tabel 4.7, selanjutnya dilakukan perhitungan untuk mencari produktivitas kapal TSHD tersebut agar dapat diketahui berapa jumlah kapal yang dibutuhkan untuk bisa memenuhi permintaan pasar. Dari rumus 2.9 kemudian digunakan untuk menghitung produktivitas dari masing-masing kapal TSHD sesuai dengan volume *hopper* dari populasi kapal yang ada sehingga dihasilkan hasil sebagai berikut:

$$5 \times \text{volume } \textit{hopper} \times 40\% = \dots \text{ m}^3/\text{hari} \quad (5.1)$$

Berdasarkan perhitungan menurut Hardya (2016) dan data kapasitas kapal dari Tabel 4.7, didapatkan hasil perhitungan sebagai berikut:

Tabel 5.1. Tabel total kapasitas produksi dari kapal yang berusia ≤ 20 tahun

No	Volume <i>Hopper</i>	Kapasitas produksi	Kapasitas produksi	Jumlah kapal ≤ 20 tahun	Total kapasitas produksi
	(m ³)	(m ³ /hari)	(m ³ /tahun)	unit	(m ³ /tahun)
1	1000	1750	546000	12	6552000
2	1500	2625	819000	3	2457000
3	2000	3500	1092000	2	2184000
4	2500	4375	1365000	3	4095000
5	2900	5075	1583400	-	
6	3000	5250	1638000	-	
7	3500	6125	1911000	1	1911000
8	4000	7000	2184000	-	
9	5000	8750	2730000	1	2730000
Total					19929000

Kapasitas produksi pertahun didapatkan dengan mengalikan kapasitas produksi perhari dengan jumlah hari dalam setahun dengan asumsi kapal keruk bekerja 21 jam dalam sehari dan 26 hari dalam sebulan, sehingga hari kerja kapal keruk dalam setahun adalah 312 hari.

Kemudian dari total hari kerja tersebut dikalikan kembali dengan jumlah kapal yang sudah diketahui volume *hopper* tersebut dan berusia ≤ 20 tahun sehingga didapatkan total kapasitas produksi pertahun. Berdasarkan tabel di atas diketahui juga jumlah kapal yang harus diproduksi terlebih dahulu untuk mengejar target dari volume pekerjaan pengerukan dalam satu tahun setidaknya untuk kegiatan *maintenance dredging*. Untuk kapal dengan kapasitas 1000 m³ perlu dibangun 2 kapal untuk mengganti kapal dengan kapasitas sama yang berusia ≥ 20 tahun, kapal dengan kapasitas 1500 m³ perlu dibangun 1 kapal, kapal berkapasitas 2000 m³ perlu dibangun 4 kapal, kapal berkapasitas 3000 m³ perlu dibangun 1 kapal, kapal berkapasitas 4000 m³ perlu dibangun 2 kapal, dan kapal berkapasitas 5000 m³ perlu dibangun 2 kapal seperti ditunjukkan pada Tabel 5.2.

Namun dalam rencana pengembangan galangan ini difokuskan untuk membangun kapal dengan ukuran yang paling banyak dibutuhkan sesuai keadaan pasar yaitu kapal dengan kapasitas 1000 m³, 1500 m³, dan 2000 m³. Sehingga target produksi pada pengembangan galangan ini adalah memproduksi kapal berkapasitas 1000 m³, 1500 m³, dan 2000 m³ untuk memenuhi kuota yang dibutuhkan pasar di Indonesia dan untuk pembangunan kapal dengan kapasitas lain (2500 m³, 3000 m³, 4000 m³, dan 5000 m³) diberlakukan seperti pembangunan kapal pada umumnya yaitu pembangunan berdasarkan pemesanan (*by order*) bukan produksi massal (*mass product*). Untuk jelasnya dapat dilihat pada Tabel 6.3.

Tabel 5.2. Tabel jumlah kapal baru yang akan dibangun

Jenis Kapal (m ³)	Jumlah (unit)
TSHD 1000	2
TSHD 1500	1
TSHD 2000	4
TSHD 3000	1
TSHD 4000	2
TSHD 5000	2

5.2. Perencanaan Lokasi Galangan Kapal

Dalam pembangunan suatu galangan kapal ada beberapa syarat yang digunakan untuk menentukan lokasi galangan kapal, di antaranya; lahan, *water front*, kedalaman, pasang surut, gelombang, arus, dan geologi (struktur tanah). Pemilihan lokasi galangan kapal juga harus

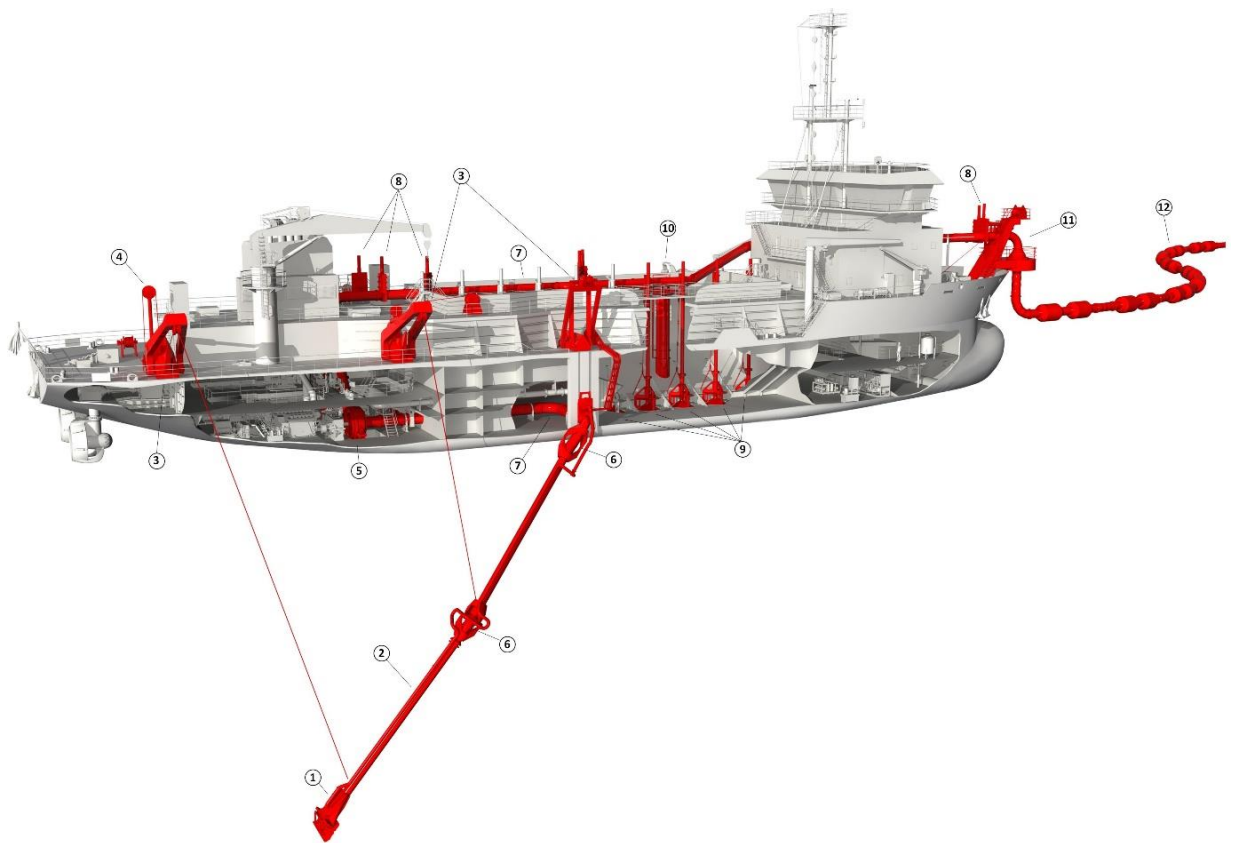
mempertimbangkan kondisi seperti geografi, infrastruktur, tenaga kerja, material dan logistik, modal dan transaksi, serta pasar.

Penentuan lokasi tertentu yang akan digunakan sebagai lokasi pembangunan Industry atau bisnis harus dilakukan dengan pertimbangan yang hati-hati. Tipe dan jenis bisnis yang akan dilakukan memengaruhi keputusan dalam penentuan lokasi industri. Menentukan lokasi industri bertujuan untuk memaksimalkan keuntungan bagi perusahaan. Pemilihan lokasi industri dipengaruhi oleh beberapa faktor. Faktor-faktor ini pada praktiknya berbeda penerapannya bagi satu industri dengan industri yang lain, sesuai dengan produk yang dihasilkan. Dalam penentuan lokasi ada beberapa faktor yang perlu diperhatikan dalam perencanaan dan penentuan lokasi industri (Wignjosoebroto, 2009), yaitu:

- Lokasi pasar
- Sumber bahan baku
 - Tenaga kerja
 - Masyarakat
 - Sumber energi seperti listrik, air, dll.
 - Transportasi
 - Sarana dan prasarana pendukung
 - Undang-undang dan sistem perpajakan

5.3. Perencanaan Kapal Keruk TSHD

Dikarenakan kapal keruk termasuk ke dalam kategori kapal khusus, maka ada fitur-fitur atau peralatan atau bagian yang hanya terdapat pada kapal keruk TSHD ini. Kapal keruk TSHD sendiri memiliki keunikan di mana terdapatnya alat keruk yang terpasang di sisi kapal (*portside* atau *starboard*) dan memiliki sebuah hopper untuk menampung lumpur atau pasir yang diisap oleh pompa yang dijangkau oleh sebuah *draghead*. Pada Gambar 5.1 di bawah ditunjukkan *general arrangement* dari sebuah kapal keruk TSHD.



Gambar 5.2. Peralatan pengerukan dari kapal keruk TSHD
(Sumber: RoyalIHC, 2019)

Dari Gambar 5.2 dapat dilihat bahwa peralatan pengerukan dari kapal keruk TSHD ditandai dengan warna merah dengan keterangan sesuai nomor sebagai berikut:

1. *Draghead*
2. *Suction pipe*
3. *Gantry*
4. *Swell compensator*
5. *Onboard pump*
6. *Onboard rubber hose*
7. *Onboard pipeline*
8. *Dredge valve*
9. *Bottom doors*
10. *Overflow*
11. *Bow coupling*
12. *Floating rubber hoses, floating pipelines, floaters, ball joints*

Pada penelitian ini ditentukan spesifikasi pompa keruk dari tiap kapal keruk TSHD yang akan dibangun di mana spesifikasi pompa tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.3 di mana sudah ditentukan daya dari pompa keruk yang dibutuhkan masing-masing tipe kapal. Dengan sudah ditentukannya daya pompa keruk tersebut, maka dapat dilakukan pemesanan alat keruk dari tiap *maker* sesuai spesifikasi yang sudah ditentukan.

Tabel 5.3. Spesifikasi pompa keruk

	TSHD 1000	TSHD 1500	TSHD 2000
Dredge pump power (kW)	254	447	559
Dredge pump capacity (m³/jam)	3.700	5.300	7.780

(Sumber: Damen, 2019)

Selain itu diambil spesifikasi untuk diameter dan panjang dari pipa hisap sesuai ukuran kapal masing-masing. Tabel 5.4 menunjukkan diameter dan panjang pipa yang dibutuhkan oleh masing-masing tipe kapal di mana galangan dapat menyesuaikan spesifikasi dari tiap kapal untuk setiap pembelian alat. Dari tabel ini juga dapat dijadikan acuan untuk pembelian pipa hisap dari *maker* lain jika sewaktu-waktu dilakukan penggantian pada pipa hisap tersebut dan stok dari *maker* pipa hisap yang digunakan tersebut kosong.

Tabel 5.4. Spesifikasi *trailing pipe*

	TSHD 1000	TSHD 1500	TSHD 2000
Suction pipe diameter (mm)	500	600	700
Dredging depth (m)	20	20	25

(Sumber: Damen, 2019)

Setelah dijelaskan pada subbab 2.3.3 mengenai alat-alat keruk pada kapal TSHD, diketahui bahwa peralatan penting dari sebuah kapal keruk TSHD adalah pompa keruk dan *draghead*. Elemen penting yang menjadi kekhususan dari sebuah kapal keruk TSHD adalah pompa dan *draghead* di mana terdapat pertimbangan-pertimbangan dalam pemilihan atau penentuan dari pompa keruk dan *draghead* untuk proses perancangan dan pembangunan kapal keruk tersebut. Menurut Vlasblom (2007), desain instalasi kapal keruk meliputi penentuan

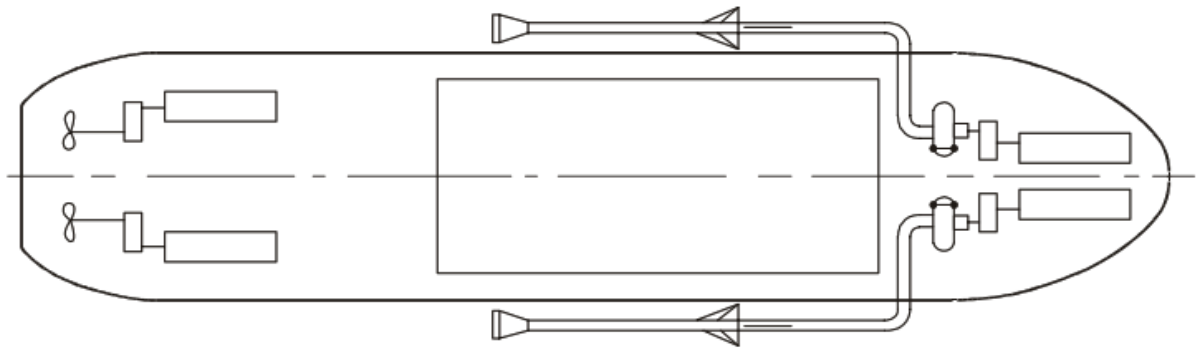
dimensi utama yang diperlukan dan daya yang dibutuhkan dari komponen alat-alat pengerukan adalah sebagai berikut:

- Jumlah pipa hisap
- Kapasitas pompa [m^3/detik]
- Diameter pipa hisap dan pipa pembuangan[m]
- Jenis pompa keruk
- Penggerak pompa pasir dan daya [W]
- Jenis dan ukuran *draghead*
- Bentuk *hopper*
- Daya dan motor penggerak pompa jet [W]
- Sistem pembuangan

Salah satunya saat pemilihan motor penggerak untuk pompa keruk, sebelum memilih motor penggerak tersebut haruslah bisa menjawab pertanyaan apakah kontrol kecepatan pompa kontinu diperlukan atau kontrol kecepatan oleh gearbox sudah cukup. Faktor-faktor yang berpengaruh adalah:

- Kisaran variasi laju aliran yang diharapkan antara pemompaan air dan bubur. Kisaran ini lebih besar dengan kedalaman isap yang meningkat, asalkan tidak terjadi kavitasi. Keterbatasan variasi ini dapat diperlukan untuk mengurangi risiko palu air. Dalam hal itu, kecepatan pompa konstan atau kontrol stepped tidak cukup.
- Ketika kontrol laju aliran konstan diinginkan. Laju aliran diatur oleh variasi kecepatan pompa. Penggerak listrik diperlukan. Kontrol laju aliran konstan dengan memvariasikan jumlah putaran tidak cocok untuk mencegah *water hammer* (terlalu lambat).
- Jika kapal dilengkapi dengan instalasi pompa di darat dan daya penggerak dapat digunakan secara total atau sebagian saat memompa ke darat. Untuk menggunakan daya tambahan ini diperlukan kecepatan pompa yang lebih tinggi daripada yang digunakan dalam mode pengerukan.

Sementara dari *main layout* kapal bergantung kepada *owner's requirement* apakah menghendaki untuk menggunakan *layout* seperti apa. Umumnya kapal TSHD yang dibangun sekarang ini berjenis *single cargo hold*. Jenis seperti ini memiliki anjungan yang berada di haluan kapal. Ruang mesin tetap berada di buritan dan umumnya TSHD yang digunakan oleh industri atau perusahaan pengerukan menggunakan dua *adjustable screws*.



Gambar 5.3. *Layout* kapal keruk mesin utama dan pompa terpisah

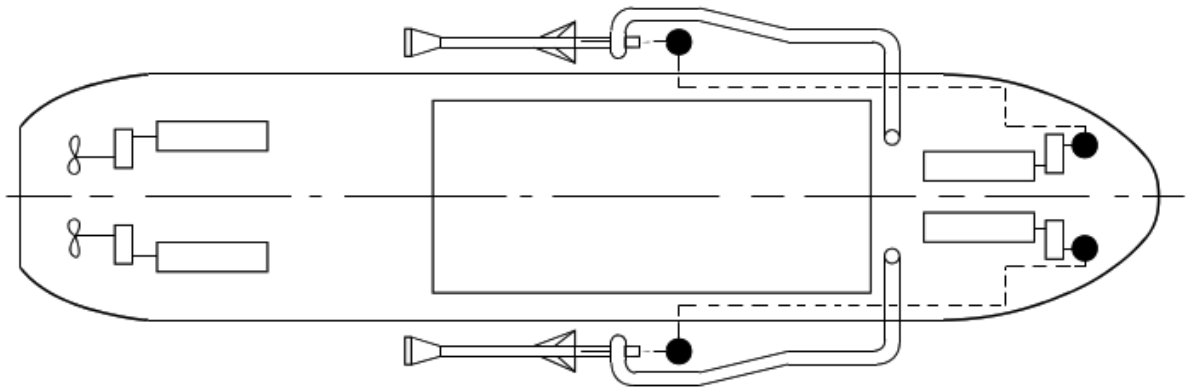
(Sumber: Vlasblom, 2007)

Posisi ruang pompa, di dalam sekat kedap air, di dalam ruang tertutup di mana *sand pump* berada, juga memiliki pengaruh besar pada tata letak kapal keruk TSHD. Tata letak yang paling sederhana dan paling efisien adalah tata letak ruang pompa tepat sebelum ruang mesin. Dalam hal ini, mesin utama menggerakkan kedua *adjustable screws* sama seperti pompa pasir. *Adjustable screws* dalam hal ini diperlukan karena jika kecepatan berlayar dari kapal keruk suction hopper trailing dikendalikan dengan memvariasikan jumlah putaran mesin maka produksi dari pompa juga berubah yang dapat menyebabkan kerugian produksi.

Dari *main layout* ini tentu masih bisa dikombinasikan dengan yang lain di mana jumlah pipa hisap memiliki cukup banyak pengaruh. Banyak kapal TSHD yang lebih kecil hanya memiliki satu pipa isap. Namun demikian kapal keruk suction hopper trailing kecil ini dilengkapi dengan sekrup kembar karena dua alasan:

- a) Sarat kosong menentukan diameter baling-baling maksimum yang diizinkan. Mentransfer sejumlah daya tertentu ke satu propeler mengarah ke putaran tinggi, baling-baling bermuatan besar dengan efisiensi yang relatif rendah.
- b) Kapal dengan propeler kembar memiliki kemampuan manuver yang jauh lebih tinggi daripada kapal dengan propeler tunggal.

Ada juga kombinasi di mana pompa digerakkan oleh motor listrik dan tidak tersambung oleh mesin utama. Gambar 5.4 di bawah adalah contoh dari kombinasi *layout* dari kapal TSHD yang menunjukkan gabungan antara motor listrik dengan mesin utama yang tidak tergabung dalam satu kesatuan.



Gambar 5.4. Layout kapal keruk pompa *electric-driven* dan penggerak *direct-driven*

(Sumber: Vlasblom, 2007)

Kemudian penempatan ruang pompa juga menjadi pertimbangan. Penempatan ruang pompa dekat kamar mesin alih-alih berada di bagian depan kapal sendiri memiliki beberapa keuntungan, seperti:

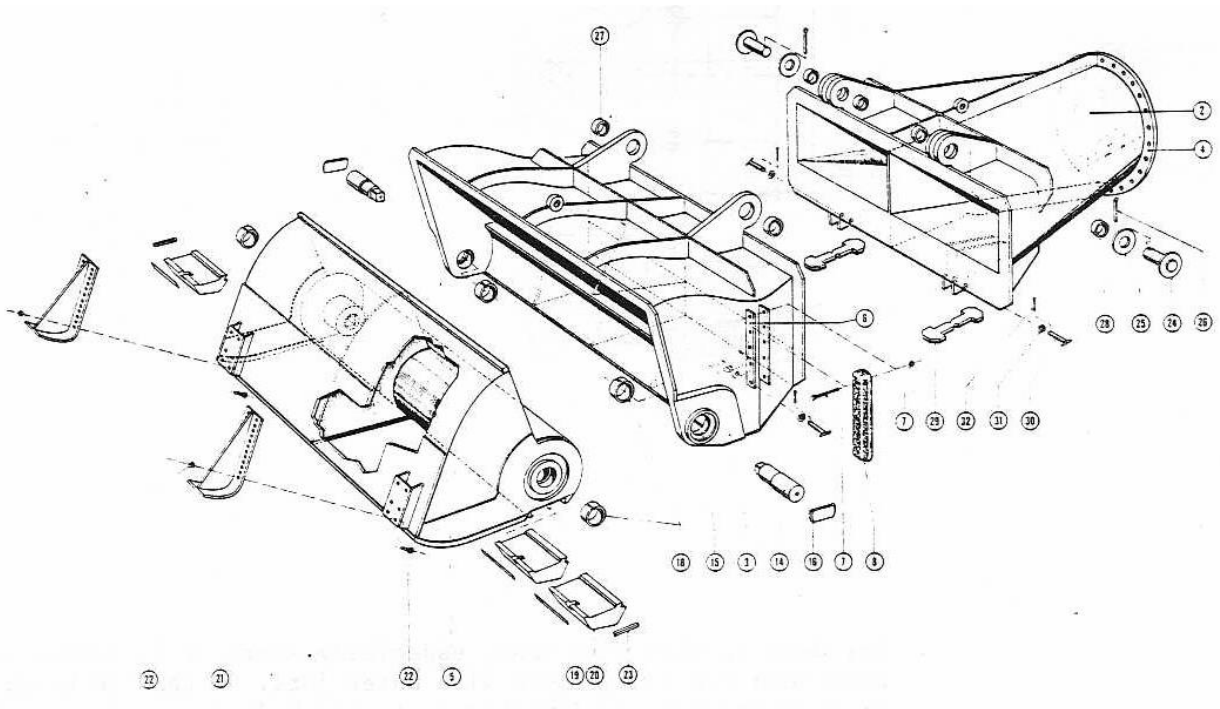
- Kontrol dan perawatan instalasi pompa bisa dilakukan dengan mudah oleh kru kamar mesin.
- Dengan kondisi kapal kosong, *suction intake* terendam lebih dalam dibandingkan dengan ketika posisi di depan kapal, akibat dari trim tersebut.
- Karena bentuk buritan, *draghead* akan bergerak lebih jarang ketika berada di bawah kapal ketika bekerja di perairan dangkal atau tempat landai.
- Pompa pasir yang digerakkan langsung oleh mesin utama jauh lebih efisien dibandingkan dari buritan ke bagian depan.
- Total dari daya penggerak dapat dengan mudah disalurkan untuk pompa ke darat. Dengan ruang pompa berada di depan kapal, kondisi ini membutuhkan investasi yang cukup besar.

Sementara itu ada juga kekurangan dari letak ruang pompa yang berada di dekat kamar mesin, yaitu:

- Kerugian utama dari ruang pompa dekat ruang mesin di buritan adalah keterbatasan kedalaman pengerukan pipa hisap, sesuatu yang telah menjadi lebih penting dalam beberapa tahun terakhir.
- Distribusi bobotnya kurang ideal dibandingkan dengan ruang pompa di bagian depan. Untuk alasan ini jembatan diposisikan di haluan saat ini.

- Karena *draghead* lebih dekat ke propeler, ada kemungkinan besar kabel yang diangkat terjat dalam propeler.

Kemudian salah satu bagian penting dari sebuah TSHD selain pompa adalah *draghead*. Menurut Vlasblom (2007), *draghead* adalah mulut isap dari kapal TSHD, dengan pompa pasir, salah satu komponen paling penting dari instalasi kapal keruk. Secara umum *draghead* terdiri dari bagian tetap yang terhubung ke pipa hisap, kadang-kadang *helmet* disebutkan dan satu atau dua bagian poros, pelindung, yang dipasang di bagian tetap. Bagian terakhir adalah *self adjusting* yang berfungsi untuk menjaga *draghead* tetap sepenuhnya menyentuh dasar laut. Berikut ini adalah komponen-komponen dari *draghead* secara rinci yang ditunjukkan oleh Gambar 5.5.



Gambar 5.5. *Breakdown* dari sebuah *draghead* tipe IHC

(Sumber: Vlasblom, 2007)

Breakdown dari komponen *draghead* tipe IHC ini dapat dilihat juga pada Tabel 5.5.

Tabel 5.5. Tabel komponen dari draghead tipe IHC

Parts List IHC drag head with divided fixed part	
Part No.	Description
1	Fixed part
2	Connector
3	Centrepiece
4	Welded flange
5	Visor
6	Strip for fender
7	Bolt and nut
8	Fender
9	Strip for fender
10	Bolt and nut
11	Fender
12	
13	
14	Shaft
15	Ring
16	Securing plate
17	
18	Bush
19	Heel wearing piece
20	Heel wearing piece
21	Shoe

Part No.	Description
22	Bolt and nut
23	Cover strip
24	Shaft
25	Securing plate
26	Split pin
27	Bush
28	Bush
29	Shear plate
30	Securing pin
31	Washer
32	Split pin
33	Stop
34	Bolt and nut
35	Strip for stop
36	
37	Screen with knife support
38	Stone trap
39	
40	
41	Knife piece
42	Bolt and nut
43	Circlip

5.4. Analisis Kekhususan pada Galangan Kapal Keruk

Setelah dijabarkan alat-alat keruk dan pertimbangan-pertimbangan dalam mendesain dan memasang alat-alat keruk pada subbab di atas, dapat diketahui bahwa kapal keruk termasuk ke dalam kategori kapal khusus. Maka dalam pembangunan kapal tersebut harus disertai dengan pengetahuan dan kemampuan dari tenaga kerja atau SDM galangan agar menghindari terjadinya kesalahan atau kerusakan saat pembangunan atau saat pemasangan alat keruk ke dek kapal. Dari hasil survei berdasarkan SDM galangan yang pernah melakukan pekerjaan pemasangan alat keruk diketahui bahwa apabila alat keruk yang dipasang berasal dari *maker* yang berbeda maka harus dilakukan perubahan pondasi untuk alat keruknya. Hal ini disebabkan perbedaan dimensi dan berat alat keruk dari *maker* yang berbeda, sehingga apabila kapal yang sudah dipasangi alat dari salah satu *maker*, sangat disarankan untuk tetap memakai alat keruk dari *maker* yang sama juga untuk menghindari pekerjaan tambahan tersebut. Dalam kasus ini lebih baik dilakukannya pelatihan awal pada SDM galangan untuk mendesain kapal sesuai alat dari *maker* agar menghindari pekerjaan tambahan tersebut.

Perlunya kemampuan dalam menangani pemasangan alat keruk ini untuk menghindari penambahan biaya untuk pekerjaan tambahan dan penyesuaian desain terhadap perubahan alat dari *maker* yang berbeda Begitu juga dengan kemampuan *drafter* atau desainer dalam

mendesain kapal keruk karena diperlukan desain yang khusus juga agar kapal dapat menyesuaikan dengan peralatan yang dipasang karena alat yang sudah ada di pasaran belum tentu memiliki ukuran, berat, atau dimensi yang sama sehingga diperlukan penyesuaian dalam desain kapal agar dapat memenuhi persyaratan dari spesifikasi alat dari *maker*.

Maka dari itu diperlukan kerja sama dengan pihak-pihak yang sudah berpengalaman dalam membangun kapal keruk untuk melaksanakan pelatihan dan pendidikan kepada tenaga kerja atau SDM dari kalangan agar dapat melakukan kegiatan perancangan dan pembangunan kapal keruk dengan baik dan dengan kesalahan sesedikit mungkin. Akan tetapi akan lebih baik jika hanya melakukan impor alat-alat keruk yang disediakan dari salah satu *maker* saja untuk mengurangi variasi dalam perencanaan perancangan desain kapal keruk sehingga memudahkan dan mempercepat produksi .

BAB 6

ANALISIS EKONOMIS PENGEMBANGAN GALANGAN KAPAL KERUK

6.1. Analisis Nilai Investasi

Pada subbab ini dilakukan analisa ekonomis pengembangan galangan kapal keruk di Indonesia. Aspek-aspek yang dilakukan analisa pada bab ini antara lain mengenai kondisi pasar, analisa investasi yang membahas tentang estimasi nilai biaya investasi awal dalam pembangunan galangan kapal keruk. Selain itu, dilakukan perhitungan mengenai estimasi waktu kembali dari investasi yang telah dilakukan.

Biaya investasi merupakan biaya yang dikeluarkan oleh pemilik galangan kapal pada saat pengadaan fasilitas dan peralatan yang diperlukan untuk memproduksi kapal keruk. Berdasarkan analisa perencanaan fasilitas galangan kapal yang telah dibahas pada bab sebelumnya, maka dapat dilakukan perhitungan estimasi nilai investasi yang diperlukan untuk pengembangan galangan kapal keruk. Estimasi nilai investasi tersebut antara lain:

- Estimasi nilai investasi untuk pembangunan kapal keruk
- Estimasi nilai investasi untuk perlengkapan kapal keruk
- Estimasi pengeluaran gaji tenaga kerja

Berikut ini adalah uraian estimasi nilai investasi tersebut.

6.1.1. Estimasi Nilai Investasi untuk Pembangunan Kapal Keruk

Untuk perhitungan investasi, pertama harus diketahui biaya yang dibutuhkan untuk membangun kapal TSHD dengan volume *hopper* 1000 m³, 1500 m³, dan 2000 m³. Sedangkan untuk pembangunan kapal dengan volume *hopper* di atas 2000 m³ (2500 m³ s.d. 5000 m³) dapat dilakukan sistem *by order*. Namun dapat diketahui juga biaya yang dibutuhkan untuk produksi kapal tersebut. Berikut ini adalah tabel standar biaya yang dibutuhkan untuk pembangunan kapal TSHD.

Tabel 6.1. Tabel standar harga untuk TSHD tipe standar

Hopper volume	Displacement at dredging mark	Lightweight	Power dredge pumps during suction	Power jet pumps on draghead	Free sailing propulsion power	Value	Costs per week		M+R/ week
		(W)	(Pt)	(Jt)	(S)	(V)	D+i	M+R	
m ³	t	t	t	t	t	€	€	€	% of V
900	2.000	635	350	220	950	10.600.000	30.952	21.917	0,2068
1.300	3.000	945	600	300	1.550	15.300.000	44.676	30.508	0,1994
1.800	4.000	1.260	880	360	2.200	19.800.000	57.816	38.734	0,1956
2.400	5.200	1.640	1.000	660	2.500	24.200.000	70.664	42.625	0,1761
2.700	5.800	1.800	1.250	660	3.550	27.200.000	79.424	45.145	0,1660
3.500	7.600	2.400	1.550	760	4.000	33.600.000	98.112	50.513	0,1503
4.700	9.900	3.050	1.950	800	5.100	40.900.000	119.428	56.639	0,1385
6.200	13.000	3.925	2.400	850	6.450	50.100.000	146.292	64.359	0,1285

(Sumber: Bray, 2009)

Tabel di atas menunjukkan standar biaya dari TSHD tipe standar. Terdapat petunjuk harga untuk pembangunan kapal TSHD dalam berbagai ukuran yang nantinya bisa dikonversi dari mata uang Euro ke Rupiah. Sementara standar harga untuk kapal TSHD tipe *split bottom* sendiri berbeda dengan kapal TSHD tipe standar seperti yang ditunjukkan pada tabel di bawah ini.

Tabel 6.2. Tabel standar biaya untuk TSHD tipe *split bottom*

Hopper volume	Displacement at dredging mark	Lightweight	Power dredge pumps during suction	Power jet pumps on draghead	Free sailing propulsion power	Value	Costs per week		M+R/ week
		(W)	(Pt)	(Jt)	(S)	(V)	D+i	M+R	
m ³	t	t	t	t	t	€	€	€	% of V
675	1500	575	250	100	800	7.290.000	21.287	17.453	0,2394
900	2000	765	350	220	1000	10.400.000	30.368	23.706	0,2279
1125	2500	955	450	260	1300	13.200.000	38.544	29.337	0,2223
1350	3000	1145	600	300	1600	15.900.000	46.428	34.766	0,2187
1580	3500	1335	750	340	1900	18.500.000	54.020	39.994	0,2162
1800	4000	1530	900	380	2200	21.000.000	61.320	43.933	0,2092
2500	5500	2125	1300	410	3600	28.300.000	82.636	50.672	0,1791
3425	7600	2910	1600	460	4000	35.500.000	103.660	57.318	0,1615
4280	9500	3635	2000	700	5000	42.700.000	124.684	63.964	0,1498
5225	11600	4440	2700	1000	6800	51.300.000	149.796	71.903	0,1402

(Sumber: Bray, 2009)

Dari Tabel 6.1 dan Tabel 6.2 dapat dilihat bahwa biaya untuk pembangunan sebuah kapal TSHD bergantung kepada ukuran dari volume *hopper* kapal. Tapi dikarenakan tidak adanya ukuran yang sudah ditentukan yaitu 1000 m³, 1500 m³, dan 2000 m³ di dalam tabel-

tabel di atas maka dicari biayanya dengan interpolasi atau dengan menggunakan rumus yang ada pada tabel tersebut yang tertulis seperti di bawah ini:

$$V = 6000 \times W + 1212000 \times W^{0.35} - 6464000 + 1900 \times P_t + 785 \times J_t + 910 \times S \quad (6.1)$$

untuk tipe standar, dan

$$V = 3700 \times W + 1960000 \times W^{0.35} - 14240000 + 1900 \times P_t + 785 \times J_t + 910 \times S \quad (6.2)$$

untuk tipe *split bottom*

Berdasarkan perhitungan dari Bray (2009) yang ditunjukkan pada rumus 6.1 dan 6.2 di atas, dalam kasus ini rumus yang akan digunakan adalah rumus untuk tipe standar, yaitu rumus 6.1. Alasan digunakannya rumus 6.1 adalah karena kapal TSHD tipe standar lebih banyak dipakai dan lebih banyak jumlahnya. Hasil dari perhitungan tersebut dapat dilihat pada Tabel 6.3 di bawah ini.

Tabel 6.3. Hasil interpolasi harga

<i>Hopper Volume</i>	Value	
	€	Rp
m ³		
900	10.600.000	170.850.800.000
1.000	11.775.000	189.789.450.000
1.300	15.300.000	246.605.400.000
1.500	17.100.000	275.617.800.000
1.800	19.800.000	319.136.400.000
2.000	21.267.000	342.781.506.000
2.400	24.200.000	390.055.600.000

Tabel 6.3 di atas menunjukkan hasil interpolasi dari volume *hopper* dengan harga berdasarkan data dari Tabel 6.1 di atas. Tulisan yang ditebalkan adalah harga hasil interpolasi di mana jenis kapal tersebut adalah yang jenis yang direncanakan untuk diproduksi. Harga dalam Rupiah menunjukkan harga dari kapal yang awalnya dengan standar harga tersebut dalam Euro kemudian dikonversi ke dalam Rupiah sesuai dengan kurs harga pada saat penelitian dilakukan.

6.1.2. Estimasi Nilai Investasi untuk Galangan Kapal Keruk

Persentase biaya pelatihan pada umumnya berkisar antara 0,6%-1,8% dari total pendapatan perusahaan. Dalam kasus ini diambil persentase biaya pelatihan untuk pelatihan

tenaga kerja seperti *drafter*, desainer, dan tenaga kerja langsung dalam merancang kapal keruk; membangun; dan memasang alat-alat kapal keruk adalah 1,5% dari total pendapatan galangan. Untuk biaya pelatihannya sendiri diambil dari pendapatan hasil pembangunan kapal keruk TSHD 1000 berdasarkan Tabel 6.4 yaitu Rp 189.789.450.000.00 sehingga didapatkan biaya pelatihan tersebut sebesar Rp 2.846.841.750 dan adanya juga biaya untuk pembelian desain yang sudah ada dari perusahaan yang memiliki paten dari desain kapal keruk dan pengembangan desain dari desain yang sudah ada tersebut sebesar Rp 3.000.000.000.

6.1.3. Estimasi Pengeluaran Gaji Tenaga Kerja

Biaya tenaga kerja adalah biaya yang dikeluarkan untuk kebutuhan tenaga kerja selama proses produksi. Biaya tenaga kerja dibedakan menjadi dua jenis, yaitu:

- **Biaya Tenaga Kerja Langsung**

Bagian dari upah atau gaji yang ditujukan kepada orang yang secara khusus dan konsisten ditugaskan atau berhubungan dengan pembuatan produk, urutan pekerjaan tertentu, atau penyediaan layanan. Biaya tenaga kerja langsung disebut juga biaya pekerjaan yang dilakukan oleh para pekerja yang benar-benar membuat produk pada lini produksi.

- **Biaya Tenaga Kerja Tak Langsung**

Bagian dari upah atau gaji yang dapat secara khusus dan konsisten diberikan kepada orang yang tidak berhubungan dengan pembuatan produk atau dapat juga dikatakan sebagai biaya pekerjaan yang dilakukan oleh para pekerja yang tidak terlibat langsung membuat produk pada lini produksi.

Perhitungan biaya tenaga kerja langsung dan tenaga kerja tidak langsung dilakukan untuk durasi selama 1 tahun. menunjukkan besarnya pengeluaran untuk biaya tenaga kerja tidak langsung dan tenaga kerja langsung. Di mana pada setiap 5 tahunnya masing-masing tenaga kerja mengalami kenaikan gaji sebesar 10%.

6.2. Estimasi Pengeluaran Total

Untuk mencari laba suatu produk perlu diperhatikan total pengeluaran dalam membuat proyek tersebut. Contoh yang diambil di sini adalah dari biaya operasional dari pembangunan kapal TSHD 1000. Pengeluaran yang harus dikeluarkan galangan kapal keruk untuk kapal jenis TSHD 1000 setiap tahunnya adalah:

- Biaya operasional = Rp 172.535.863.636,36

Pada biaya operasional pembangunan galangan kapal *keruk* terdiri dari:

- Biaya Langsung = Rp 163.595.021.886,4
- Biaya Perawatan = Rp 3.116.841.750
- Biaya Tidak Langsung = Rp 5.824.000.000

Sehingga didapat biaya operasional total sebesar Rp 172.535.863.636,36. Rincian perhitungan dari biaya operasional pembangunan kapal keruk ini dapat dilihat pada Lampiran B.

6.3. Estimasi Pendapatan Galangan

Pendapatan galangan kapal keruk didapatkan dari pembangunan 3 jenis kapal TSHD yaitu TSHD 1000, TSHD 1500, dan TSHD 2000. Untuk estimasi pendapatan galangan kapal keruk dapat dilihat pada Tabel 6.4, Tabel 6.5, dan Tabel 6.6.

Tabel 6.4. Tabel pendapatan galangan dari TSHD 1000

TSHD 1000	Waktu Kerja (bulan)	Harga	Target Pembangunan	Kenaikan Pendapatan	2020
	8	Rp 189.789.450.000	2	5%	50%
Total Pendapatan					Rp 189.789.450.000

Tabel 6.4 menunjukkan total pendapatan pada tahun pertama dengan nilai Rp 189.789.450.000. Pada tahun pertama TSHD 1000 ditargetkan untuk membangun 2 kapal dengan waktu kerja 8 bulan dengan perkiraan pada tahun pertama target yang terpenuhi hanya 50% yang berarti hanya 1 kapal yang diproduksi pada tahun itu. Tetapi ditargetkan untuk tahun-tahun selanjutnya di mana target produksinya adalah 100% dari rencana target pembangunan.

Tabel 6.5. Tabel pendapatan galangan dari TSHD 1500

TSHD 1500	Waktu Kerja (bulan)	Harga	Target Pembangunan	Kenaikan Pendapatan	2020
	8	Rp 275.617.800.000	1	5%	100%
Total Pendapatan					Rp 275.617.800.000

Tabel 6.5 menunjukkan total pendapatan pada tahun pertama dengan nilai Rp 275,617,800,000. Pada tahun pertama TSHD 1500 ditargetkan untuk membangun 1 kapal dengan waktu kerja 8 bulan dengan perkiraan pada tahun pertama target sudah terpenuhi.

Tabel 6.6. Tabel pendapatan galangan dari TSHD 2000

TSHD 2000	Waktu Kerja (bulan)	Harga	Target Pembangunan	Kenaikan Pendapatan	2020
	8	Rp 342.781.506.000	4	5%	50%
Total Pendapatan					Rp 685.563.012.000

Tabel 6.6 menunjukkan total pendapatan galangan kapal dari pembangunan kapal TSHD 2000 pada tahun pertama dengan nilai Rp 685.563.012.000. Pada tahun pertama jumlah kapal TSHD 2000 yang ditargetkan untuk dibangun adalah 4 kapal dengan waktu kerja 8 bulan dengan perkiraan pada tahun pertama target yang terpenuhi hanya 50% yang berarti hanya 2 kapal yang diproduksi pada tahun itu. Tetapi ditargetkan untuk tahun-tahun selanjutnya di mana target produksinya adalah 100% dari rencana target pembangunan yaitu 4 kapal.

6.4. Analisis Kelayakan Investasi

Dengan memperhatikan estimasi pendapatan dan keuntungan, maka dapat disusun perhitungan *Net Present Value* (NPV) dengan beberapa asumsi sebagai berikut:

- Diasumsikan penetapan tingkat suku bunga pinjaman adalah suku bunga komersial pada bank pemerintah/swasta dalam Rupiah rata-rata sebesar 11% per tahun.
- Harga-harga yang ditetapkan adalah harga pada bulan Januari 2019 dan kemungkinan masih akan terjadi kenaikan harga.

Dengan memperhatikan asumsi di atas, maka telah disusun perhitungan NPV berdasarkan estimasi pendapatan dan keuntungan dan rencana investasi dengan rincian yang ditunjukkan oleh Tabel 6.7.

Tabel 6.7. Tabel Analisis Kelayakan Investasi dan *Cashflow* Galangan

Description	Year					
	(dalam ribu Rupiah)					
	0	1	2	3	4	5
Investasi	5.846.841,75					
Uang Masuk						
Pendapatan						
-Galangan Kapal Keruk		189.789.450,00	379.578.900,00	398.557.845,00	418.485.737,25	439.410.024,11
Biaya Operasional						
1. Biaya Langsung		(160.595.021,89)	(322.794.967,45)	(338.934.715,82)	(355.881.451,61)	(373.675.524,19)
2. Biaya Perawatan		(6.116.841,75)	(336.000,00)	(352.800,00)	(370.440,00)	(388.962,00)
3. Biaya Tidak Langsung (pekerja)		(5.824.000,00)	(5.824.000,00)	(5.824.000,00)	(5.824.000,00)	(5.824.000,00)
Operational Income		17.253.586,36	50.623.932,55	53.446.329,18	56.409.845,64	59.521.537,92
Nilai Depresiasi (Galangan Kapal Keruk)		(1.416.463,90)	(1.416.463,90)	(1.416.463,90)	(1.416.463,90)	(1.416.463,90)
General Administration Cost	8%		(15.183.156,00)	(30.366.312,00)	(31.884.627,60)	(33.478.858,98)
Pembayaran Angsuran Bunga Pinjaman			(13.515.589,57)	(13.122.755,72)	(12.686.710,15)	(12.202.699,57)
Total		(30.115.209,47)	(44.905.531,62)	(45.987.801,65)	(47.098.022,45)	(48.234.713,65)
EBT (Earning Before Tax)		(12.861.623,11)	5.718.400,93	7.458.527,53	9.311.823,19	11.286.824,28
Pajak	12,5%		(1.607.702,89)	(714.800,12)	(932.315,94)	(1.163.977,90)
EAT (Earning After Tax)		(14.469.326,00)	5.003.600,82	6.526.211,59	8.147.845,30	9.875.971,24
Akumulasi Pendapatan Bersih		(14.469.326,00)	(9.465.725,18)	(2.939.513,59)	5.208.331,70	15.084.302,94
Akumulasi Pendapatan Bersih - Investasi		(5.846.841,75)	(20.316.167,75)	(15.312.566,93)	(8.786.355,34)	9.237.461,19

Tabel 6.8. Nilai NPV, IRR, ROI, dan *Payback Period*

Jumlah Kumulatif FCF × Rumus PV = NPV	116.200.053.073	Rupiah
Pengembalian Invest.(+):Invest.=IRR	40,78%	
Rata-2 NPV : Invest. = ROI	612,13%	
<i>Payback Period</i>	4,08	tahun
	4	tahun
	0,94	tahun
	11,279	bulan
Go Project / Layak		

Tabel 6.8 di atas menunjukkan bahwa waktu investasi untuk pengembangan galangan khusus kapal keruk kembali pada tahun ke-4 bulan ke-11,279. Dengan nilai *Internal Rate of Return* (IRR) sebesar 40,78 % lebih besar dari bunga bank yang telah ditetapkan yakni 11%, sehingga investasi pengembangan galangan khusus kapal keruk layak untuk dilakukan.

BAB 7

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1. Kesimpulan

Setelah dilakukan percobaan dan penelitian maka kesimpulan dari Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Potensi pasar untuk kapal keruk cukup tinggi karena berdasarkan analisis yang telah dilakukan penulis, Indonesia membutuhkan kapal keruk khususnya jenis *Trailing Suction Hopper Dredger* (TSHD) berjumlah 12 kapal dengan kapasitas yang berbeda-beda ($1.000 \text{ m}^3 - 5.000 \text{ m}^3$) dengan kapal berkapasitas 1.000 m^3 , 1.500 m^3 , dan 2.000 m^3 menjadi prioritas dengan sistem pembangunan produksi massal (*mass product*) sementara ukuran lain (3.000 m^3 , 4.000 m^3 , dan 5.000 m^3) bisa dibangun dengan sistem pemesanan (*by order*) seperti biasa. Jumlah kapal tersebut dibangun untuk menggantikan kapal-kapal yang sudah berusia ≥ 20 tahun, belum untuk menutupi kuota volume *maintenance dredging* dan *capital dredging* per tahun. Oleh karena itu, pengembangan galangan kapal keruk di Indonesia layak dilakukan karena selain sedikitnya galangan kapal dalam negeri yang mampu untuk memproduksinya, kebutuhan pasar untuk kapal tersebut di Indonesia juga cukup tinggi.
2. Untuk pengembangan galangan, kekhususan dari pembangunan kapal keruk ini adalah dibutuhkannya kerja sama dengan pihak yang sudah berpengalaman dalam membangun kapal keruk dalam mengadakan pelatihan untuk tenaga kerja langsung dalam kegiatan desain dan proses pembangunan juga instalasi alat keruk.
3. Pendapatan galangan dari pembangunan kapal TSHD 1000 adalah Rp 189.789.450.000. Biaya pelatihan untuk SDM galangan untuk desain dan pembangunan kapal keruk adalah 1,5% dari total pendapatan yang diambil dari pendapatan pembangunan kapal TSHD 1000 yaitu Rp 2.846.841.750 dan biaya pembelian atau pengembangan desain dari desain yang sudah ada dari galangan yang memiliki paten desain sebesar Rp 3.000.000.000. Total pendapatan galangan dari 3 jenis kapal yang dibangun pada tahun pertama adalah Rp 1.013.161.362.000. Nilai *Net Present Value* (NPV) adalah Rp 116.200.053.073. Pengembangan galangan kapal keruk ini dinilai layak dilakukan

karena waktu pengembalian adalah 4 tahun 11 bulan dan dengan nilai IRR mencapai 40,78% yang melebihi nilai suku bunga 11%.

7.2. Saran

1. Perlu adanya pemahaman lebih lanjut mengenai teknologi pembangunan kapal keruk jenis TSHD ini agar tidak lagi mendatangkan tenaga ahli dari instansi luar negeri sehingga dapat menekan biaya produksi.
2. Perlu adanya industri penunjang dalam negeri yang bisa memproduksi alat keruk agar dapat mengurangi biaya tambahan untuk mengimpor alat keruk tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Abu Dhabi Ship Building. (2019). Floating Dock – Mina Zayed – ADSB. Diambil 20 Mei 2019, dari <http://www.adsb.ae/services-repairs-and-refits/commercial-ship-repairs/floating-dock-mina-zayed/>
- Armatic Engineering Pvt. (2016). Grabs | Armatic Engineering Private Limited. Diambil 11 Juli 2019, dari <https://www.armaticengineering.com/grabs.html>
- Baird Maritime. (2017). Baird Maritime - Hydrographic survey vessel delivered to France. Diambil 9 Februari 2019, dari <https://www.bairdmaritime.com/work-boat-world/marine-projects-world/1159-hydrographic-survey-vessel-delivered-to-france>
- Bray, R. . N., Bates, A. . D., & Land, J. M. (1996). *Dredging: A Handbook for Engineers* (2nd ed.). [https://doi.org/10.1016/0378-3839\(80\)90016-2](https://doi.org/10.1016/0378-3839(80)90016-2)
- Bray, R. N. (2009). *A Guide to Cost Standards for Dredging Equipment 2009* (Vol. 44).
- Captains Voyage Forum. (2012). Dredgers of the World - CaptainsVoyage™ Forums. Diambil 20 Mei 2019, dari <http://www.captainsvoyage-forum.com/forum/windjammer-bar-maritime-interest/general-maritime-interrest-from-cruise-to-the-mercantile-marine-and-all-ships-between/2258-dredgers-of-the-world/page4>
- Damen. (2015). Damen’s Largest TSHD Built in Indonesia. *Damen Dredging Journal*, hal. 15.
- Damen. (2017a). Cutter Suction Dredger 350 YN561106 - Deliveries. Diambil 20 Mei 2019, dari <https://products.damen.com/en/ranges/cutter-suction-dredger/csd350/deliveries/csd-350-yn561106>
- Damen. (2017b). Water Injection Dredger 600. Diambil 20 Mei 2019, dari <https://products.damen.com/en/ranges/water-injection-dredgers/wid600>
- Dredge Yard. (2017). Plain Suction Dredger ECO 150 | Plain Suction Dredgers | Dredge Yard. Diambil 20 Mei 2019, dari <https://dredgeyard.com/dredgers/plain-suction-eco150/>
- DSB Offshore. (2019). Splitbarges | DSB Offshore Ltd. Diambil 9 Februari 2019, dari <https://www.dsboffshore.com/vessels-for-sale/splitbarges/>
- European Dredging Association. (2012a). EuDA - About dredging - Types of dredger - Hydraulic Dredger. Diambil 20 September 2018, dari http://www.european-dredging.eu/Hydraulic_dredger
- European Dredging Association. (2012b). EuDA - About dredging - Types of dredger - Mechanical dredgers. Diambil 20 September 2018, dari http://www.european-dredging.eu/Mechanical_dredger
- Hardya, T. P. (2016). *Analysis of Productivity in Dredging Project A Case Study in Port of Tanjung Perak Surabaya – Indonesia*. World Maritime University.
- Highling Dredger. (2017). HL-W 600 Wheel Bucket Dredger-cutter suction dredger_ China Dredger, Cutter Dredger , Sand Dredger, Dredger Supplier. Diambil 20 Mei 2019, dari http://www.highlingdredge.com/product_xx.asp?/178.html
- International Association of Dredging Companies (IADC). (2011). *Dredging in Figures 2010*.
- International Association of Dredging Companies (IADC). (2015). Bucket-Ladder Dredgers. Diambil 20 September 2018, dari <https://www2.iadc-dredging.com/subject/equipment/bucket-ladder-dredgers>
- International Association of Dredging Companies (IADC). (2017a). Dipper Dredgers. Diambil 20 Mei 2019, dari https://www2.iadc-dredging.com/subject/equipment/dipper-dredgers*
- International Association of Dredging Companies (IADC). (2017b). Dustpan Dredgers. Diambil 20 Mei 2019, dari <https://www2.iadc-dredging.com/subject/equipment/dustpan->

dredgers

- International Association of Dredging Companies (IADC). (2018). *Dredging in Figures 2017*.
- Jan De Nul. (2016). Backhoe Dredger | Jan De Nul Group. Diambil 20 September 2018, dari <https://www.jandenul.com/en/equipment/fleet/backhoe-dredger>
- Jan De Nul. (2017a). Cutter Suction Dredger | Jan De Nul Group. Diambil 20 September 2017, dari <https://www.jandenul.com/en/equipment/fleet/cutter-suction-dredger>
- Jan De Nul. (2017b). Trailing Suction Hopper Dredger | Jan De Nul Group. Diambil 20 September 2017, dari <https://www.jandenul.com/en/equipment/fleet/trailing-suction-hopper-dredger>
- Kementerian Perhubungan. *Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 125 Tahun 2018*. , (2018).
- MachineTo. (2017). Grab Dredger / Grab Bucket / Dredge Grab Bucket / Clamshell Bucket. Diambil 16 Juli 2019, dari <http://www.machineto.com/grab-dredger-grab-bucket-dredge-grab-bucket-clamshell-bucket-10311700>
- Mahendra, J. (2012). Pengerukan dan Reklamasi. Diambil 20 September 2017, dari <http://jurismahendra.blogspot.com/>
- Mahendra, J. (2016). *Introduction to Dredging*. Lecture Notes.
- Mynewsdesk. (2014). East Marine Launches New 10m³ Grab Dredger to Undertake Jurong... - East Marine Pte Ltd. Diambil 20 Mei 2019, dari <http://www.mynewsdesk.com/sg/eastmarine/pressreleases/east-marine-launches-new-10m3-grab-dredger-to-undertake-jurong-island-west-extension-project-dredging-989350>
- Oktoberly. (2011). *Dredging Perairan Dangkal*.
- PT Dok dan Perkapalan Surabaya. (2011). Facilities. Diambil 10 Juli 2019, dari <https://www.dok-sby.id/main/index.php?pg=company&reqMode=corporate>
- Pujawan, I. N. (2004). *Ekonomi Teknik* (1st ed.). Surabaya: Guna Widya.
- Rohim, M. A. (2003). *Penentuan Prototipe Kapal Keruk Yang Sesuai untuk Dermaga Umum Pelabuhan Gresik*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Royal IHC. (2017a). Dredge pumps - Royal IHC. Diambil 20 Mei 2019, dari <https://www.royalihc.com/en/products/dredging/hopper-dredging/tshd-dredge-pumps>
- Royal IHC. (2017b). Trailing suction pipe system - Royal IHC. Diambil 20 Mei 2019, dari <https://www.royalihc.com/en/products/dredging/hopper-dredging/trailing-suction-pipe-system>
- Salim, H. S., & Sutrisno, B. (2008). *Hukum Investasi di Indonesia*. Jakarta: Rajawali Pers.
- Schlott, H. W. (1980). *Shipbuilding Technology*.
- Ship Support. (2018). ShipSupport | Drag head - IHC type - D= 600 mm - Custom - Buffer bar. Diambil 20 Mei 2019, dari https://www.shipsupport.com/en_us/eur/product/drag-head-ihc-type-d-600-mm-custom-buffer-bar/100402222
- SMI Offshore. (2017). Swell compensator systems - SMI Offshore. Diambil 20 Mei 2019, dari <https://www.smi-offshore.com/product/swell-compensator-systems/>
- SNAME. (2003). Ship Design and Construction. In T. Lamb (Ed.), *America*. USA: Sheridan Books.
- Soegiono. (2004). *Teknologi Produksi dan Perawatan Bangunan Laut* (1st ed.). Surabaya: Airlangga University Press.
- Soeharto, A., & Soejitno. (1996). *Galangan Kapal*. Surabaya: Fakultas Teknologi Kelautan - ITS.
- Soejitno. (1997). *Teknologi Produksi Kapal*. Surabaya: Fakultas Teknologi Kelautan - ITS.
- Storch, R. L. (1995). *Ship Production* (2nd ed.). Centreville: Cornell Maritime Press.
- Tema Shipyard. (2019). Graving Docks | Tema Shipyard. Diambil 20 Mei 2019, dari <https://www.temashipyard.com/facilities/graving-docks/>

- The Phuket News. (2013). Phuket: Navy commissions slipway. Diambil 17 Juli 2019, dari <https://www.thephuketnews.com/phuket-navy-commissions-slipway-38325.php#XX80ge9eMPPHDgsL.97>
- Trade India. (2013). Drag Head (California Heavy Duty Type) in Chongqing, Chongqing. Diambil 20 Mei 2019, dari <https://www.tradeindia.com/fp1806190/Drag-Head-California-Heavy-Duty-Type-.html>
- TribunPontianak.co.id. (2015). Kapal Keruk Pertama Buatan Indonesia, Begini Cara Kerjanya - Halaman all - Tribun Pontianak. Diambil 19 Desember 2016, dari <https://pontianak.tribunnews.com/2015/04/16/kapal-keruk-pertama-buatan-indonesia-begini-cara-kerjanya?page=all>
- Vlasblom, W. J. (2007). *Trailing Suction Hopper Dredger*. Lecture Notes
- Vlasbom, W. J. (2004). *Dredge Pumps* (hal. 66). hal. 66. Lecture Notes
- Wignjosoebroto, S. (2009). *Buku Tata Letak Pabrik dan Pемindahan Bahan* (3rd ed.). Surabaya: Guna Widya.

Halaman ini sengaja dikosongkan

LAMPIRAN

Lampiran A Pangsa Pasar Pengerukan di Indonesia dan Kebutuhan Kapal Keruk
Lampiran B Analisis Teknis dan Ekonomis

LAMPIRAN A
ANALISIS PASAR Pengerukan DI INDONESIA DAN
KEBUTUHAN KAPAL KERUK

TABEL TIME-SERIES PEKERJAAN Pengerukan
DIREKTORAT KEPELABUHANAN DAN Pengerukan
DIREKTORAT JENDERAL PERHUBUNGAN LAUT
KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
PERIODE 2010-2017

Lokasi	Jenis Kapal	Volume (m ³)							
		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Brebes	Clamshell	120.000							
Tegal (BUP)	Clamshell	196.640							
Kumai (BUP)	TSHD	332.320			1.013.500	1.194.879	1.000.000	1.000.000	
Muntok (BUP)	Clamshell	200.000							
Palembang (BUP)	TSHD	1.000.000	1.000.000	1.000.000	865.000		1.000.000	1.760.000	
Muara Padang (BUP)	Clamshell	150.000					145.460		
Samarinda (BUP)	TSHD	1.000.000	1.000.000	1.000.000	865.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	
Juwana	Clamshell		350.000		372.000			400.000	427.332
Batang	Clamshell		199.000						416.275
Brondong			250.000						
Benoa (BUP)	Clamshell		110.000	178.000	204.150	245.636	201.608	200.000	
Labuhan Lombok			228.000	90.000					151.146
Pontianak (BUP)	TSHD		1.000.000	1.000.000	865.000	1.074.746	1.002.116	1.000.000	
Sampit (BUP)	TSHD		880.000		618.000		490.105	1.000.000	
Pulang Pisau (BUP)	TSHD		1.100.000		892.700			1.000.000	
Manado (BUP)			346.000						
Tahuna			200.000						
Talang Duku (BUP)			279.000						
Tanjung Redeb (BUP)			450.000						
Jeneponto			313.500						
Namlea			40.000	70.000					175.166
Ternate (BUP)			76.630						
Terminabuan			300.000						
Tanjung Balai Asahan (BUP)				1.000.000					

Lokasi	Jenis Kapal	Volume (m ³)							
		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Nipah Panjang				300.000					
Pangkal Balam (BUP)				300.000					
Tanjung Emas (BUP)	TSHD			350.000	1.300.000	1.000.000	715.000	300.000	723.575
Pasuruan (BUP)				280.000					
Probolinggo (BUP)				200.000					
Bima (BUP)				300.000					
Kendawangan	Clamshell			250.000				300.000	
Belang-Belang				150.000	131.000				
Belawan (BUP)	TSHD				1.415.000	1.800.000	2.262.365	2.100.000	
Padangbai (BUP)					115.000				
Bumbulan					101.690				
Tobelo (BUP)					106.470				

Sumber: Direktorat Kepelabuhanan dan Pengerukan

MARKET ANALYSIS – MAINTENANCE DREDGING

NO	LOCATION	TYPE	VOLUME (m ³)	EQUIPMENT (Minimum)	PERIODIC	Ext. Depth (-mLWS)	Design Depth (-mLWS)
A	GOVERNMENT						
1	Palembang	Maintenance	800.000	TSHD 3000m3	Annual	3	6
2	Pontianak	Maintenance	800.000	TSHD 2000m3	Annual	3	4,6
3	Samarinda	Maintenance	1.000.000	TSHD 3000m3	Annual	3-4	6
4	Sampit	Maintenance	400.000	TSHD 2000m3	Annual	3-4	6
5	Kumai	Maintenance	400.000	TSHD 2000m3	Annual	3-4	6
6	Tegal	Maintenance	100.000	Clamshell 8m3	Annual	3	5
7	Juwana	Maintenance	100.000	Clamshell 8m3	Annual	3	5
			3.600.000				
B	GOVERNMENT COMPANY						
1	Pertamina						
	a. Cilacap	Maintenance	400.000	TSHD 3000m3	Annual	7	9
	b. Balongan	Maintenance	800.000	TSHD 3000m3	Annual	6	9
	c. Tanjung Priok	Maintenance	300.000	Clamshell 8m3	Annual	9	12
	d. Chevron Dumai	Maintenance	300.000	TSHD 3000 & Clamshell 8m3	Setiap 3 tahun	16	17
	e. Semampir	Maintenance	500.000	Clamshell 8m3	Setiap 2 tahun	7	9
	l. Arun	Maintenance	300.000	TSHD 2000m3	Setiap 2 tahun	10	12
			2.600.000				
2	Energy & PLN (Power Plant)						
	a. Cilacap S2P	Maintenance	400.000	TSHD 2000m3	Annual	6	7
	b. Tg. Awar-Awar	Maintenance	400.000	TSHD 2000 & Clamshell 8m3	Annual	6	7
	c. Pacitan	Maintenance	300.000	TSHD 2000 & Clamshell 8m3	Setiap 2 tahun	6	7
	d. Labuan	Maintenance	400.000	TSHD 2000 & Clamshell 8m3	Setiap 2 tahun	6	7
	e. Indramayu	Maintenance	300.000	TSHD 2000 & Clamshell 8m3	Setiap 2 tahun	6	7

NO	LOCATION	TYPE	VOLUME (m ³)	EQUIPMENT (Minimum)	PERIODIC	Ext. Depth (-mLWS)	Design Depth (-mLWS)
	f. Tangerang	Maintenance	200.000	TSHD 2000 & Clamshell 8m3	Setiap 2 tahun	6	7
			2.000.000				
3	Gas/PGN						
4	Pelabuhan Indonesia						
	a. Belawan	Maintenance	1.000.000	TSHD 5000m3	Annual	7	9
	b. Bengkulu	Maintenance	500.000	TSHD 5000m3	Annual	6	10
	c. Tanjung Priok	Maintenance	700.000	TSHD 2000 & Clamshell 8m3	Annual	13	15
	d. Tanjung Perak	Maintenance	400.000	TSHD 5000m3	Annual	14	14
	e. Banjarmasin	Maintenance	2.000.000	TSHD 4000m3	Annual	5	6
	f. APBS Surabaya	Maintenance	2.000.000	TSHD 5000m3	Annual	13	14
	g. Tanjung Mas	Maintenance	500.000	TSHD 5000m3	Annual	13	14
	h. Cirebon	Maintenance	400.000	TSHD 2000 & Clamshell 8m3	Annual	7	8
			7.400.000				
			12.000.000				
C	PRIVATE						
	Indominco Coal	Maintenance	800.000	TSHD, Clamshell	Setiap 2 tahun		
			800.000				
TOTAL			16.400.000				

Sumber: PT China Harbour Engineering

MARKET ANALYSIS – POTENTIAL DREDGING MARKET

NO	LOCATION	TYPE	VOLUME (m³)	EQUIPMENT	Remarks
A	GOVERNMENT				
1	Palembang	Maintenance	800.000,00	TSHD	12 Nmiles
2	Pontianak	Maintenance	800.000,00	TSHD	16 Nmiles
3	Samarinda	Maintenance	1.000.000,00	TSHD	12 Nmiles
4	Sampit	Maintenance	400.000,00	TSHD	12 Nmiles
5	Kumai	Maintenance	400.000,00	TSHD	12 Nmiles
6	Tegal	Maintenance	100.000,00	Clamshell	8 Nmiles
7	Juwana	Maintenance	100.000,00	Clamshell	8 Nmiles
			3.600.000,00		
B	GOVERNMENT COMPANY				
1	Pertamina				
	a. Cilacap	Maintenance	400.000,00	TSHD	12 Nmiles
	b. Balongan	Maintenance	8.000,00	TSHD	8 Nmiles
	c. Tanjung Priok	Maintenance	300.000,00	Clamshell	16 Nmiles
	d. Semampir	Maintenance	500.000,00	Clamshell	22 nmiles
	e. Dumai	Capital	200.000,00	CSD	12 Nmiles
	f. CIB Cilacap	Capital	2.500.000,00	TSHD & Clamshell	12 Nmiles
	h. Dumai	Capital	1.500.000,00	TSHD & Clamshell	12 Nmiles
	i. Arun	Maintenance	300.000,00	TSHD	3 Nmiles
	j. Balikpapan	Capital	1.500.000,00	TSHD & Clamshell	12 Nmiles

	k. TPPI Tuban	Maintenance	2.000.000,00	TSHD & Clamshell	8 Nmiles
			9.208.000,00		
2	Energy & PLN (Power Plant)				
	a. Cilacap S2P	Maintenance	400.000,00	TSHD	12 Nmiles
	b. Tg. Awar-Awar	Maintenance	400.000,00	TSHD & Clamshell	8 Nmiles
			800.000,00		
3	Gas/PGN				
4	Fertilizer Company				
	a. PIM Aceh	Maintenance	1.200.000,00	TSHD & Clamshell	3 Nmiles
	b. PKT Bontang	Reclamation	6.000.000,00	CSD, TSHD & Clamshell	12 Nmiles
			7.200.000,00		4-5 Km Pipeline
5	Pelabuhan Indonesia				
	a. Belawan	Maintenance	1.000.000,00	TSHD	12 Nmiles
	b. Bengkulu	Maintenance	500.000,00	TSHD	8 Nmiles
	c. Tanjung Priok	Maintenance	600.000,00	TSHD & Clamshell	16 Nmiles
	d. Tanjung Perak	Maintenance	400.000,00	TSHD	22 Nmiles
	e. Banjarmasin	Maintenance	2.000.000,00	TSHD	12 Nmiles
	f. APBS Surabaya	Maintenance	2.000.000,00	TSHD	12 Nmiles
	g. Tanjung Mas	Maintenance	500.000,00	TSHD	12 Nmiles
	h. Cirebon	Maintenance	400.000,00	TSHD & Clamshell	8 Nmiles
			7.400.000,00		
			24.608.000,00		

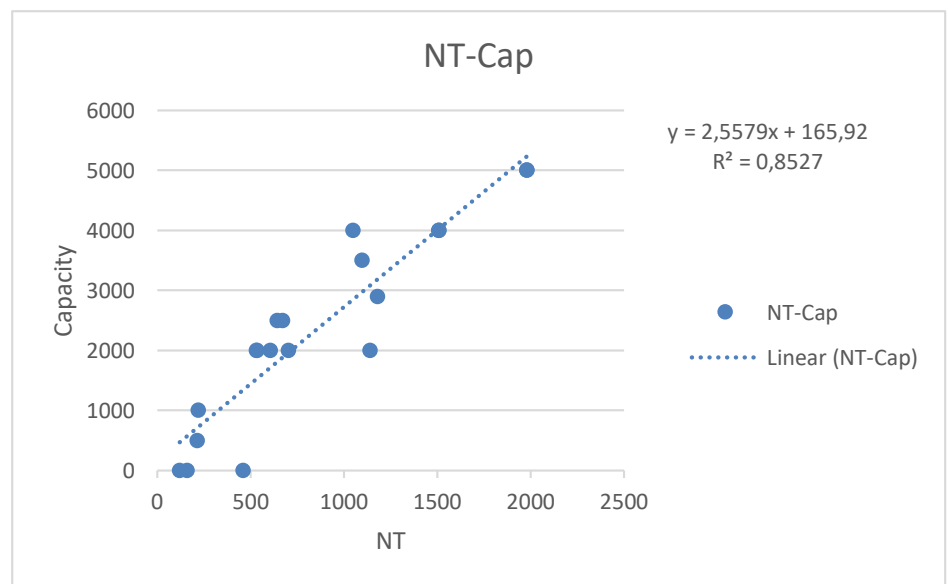
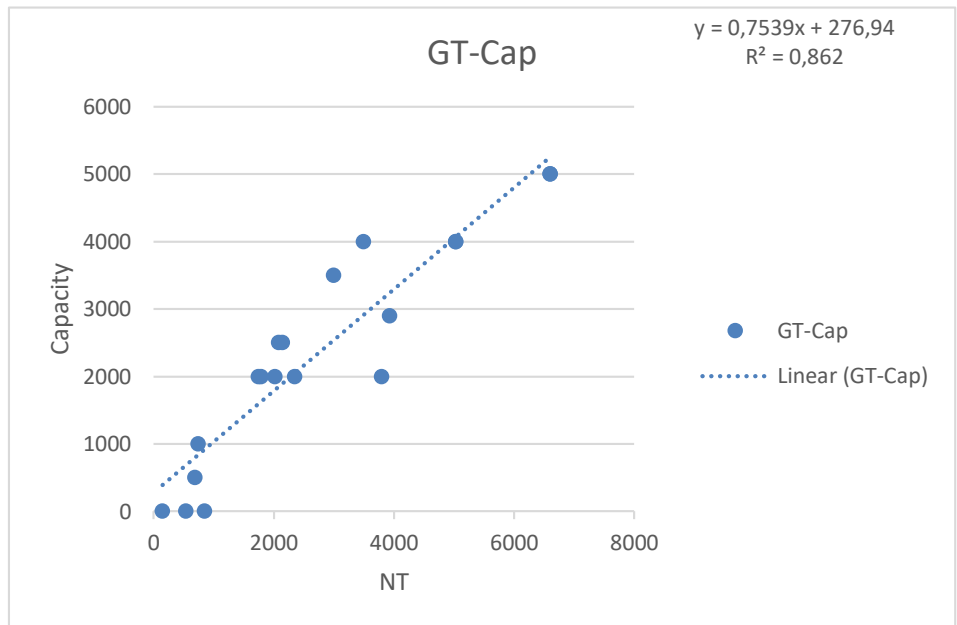
C	PRIVATE				
1	Maspion Gresik	Capital	400.000,00	Clamshell	22 Nmiles
2	Bojanegara Wilmar	Capital	2.500.000,00	CSD	12 Nmiles
3	Jawa 3	Capital	1.000.000,00	CSD	12 Nmiles
4	Brondong	Reklamasi	2.000.000,00	CSD	2 Km
			5.900.000,00		
	T O T A L		34.108.000,00		

Sumber: PT China Harbour Engineering

No	Nama Kapal	Tahun Pembuatan	LOA	LBP	Lebar	Tinggi	Gross Tonnage	Net Tonnage	Kapasitas (m ³)
99	KING RICHARD 8	1975	84	78,14	13	5	2348	705	2000
100	TIMOR	1980	95	89,17	18,4	7,27	3801	1141	2000
130	IRIAN JAYA	1981	109,88	104,9	18	8,05	5029	1509	4000
34	NATUNA	1983	44,8	43,01	14	4,9	740	222	1000
165	RSA MARINE 2	1983	62,48	58,43	14,63	5,03	1786	535	2000
35	HALMAHERA	1983	92	85,81	16	8	3934	1181	2900
101	KALIMANTAN - II	1983	109,88	104,9	18	8,05	5029	1509	4000
162	SORONG	1985	105,43	100,68	16	6,15	3497	1050	4000
116	TSHD MEKAR 501	1992	65,3	62,67	16	5,6	1741	532	2000
102	INAI KEKWA	1993	46	42,37	11	4	687	214	500
103	PERINTIS 2000	1993	84,3	80,26	14,5	6,3	2020	606	2000
113	ARU - II	1993	124,4	115,11	18	10,3	6603	1981	5000
37	BALI II	1993	124,4	115,1	18	10,3	6603	1981	5000
39	KING ARTHUR III	2003	85,8	81	14	5,1	2084	672	2500
106	RSA MARINE 1	2006	85,8	81	14	6,1	2141	643	2500
107	KING ARTHUR 8	2007	88,5	83,54	16	6,8	2998	1098	3500
136	VERSATILE	1995	60	56,65	12	4,6	851	461	
38	SAGAR MANTHAN	1996	46,5	37,46	11,2	4	534	161	
111	KARTIKA SURYA SATRIA	1996	26,16	26,16	8,33	3,3	151	120	
108	H.P BELTIM I	2008	60	57,6	12	3,2	515	155	
104	MENTRA CHOOL	2008	74,97	74,97	15	2,3	335	101	
109	INA I	2008	74,97	74,97	15	2,3	335	101	
110	CHUN SIN	2008	80,5	80,5	16,8	2,38	404	122	
122	NUSANTARA JAYA ABADI 2	2008	77	77	16	2,3	375	113	
123	NUSANTARA JAYA ABADI 1	2008	77	77	16	2,3	375	113	
124	RSA MARINE 3 - 5000	2009	105,75	95,8	18,8	8,6	5132	1803	5000
126	BERKAH ALAM SAMUDRA	2009	74,97	74,97	15,09	2,3	335	101	
128	KIMKIM	2009	83	83	16	2,3	348	105	
129	KIMHIN	2009	77	77	16	2,3	369	111	
131	PARAMRUAY 3	2009	80	80	16	2,46	405	122	
132	MEHAD 2 - 2000	2010	79,8	76	14,2	4,6	1665	500	2000
133	INDO DHARMA 1	2010	81,6	81,6	18	2,43	353	106	
135	PIRAT 1	2010	83	83	16	2,45	413	124	
137	NEEMA	2010	83	83	16	2,35	382	115	

138	XJL 601	2010	64,3	64,3	13	5,6	1493	448	
139	BARUNA TIRTA SAMUDERA	2010	80,1	80,1	15,8	2,78	521	157	
140	CITRA BANGKA LESTARI	2010	89,56	89,56	16	2,3	358	108	
142	PRIMA SUKSES 1	2010	93	93	16	2,45	469	141	
143	ANDALAS JAYA UTAMA	2010	82,8	82,8	18	2,55	511	154	
144	ANUGERAH BERKAH UTAMA	2010	89,58	89,58	16	2,3	406	122	
145	HARAPAN SELAMAT	2010	89,58	89,58	16	2,3	358	108	
146	PARAMA I	2011	83	83	16	2,45	470	141	
147	RANTAU INDAH MANDIRI	2011	85	85	16,2	2,45	427	129	
150	INTI SAMUDRA I	2011	92	92	16	2,6	589	177	
152	SRIWIJAYA LAUTAN TIMAH	2011	86	86	18	2,55	548	165	
153	ISAMAR	2011	74,5	74,5	15	2,3	438	131	
154	SURYA NUSANTARA	2011	53,34	48	8,8	4,1	575	338	
155	RANTAU INDAH MANDIRI 02	2011	85,55	85,55	16,3	2,3	359	108	
156	REZEKI ALAM SENTOSA 1	2013	89,76	85,76	16	2,45	462	139	
157	ARSARI I	2013	94,6	94,6	18,1	2,42	701	211	
160	PUSAKA - 2000	2014	70,2	68,28	20	3,65	1821	547	2000
161	ARSARI 8	2014	87,6	87,6	18,5	2,5	588	177	
163	BARITO EQUATOR -2500	2015	80,35	76,16	16,2	5,6	2682	650	2500
164	GT-2	2015	92,34	90	18	2,53	594	179	

Kapasitas (Regresi)	ERROR
2220,21	11%
3181,37	59%
3992,63	0%
1155,44	16%
1845,45	-8%
3269,55	13%
3992,63	0%
2980,77	-25%
1838,83	-8%
1137,80	128%
2001,97	0%
5033,15	1%
5033,15	1%
2147,46	-14%
2083,53	-17%
3086,58	-12%
1682,31	
1020,96	
930,58	
1007,74	
888,69	
888,69	
934,99	
915,15	
915,15	
4640,75	-7%
888,69	
897,51	
910,74	
934,99	
1768,29	-12%
899,72	
939,40	
919,56	
1653,66	
1012,15	
904,13	
976,87	
1005,53	
934,99	
904,13	
976,87	



Kapasitas (Regresi)	ERROR
950,42	
1056,24	
1029,78	
954,83	
1411,16	
904,13	
972,47	
1131,19	
1871,90	-6%
1056,24	
2098,97	-16%
1060,65	

FASILITAS DAN PERALATAN GALANGAN PT DOK & PERKAPALAN SURABAYA

NO	NAMA FASILITAS	TIPE	JUMLAH	KAPASITAS	TAHUN PEMBUATAN	STATUS
1	BUILDING BERTH AND FLOATING DOCK					
	A. BUILDING BERTH					
	Slipway North Yard		1 unit	125 m x 22 m	2014	Milik Sendiri
	Transverse Slipway		1 unit	60 m x 40 m	1988	Milik Sendiri
	Building Berth South Yard (Semi Graving)	Semi Graving Dock	1 unit	69 m x 21 m	1988	Milik Sendiri
	B. FLOATING DOCK					
	Floating Dock Surabaya IV	Floating Dock	1 unit	2000 TLC, 100.0 m x 22.0 m	1996	Milik Sendiri
	Floating Dock Surabaya II	Floating Dock	1 unit	3500 TLC, 109.3 m x 28.4 m	1996	Milik Sendiri
	Floating Dock Surabaya I	Floating Dock	1 unit	3500 TLC, 109.3 m x 28.4 m	1996	Milik Sendiri
	Floating Dock Surabaya V	Floating Dock	1 unit	6000 TLC, 152.5 m x 33.6 m	1996	Milik Sendiri
2	OUTFITTING QUAY					
	Quay No. 1			190 m & 8 - 12 m	1988	Milik Sendiri
	Quay No. 2			140 m & 8 - 12 m	1988	Milik Sendiri
	Quay No. 3			270 m & 8 - 12 m	1988	Milik Sendiri
3	WELDING MACHINE					
	Submerged Automatic Welding Machine	ESSAB A2 Minitrack, 800 A	2 unit		1964	Milik Sendiri
		HOBART, TAL 1500	2 unit		1964	Milik Sendiri
	Multi Operator Welding Machine "ESAB"		96 unit		1964	Milik Sendiri
	Welding Machine DC 400 A "ESAB"	DC 400 A	60 unit		1964	Milik Sendiri
	Welding Machine DC 400 A "HOBART"	DC 400 A	40 unit		1964	Milik Sendiri
	Welding Machine DC 300 - 400 A (others)	DC 300 - 400 A	75 unit		1964	Milik Sendiri
	Multi Operator Welding Set, ESAB	MOW	60 unit		1964	Milik Sendiri
	MIG Welding Set (LINCOLN CIG)		7 unit		1964	Milik Sendiri
4	CUTTING MACHINE					
	Optical Gas Cutting Machine "ESAB"		1 unit	Model: L x A 15 / 20 WT - 16300	1987	Milik Sendiri

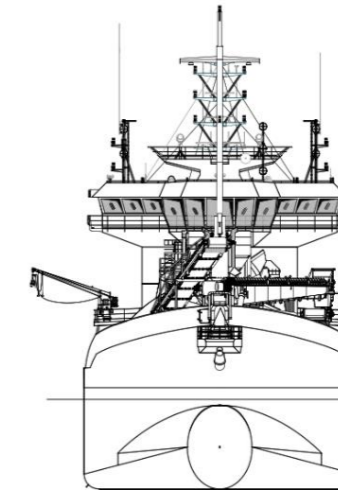
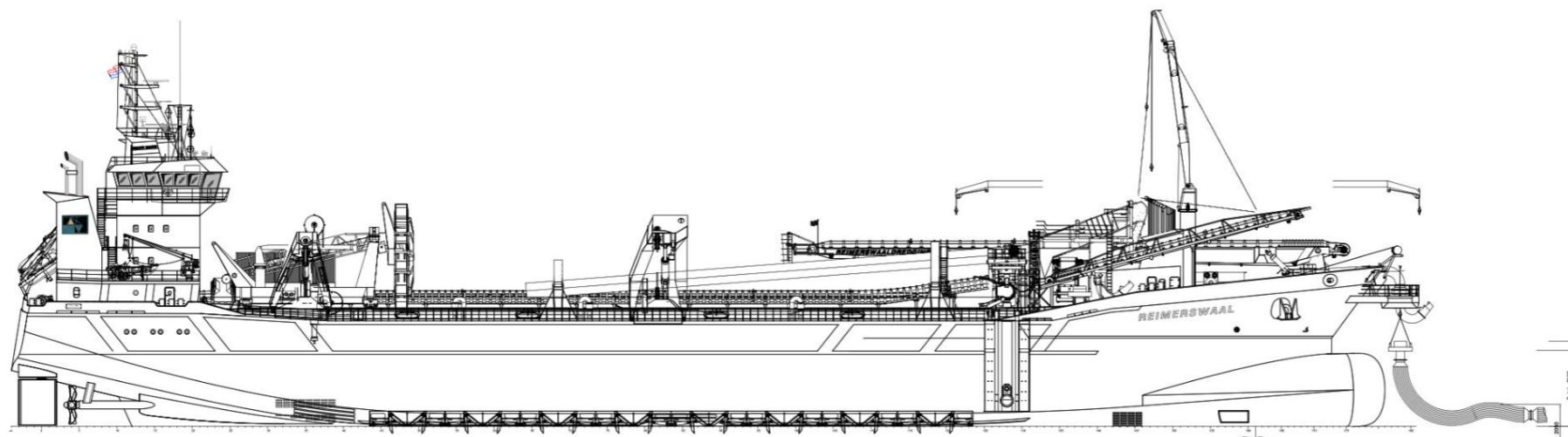
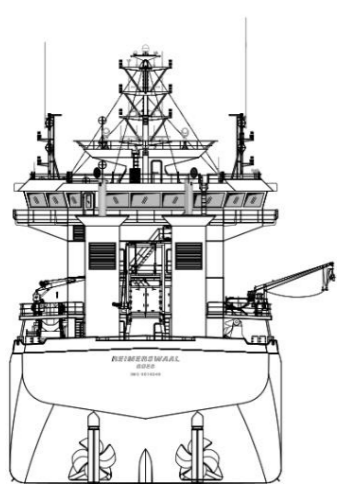
NO	NAMA FASILITAS	TIPE	JUMLAH	KAPASITAS	TAHUN PEMBUATAN	STATUS
	Semi Automatic Gas Cutting Machine		30 unit		1964	Milik Sendiri
	5/8" & 1/2" Shearing Machine		1 unit		1964	Milik Sendiri
	NC Cutting Machine + Software	ESAB COMBIREX CXD-P	2 unit	Size 4000 - 30 m, Track length	1964	Milik Sendiri
	Manual Cutting Machine		250 unit		1964	Milik Sendiri
5	CRANE, TUG BOAT, BARGES, AND FORKLIFT					
	A. CRANE					
	Krol Giant Tower Crane	Model K. 3000 Jib length 90 m	1 unit	Kapasitas: 60 ton di 6 m, 27 ton di 90 m	1995	Milik Sendiri
	Pontain MD 900	MD 900, Jib length 60 m	2 unit	50 ton x 18 m outreach, 14 ton x 60 m outreach	1995	Milik Sendiri
	Krol Tower Crane	Model K. 200 D Jib length 35 m	1 unit	12 ton x 20 m outreach, 7 ton x 35 m outreach	1995	Milik Sendiri
	Floating Crane		1 unit	75 ton at 15 m outreach	1995	Milik Sendiri
	Portal Travel Crane		1 unit	5-15 ton at 20 m outreach	1995	Milik Sendiri
	Jib Crane 5 ton		1 unit	5 ton	1995	Milik Sendiri
	Over Head Traveling Crane, 5 ton		6 unit	5 ton	1995	Milik Sendiri
	Over Head Traveling Crane, 10 ton		5 unit	10 ton	1995	Milik Sendiri
	Over Head Traveling Crane, 16 ton		2 unit	16 ton	1995	Milik Sendiri
	Hydraulic Jack 150 ton, 100 ton, 50 ton		each 5 unit		1995	Milik Sendiri
	B. TUG BOAT					
	DPS VI (275 PS)	Tug Boat	1 unit	275 PS	1946	Milik Sendiri
	DPS VIII(125 PS)	Tug Boat	1 unit	125 PS	1959	Milik Sendiri
	DPS IX (400 PS)	Tug Boat	1 unit	400 PS	1973	Milik Sendiri
	DPS X (480 PS)	Tug Boat	1 unit	480 PS	1973	Milik Sendiri
	C. BARGES					
	Working Pontoon 100 ton	Working pontoon	7 unit	100 ton	1984	Milik Sendiri
	Water barge 480 ton	Water barge	1 unit	480 ton	1984	Milik Sendiri
	Water barge 110 ton	Water barge	1 unit	110 ton	1984	Milik Sendiri
	Oil barge 100 ton	Oil barge	1 unit	100 ton	1984	Milik Sendiri

NO	NAMA FASILITAS	TIPE	JUMLAH	KAPASITAS	TAHUN PEMBUATAN	STATUS
	Garbage pontoon 150 ton	Garbage pontoon	2 unit	150 ton	1984	Milik Sendiri
	D. FORKLIFT					
	Forklift 5 ton	Forklift	1 unit	5 ton	1988	Milik Sendiri
	Forklift 3 ton	Forklift	3 unit	3 ton	1988	Milik Sendiri
	Trailer 5 ton	Trailer	1 unit	5 ton	1988	Milik Sendiri
	Trailer 3 ton	Trailer	1 unit	3 ton	1988	Milik Sendiri
	Truck 2,5 ton	Truck	1 unit	2,5 ton	1988	Milik Sendiri
	Truck 5 ton	Truck	1 unit	5 ton	1997	Milik Sendiri
	Mobile crane 3 ton	Mobile Crane	1 unit	3 ton	1980	Milik Sendiri
6	BENDING MACHINE					
	Hydraulic Press Machine	Plate Bending/Press Machine	1 unit	500 ton	1933	Milik Sendiri
	Hydraulic Press Machine	Plate Bending/Press Machine	1 unit	300 ton	1938	Milik Sendiri
	Hydraulic Press Machine	Plate Bending/Press Machine	1 unit	300 ton	1938	Milik Sendiri
	1/4" Punching Machine		1 unit		1933	Milik Sendiri
	Profile Bending Machine	Profile Bending Machine	1 unit	350 ton	1935	Milik Sendiri
	Pipe Bending Machine 3" - 6"	Pipe Bending Machine	1 unit		1935	Milik Sendiri
	Pipe Bending Machine 1" - 3"	Pipe Bending Machine	1 unit		1935	Milik Sendiri
	Portable Pipe Bending 1" - 3"	Pipe Bending Machine	7 unit		1935	Milik Sendiri
7	BLASTING & PAINTING EQUIPMENT					
	Compressor	Electric Screw Compressor	4 unit	Min. 400 CFM (2 nozzle), pressure 8,5 bar	2015	Milik Sendiri
	Air Receiver		2 unit	200 liter complete accessories	2015	Milik Sendiri
	Blasting Pot		8 unit	1 nozzle, air hose dia. 2,5" 5 meter	2015	Milik Sendiri
	Blasting Hose		8 unit	dia. 1 1/4" (@ 120m)	2015	Milik Sendiri
	Blasting Nozzle		8 unit		2015	Milik Sendiri
	Airless		2 unit		2015	Milik Sendiri
	Boom Lift	Penggerak mesin	1 unit	13 meter	2015	Milik Sendiri

NO	NAMA FASILITAS	TIPE	JUMLAH	KAPASITAS	TAHUN PEMBUATAN	STATUS
	Water Jet		2 unit	7000 psi, 500 bar	2015	Milik Sendiri
8	Post Weld Heat Treatment	Filamen	1 unit	Max temp 700°C	2015	Milik Sendiri
9	Roll Plate Machine		1 unit	to roll plate 10 - 15 mm	2015	Milik Sendiri
10	WORKSHOP					
	Plate Workshop			Total 6725 m ²		Milik Sendiri
	Pipe Workshop			Total 2800 m ²		Milik Sendiri
	Assembly			Total 6725 m ²		Milik Sendiri
	Block Storage			Total 5224 m ²		Milik Sendiri
	Mould Loft			40 m x 30 m	1994	Milik Sendiri
	Mould Loft			10 m x 18 m	1994	Milik Sendiri
	Mould Loft			10 m x 15 m	1994	Milik Sendiri
	Machinery Workshop			Total 5224 m ²		Milik Sendiri
	1. Boring bar rudder 3m x max. dia. 700 mm		1 unit		1965	Milik Sendiri
	2. Boring bar stern tube 5m x max. dia. 700 mm		1 unit		1965	Milik Sendiri
	3. Lathe machine 3" - 6"		2 unit		1949	Milik Sendiri
	4. Vertical lathe machine		18 unit		1949	Milik Sendiri
	5. Vertical boring machining 700 mm dia. & 400 mm		2 unit		1949	Milik Sendiri
	6. Longitudinal boring machine 3" dia.		6 unit		1949	Milik Sendiri
	7. Frais machine		4 unit		1949	Milik Sendiri
	Electric Workshop			Total 5224 m ²		Milik Sendiri
	Carpenter Workshop			Total 2000 m ²		Milik Sendiri
11	ENGINEERING					
	Computer	With LAN	14 unit		1998/2000	Milik Sendiri
	Plotter A0 / Scanner		1 unit		1998	Milik Sendiri
	Printer		2 unit		1998	Milik Sendiri
	Software					

NO	NAMA FASILITAS	TIPE	JUMLAH	KAPASITAS	TAHUN PEMBUATAN	STATUS
	Software "TRIBON" from KCS (Kockums Computer System), Sweden					Milik Sendiri
	- TRIBON Initial Design: Initial hull geometry modelling & calculation		1 unit			Milik Sendiri
	- TRIBON Basic Design: Initial design of hull structure & major equipment		1 unit			Milik Sendiri
	- TRIBON Hull: Design & parts manufacturing information (hull structure)					Milik Sendiri
	- TRIBON Outfitting: Design & parts manufacturing information (ventilation, electrical, etc.)					Milik Sendiri
	- TRIBON Equipment: Defining all equipment item					Milik Sendiri
	- TRIBON Drafting: Comprehensive 2D/3D drafting system					Milik Sendiri
	Power Prediction Application (from University of Michigan)		7 unit			Milik Sendiri
	Microsoft Project		6 unit			Milik Sendiri
	Microsoft Application (Full Version)		2 unit			Milik Sendiri
	Drawing Machine (manual)		10 unit		1993	Milik Sendiri
12	STORAGE					
	Open Storage			5250 m ²		Milik Sendiri
	Close Storage			2750 m ²		Milik Sendiri
13	LAIN-LAIN					
	Central Oxygen Supply					
	1. Liquid Oxygen		3 unit	5 ton	1979	Milik Sendiri
	2. Central LPG Tank		2 unit	5 ton	1979	Milik Sendiri
	Electric Sources:					
	1. PLN North Yard			1500 KVA x 380 V x 3 phase x 50 Hz	1979	Milik Sendiri
	2. PLN South Yard			900 KVA x 380 V x 3 phase x 50 Hz	1979	Milik Sendiri
	3. Stand-by generating set type water cooling		2 unit	440 KVA x 380 V x 3 phase x 50 Hz	1979	Milik Sendiri
	4. Stand-by generating set type water cooling		1 unit	300 KVA x 380 V x 3 phase x 50 Hz	1979	Milik Sendiri
	Central power air compressor			cap. 1446 m ³ / hour	1979	Milik Sendiri

LAMPIRAN B
ANALISIS TEKNIS DAN EKONOMIS



Mast deck
26330 A.B.

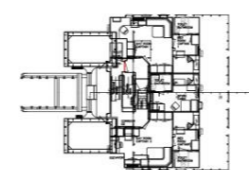
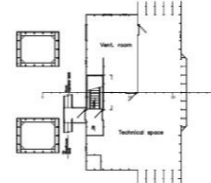
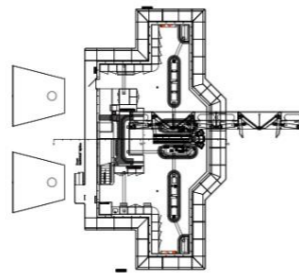
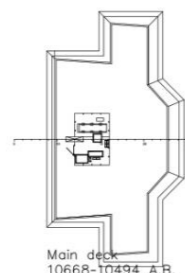
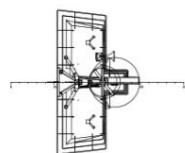
Top deck
23950 A.B.

Wheelhouse deck
21100 A.B.

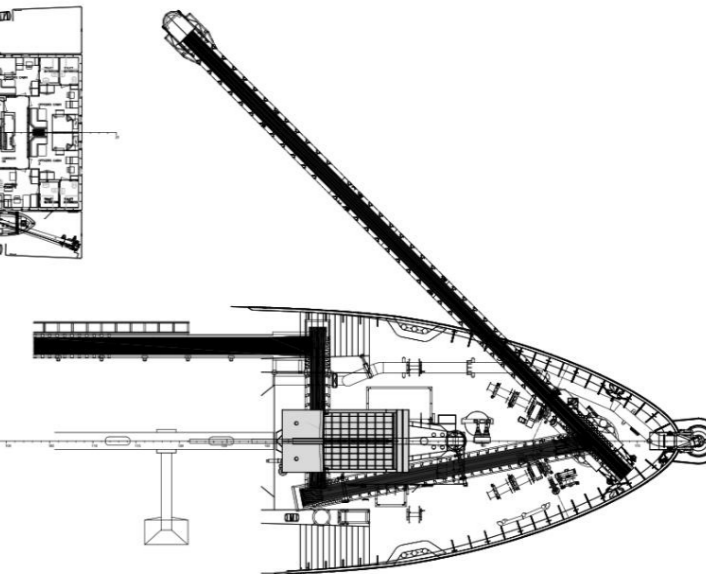
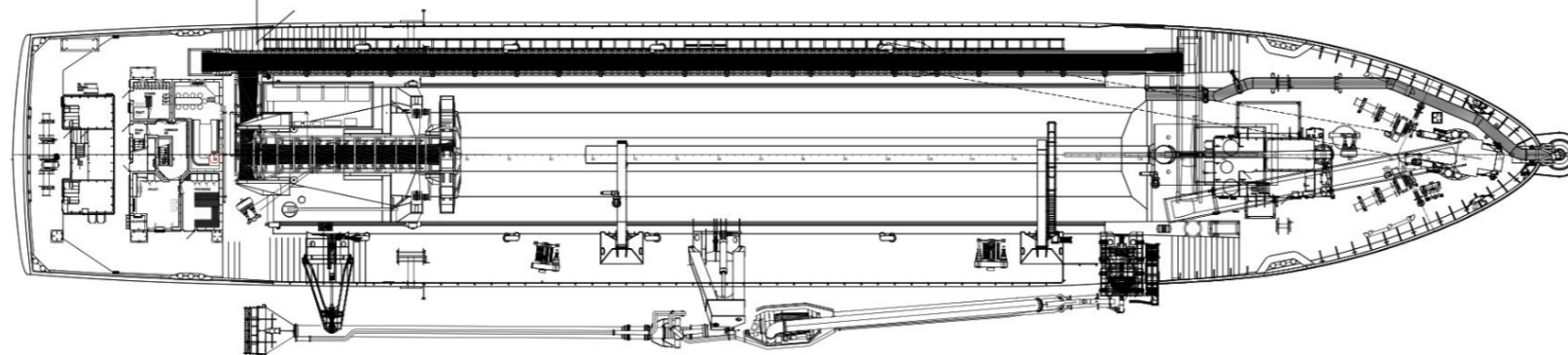
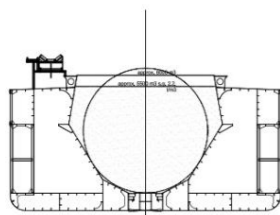
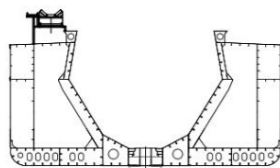
Technical space
19600 A.B.

Captains deck
16620 A.B.

Officers deck
13640 A.B.

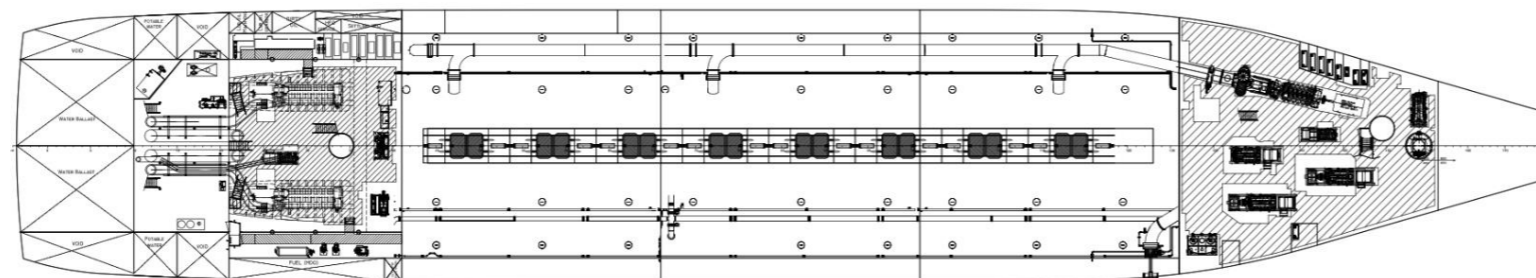


Main deck
10668-10494 A.B.



Tank top

Tank top



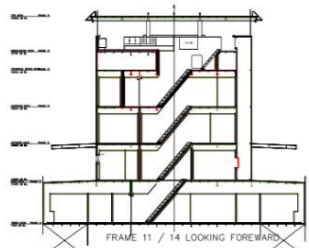
Main Dimensions:

Length Over All (approx)	130,25 m
Length BPP	119,75 m
Breadth (mid)	22,00 m
Depth at 0.5 L	9,80 m
Draught int.	7,10 m
Draught dredge	7,85 m
Hopper capp. to MD (approx)	5.500 m ³
Hopper capp. to TC (approx)	6.000 m ³

Rev.	Rev. date	Remarks	Drawn by
001	22-02-2010	GENERAL UPDATE	PV
002	16-05-2010	GENERAL MODIFICATIONS TO WHEELHOUSE, MAST, Suction PIPE, SAMPLERS, DOORS ETC	PV
003	10-02-2010	GENERAL UPDATE WITH DEFINITIVE LAYOUTS-HULL FORM-STEEL CASCO SHAPE	MSR
004	22-10-2010	WHEELHOUSE, BALLASTTANK, GENERAL UPDATES	PV
005	22-07-2010	WHEELHOUSE, BALLASTTANK	PV
006	16-07-10	GENERAL MODIFICATIONS, THIS REV 005 IS ADDED TO SPECIFICATION	AJD
007	03-07-09	GENERAL MODIFICATIONS, HATCHES, TANKS, JETTY, WINDS, ESCAPES, TC	PV
008	27-05-09	GENERAL MODIFICATIONS TO TANKARRANGEMENT	PV
009	13-05-09	GENERAL MODIFICATIONS (SENT TO CLASS 13-05-09)	PV
010	24-04-09	SHIP 2 BH EXTENDED AND SEVERAL MODIFICATIONS	PV
011	27-01-09	CHANGE OF DIAPHRAGM AS IN FUEL TANK CONFIGURATION	MSR
012	05-09-08	CHANGED MAIN DIMENSIONS @ 22 M, THRESH 7.5 M	MSR
013	31-02-08	FIRST ISSUE - FOR INTERNAL COMMENTS	MSR

scheepsbouwkundig ontwerp- en adviesbureau
KOOIMAN BV
 Lindstedijk 84-3336 LE Zwinjdrecht (Holland) Tel. +31 (0)78-6100477 Fax. +31 (0)78-610732
 www.kooimangrp.com online@kooimanadvies.nl

CLIENT: REIMERSWAAL B.V. YARDNo/NAME: BNR 193
 ORDER: 9718 SUBORDER: 051 DRW-No. 193-051-001 SHEET SCALE SIZE: 1/1 1:200 A0
 DRAWING NAME: GENERAL ARRANGEMENT PLAN
 SELF UNLOADING TRAILING SUCTION HOPPER DREDGER





TSHD1000

Damen Hopper Series

GENERAL

Basic functions
Classification

Maintenance trailing suction dredging
Bureau Veritas
I, *Hull, *Mach, Hopper Dredger,
unrestricted navigation – dredging within
8 miles from shore, AUT-UMS

DIMENSIONS

Length o.a. 62.60 m
Length b.p.p. 58.40 m
Beam moulded 14.00 m
Depth moulded 5.00 m
Draught (dredging) 4.25 m
Deadweight, approx. 1685 t
Hopper volume 1000 m³

TANK CAPACITIES

Ballast water 75 m³
Fuel oil (service) 115 m³
Potable water (service) 35 m³
Sewage 10 m³

PERFORMANCES

Speed (dredging draught) 10.7 kn
Dredging depth 20 m
Rainbow distance, approx. 23 m (option)
Discharge length, approx. 500 m (option)
Grab dredging distance 20 m (option)

PROPULSION SYSTEM

Propulsion power 2x 750 kW at 1800 rpm
Propellers 2x 1300mm, FPP, in nozzle
Bow thruster Jet water feed bow thruster

DREDGE SYSTEM

Trailing suction system 1x 500 mm trailing suction pipe
1x diesel driven dredge pump
1x adjustable overflow
Discharge system 2x rod actuated bottom doors
Supporting systems 1x diesel driven jet water pump

AUXILIARY EQUIPMENT

Networks 400V/230V – 50 Hz
Generator sets 2x 200 ekW at 1500 rpm
Emergency generator set 1x 50 ekW at 1500 rpm

DECK LAY-OUT

Anchor mooring winch 2x hydraulic, with warping head
Capstans 1x hydraulic, 3t pull
Deck crane 1x knuckle boom, 4.6t@8.8m

ACCOMMODATION

Crew 12 persons

NAUTICAL AND COMMUNICATION EQUIPMENT

Radar system 1x X-band
GMDSS Area A3

OPTIONS

Trailing suction system 1x light mixture overboard
Discharge system 1x self-emptying system
Supporting system 1x degassing system
Damen Dredge 1x extended automation
Monitoring System 1x DDM5.0 basic
(DDM) 1x DDM5.0 enhanced
1x NAVGUARD module
Grab crane 1x diesel-hydraulic 20t at 12.5 m
Bucket 1x 6.5 m³
Bow thruster 1x diesel driven, FPP, approx. 340 kW at 1800 rpm



TSHD1500

Damen Hopper Series

GENERAL

Basic functions
Classification

Maintenance trailing suction dredging
Bureau Veritas
I, *Hull, *Mach, Hopper Dredger,
unrestricted navigation – dredging within
8 miles from shore, AUT-UMS

DIMENSIONS

Length o.a. 72.54 m
Length b.p.p. 68.90 m
Beam moulded 14.00 m
Depth moulded 5.00 m
Draught (summer) 4.20 m
Draught (dredging) 4.60 m
Deadweight, approx. 2235 t
Hopper volume 1500 m³

TANK CAPACITIES

Ballast water 75 m³
Fuel oil (service) 115 m³
Potable water (service) 35 m³
Sewage 10 m³

PERFORMANCES

Speed (dredging draught) 10.0 kn
Dredging depth 20 m
Rainbow distance, approx. 23 m (option)
Discharge length, approx. 500 m (option)

PROPULSION SYSTEM

Propulsion power 2x 750 kW at 1800 rpm
Propellers 2x 1800mm, FPP, in nozzle
Bow thruster Jet water feed bow thruster

DREDGE SYSTEM

Trailing suction system 1x 600 mm trailing suction pipe
1x diesel driven dredge pump
1x adjustable overflow
Discharge system 3x rod actuated bottom doors
Supporting systems 1x diesel driven jet water pump

AUXILIARY EQUIPMENT

Networks 400V/230V – 50 Hz
Generator sets 2x 200 ekW at 1500 rpm
Emergency generator set 1x 50 ekW at 1500 rpm

DECK LAY-OUT

Anchor mooring winch 2x hydraulic, with warping head
Capstans 1x hydraulic, 3t pull
Deck crane 1x knuckle boom, 7.15t@8.44m

ACCOMMODATION

Crew 12 persons

NAUTICAL AND COMMUNICATION EQUIPMENT

Radar system 1x X-band
GMDSS Area A3

OPTIONS

Trailing suction system 1x light mixture overboard
Discharge system 1x self-emptying system
Supporting system 1x degassing system
Damen Dredge 1x extended automation
Monitoring System 1x DDM5.0 basic
(DDM) 1x DDM5.0 enhanced
1x NAVGUARD module
Bow thruster 1x diesel driven, FPP, approx. 340 kW at 1800 rpm



TSHD2000

Damen Hopper Series

GENERAL

Basic functions
Classification

Maintenance trailing suction dredging
Bureau Veritas
I, *Hull, *Mach, Hopper Dredger,
unrestricted navigation – dredging within
8 miles from shore, AUT-UMS

DIMENSIONS

Length o.a.	72.30 m
Length b.p.p.	68.10 m
Beam moulded	16.20 m
Depth moulded	5.60 m
Draught (summer)	4.60 m
Draught (dredging)	5.10 m
Deadweight, approx.	3030 t
Hopper volume	2000 m ³

TANK CAPACITIES

Ballast water	215 m ³
Fuel oil (service)	325 m ³
Potable water (service)	45 m ³
Sewage	15 m ³

PERFORMANCES

Speed (dredging draught)	11.1 kn
Dredging depth	22 m
Rainbow distance, approx.	25 m (option)
Discharge length, approx.	700 m (option)

PROPULSION SYSTEM

Propulsion power	2x 1050 kW at 1600 rpm
Propellers	2x 2350mm, FPP, in nozzle
Bow thruster	Jet water feed bow thruster

DREDGE SYSTEM

Trailing suction system	1x 700 mm trailing suction pipe 1x diesel driven dredge pump 1x adjustable overflow
Discharge system	4x rod actuated bottom doors
Supporting systems	1x diesel driven jet water pump

AUXILIARY EQUIPMENT

Networks	400V/230V – 50 Hz
Generator sets	2x 200 ekW at 1500 rpm
Emergency generator set	1x 50 ekW at 1500 rpm

DECK LAY-OUT

Anchor mooring winch	2x hydraulic, with warping head
Capstans	1x hydraulic, 5t pull
Deck crane	1x knuckle boom, 7.15t@8.44m

ACCOMMODATION

Crew	12 persons
------	------------

NAUTICAL AND COMMUNICATION EQUIPMENT

Radar system	1x X-band
GMDSS	Area A3

OPTIONS

Trailing suction system	1x light mixture overboard
Discharge system	1x self-emptying system
Supporting system	1x degassing system
Damen Dredge	1x extended automation
Monitoring System (DDM)	1x DDM5.0 basic 1x DDM5.0 enhanced 1x NAVGUARD module
Bow thruster	1x diesel driven, FPP, approx. 450 kW at 1800 rpm

DAMEN

TABEL STANDAR HARGA TSHD TIPE *SPLIT BOTTOM*

Hopper volume	Displacement at dredging mark	Lightweight	Power dredge pumps during suction	Power jet pumps on draghead	Free sailing propulsion power	Value	Costs per week		M+R/ week
		(W)	(Pt)	(Jt)	(S)		(V)	D+i	
m3	t	t	t	t	t	€	€	€	% of V
675	1500	575	250	100	800	7.290.000	21.287	17.453	0,2394
900	2000	765	350	220	1000	10.400.000	30.368	23.706	0,2279
1125	2500	955	450	260	1300	13.200.000	38.544	29.337	0,2223
1350	3000	1145	600	300	1600	15.900.000	46.428	34.766	0,2187
1580	3500	1335	750	340	1900	18.500.000	54.020	39.994	0,2162
1800	4000	1530	900	380	2200	21.000.000	61.320	43.933	0,2092
2500	5500	2125	1300	410	3600	28.300.000	82.636	50.672	0,1791
3425	7600	2910	1600	460	4000	35.500.000	103.660	57.318	0,1615
4280	9500	3635	2000	700	5000	42.700.000	124.684	63.964	0,1498
5225	11600	4440	2700	1000	6800	51.300.000	149.796	71.903	0,1402

TABEL STANDAR HARGA TSHD TIPE STANDAR

Hopper volume	Displacement at dredging mark	Lightweight	Power dredge pumps during suction	Power jet pumps on draghead	Free sailing propulsion power	Value	Costs per week		M+R/ week
		(W)	(Pt)	(Jt)	(S)		(V)	D+i	
m3	t	t	t	t	t	€	€	€	% of V
900	2.000	635	350	220	950	10.600.000	30.952	21.917	0,2068
1.300	3.000	945	600	300	1.550	15.300.000	44.676	30.508	0,1994
1.800	4.000	1.260	880	360	2.200	19.800.000	57.816	38.734	0,1956
2.400	5.200	1.640	1.000	660	2.500	24.200.000	70.664	42.625	0,1761
2.700	5.800	1.800	1.250	660	3.550	27.200.000	79.424	45.145	0,1660

Hopper volume	Displacement at dredging mark	Lightweight	Power dredge pumps during suction	Power jet pumps on draghead	Free sailing propulsion power	Value	Costs per week		M+R/ week
		(W)	(Pt)	(Jt)	(S)	(V)	D+i	M+R	
m3	t	t	t	t	t	€	€	€	% of V
3.500	7.600	2.400	1.550	760	4.000	33.600.000	98.112	50.513	0,1503
4.700	9.900	3.050	1.950	800	5.100	40.900.000	119.428	56.639	0,1385
6.200	13.000	3.925	2.400	850	6.450	50.100.000	146.292	64.359	0,1285
7.700	16.000	4.780	2.600	1.000	7.350	58.100.000	169.652	71.072	0,1223
9.100	19.000	5.635	3.500	1.600	9.400	68.700.000	200.604	79.967	0,1164
11.000	23.000	6.830	4.320	1.600	10.800	80.400.000	234.768	89.786	0,1117
12.500	26.000	7.610	5.200	1.600	13.000	89.800.000	262.216	97.674	0,1088
13.500	29.000	8.685	5.200	1.800	13.000	97.700.000	285.284	104.303	0,1068
18.000	40.000	12.100	6.680	2.000	16.700	128.000.000	373.760	129.730	0,1014
19.000	42.000	13.750	7.000	2.000	17.500	141.000.000	411.720	140.639	0,0997
22.500	48.000	15.950	7.200	3.000	18.000	157.000.000	458.440	154.066	0,0981
24.000	60.000	18.250	9.600	4.000	24.000	184.000.000	537.280	176.723	0,0960
35.000	83.000	22.440	9.600	4.000	24.000	212.000.000	619.040	200.220	0,0944
45.000	105.000	27.000	13.000	4.500	38.000	261.000.000	762.120	241.339	0,0925

$$\begin{array}{l}
 x = \mathbf{1000} \quad y = \\
 x1 = 900 \quad y1 = 10600000 \\
 x2 = 1300 \quad y2 = 15300000
 \end{array}$$

$$\begin{array}{l}
 x = \mathbf{1500} \quad y = \\
 x1 = 1300 \quad y1 = 15300000 \\
 x2 = 1800 \quad y2 = 19800000
 \end{array}$$

$$\begin{array}{l}
 x = \mathbf{2000} \quad y = \\
 x1 = 1800 \quad y1 = 19800000 \\
 x2 = 2400 \quad y2 = 24200000
 \end{array}$$

$$\begin{array}{l}
 x-x1 \quad y-y1 \\
 x2-x1 \quad y2-y1
 \end{array}$$

$$\begin{array}{l}
 x-x1 \quad y-y1 \\
 x2-x1 \quad y2-y1
 \end{array}$$

$$\begin{array}{l}
 x-x1 \quad y-y1 \\
 x2-x1 \quad y2-y1
 \end{array}$$

$$\begin{array}{l}
 100 \quad y-10600000 \\
 400 \quad 4700000
 \end{array}$$

$$\begin{array}{l}
 200 \quad y-15300000 \\
 500 \quad 4500000
 \end{array}$$

$$\begin{array}{l}
 200 \quad y-19800000 \\
 600 \quad 4400000
 \end{array}$$

$$\begin{array}{l}
 470000000 = 400y - 4240000000 \\
 1175000 = y - 10600000 \\
 y = \mathbf{11775000}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{l}
 900000000 = 500y - 7650000000 \\
 1800000 = y - 15300000 \\
 y = \mathbf{17100000}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{l}
 880000000 = 600y - 11880000000 \\
 1466666,67 = y - 19800000 \\
 y = \mathbf{21266666,67}
 \end{array}$$

No	Deskripsi	Estimasi Biaya	Biaya	Kenaikan Harga/Tahun	1	2	3	4	5
		Jumlah Produk (Unit)			2020	2021	2022	2023	2024
PERHITUNGAN BIAYA OPERASIONAL GALANGAN KAPAL KERUK									
BIAYA LANGSUNG									
1	Biaya Material	1	36.730.357.489,63	5%	36.730.357.490	38.566.875.364	40.495.219.132	42.519.980.089	44.645.979.093
2	Biaya System and Machinery	1	104.477.944.197,96		104.477.944.198	109.701.841.408	115.186.933.478	120.946.280.152	126.993.594.160
3	Biaya Tenaga Kerja Langsung	1	3.898.072.098,03		3.898.072.098	4.092.975.703	4.297.624.488	4.512.505.712	4.738.130.998
4	Biaya Overhead	1	4.062.842.958,77		4.062.842.959	4.265.985.107	4.479.284.362	4.703.248.580	4.938.411.009
5	Biaya Utilitas	1	11.425.805.141,98		11.425.805.142	11.997.095.399	12.596.950.169	13.226.797.677	13.888.137.561
	total	4	160.595.021.886,36		160.595.021.886,4	168.624.772.980,7	177.056.011.629,7	185.908.812.211,2	195.204.252.821,8
TOTAL BIAYA LANGSUNG CNG CARRIER					160.595.021.886,4	168.624.772.980,7	177.056.011.629,7	185.908.812.211,2	195.204.252.821,8
BIAYA PERAWATAN									
1	Biaya Pemeliharaan Fasilitas Dock			5%					
	pemeliharaan Bengkel dan Gudang	1	60.000.000,00		60.000.000,00	63.000.000,0	66.150.000,0	69.457.500,0	72.930.375,0
	Pemeliharaan Peralatan dan Mesin	1	40.000.000,00		40.000.000,00	42.000.000,0	44.100.000,0	46.305.000,0	48.620.250,0
	Lisensi Software	1	100.000.000,00		100.000.000,00	105.000.000,0	110.250.000,0	115.762.500,0	121.550.625,0
2	Biaya Lain Lain								
	Biaya Promosi	1	30.000.000,00		30.000.000,00	31.500.000,0	33.075.000,0	34.728.750,0	36.465.187,5
	Biaya Pelatihan, Pengembangan, atau Pembelian Desain	1	5.846.841.750,00		5.846.841.750,00	6.139.183.837,50	6.446.143.029,4	6.768.450.180,8	7.106.872.689,9
	Biaya Perawatan Kesehatan	1	30.000.000,00		30.000.000,00	31.500.000,0	33.075.000,0	34.728.750,0	36.465.187,5
3	Biaya Administrasi								
	Total	6	6.116.841.750,00	10.000.000,00	10.500.000,00	11.025.000,00	11.576.250,00	12.155.062,50	

TOTAL BIAYA PERAWATAN GUDANG DAN FASILITAS GALANGAN DREDGER		6.116.841.750,0	6.422.683.837,5	6.743.818.029,4	7.081.008.930,8	7.435.059.377,4
BIAYA TIDAK LANGSUNG (gaji pekerja)		5.824.000.000,0	5.824.000.000,0	5.824.000.000,0	5.824.000.000,0	5.824.000.000,0
TOTAL BIAYA TIDAK LANGSUNG	5%	5.824.000.000,0	5.824.000.000,0	5.824.000.000,0	5.824.000.000,0	5.824.000.000,0
TOTAL BIAYA OPERASIONAL		172.535.863.636,4	180.871.456.818,2	189.623.829.659,1	198.813.821.142,0	208.463.312.199,1

6	7	8	9	10
2025	2026	2027	2028	2029
46.878.278.048	49.222.191.950	51.683.301.548	54.267.466.625	56.980.839.957
133.343.273.868	140.010.437.561	147.010.959.439	154.361.507.411	162.079.582.782
4.975.037.548	5.223.789.425	5.484.978.897	5.759.227.842	6.047.189.234
5.185.331.560	5.444.598.138	5.716.828.044	6.002.669.447	6.302.802.919
14.582.544.439	15.311.671.661	16.077.255.244	16.881.118.007	17.725.173.907
204.964.465.462,9	215.212.688.736,0	225.973.323.172,8	237.271.989.331,4	249.135.588.798,0
204.964.465.462,9	215.212.688.736,0	225.973.323.172,8	237.271.989.331,4	249.135.588.798,0
76.576.893,8	80.405.738,4	84.426.025,4	88.647.326,6	93.079.693,0
51.051.262,5	53.603.825,6	56.284.016,9	59.098.217,8	62.053.128,6
127.628.156,3	134.009.564,1	140.710.042,3	147.745.544,4	155.132.821,6
-	-	-	-	-
38.288.446,9	40.202.869,2	42.213.012,7	44.323.663,3	46.539.846,5
7.462.216.324,4	7.835.327.140,6	8.227.093.497,6	8.638.448.172,5	9.070.370.581,1
38.288.446,9	40.202.869,2	42.213.012,7	44.323.663,3	46.539.846,5
12.762.815,6	13.400.956,4	14.071.004,2	14.774.554,4	15.513.282,2
7.806.812.346,3	8.197.152.963,6	8.607.010.611,7	9.037.361.142,3	9.489.229.199,5
6.406.400.000,0	6.406.400.000,0	6.406.400.000,0	6.406.400.000,0	6.406.400.000,0

6.406.400.000,0	6.406.400.000,0	6.406.400.000,0	6.406.400.000,0	6.406.400.000,0
219.177.677.809,1	229.816.241.699,6	240.986.733.784,5	252.715.750.473,8	265.031.217.997,5

11	12	13	14	15
2030	2031	2032	2033	2034
59.829.881.954	62.821.376.052	65.962.444.855	69.260.567.098	72.723.595.452
170.183.561.921	178.692.740.017	187.627.377.018	197.008.745.869	206.859.183.162
6.349.548.695	6.667.026.130	7.000.377.437	7.350.396.308	7.717.916.124
6.617.943.065	6.948.840.218	7.296.282.229	7.661.096.341	8.044.151.158
18.611.432.602	19.542.004.232	20.519.104.444	21.545.059.666	22.622.312.650
261.592.368.237,9	274.671.986.649,8	288.405.585.982,3	302.825.865.281,4	317.967.158.545,5
261.592.368.237,9	274.671.986.649,8	288.405.585.982,3	302.825.865.281,4	317.967.158.545,5
97.733.677,6	102.620.361,5	107.751.379,6	113.138.948,5	118.795.896,0
65.155.785,1	68.413.574,3	71.834.253,0	75.425.965,7	79.197.264,0
162.889.462,7	171.033.935,8	179.585.632,6	188.564.914,2	197.993.159,9
-	-	-	-	-
48.866.838,8	51.310.180,7	53.875.689,8	56.569.474,3	59.397.948,0
9.523.889.110,2	10.000.083.565,7	10.500.087.744,0	11.025.092.131,2	11.576.346.737,7
48.866.838,8	51.310.180,7	53.875.689,8	56.569.474,3	59.397.948,0
16.288.946,3	17.103.393,6	17.958.563,3	18.856.491,4	19.799.316,0
9.963.690.659,4	10.461.875.192,4	10.984.968.952,0	11.534.217.399,6	12.110.928.269,6
7.047.040.000,0	7.047.040.000,0	7.047.040.000,0	7.047.040.000,0	7.047.040.000,0
7.047.040.000,0	7.047.040.000,0	7.047.040.000,0	7.047.040.000,0	7.047.040.000,0
278.603.098.897,3	292.180.901.842,2	306.437.594.934,3	321.407.122.681,0	337.125.126.815,1

Description	Year					
	(dalam ribu Rupiah)					
	0	1	2	3	4	5
Investasi	5.846.841,75					
Uang Masuk						
Pendapatan						
- Galangan Kapal Keruk		189.789.450,00	379.578.900,00	398.557.845,00	418.485.737,25	439.410.024,11
Biaya Operasional						
1. Biaya Langsung		(160.595.021,89)	(322.794.967,45)	(338.934.715,82)	(355.881.451,61)	(373.675.524,19)
2. Biaya Perawatan		(6.116.841,75)	(336.000,00)	(352.800,00)	(370.440,00)	(388.962,00)
3. Biaya Tidak Langsung (pekerja)		(5.824.000,00)	(5.824.000,00)	(5.824.000,00)	(5.824.000,00)	(5.824.000,00)
Operational Income		17.253.586,36	50.623.932,55	53.446.329,18	56.409.845,64	59.521.537,92
Nilai Depresiasi (Galangan Kapal Keruk)		(1.416.463,90)	(1.416.463,90)	(1.416.463,90)	(1.416.463,90)	(1.416.463,90)
General Administration Cost 8%		(15.183.156,00)	(30.366.312,00)	(31.884.627,60)	(33.478.858,98)	(35.152.801,93)
Pembayaran Angsuran Bunga Pinjaman		(13.515.589,57)	(13.122.755,72)	(12.686.710,15)	(12.202.699,57)	(11.665.447,82)
Total		(30.115.209,47)	(44.905.531,62)	(45.987.801,65)	(47.098.022,45)	(48.234.713,65)
EBT (Earning Before Tax)		(12.861.623,11)	5.718.400,93	7.458.527,53	9.311.823,19	11.286.824,28
Pajak 12,5%		(1.607.702,89)	(714.800,12)	(932.315,94)	(1.163.977,90)	(1.410.853,03)
EAT (Earning After Tax)		(14.469.326,00)	5.003.600,82	6.526.211,59	8.147.845,30	9.875.971,24
Akumulasi Pendapatan Bersih			(14.469.326,00)	(9.465.725,18)	(2.939.513,59)	5.208.331,70
Akumulasi Pendapatan Bersih - Investasi		(5.846.841,75)	(20.316.167,75)	(15.312.566,93)	(8.786.355,34)	(638.510,05)

6	7	8	9	10	11
461.380.525,32	484.449.551,58	508.672.029,16	534.105.630,62	560.810.912,15	588.851.457,76
(392.359.300,40)	(411.977.265,42)	(432.576.128,69)	(454.204.935,12)	(476.915.181,88)	(500.760.940,97)
(408.410,10)	(428.830,61)	(450.272,14)	(472.785,74)	(496.425,03)	(521.246,28)
(6.406.400,00)	(6.406.400,00)	(6.406.400,00)	(6.406.400,00)	(6.406.400,00)	(7.047.040,00)
62.206.414,82	65.637.055,56	69.239.228,34	73.021.509,76	76.992.905,24	80.522.230,51
(1.416.463,90)	(1.416.463,90)	(1.416.463,90)	(1.416.463,90)	(1.416.463,90)	(1.299.577,83)
(36.910.442,03)	(38.755.964,13)	(40.693.762,33)	(42.728.450,45)	(44.864.872,97)	(47.108.116,62)
(11.069.098,38)	(10.407.150,50)	(9.672.388,35)	(8.856.802,37)	(7.951.501,93)	(6.946.618,44)
(49.396.004,30)	(50.579.578,52)	(51.782.614,58)	(53.001.716,72)	(54.232.838,80)	(55.354.312,89)
12.810.410,52	15.057.477,04	17.456.613,75	20.019.793,04	22.760.066,44	25.167.917,61
(1.601.301,31)	(1.882.184,63)	(2.182.076,72)	(2.502.474,13)	(2.845.008,31)	(3.145.989,70)
11.209.109,20	13.175.292,41	15.274.537,04	17.517.318,91	19.915.058,14	22.021.927,91
26.293.412,15	39.468.704,55	54.743.241,59	72.260.560,50	92.175.618,63	114.197.546,55
20.446.570,40	33.621.862,80	48.896.399,84	66.413.718,75	86.328.776,88	108.350.704,80

12	13	14	15	16	17
618.294.030,65	649.208.732,18	681.669.168,79	715.752.627,23	751.540.258,59	789.117.271,52
(525.798.988,02)	(552.088.937,42)	(579.693.384,29)	(608.678.053,51)	(639.111.956,19)	(671.067.553,99)
(547.308,59)	(574.674,02)	(603.407,73)	(633.578,11)	(665.257,02)	(698.519,87)
(7.047.040,00)	(7.047.040,00)	(7.047.040,00)	(7.047.040,00)	(7.751.744,00)	(7.751.744,00)
84.900.694,03	89.498.080,73	94.325.336,77	99.393.955,61	104.011.301,39	109.599.453,66
(1.299.577,83)	(1.299.577,83)	(1.299.577,83)	(1.299.577,83)	(1.334.220,64)	(1.334.220,64)
(49.463.522,45)	(51.936.698,57)	(54.533.533,50)	(57.260.210,18)	(60.123.220,69)	(63.129.381,72)
(6.946.618,44)	(4.593.080,82)	(3.218.771,01)	(1.693.287,12)	(0,00)	
(57.709.718,72)	(57.829.357,23)	(59.051.882,34)	(60.253.075,13)	(61.457.441,33)	(64.463.602,36)
27.190.975,31	31.668.723,51	35.273.454,42	39.140.880,48	42.553.860,06	45.135.851,29
(3.398.871,91)	(3.958.590,44)	(4.409.181,80)	(4.892.610,06)	(5.319.232,51)	(5.641.981,41)
23.792.103,39	27.710.133,07	30.864.272,62	34.248.270,42	37.234.627,55	39.493.869,88
137.989.649,94	165.699.783,01	196.564.055,63	230.812.326,05	268.046.953,60	307.540.823,48
132.142.808,19	159.852.941,26	190.717.213,88	224.965.484,30	262.200.111,85	301.693.981,73

BIODATA PENULIS



Muhammad Afif Budi Wicaksono, itulah nama lengkap penulis. Dilahirkan di Semarang 28 Juli 1994 silam, Penulis merupakan anak ketiga dari tiga bersaudara dalam keluarga. Penulis menempuh pendidikan formal tingkat dasar pada TK Mawar, kemudian melanjutkan ke SDIT Al Marjan, SMPIT Al Marjan, dan SMAN 2 Bekasi. Setelah lulus SMA, Penulis diterima di Departemen Teknik Perkapalan FTK ITS pada tahun 2012 melalui jalur PKM.

Di Departemen Teknik Perkapalan Penulis mengambil Bidang Studi Industri Perkapalan. Selama masa studi di ITS, selain kuliah Penulis juga pernah menjadi staff divisi Kajian Strategis Himpunan Mahasiswa Teknik Perkapalan dan juga pernah mendirikan dan aktif dalam Unit Kegiatan Mahasiswa (UKM) ITS Flag Football dan UKM ITS Muay Thai.

Email: afif.budiw@gmail.com / afifbbudi28@gmail.com